

VERSIÓN REVISADA

**MÉXICO**

**Inventario Nacional de Emisiones  
de Gases y Compuestos de  
Efecto Invernadero 1990-2015**

**INEGYCEI**



# Nota aclaratoria

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático comunica que las emisiones de dióxido de carbono equivalente del 2015 del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero se ajustaron al alza en 17 MtCO<sub>2</sub>e, por lo que las emisiones nacionales pasan de 683 a 700 MtCO<sub>2</sub>e, y las emisiones netas pasan de 535 a 551 MtCO<sub>2</sub>e.

El origen de este cambio se atribuye a la subfuente [1A1a] producción de electricidad y calor, en donde, las emisiones provenientes de las centrales eléctricas de autogeneración no se incluyeron en el cálculo inicial. Asimismo, se actualizó la serie histórica 1990-2015, con la aportación de esta subfuente. Los cambios se reflejan en esta versión revisada del Inventario Nacional así como en las secciones correspondientes de la Sexta Comunicación Nacional en los Capítulos 2, 3 y en el Segundo Informe Bienal de Actualización.

**MÉXICO**

**Inventario Nacional de Emisiones  
de Gases y Compuestos de  
Efecto Invernadero 1990-2015**

**INEGYCEI**

**2018**

## **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático**

Secretarías participantes:

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Secretaría de Educación (SEP)

Secretaría de Economía (SE)

Secretaría de Energía (SENER)

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)

Secretaría de Gobernación (SEGOB)

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Secretaría de Marina (SEMAR)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)

Secretaría de Salud (SALUD)

Secretaría de Turismo (SECTUR)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

# MÉXICO

## Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015

### INEGYCEI

# 2018



Al servicio  
de las personas  
y las naciones

**Inventario Nacional de Emisiones  
de Gases y Compuestos de  
Efecto Invernadero 1990-2015**

Primera edición: 2018

D.R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac,  
Ciudad de México, C.P. 11320  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

D.R. © Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)  
Bvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209, Col. Jardines en la Montaña,  
Ciudad de México, C.P. 14210  
[www.gob.mx/inecc](http://www.gob.mx/inecc)

Coordinación editorial: Gerardo Mendiola Patiño y Berta Helena de Buen Richkarday  
Corrección: Enrique Martínez Limón  
Diseño de portada: Rocío Mireles, Bruno Contreras  
Formación: Bruno Contreras, Gabriel González, Braulio Morales y Fernando Villafán  
Foto de portada: Pexels LD

Impreso y hecho en México / Printed and made in Mexico

# Índice

Índice.....	5
Prólogo.....	9
Agradecimientos.....	11
<b>1 Introducción.....</b>	<b>13</b>
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Comparación entre el INEGYCEI del primer IBA y la actualización en la <i>Sexta Comunicación Nacional</i> .....	18
1.3 Arreglos institucionales.....	21
1.4 Proceso de la actualización del INEGYCEI.....	24
1.5 Control de calidad, aseguramiento de la información y verificación.....	25
1.6 Principales instituciones y fuentes de información.....	26
Referencias.....	27
<b>2 Emisiones de gases de efecto invernadero 2015 y tendencia histórica.....</b>	<b>29</b>
2.1 Panorama general de las emisiones de gases de efecto invernadero 2015.....	31
2.1.1 Metodología.....	42
2.1.2 Fuentes clave.....	49
2.1.3 Incertidumbre.....	54
2.2 Tendencias en las emisiones de GEI.....	55
2.2.1 Tendencias de las emisiones totales de gases de efecto invernadero por tipo de gas.....	58
2.2.2 Indicadores per cápita e intensidad de carbono de las emisiones por el consumo de combustible fósil.....	60
2.2.3 Comparativo internacional de las emisiones de CO <sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles.....	62
Referencias.....	62
<b>3 [1] Energía.....</b>	<b>63</b>
3.1 Comparación del método de referencia con el método sectorial.....	68
3.2 [1A] Consumo de combustibles fósiles.....	69
3.2.1 [1A1] Industrias de la energía.....	70
3.2.2 [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción.....	77
3.2.3 [1A3] Transporte.....	79
3.2.4 [1A4] Otros sectores.....	87
3.3 [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles.....	92
3.3.1 [1B1] Combustibles sólidos (emisiones fugitivas).....	93
3.3.2 [1B2] Petróleo y gas natural (emisiones fugitivas).....	95
Referencias.....	99



<b>4 [2] Procesos industriales y uso de productos</b>	101
4.1 [2A] Industria de los minerales	108
4.1.1. [2A1] Producción de cemento	108
4.1.2 [2A2] Producción de cal	109
4.1.3 [2A3] Producción de vidrio	110
4.1.4 [2A4] Otros usos de carbonatos	111
4.2 [2B] Industria química	111
4.2.1 [2B1] Producción de amoníaco	112
4.2.2 [2B2] Producción de ácido nítrico	113
4.2.3 [2B4] Producción de caprolactama	114
4.2.4 [2B6] Producción de dióxido de titanio	114
4.2.5 [2B7] Producción de ceniza de sosa	115
4.2.6 [2B8] Producción petroquímica y negro de humo	115
4.2.7 [2B9] Producción fluoroquímica	116
4.3 [2C] Industria de los metales	117
4.3.1 [2C1] Producción de hierro y acero	117
4.3.2 [2C2] Producción de ferroaleaciones	118
4.3.3 [2C3] Producción de aluminio	119
4.3.4 [2C5] Producción de plomo	119
4.3.5 [2C6] Producción de zinc	120
4.4 [2D] Uso de productos no energéticos como combustibles y disolventes	120
4.5 [2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	121
4.5.1 [2F1] Refrigeración y aire acondicionado (RAC)	122
4.5.2 [2F2] Agentes espumantes	122
4.5.3 [2F3] Protección contra incendios	123
4.5.4 [2F4] Aerosoles	123
4.5.5 [2F5] Disolventes	124
4.6 [2G] Manufactura y utilización de otros productos	124
4.6.1 [2G1] Equipos eléctricos	125
4.7 [2H] Otros	126
4.7.1 [2H1] Industria de la pulpa y el papel	126
Referencias	127

<b>5 [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	129
5.1 [3A] Ganado	133
5.1.1 [3A1] Fermentación entérica	136
5.1.2 [3A2] Gestión de estiércol	146
5.2 [3B] Tierra	157
5.2.1 Representación coherente de Tierra	162
5.2.2 Estimación de los factores de emisión/absorción	164
5.2.3 [3B1] Tierras forestales	165
5.2.4 [3B2] Tierras de cultivo	167
5.2.5 [3B3] Praderas	168
5.2.6 [3B4] Humedales	170
5.2.7 [3B5] Asentamientos humanos	171
5.2.8 [3B6] Otras tierras	173
5.3 [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	174
5.3.1 [3C1] Emisiones de GEI por quema de biomasa	177
5.3.2 [3C2] Encalado de suelos	185
5.3.3 [3C3] Aplicación de urea	187
5.3.4 [3C4] Emisiones directas de óxido nitroso de los suelos gestionados	189
5.3.5 [3C5] Emisiones indirectas de óxido nitroso de los suelos gestionados	192
5.3.6 [3C6] Emisiones indirectas de óxido nitroso por sistemas de manejo de estiércol	194
5.3.7 [3C7] Cultivo de arroz	195
Referencias	197
<b>6 [4] Residuos</b>	199
6.1 [4A] Disposición final de residuos sólidos urbanos	202
6.1.1 Aspectos metodológicos	203
6.2 [4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos	204
6.3 [4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos	206
6.3.1 [4C1] Incineración de residuos peligrosos	206
6.3.2 [4C2] Quema de residuos a cielo abierto	208

6.4 [4D] Tratamiento y descarga de aguas residuales.....	210	Generalidades del cálculo de incertidumbre.....	271
6.4.1 [4D1] Tratamiento y descarga de aguas residuales municipales.....	212	Resultados.....	277
6.4.2 [4D2] Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales.....	214	Anexo C: Comparación del método de referencia con el método sectorial y el balance nacional de energía.....	299
Referencias.....	216	Comparación de métodos.....	299
<b>7 Carbono negro</b> .....	217	Anexo D: Datos de actividad.....	303
7.1 Emisiones nacionales de carbono negro, 2015.....	221	[1] Energía.....	303
7.1.1 Tendencia histórica de las emisiones nacionales de carbono negro, 1990-2015.....	223	[2] Procesos industriales y uso de productos.....	339
7.2 Emisiones de carbono negro del sector [1] Energía.....	226	[3] AFOLU.....	367
7.2.1 Emisiones de carbono negro en el sector [1] Energía en 2015.....	226	[4] Residuos.....	479
7.2.2 Tendencia histórica de emisiones de carbono negro, sector [1] Energía, 1990-2015.....	231	Referencias AFOLU [3A] Ganado.....	548
7.3 Emisiones de carbono negro en el sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).....	250	Referencias:AFOLU [3B] Tierra.....	549
7.3.1 Emisiones de [3] AFOLU en 2015.....	250	Anexo E: Descripción metodológica detallada de los sectores por fuentes y sumideros.....	551
7.4 Emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos.....	255	[1] Energía.....	551
Referencias.....	256	[2] Procesos industriales y uso de productos.....	561
<b>Anexos</b> .....	257	[3] AFOLU.....	587
Anexo A: Identificación de categorías principales.....	259	[4] Residuos.....	711
Introducción.....	259	Anexo F: Metodologías para la estimación del carbono negro.....	729
Método 1.....	259	[1] Energía.....	729
Método 2.....	265	[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.....	735
Anexo B: Incertidumbres.....	271	[4] Residuos.....	737
Introducción.....	271	Anexo G: Tablas del IPCC por sector y gas 1990-2015.....	739
		Anexo H: Compuestos, unidades y acrónimos.....	811
		<b>Índice de figuras, tablas, cuadros y ecuaciones</b> .....	819



# Prólogo

El *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI) es un instrumento de gestión ambiental esencial para la toma de decisiones; con base en él se desarrollan políticas públicas en materia de cambio climático, como el Programa Especial de Cambio Climático y la Contribución Nacionalmente Determinada que México presentó a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como parte de las negociaciones internacionales del Acuerdo de París. Aunado a lo anterior, el INEGYCEI es, desde 2014, considerado como información de interés nacional y, por lo tanto, de uso obligatorio para la federación, los estados y los municipios.

Así, México presenta su INEGYCEI 1990-2015 conforme a lo establecido en el artículo 74 de la Ley General de Cambio Climático y en los artículos 4 y 12 de la CMNUCC de la que nuestro país forma parte.

De acuerdo con éste, México emitió 700 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente de gases efecto invernadero (GEI) en el año 2015, lo que incluye las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, y hexafluoruro de azufre, originados por las actividades antropogénicas en el territorio nacional. Además, México emite 131,564 toneladas de carbono negro, un contaminante climático de vida corta que nuestro país se ha comprometido a reducir, porque ello implicará beneficios en la salud y en la mitigación del cambio climático.

El análisis de la tendencia histórica muestra que entre 1993 y 2015 México incrementó sus emisiones en 57%; sin embargo, es de destacar que nuestro país se ha desarrollado en los últimos años con una menor intensidad de carbono, que disminuyó en el mismo periodo más de nueve puntos porcentuales. Con el fin de impulsar la acción global ante el cambio climático, nuestro país se ha

comprometido con la mitigación de emisiones, a pesar de que nuestra emisión per cápita se encuentra por debajo del promedio mundial.

La integración del INEGYCEI no hubiera sido posible sin la colaboración de dependencias de la Administración Pública Federal, centros de investigación, así como de organismos del sector privado que proporcionaron información actualizada al INECC. Además del uso de la mejor información disponible en México, datos desagregados y estimaciones con factores de emisión acordes con las circunstancias nacionales, se integran en este Inventario los resultados de 91 estudios científicos realizados en México.

La actualización del INEGYCEI 1990-2015 forma parte de la *Sexta Comunicación Nacional* y constituye el *Segundo Informe Bienal de Actualización* que México presenta ante la CMNUCC. Por primera vez, nuestro país ha actualizado el total de las categorías del inventario con las metodologías IPCC 2006, rebasando así los requerimientos de reporte para los países no Anexo I, con el espíritu de impulsar y reforzar los trabajos de transparencia para la implementación del Acuerdo de París.

Este Inventario es una herramienta sólida que consolida el conocimiento técnico y científico sobre las emisiones de nuestro país y estamos seguros de que será de utilidad para orientar la toma de decisiones hacia un modelo de desarrollo bajo en emisiones.

**Dra. María Amparo Martínez Arroyo**

Directora General  
Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático



# Agradecimientos

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), responsable de la preparación del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015, extiende un profundo agradecimiento a las instituciones, organizaciones e individuos que contribuyeron en la elaboración y revisión de este documento.

Este trabajo fue coordinado por la Dra. Claudia Alejandra Octaviano Villasana, Coordinadora General de Mitigación del Cambio Climático y la Dra. Irma Fabiola Ramírez Hernández, Directora de Inventarios y Prospectivas de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, y contó con el trabajo de los siguientes miembros del INECC: Ing. Luis Conde Álvarez, Biól. Lucila Balam de la Vega, Biól. Francisco Luis Aviña Cervantes, Fís. Luz María González Osorio, Dra. Paulina Rebeca Cárdenas Moreno, Dr. Arturo Gavilán García, Mtro. Miguel Martínez Cordero e Ing. Tania Ramírez Muñoz y con el apoyo de los siguientes consultores Dr. Alphonse Bizimana, Mtro. Miguel Ángel García García, Dr. Arturo Romero Flores, Mtro. Juan Arredondo Rosales, Quím. María de las Nieves Carbonell León, Mtro. Abraham Ortíz Álvarez, Dr. Gonzalo García Miaja e Ing. Guillermina Barrera Zaragoza. En las actividades para cuantificar emisiones del sector Tierras se agradece la valiosa colaboración de la Comisión Nacional Forestal a través del Ing. Jorge David Fernández Medina, Ing. Raúl Rodríguez Franco, M.C. Oswaldo Ismael Carrillo Negrete, Ing. Carmen

Lourdes Meneses Tovar, Biól. Rafael Mayorga Saucedo, Ing. Eder Larios Guzmán y demás colaboradores. Asimismo, al Mtro. Francisco Jiménez Nava y al Mtro. José Luis Ornelas de Anda, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Además, se extiende un agradecimiento por su información y valiosas contribuciones a las siguientes instituciones: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Secretaría de Energía; Secretaría de Economía; Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comisión Nacional Forestal; Comisión Nacional del Agua; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera; Instituto Nacional de Geografía y Estadística; Petróleos Mexicanos; Instituto Mexicano del Petróleo, Comisión Federal de Electricidad; Cámara Nacional del Hierro y el Acero; Cámara Nacional de la Industria del Cemento; Cámara Nacional del Papel; Asociación Nacional de la Industria Química; Asociación Nacional de la Industria Calera; Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas, Asociación Nacional Ganadera; Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Instituto de Ingeniería de la UNAM y al Fidecomiso de Riesgo Compartido.

Finalmente, se reconoce al Fondo Mundial para el Medio Ambiente y al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo por su apoyo para la elaboración de la *Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización* (IBA2).



**1**

# **Introducción**





Como país signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), México da a conocer la actualización de su *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI) 1990-2015, en cumplimiento de lo señalado en el artículo 12 del protocolo de la Convención y el artículo 74 de la Ley General de Cambio Climático (LGCC):

## CMNUCC

### Artículo 12. Transmisión de información relacionada con la aplicación

1. De conformidad con el párrafo 1 del artículo 4, cada una de las Partes transmitirá a la Conferencia de las Partes, por conducto de la secretaría, los siguientes elementos de información:

- a) Un inventario nacional, en la medida que lo permitan sus posibilidades, de las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que promoverá y aprobará la Conferencia de las Partes...

## LGCC

### Capítulo V. Inventario

**Artículo 74.** El Inventario deberá ser elaborado por el INECC, de acuerdo con los lineamientos y metodologías establecidos por la Convención, la Conferencia de las Partes y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

El INEGYCEI comprende las estimaciones de las emisiones por fuentes y sumideros, para los cuatro sectores de emisión definidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés): [1] Energía, [2] Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU, por sus siglas en inglés), [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) y [4] Residuos. Informa también sobre los seis gases de efecto invernadero (GEI) incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto:

dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbono (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). En adición, México presenta las emisiones de carbono negro, un forzante climático de vida corta para el cual el país ha establecido compromisos de reducción de emisiones.

El presente Informe del *Inventario Nacional* se presenta con la estructura siguiente:<sup>1</sup>

### Capítulo 1

Presenta los antecedentes del INEGYCEI, un resumen de la comparación entre el inventario del 1<sup>er</sup> Informe Bienal de Actualización (IBA1) y la Sexta Comunicación Nacional (6CNCC), los arreglos institucionales incluyendo el marco normativo para la elaboración del INEGYCEI.

Incluye la narrativa del proceso de actualización del presente INEGYCEI, el proceso de control de calidad del inventario y las principales instituciones donde se obtuvo la información requerida para la estimación de las emisiones.

### Capítulo 2

Resultados de las emisiones 2015 y tendencia histórica en el periodo 1990-2015. Se indica el nivel de la metodología aplicada de acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*. Incluye un resumen de las principales fuentes clave y la incertidumbre de las emisiones; el comportamiento histórico de éstas se presenta por sector, categoría y tipo de gas.

Se muestran los resultados de los indicadores per cápita y el de intensidad de carbono, haciendo una comparación con el establecido internacionalmente.

### Capítulos 3 al 6

Resultados detallados de las emisiones de GEI de los cuatro sectores y su desglose por categoría, subcategoría y fuentes de emisión.

### Capítulo 7

Emisiones de carbono negro a nivel de fuente de emisión.

<sup>1</sup> Ver el índice general para mayor detalle.

## Anexos

- A. Metodología y análisis de las categorías y fuentes clave.
- B. Detalle del cálculo de las incertidumbres.
- C. Método de referencia con el sector [1] Energía.
- D. Datos de actividad de los cuatro sectores.
- E. Detalles metodológicos incluyendo los factores de emisión utilizados en las estimaciones relativas a los cuatro sectores.
- F. Detalles metodológicos, incluidos los factores de emisión utilizados en el capítulo de carbono negro.
- G. Resumen de las tablas de las emisiones anuales de 1990 a 2015.
- H. Unidades, prefijos, abreviaturas y acrónimos.

Las emisiones de los GEI se contabilizan en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), las cuales se obtienen al multiplicar la cantidad de emisiones de un GEI por su valor de Potencial de Calentamiento Global (PCG),<sup>2</sup> con la finalidad de compararlas entre sí y medir la contribución de cada fuente cada fuente al total de emisiones del Inventario en el ámbito nacional. En el INEGYCEI 1990-2015 se reportan las emisiones con el PCG a 100 años considerado en el *Quinto Informe de Evaluación* del IPCC. Las cantida-

<sup>2</sup> Para mayor información ver el anexo H.

des de las emisiones de carbono negro se reportan en gigagramos.

La presente actualización del INEGYCEI se cuantificó utilizando las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en su edición 2006 (IPCC, 2006), con la finalidad de cumplir con los estándares internacionales más actualizados, así como con los lineamientos de la Ley General de Cambio Climático. Se incorporan factores de emisión obtenidos en estudios más acordes a las condiciones de México, así como mejores datos de actividad que reflejan el comportamiento de los sectores económicos de este país.

Los resultados totales de los GEI se analizan considerando dos enfoques: 1) emisiones sin considerar absorciones de la categoría [3B] Tierra, y 2) emisiones netas considerando las absorciones de dicha categoría [3B] Tierra.

Se integraron al Inventario las emisiones de carbono negro. Desde la *Quinta Comunicación y después en el Primer Informe Bienal de Actualización*, México ha continuado con su interés por cuantificar las emisiones de carbono negro, dada su relevancia para el cambio climático y también en razón de los efectos colaterales negativos que tiene el carbono negro en la salud de los habitantes y los ecosistemas.

## 1.1 Antecedentes

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del Senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993. Con ello, el Gobierno de México se comprometió a cumplir con los lineamientos establecidos en ese instrumento, entre los que encuentra el de desarrollar y actualizar un inventario nacional de gases de efecto invernadero.

Los inventarios han evolucionado en la aplicación de las metodologías del IPCC, así como en los arreglos institucionales para la obtención de datos de actividad y la aplicación de factores de emisión más acordes con las circunstancias nacionales. El cumplimiento de los cinco principios de los inventarios —transparencia, precisión, exhaustividad, consistencia y comparabilidad— se refleja en los documentos. En la **Figura 1.2** y la **Tabla 1.1** se presenta una comparación de la información proporcionada en los diferentes inventarios de México.

Es de resaltar que las emisiones de carbono negro se incluyeron en el inventario desde la *Quinta Comunicación* (SEMARNAT-INECC, 2012). Al publicarse la Ley General de Cambio Climático el 6 de junio de

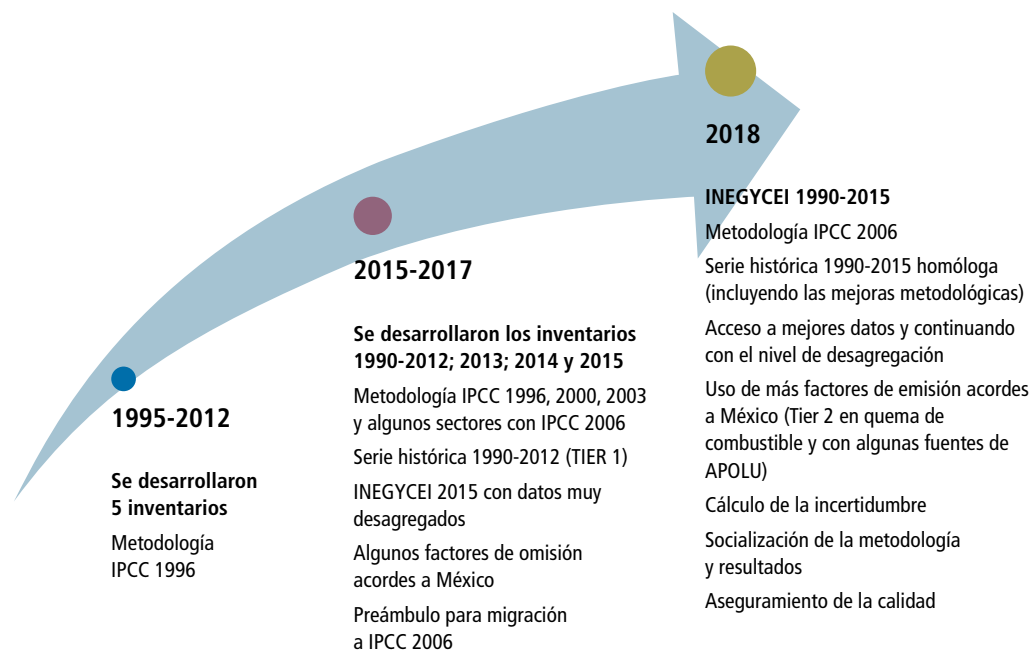
2012, el inventario de México se conoce oficialmente como *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI) y es obligatorio el cálculo de las emisiones de carbono negro.

**Figura 1.1. Comunicaciones Nacionales y primer IBA que México ha presentado a la CMNUCC, 1997-2015**



Carátulas de las cinco comunicaciones nacionales, 1997-2012, y del primer IBA, 2015.

**Figura 1.2. Evolución de los inventarios nacionales de México presentados a la CMNUCC, 1997-2018**



**Tabla 1.1. Comparación de los inventarios nacionales de México presentados ante la CMNUCC, 1997-2015**

Comunicación				
Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta
Temas e información desarrollados				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía e industria.</li> <li>• Agricultura y cambio de uso de suelo.</li> <li>• Tiraderos de desechos sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía.</li> <li>• Combustión (fuentes fijas y de área).</li> <li>• Combustión (transporte).</li> <li>• Emisiones fugitivas.</li> <li>• Procesos industriales.</li> <li>• Agricultura.</li> <li>• Cambio en el uso del suelo.</li> <li>• Desechos.</li> <li>• Otros gases.</li> <li>• Escenarios de emisiones futuras (datos históricos de acuerdo al Balance Nacional de Energía 1996).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Panorama general 2002.</li> <li>• Emisiones de GEI por categoría en 2002.</li> <li>• Tendencia de las emisiones de GEI por tipo de gas.</li> <li>• Información sobre los GEI indirecto.</li> <li>• Método de referencia y Sectorial.</li> <li>• Emisiones del transporte internacional aéreo y marítimo.</li> <li>• Fuentes clave.</li> <li>• Nivel de incertidumbre.</li> <li>• Comparación internacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisiones de GEI por Gas.</li> <li>• Emisiones de GEI por Categoría.</li> <li>• Tendencia de las emisiones de GEI por el periodo de 1990 a 2006.</li> <li>• Métodos de referencia y sectorial.</li> <li>• Emisiones del transporte internacional aéreo y marítimo.</li> <li>• Comparación internacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arreglos institucionales.</li> <li>• Proceso de preparación del inventario y aspectos metodológicos.</li> <li>• Panorama general.</li> <li>• Emisiones de GEI por gas.</li> <li>• Emisiones de GEI por categoría.</li> <li>• Tendencia de las emisiones de GEI para el periodo 1990 a 2010.</li> <li>• Cálculo de emisiones de carbono negro para 1990-2010.</li> <li>• Indicadores relevantes de las emisiones de GEI.</li> <li>• Comparación internacional.</li> </ul>

## 1.2 Comparación entre el INEGYCEI del primer IBA y la actualización en la *Sexta Comunicación Nacional*

El último inventario presentado ante la CMNUCC fue el del primer IBA (INECC y SEMARNAT, 2015) y, dado el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015), de conformidad con la decisión de la Convención 2/CP.17 párrafo 58 (a), ha sido el único sometido a un proceso de consulta y análisis internacional (ICA por sus siglas en inglés).

El proceso ICA, realizado durante 2016, consistió en dos pasos: el análisis técnico del IBA presentado, seguido por un taller para el intercambio facilitador de puntos de vista bajo el Órgano Subsidiario de Implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El resultado

de tal revisión fue un informe que presentó los resultados del análisis del primer IBA de México realizado por un equipo de expertos técnicos de conformidad con las modalidades y procedimientos que figuran en el anexo a la decisión 20 / CP.19.<sup>3</sup> Con base en esas recomendaciones, se aplicaron las mejoras correspondientes al inventario que se presenta. El resumen se muestra en la **Tabla 1.2**.

<sup>3</sup> <https://unfccc.int/resource/docs/2016/tasr/mex.pdf> (CMNUCC, 2016).

**Tabla 1.2. Mejoras de la actualización del INEGYCEI con respecto al inventario anterior presentado ante la CMNUCC**

Tema	INEGYCEI IBA1	INEGYCEI 1990-2015
Metodología	Uso de diferentes directrices: Energía IPCC, 1996; Industria IPCC, 1996; Agricultura, IPCC 1996; USCUS, IPCC 2000 y 2003, y Residuos, IPCC 2006.	Se han estimado las emisiones de todos los sectores utilizando las directrices metodológicas del IPCC, 2006.
Serie histórica	En el IBA1, se presentó una serie histórica 1990-2012 y el dato de 2013, pero el último dato no era comparable. Al respecto las sugerencias del ICA fueron: Con base en la Decisión 2/CP.17, anexo III, párrafo 7: se alienta a cada país no-Anexo I a proporcionar una serie cronológica consistente de acuerdo con los años reportados en las comunicaciones nacionales previas. En el Reporte de País del ICA se indica que no se proporcionó una serie temporal coherente para todas las categorías y subcategorías del inventario nacional de GEI.	Se presenta una serie histórica 1990-2015 aplicando la misma metodología, por lo tanto se tiene comparabilidad y consistencia de las emisiones en todo el periodo.
Presentación de resultados de acuerdo a la clasificación del IPCC	1) Serie histórica 1990-2012, usando la clasificación del IPCC, 1996. 2) INEGYCEI 2013 bajo la siguiente clasificación: Fuentes móviles. Generación de energía eléctrica. Petróleo y gas. Industria (energía y procesos). Agropecuaria. Residuos. Uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura. Residencial y comercial.	Se uniforma la clasificación de los sectores, categorías, subcategorías y fuentes de acuerdo a las <i>Directrices del IPCC 2006</i> de manera consistente en toda la serie 1990-2015, conforme a la Decisión 2/CP.17 Anexo III, párrafo 6 y 7 y a las recomendaciones incluidas en el Reporte de País derivado de la revisión internacional.
Factores de emisión	1) Serie histórica 1990-2012, usando factores de emisión por defecto del CO <sub>2</sub> del IPCC 1996 para la quema de combustibles [1A]. 2) INEGYCEI 2013 considerando factores de emisión del AP-42 de la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos. De acuerdo con el Informe de País reportado por el ICA, se indica que de las fuentes de los factores de emisión se reportan parcialmente, dado que se explica el uso de factores de emisión propios y factores de emisión por defecto solamente para ciertos sectores.	Se aplicaron de manera consistente los factores de emisión a lo largo de todo el periodo de tiempo. En el caso del CO <sub>2</sub> , el 47% de las fuentes de emisión se estimó utilizando factores de emisión propios para el país. Para el resto de los gases se utilizaron los factores de emisión por defecto. Para mayor detalle ver Anexo B. En el caso del CO <sub>2</sub> proveniente de la quema de combustibles fósiles [1A] para uso energético, los factores de emisión se usaron del proyecto "Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternos que se consumen en México" (INECC, 2014), que representan el 65% (453,065.13 Gg de CO <sub>2</sub> e) de las emisiones totales del inventario. En el caso de los factores de emisión (FE) para metano (CH <sub>4</sub> ) y carbono negro por quema de residuos agrícolas, estos se tomaron del estudio desarrollado por el INECC: determinación de factores de emisión de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ), partículas en suspensión de 2.5 y 10 micras (PM <sub>2.5</sub> y PM <sub>10</sub> ) y contaminantes de vida corta, metano (CH <sub>4</sub> ) y carbono negro por prácticas de quema agrícola. Cuando no hubo factores de emisión propios del país se aplicaron los factores de emisión publicados en las directrices metodológicas del IPCC 2006. Algunos de ellos fueron seleccionados en acuerdo con los proveedores de la información. Se resume en el Anexo B el tipo de FE utilizado, de acuerdo al nivel (tiers en inglés) de la metodología empleada por fuente de emisión y por tipo de gas.

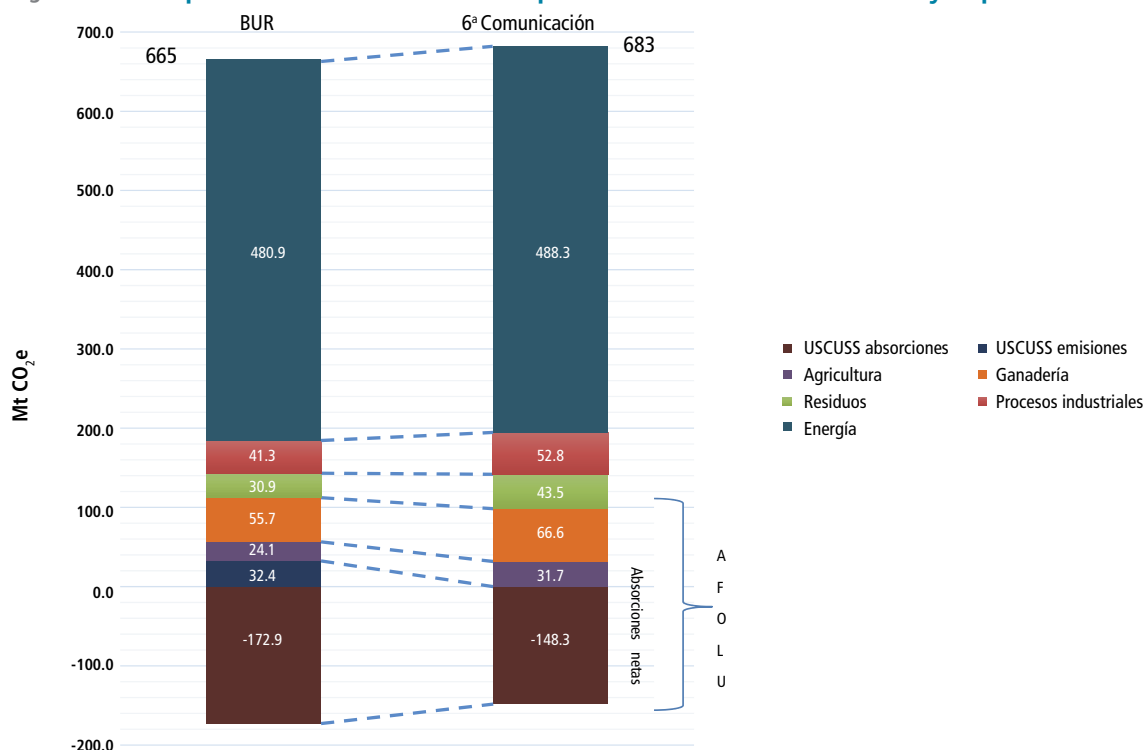
Tabla 1.2. (Continuación)

Tema	INEGYCEI IBA1	INEGYCEI 1990-2015
Datos de actividad relevantes	Los datos de actividad en el INEGYCEI 1990-2013. El Informe de País de acuerdo con la Decisión 17/CP.8 anexo, párrafo 21, en donde se indica que los países no Anexo I proporcionarán la información sobre las metodologías utilizadas en la estimación de las emisiones antropógenas por las fuentes y las absorciones por sumideros de GEI no controladas por el Protocolo de Montreal. El ICA señaló que la información sobre los datos de actividad y los factores de emisión utilizados se incluyó en el IBA; sin embargo, no se proporcionó información sobre el nivel de los métodos utilizados.	Se resume en el Anexo B el tipo de metodología de acuerdo al nivel (tiers en inglés) de la metodología empleada por fuente de emisión y por tipo de gas. Se identifica que hay datos de actividad mejorados identificados como T1/T2. Se recopiló nueva información acorde a lo requerido en las directrices del IPCC 2006 para la estimación de emisiones para toda la serie histórica. En los casos en los que se obtuvo sólo información de los últimos años, se utilizó el método de superposición para completar la serie histórica. En talleres y reuniones realizadas para dar a conocer el método de cálculo del inventario con las industrias, se obtuvo información sobre el tratamiento de los datos en el cálculo de emisiones. Para el caso de los HFC, se usó la información recopilada en la encuesta y estimación del estudio realizado a cargo de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono. Se realizó una encuesta para recopilar información de 2015 de los rellenos sanitarios del país, con la cual se actualizó la información utilizada en el inventario 2013.
Análisis de categorías clave	No se realizó análisis de categorías clave.	Se realizó el análisis de las categorías clave (nivel 1 y 2 de acuerdo al IPCC)
Cálculo de las incertidumbres	De acuerdo con la Decisión 17/CP.8, anexo, párrafo 24, se alienta a las partes no incluidas en el Anexo I a proporcionar información sobre el nivel de incertidumbre asociado a los datos de inventario y sus suposiciones subyacentes, y a describir las metodologías utilizadas, si las hubiere, para estimar estas incertidumbres. El Informe de País del ICA indicó que no se presentó el análisis de incertidumbre.	Se realizó y se presenta el cálculo de incertidumbre para las emisiones de 2015, así como su propagación para la serie histórica 1990-2015, bajo las siguientes consideraciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de incertidumbre asociado a los datos del inventario.</li> <li>Supuestos.</li> <li>Metodología usada para la estimación de la incertidumbre.</li> </ul>
Socialización de la metodología y de los resultados	El proceso de desarrollo del INEGYCEI se hizo al interior del INECC con los datos oficiales y disponibles por parte de las dependencias.	Se realizaron los siguientes talleres, con la finalidad de recabar comentarios de los principales actores o responsables de los procesos productivos que emiten GEI y carbono negro: taller de arranque; sectores de la agenda gris, 1 de abril de 2016; sectores de la agenda verde, 8 de abril de 2016; taller de discusión de resultados preliminares del INEGYCEI.; sectores de la agenda gris, 22 de mayo de 2017, y sectores de la agenda verde, 28 de julio de 2017. Se conformaron grupos de trabajo técnicos con la Comisión Nacional Forestal y Petróleos Mexicanos. Además, se sostuvieron reuniones técnicas de trabajo específicas con: Cámara Nacional del Hierro y el Acero; Cámara Nacional de la Industria del Cemento; Cámara Nacional del Papel; Asociación Nacional de la Industria Química; Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA), y Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas.
Aseguramiento de calidad	No se presentó aseguramiento de calidad en el Primer Informe Bial.	En el 2018, el INECC está desarrollando el "Sistema de gestión de la calidad correspondiente al inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero" con la finalidad de que integre las mejores prácticas en la materia desde un enfoque de gestión referidas de manera enunciativa más no limitativa en los siguientes estándares y documentos internacionales. El proyecto se programó para concluir en octubre de 2018. Se someterán a revisión todos los sectores, por parte de expertos en el tema de inventario y por sector (energía, procesos industriales, AFOLU y residuos).

Al aplicar estas diferencias y con el fin de comparar los resultados del inventario presentado en el primer IBA (INECC y SEMARNAT, 2015) con los del ac-

tual, en la **Figura 1.3** se presenta la comparación de emisiones de 2013, año del inventario anterior, y las consideradas en el presente documento.

**Figura 1.3. Comparativo de las emisiones reportadas en el INEGYCEI del IBA1 y el presente**



INECC y SEMARNAT, 2015.

## 1.3 Arreglos institucionales

La Ley General de Cambio Climático (LGCC) de México de 2012, colocó al país como el segundo<sup>4</sup> en establecer un mandato de ley para los temas de cambio climático. En la LGCC se regula la elaboración

del *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI) y se define como "...un documento que contiene la estimación de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros". Asimismo, se establecen las bases para el desarrollo y actualización del inventario.

<sup>4</sup> Reino Unido fue el primer país en promulgar una Ley de Cambio Climático en 2008.

En el artículo 7, fracción XIV de la LGCC se indica que es atribución de la federación:



“Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración, actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables”.

Según la misma ley, la integración del INEGYCEI es responsabilidad del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, de acuerdo con el artículo 74, con la siguiente temporalidad:

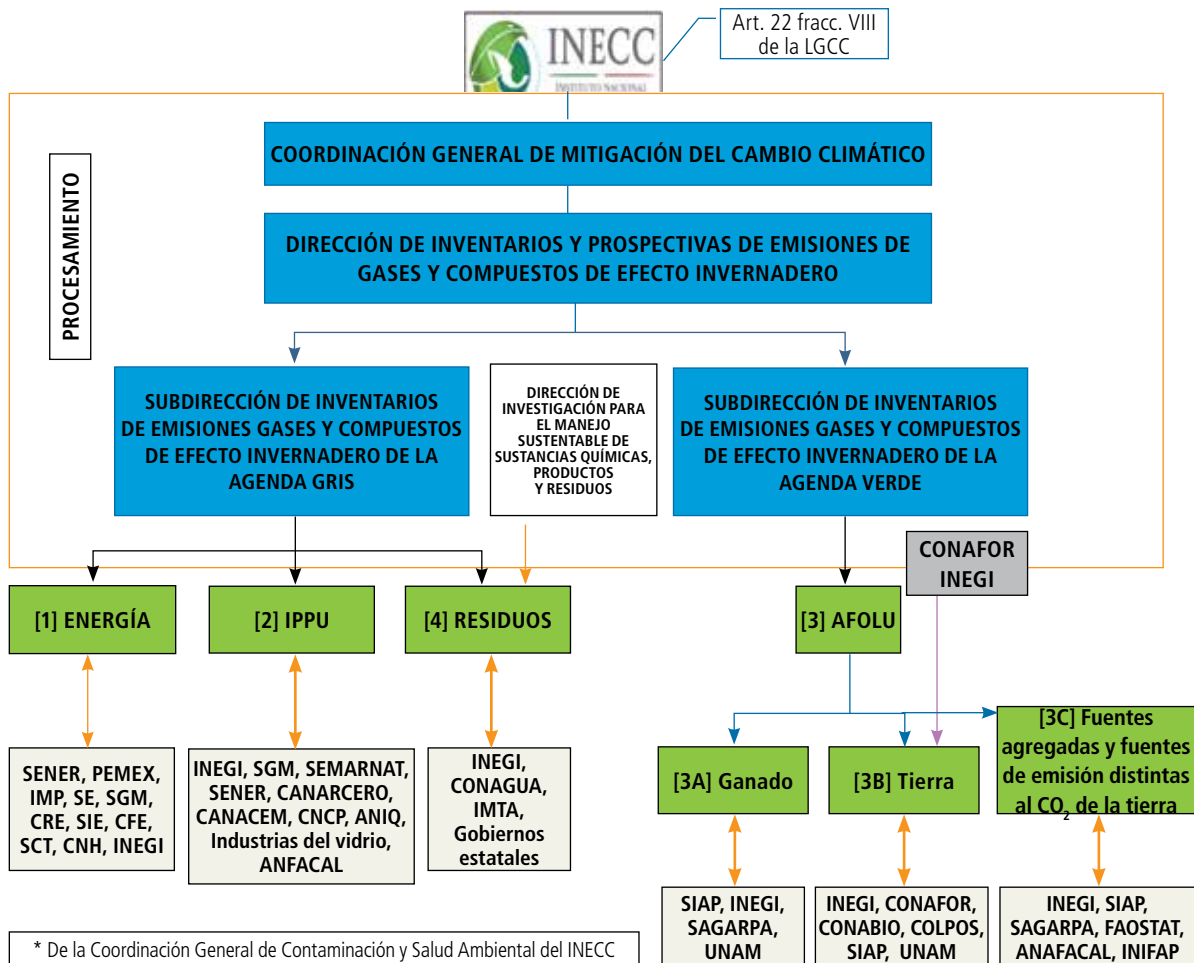
I. La estimación de las emisiones de la quema de combustibles fósiles se realizará anualmente;

II. La estimación de las emisiones, distintas a las de la quema de combustibles fósiles, con excepción de las relativas al cambio de uso de suelo, se realizará cada dos años, y

III. La estimación del total de las emisiones por las fuentes y las absorciones por los sumideros de todas las categorías incluidas en el Inventario, se realizará cada cuatro años.

La **Figura 1.4** muestra los arreglos institucionales para el desarrollo del INEGYCEI. Partiendo del artículo 22, fracción VIII, de la LGCC, en la que se instruye al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático el desarrollo del INEGYCEI, el recuadro punteado enmarca las áreas encargadas del proce-

Figura 1.4. Arreglos institucionales para la elaboración del *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero en México*



samiento y desarrollo del Inventario al interior del INECC, a través de la Coordinación General de Mitigación del Cambio Climático. La supervisión y coordinación del desarrollo y actualización del INEGYCEI está a cargo de la Dirección de Inventarios y Perspectivas de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que cuenta con dos subdirecciones de área, una encargada de las estimaciones de la agenda gris (Energía, IPPU y Residuos) y la otra encargada del sector de la agenda verde (categorías: ganado, tierras y fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra AFOLU).

Para el sector Residuos, se realiza una colaboración con otra área del INECC, la Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental. Un caso similar se presenta con la categoría Tierra, ya que se ha trabajado de manera coordinada entre el INECC, la CONAFOR y el INEGI para el procesamiento digital de las series de uso del suelo y vegetación y estimación de superficies de cambio y áreas de permanencia. Para esta actualización se realizó el cálculo de incertidumbre de los datos de actividad a través de una evaluación de exactitud temática, donde el INEGI participó de manera activa en la validación de puntos de muestreo y donde las tres instituciones dispusieron de recursos para la realización de estas actividades.

El procesamiento del INEGYCEI se desarrolla con los datos de actividad y en algunos casos parámetros y juicios de expertos de las instituciones enmarcadas en la parte inferior de la **Figura 1.4** y en la **Tabla 1.2**.

De esta forma para llevar a cabo la labor de integración del INEGYCEI, el INECC solicita la colaboración inter-institucional a dependencias de la Administración Pública Federal, centros de investigación, así como organismos del sector privado que le proporcionan información actualizada y pertinente para la aplicación de las directrices metodológicas del IPCC. El INEGYCEI forma parte del Sistema de Información sobre el Cambio Climático y es, desde 2014, Información de Interés Nacional –oficial y de uso obligatorio para la Federación, los estados y municipios– como lo indica la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica.

Para la presente actualización, el INECC promovió la creación de grupos de trabajo sectorial, con la finalidad de identificar la mejor información posible, los supuestos y detalles técnicos para cuantificar las emisiones aplicando las metodologías de las *Directrices del IPCC*. En la **Tabla 1.3** se enlistan las instituciones que colaboraron en este proceso.

**Tabla 1.3. Instituciones proveedoras de información y datos de actividad para el INEGYCEI**

Instituciones de gobierno	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental Delegaciones estatales Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Secretaría de Energía (SENER) Secretaría de Economía (SE) Servicio Geológico Mexicano Secretaría de Comunicaciones y Transporte sn (SCT) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Sistema de información agroalimentaria y pesquera (SIAP) Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado (SINIIGA) Fidecomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) Gobiernos estatales
Instituciones de investigación	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Colegio de Postgraduados (COLPOS)

Tabla 1.3. (Continuación)

Empresas productivas del estado	Petróleos Mexicanos (PEMEX) Comisión Federal de Electricidad (CFE)
Organismos autónomos	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
Cámaras y asociaciones	Cámara Nacional del Hierro y el Acero (CANACERO) Cámara Nacional de la Industria del Cemento (CANACEM) Cámara Nacional de la Celulosa y el Papel (CNCP) Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) Industrias del vidrio Asociación Nacional de la Industria Calera (ANFACAL) Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas (CNOG) Asociación Nacional Ganadera (ANGADI)

## 1.4 Proceso de la actualización del INEGYCEI

El proceso de elaboración del INEGYCEI empezó con dos talleres de arranque en el primer cuatrimestre de 2016, el 1 de abril de 2016 para los sectores de la agenda gris (energía, IPPU y residuos) y el 8 de abril de 2016 para los sectores de la agenda verde (AFOLU). En estos talleres se presentó el objetivo de migrar los cálculos de las emisiones con la metodología más actualizada del IPCC 2006, los retos metodológicos, cálculos de las emisiones de toda la serie histórica desde 1990 bajo esta misma metodología, así como conocer la disponibilidad, acopio y sistematización de información; identificación de fuentes y de actores clave que pueden ser aliados en este esfuerzo; por lo cual se convocó a tales actores de las diferentes instituciones de gobierno, iniciativa privada y de investigación (en general, las instituciones mencionadas en la **Tabla 1.3.**)

Por otra parte, el INECC, la Comisión Nacional Forestal y Petróleos Mexicanos conformaron grupos técnicos de trabajo dedicados a estimar las actividades de petróleo y gas, así como las correspondientes a tierras. Además, el personal del inecc sostuvo reuniones técnicas de trabajo con las instituciones siguientes:

- Cámara Nacional del Hierro y el Acero;

- Cámara Nacional de la Industria del Cemento;
- Cámara Nacional del Papel;
- Asociación Nacional de la Industria Química;
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA), y
- Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado de la Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas.

A mediados de 2017 se presentó el avance de los resultados en el mismo esquema que en el taller de arranque, llamado "Taller de discusión de resultados preliminares del INEGYCEI", el 22 de mayo de 2017 con los sectores de la agenda gris, y el 28 de julio de 2017 con los sectores de la agenda verde, con la finalidad de discutir estos resultados y tener retroalimentación de parte de los expertos y de actores clave.

El INECC concluyó el INEGYCEI 1990-2015 a principios de 2018 y éste fue presentado ante los medios de comunicación de manera oficial el 26 de marzo. Desde entonces pueden ser consultados en la página del INECC.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> A través de <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero>

## 1.5 Control de calidad, aseguramiento de la información y verificación

El IPCC, en sus directrices metodológicas 2006, afirma que “las actividades de control de calidad y aseguramiento de la información son parte integral del proceso del inventario. Los resultados de estas actividades pueden producir la reevaluación de las estimaciones de incertidumbre del inventario o la categoría, y las consiguientes mejoras de las estimaciones de emisiones o absorciones”.<sup>6</sup>

El control de calidad en esta actualización consistió en la revisión cruzada de los datos entre los integrantes del equipo técnico, conformado por personal del INECC y consultores especializados para cada uno de los sectores, contratados con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Para el aseguramiento de la información se está consolidando que a través de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Red INGEI) se realice una revisión “*in country*”.

La verificación, de acuerdo con el IPCC, “se refiere específicamente a los métodos externos al inventario que aplican datos independientes, entre los que se incluyen las comparaciones con estimaciones del inventario efectuadas por otros organismos o por métodos alternativos”.

En el caso del INEGYCEI, sus resultados se comparan y contrastan con metodologías internacionales de contabilidad de GEI como el Country Greenhouse Gas Emissions Data (CAIT) del World Resources Institute (WRI); la Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) de la Unión Europea; la publicada anualmente por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés) y la desarrollada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés).

Los procedimientos de control de calidad, aseguramiento de la información y verificación sustentan la solidez de los indicadores clave para las políticas públicas en materia de cambio climático.

Como parte de los planes de mejora del INEGYCEI, el INECC está desarrollando, en 2018, el sistema de gestión de la calidad basado en estándares internacionales, a través del proyecto “*Sistema de Gestión de la Calidad correspondiente al Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*” que estará disponible en 2018 y aplicándose en la siguiente actualización del INEGYCEI (2017 a realizarse durante 2019). El objetivo general de este proyecto es:

Diseñar y elaborar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), aplicable al proceso de elaboración del *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI), que integre las mejores prácticas en la materia desde un enfoque de gestión referidas de manera enunciativa más no limitativa en los siguientes estándares y documentos internacionales:

- *Directrices del IPCC 2006* para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero;
- NMX-SAA-14064-1-IMNC-2007 Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero;
- Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte, Protocolo GEI, edición en español, World Business Council, World Resources Institute, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, e
- ISO 9001: 2015 Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos con orientación para su uso.

<sup>6</sup> IPCC 2006. Volumen 1. Capítulo 6. Sección 6.1.

## 1.6 Principales instituciones y fuentes de información

La presente actualización del INEGYCEI aplicó las directrices metodológicas del IPCC publicadas en 2006. La procedencia de los datos de actividad se indica en la **Tabla 1.4**.

Tabla 1.4. **Instituciones y fuentes de información**

Fuente	Institución responsable	Sector o categoría en la que se emplea
Producción de electricidad	Comisión Federal de Electricidad (CFE)	[1A] Actividades de quema de combustible
Balance nacional de energía	Sistema de Información Energética (SIE) de la Secretaría de Energía (SENER)	[1A] Actividades de quema de combustible
Consumo combustible aviación	Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	[1A3] Transporte
Anuario Estadístico de la Minería Mexicana	Servicio Geológico Mexicano de la Secretaría de Economía	[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la extracción y fabricación de combustibles
Subsistema de Información de Seguridad Industrial y Protección Ambiental	Petróleos Mexicanos	[1] Energía
Sistema de información económica	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	[2] Procesos industriales y uso de productos
Encuestas Mensuales de la Industria Manufacturera (EMIM)	INEGI	[2] Procesos industriales y uso de productos
Censos económicos	INEGI	[2] Procesos industriales y uso de productos
Fracción de clínker en la producción de cemento	Cámara Nacional del Cemento (CANACEM)	[2A] Industria de los minerales
Anuario Estadístico de la Industria Mexicana	Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ)	[2B] Industria Química
Unidad de Protección de la Capa de Ozono	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	[2B] Industria Química
Generación de sínter en la producción de hierro y acero	Cámara Nacional de la Industria del Acero (CANACERO)	[2C] Industria de los metales
Ventas de equipos de aire acondicionado y refrigeradores	Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos (ANFAD)	[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono
Consumo de carbonatos	Cámara Nacional de la Industria de la Celulosa y el Papel	[2H1] Industria de la pulpa y el papel
Estadísticas anuales de producción agrícola y pecuaria	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de SEMARNAT	[3A] Ganado [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra
Información climatológica	Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)	[3A2] Sistemas de manejo de estiércol de ganado
FAOSTAT	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)	[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra
IFADATA	Asociación Internacional de Industrias del Fertilizante (IFA)	[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra
Series de uso de suelo y vegetación	INEGI	[3B] Tierra

Tabla 1.4. (Continuación)

Fuente	Institución responsable	Sector o categoría en la que se emplea
Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS)	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	[3B] Tierra
Encuesta Nacional de Residuos Sólidos Urbanos (ENRSU)	SEMARNAT	[4A] Eliminación de residuos sólidos
Proyecciones de la población nacional	Consejo Nacional de Población (CONAPO) de la Secretaría de Gobernación (SEGOB)	[4A] Eliminación de residuos sólidos
Censos nacionales de población y vivienda	INEGI	[4C1] Incineración y quema de residuos a cielo abierto
Información sobre plantas de tratamiento de aguas residuales	CONAGUA	[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales

## Referencias

CMNUCC. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [http://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/convsp.pdf)

\_\_\_\_\_(2015) Acuerdo de París, [https://unfccc.int/files/meetings/paris\\_nov\\_2015/application/pdf/paris\\_agreement\\_spanish\\_.pdf](https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf)

\_\_\_\_\_(2016) Technical analysis of the first biennial update report of Mexico submitted on 23 October 2015, <https://unfccc.int/resource/docs/2016/tasr/mex.pdf>

INECC, SEMARNAT. (2015). *Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre*

el Cambio Climático. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático/ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales México.

IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>

SEMARNAT-INECC. (2012). Quinta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. ISBN: 978-607-8246-50-2 México, D.F.



**2**

# **Emisiones de gases de efecto invernadero 2015 y tendencia histórica**





## 2.1 Panorama general de las emisiones de gases de efecto invernadero 2015

Las emisiones, sin considerar las absorciones de la categoría de [3B] Tierra, se contabilizaron en 2015 en 699,564.3 Gg de CO<sub>2</sub>e [±7.49%]. Las emisiones netas, que incluyen las emisiones y las absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) sumaron 551,218.20 Gg de CO<sub>2</sub>e [±10.86%].

En la **Tabla 2.1** se muestran las emisiones y la incertidumbre<sup>1</sup> asociada para cada uno de los sectores [1] Energía, [2] IPPU, [4] Residuos, así como las categorías que conforman al sector de [3] AFOLU:

<sup>1</sup> En lo sucesivo, se muestra la incertidumbre asociada a las estimaciones entre corchetes.

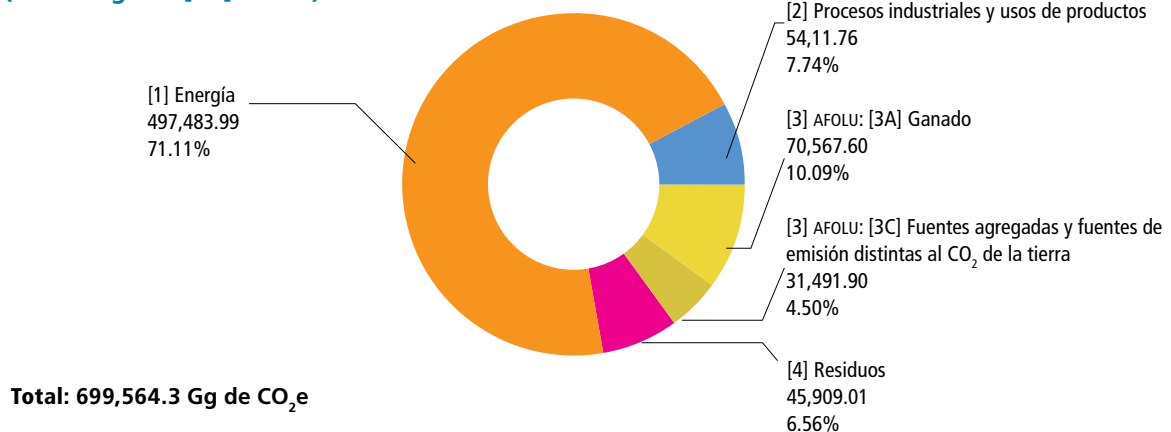
[3A] Ganado, [3B]Tierra y [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra.

En el análisis de las emisiones por sector (sin considerar la categoría [3B] Tierras), las emisiones de 2015 se dividen de la siguiente manera: el sector [1] Energía aportó 71% de las emisiones; [2] Procesos industriales y uso de productos, 8%; del sector [3] AFOLU, la categoría [3A] Ganado, 10%; el sector [4] Residuos, 7%, y, por último, de AFOLU, la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra, 5 por ciento. En la **Figura 2.1** se representa la contribución de las emisiones.

Tabla 2.1. Emisiones de GEI por sector, 2015

Sector	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre % (±)
[1] Energía	497,483.99	2.18
[2] IPPU	54,111.76	13.32
[3] AFOLU		
[3A] Ganado	70,567.60	4.78
[3B] Tierra	-148,346.07	19.46
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	31,491.906	63.19
[4] Residuos	45,909.010	101.48

Figura 2.1. Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero por sector, 2015 (Sin categoría [3B] Tierra)



Las emisiones por gas, en 2015, de los seis gases, según el **Anexo A** del Protocolo de Kioto, fueron: dióxido de carbono, 503,473.80 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 5.88\%$ ]; metano, 142,143.76 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 4.85\%$ ]; óxido nitroso, 41,134.72 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 123.29\%$ ]; hidrofluorocarbonos, 12,616.74 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 22.07\%$ ], y hexafluoruro de azufre, 195.25 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 3.89\%$ ]. No se cuantifican emisiones de perfluorocarbonos<sup>2</sup> en 2015, ya que a partir de 2004 se dejó de producir aluminio primario en México y los PFC no se consumen en el país como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO).

En la **Tabla 2.2** se presentan los valores de las emisiones y sus incertidumbres por tipo de gas.

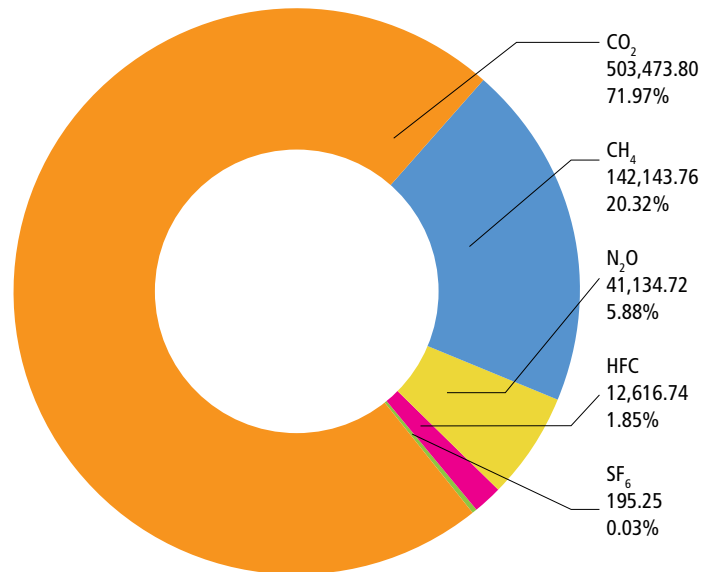
<sup>2</sup> Las emisiones de PFC son generadas en la producción de aluminio primario como tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>) y perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) y también pueden utilizarse como sustitutos de las SAO en aplicaciones especializadas.

**Tabla 2.2. Emisiones de GEI en el año 2015**

Tipo de gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre (%)
CO <sub>2</sub>	503,473.80	5.88
CH <sub>4</sub>	142,143.76	4.85
N <sub>2</sub> O	41,134.72	123.29
HFC	12,616.74	22.07
PFC	0.00	
SF <sub>6</sub>	195.25	3.89
CO <sub>2</sub> (absorciones)	-148,346.07	19.46

En la **Figura 2.2** se ilustra la contribución de las emisiones en 2015 por tipo de gas (sin considerar las absorciones de [3B] Tierra). Se puede observar que el CO<sub>2</sub> es el gas con la mayor contribución al total de las emisiones con 71.97%, seguido del CH<sub>4</sub> con 20.32% y 5.9% de N<sub>2</sub>O. Estos tres gases representan 98.1% de las emisiones totales de ga-

**Figura 2.2. Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero, 2015, por tipo de gas (sin las absorciones de la categoría [3B] Tierra)**



**Total: 699,564.27 Gg de CO<sub>2</sub>e**

ses de efecto invernadero. El 1.8% restante se atribuye a las emisiones de los HFC y al SF<sub>6</sub>.

Es importante aclarar que para el IPCC la estimación de las emisiones de gases de GEI por actividad, se realiza agrupando en diferentes categorías a través del Formato Común de Reporte (CRF por sus siglas en inglés) con la finalidad de mantener un orden y uniformidad con los inventarios de otros países y hacerlos comparables. En el caso de México, esos criterios no coinciden en todos los casos con las ramas industriales contenidas en el Sistema de Cuentas Nacionales.

Para clarificar la lectura de la clasificación de las fuentes de emisión, se explican a continuación los niveles de las claves del IPCC. Las fuentes de emisión por categorías se codifican utilizando letras y números. El primer nivel de clasificación utiliza números correspondientes a los sectores a los sectores de un inventario. Para las categorías del sector, se usan letras mayúsculas. A las subcategorías se las identifica con números y el cuarto nivel de clasificación, denominado fuentes de emisión, usa letras en minúsculas.

Nivel de codificación	Denominación
3 (número)	Primer nivel: sector
B (letra mayúscula)	Segundo nivel: categoría
1 (número)	Tercer nivel: subcategoría
a (letra minúscula)	Cuarto nivel: fuente
[3B1a]	La clave, entre corchetes, precede al nombre.*

\* En este ejemplo, [3B1a] corresponde a "Tierras forestales que permanecen como tales", del sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

En la **Figura 2.3** se utiliza el diagrama de Sankey<sup>3</sup> para graficar la contribución de cada sector a las emisiones nacionales de GEI EN 2015. Del lado izquierdo, se observan la contribución de las emisiones por sector, seguida de las categorías y subcategorías y finalmente las emisiones por fuente. Con el ancho de cada figura se ilustra la contribución de las emisiones atribuidas a cada actividad. Del lado derecho, se muestran las emisiones por tipo de gas y su origen por las fuentes, además se observa la contribución de cada uno de ellos. De esta forma, se puede identificar que la mayor contribución de las emisiones proviene del dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, que se genera prácticamente en todas las actividades económicas. Por el contrario, en el caso del metano, CH<sub>4</sub>, las fuentes principales son la fermentación entérica, la disposición de residuos y el tratamiento de aguas residuales. La fuente del óxido nitroso en el país, N<sub>2</sub>O, es la agricultura. Los gases F se derivan de las actividades del sector de procesos industriales, y contribuyen en menor proporción a las emisiones nacionales.

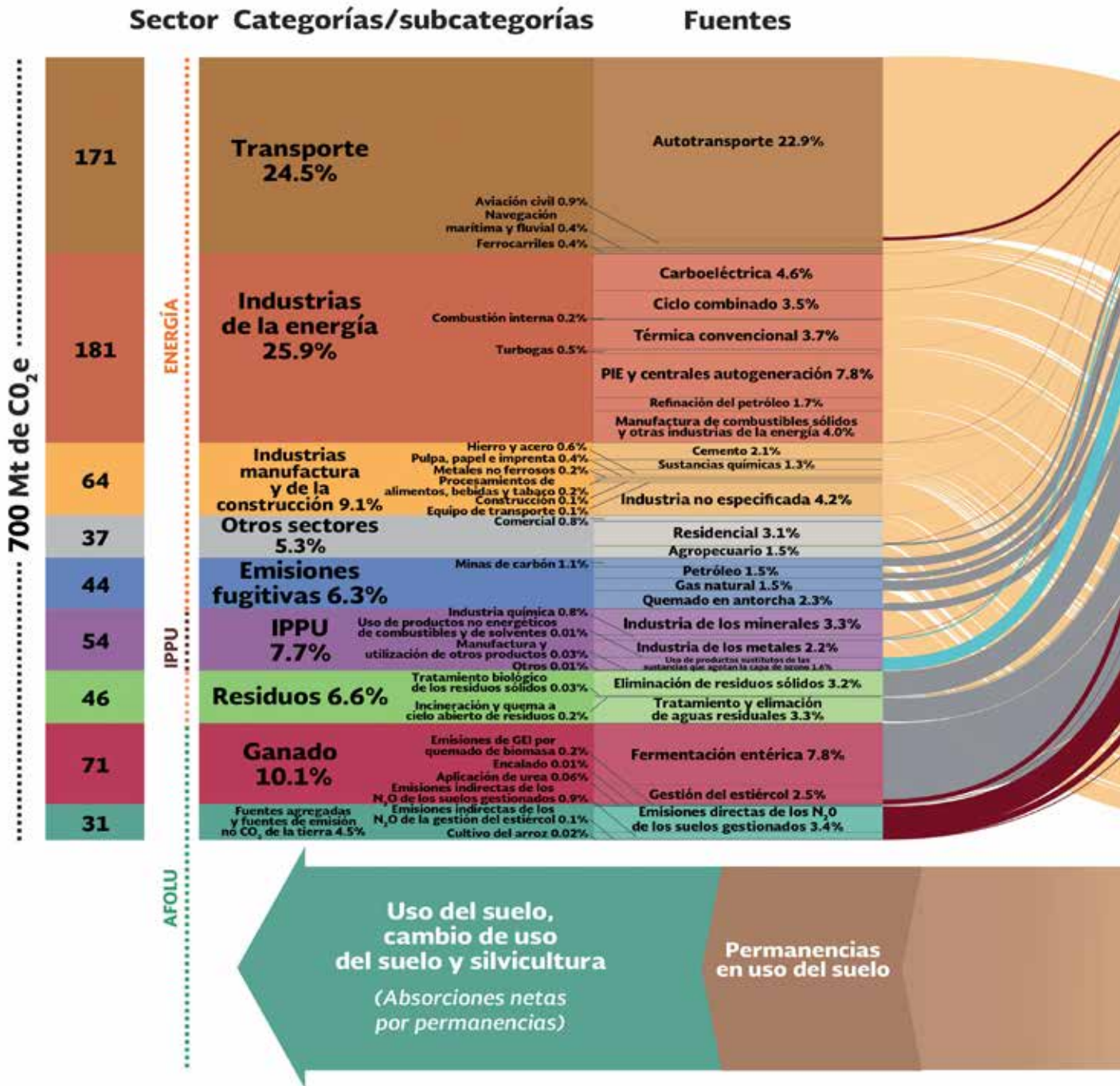
Finalmente, la **Figura 2.3** muestra también la absorción del CO<sub>2</sub>, con una flecha en la parte inferior con sentido contrario, representando la captación del carbono por las permanencias del uso suelo y por lo tanto el comportamiento de los bosques y selvas como sumidero de carbono.

En la **Figura 2.4**, se presentan las emisiones netas de 2015 por sector y sus respectivas incertidumbres. De la misma forma en la **Figura 5**, se presentan las emisiones totales de 2015 por gas y sus respectivas incertidumbres.

En la **Tabla 2.3** se presentan las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero de México en 2015, por tipo de gas de acuerdo con la clasificación y claves del IPCC 2006.

<sup>3</sup> El diagrama de Sankey permite visualizar a través de la anchura de las flechas el flujo de energía o masa en diferentes procesos. Aplicado a las emisiones de GEI, se refiere al total de la contribución de cada sector/categoría/fuente en CO<sub>2</sub>e.

Figura 2.3. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 2015



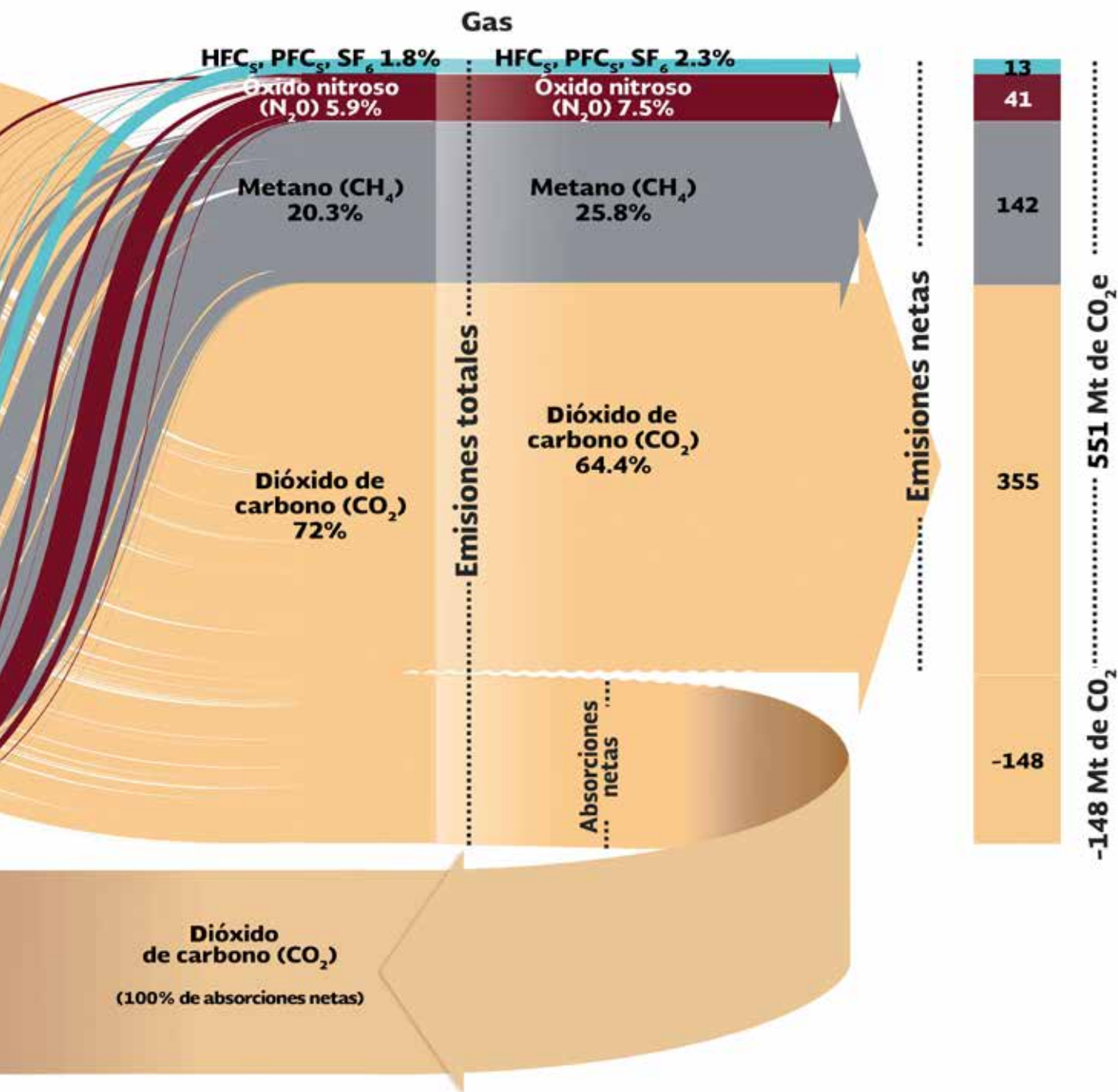


Figura 2.4. Emisiones netas de gases de efecto invernadero por categoría, 2015

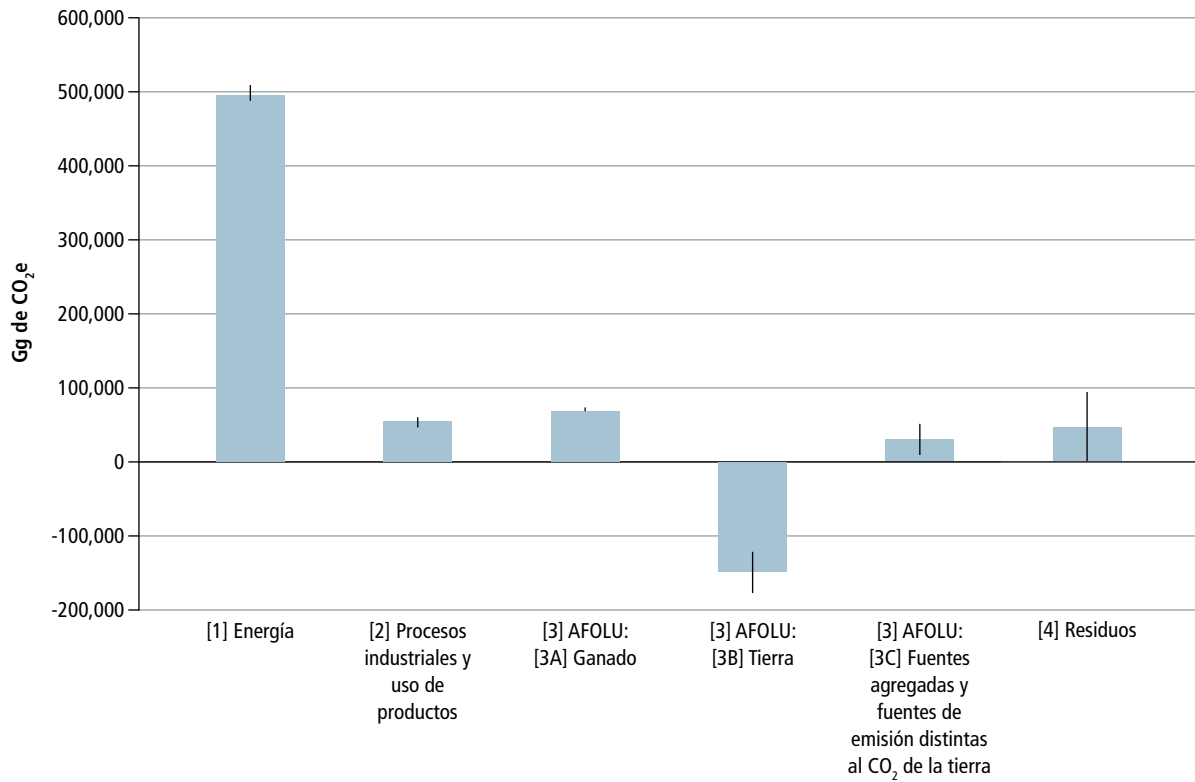
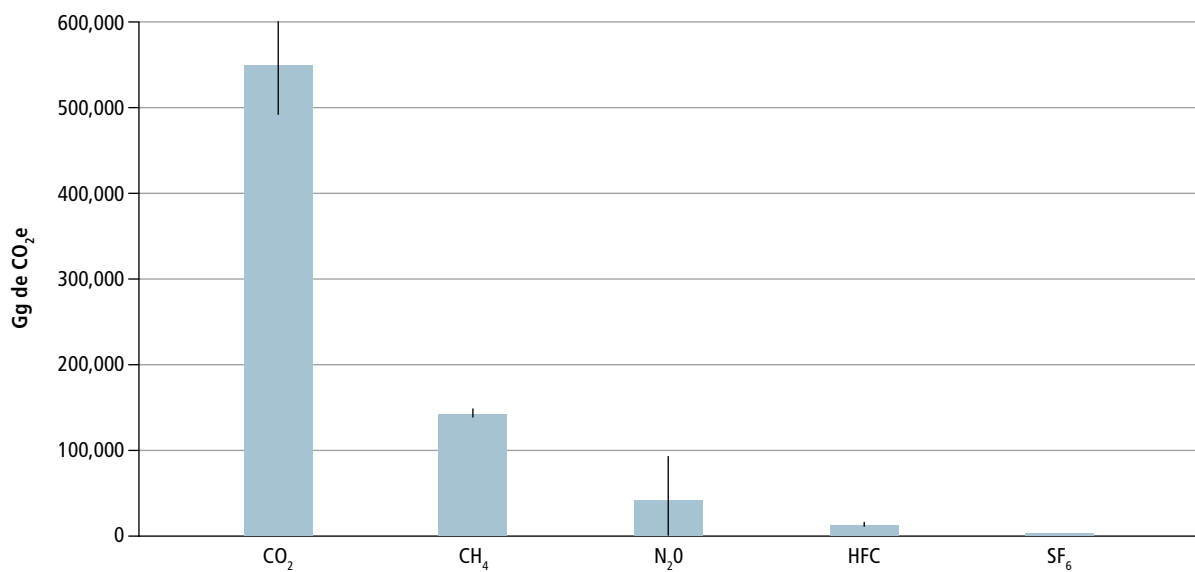


Figura 2.5. Emisiones netas de gases de efecto invernadero por tipo de gas, 2015



**Tabla 2.3. Emisiones nacionales de GEI por tipo de gas de los sectores, categorías, subcategorías y fuentes del IPCC 2006, en 2015**

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[1] Energía	461,849.35	31,712.48	3,922.16	NA	NA	NA	497,483.99
[1A] Actividades de quema de combustible	446,345.02	2,797.95	3,922.16	NA	NA	NA	453,065.13
[1A1] Industrias de la energía	180,758.93	159.11	323.93	NA	NA	NA	181,241.98
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	141,301.14	135.47	292.98	NA	NA	NA	141,729.59
[1A1b] Refinación de petróleo	11,796.92	7.71	10.77	NA	NA	NA	11,815.40
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	27,660.88	15.93	20.18	NA	NA	NA	27,696.99
[1A2] Industria de la manufactura y de la construcción	63,269.69	92.67	127.84	NA	NA	NA	63,490.20
[1A2a] Hierro y acero	4,330.93	2.23	2.34	NA	NA	NA	4,335.50
[1A2b] Metales no ferrosos	1,605.76	1.12	1.66	NA	NA	NA	1,608.53
[1A2c] Sustancias químicas	8,876.68	4.68	5.11	NA	NA	NA	8,886.47
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	2,392.70	1.46	1.91	NA	NA	NA	2,396.08
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1,570.99	28.70	36.37	NA	NA	NA	1,636.06
[1A2f] Minerales no metálicos	IE1	IE1	IE1	NA	NA	NA	IE1
[1A2g] Equipo de transporte	444.87	0.26	0.33	NA	NA	NA	445.45
[1A2h] Maquinaria	IE2	IE2	IE2	NA	NA	NA	IE2
[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	14,612.36	14.95	25.96	NA	NA	NA	14,653.28
[1A2j] Madera y productos de la madera	IE2	IE2	IE2	NA	NA	NA	IE2
[1A2k] Construcción	871.51	1.00	1.90	NA	NA	NA	874.42
[1A2l] Textiles y cueros	IE2	IE2	IE2	NA	NA	NA	IE2
[1A2m] Industria no especificada	28,563.88	38.25	52.26	NA	NA	NA	28,654.40
[1A3] Transporte	167,855.82	329.54	3,169.48	NA	NA	NA	171,354.84
[1A3a] Aviación civil	6,238.15	1.20	45.53	NA	NA	NA	6,284.89
[1A3b] Autotransporte	156,754.35	317.72	2,872.01	NA	NA	NA	159,944.08
[1A3c] Ferrocarriles	2,238.66	3.57	232.90	NA	NA	NA	2,475.13
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	2,624.65	7.04	19.05	NA	NA	NA	2,650.74
[1A3e] Otro transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A4] Otros sectores	34,460.59	2,216.63	300.90	NA	NA	NA	36,978.11
[1A4a] Comercial/ institucional	5,262.21	12.17	2.86	NA	NA	NA	5,277.24
[1A4b] Residencial	18,838.28	2,165.30	276.13	NA	NA	NA	21,279.70
[1A4c] Agropecuario/ silvicultura/ pesca/ piscifactorías	10,360.10	39.16	21.92	NA	NA	NA	10,421.18
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	15,504.33	28,914.54	NE	NA	NA	NA	44,418.87
[1B1] Combustibles sólidos	NA	7,786.77	NA	NA	NA	NA	7,786.77



Tabla 2.3. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[1B1a] Minería carbonífera y manejo de carbón	NA	7,786.77	NA	NA	NA	NA	7,786.77
[1B1ai] Minas subterráneas	NA	7,716.09	NA	NA	NA	NA	7,716.09
[1B1aii] Minas superficie	NA	70.68	NA	NA	NA	NA	70.68
[1B1b] Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
[1B2] Petróleo y gas natural	15,504.33	21,127.77	NE	NA	NA	NA	36,632.10
[1B2a] Petróleo	5,162.17	5,181.16	NA	NA	NA	NA	10,343.33
[1B2b] Gas natural	1,568.10	8,892.59	NA	NA	NA	NA	10,460.69
[1B2c] Quemado en petróleo y gas	8,774.05	7,054.02	NE	NA	NA	NA	15,828.07
[2] Procesos industriales y uso de productos	40,447.09	181.78	670.90	12,616.74	NA	195.25	54,111.76
[2A] Industria de los minerales	22,767.27	NA	NA	NA	NA	NA	22,767.27
[2A1] Producción de cemento	19,159.98	NA	NA	NA	NA	NA	19,159.98
[2A2] Producción de cal	3,086.55	NA	NA	NA	NA	NA	3,086.55
[2A3] Producción de vidrio	520.74	NA	NA	NA	NA	NA	520.74
[2A4] Otros usos de carbonatos	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
[2A5] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2B] Industria química	2,831.10	181.78	670.90	1,437.73	NA	NA	5,121.51
[2B1] Producción de amoníaco	1,004.21	NA	NA	NA	NA	NA	1,004.21
[2B2] Producción de ácido nítrico	NA	NA	508.01	NA	NA	NA	508.01
[2B3] Producción de ácido adípico	NA	NA	NO	NA	NA	NA	NO
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NA	NA	162.89	NA	NA	NA	162.89
[2B5] Producción de carburo	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NO
[2B6] Producción de dióxido de titanio	207.80	NA	NA	NA	NA	NA	207.80
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02	NA	NA	NA	NA	NA	40.02
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,579.06	181.78	NA	NA	NA	NA	1,760.85
[2B9] Producción fluorquímica	NA	NA	NA	1,437.73	NA	NA	1,437.73
[2B10] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2C] Industria de los metales	14,696.50	3.22	NA	NO	NA	NA	14,696.50
[2C1] Producción de hierro y acero	12,919.47	3.22	NA	NA	NA	NA	12,922.69
[2C2] Producción de ferroaleaciones	283.40	NE	NA	NA	NA	NA	283.40
[2C3] Producción de aluminio	NO	NA	NA	NA	NO	NA	NO
[2C4] Producción de magnesio	NO	NA	NA	NO	NA	NO	NO
[2C5] Producción de plomo	137.16	NA	NA	NA	NA	NA	137.16
[2C6] Producción de zinc	1,353.25	NA	NA	NA	NA	NA	1,353.25
[2C7] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2D] Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	94.30	NA	NA	NA	NA	NA	94.30
[2D1] Uso de lubricantes	77.56	NA	NA	NA	NA	NA	77.56
[2D2] Uso de cera de parafina	16.74	NA	NA	NA	NA	NA	16.74

Tabla 2.3. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[2D3] Uso de solventes	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
[2D4] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2E] Industria electrónica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2E1] Circuitos integrados o semiconductores	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2E2] Pantalla plana tipo TFT	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2E3] Células fotovoltaicas	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2E4] Fluido de transferencia térmica	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2E5] Otros	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NA	NA	NA	11,179.01	NO	NA	11,179.01
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado	NA	NA	NA	9,888.63	NO	NA	9,888.63
[2F2] Agentes espumantes	NA	NA	NA	420.55	NO	NA	420.55
[2F3] Protección contra incendios	NA	NA	NA	79.63	NO	NA	79.63
[2F4] Aerosoles	NA	NA	NA	781.86	NO	NA	781.86
[2F5] Solventes	NA	NA	NA	8.33	NO	NA	8.33
[2F6] Otras aplicaciones	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[2G] Manufactura y utilización de otros productos	NA	NA	NA	NA	NA	195.25	195.25
[2G1] Equipos eléctricos	NA	NA	NA	NA	NA	195.25	195.25
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
[2G4] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NE	NE
[2H] Otros	57.93	NA	NA	NA	NA	NA	57.93
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	57.93	NA	NA	NA	NA	NA	57.93
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
[2H3] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	-147,898.94	67,156.27	34,456.10	NA	NA	NA	-46,286.57
[3A] Ganado	NA	66,131.52	4,436.08	NA	NA	NA	70,567.60
[3A1] Fermentación entérica	NA	53,442.72	NA	NA	NA	NA	53,442.72
[3A1a] Bovinos	NA	50,121.38	NA	NA	NA	NA	50,121.38
[3A1b] Búfalos	NA	NO	NA	NA	NA	NA	NO
[3A1c] Ovinos	NA	1,219.51	NA	NA	NA	NA	1,219.51
[3A1d] Caprinos	NA	1,221.50	NA	NA	NA	NA	1,221.50
[3A1e] Camellos	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE
[3A1f] Caballos	NA	439.92	NA	NA	NA	NA	439.92
[3A1g] Mulass y asnos	NA	110.38	NA	NA	NA	NA	110.38
[3A1h] Porcinos	NA	330.03	NA	NA	NA	NA	330.03
[3A1i] Otros (especificar)	NA	NE	NA	NA	NA	NA	NE

Tabla 2.3. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[3A2] Gestión de estiércol	NA	12,688.80	4,436.08	NA	NA	NA	17,124.88
[3A2a] Bovinos	NA	7,970.28	3,630.27	NA	NA	NA	11,600.55
[3A2b] Búfalos	NA	NO	NO	NA	NA	NA	NO
[3A2c] Ovinos	NA	35.80	IE3	NA	NA	NA	35.80
[3A2d] Caprinos	NA	37.83	IE3	NA	NA	NA	37.83
[3A2e] Camellos	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
[3A2f] Caballos	NA	40.90	IE3	NA	NA	NA	40.90
[3A2g] Mulas y asnos	NA	10.58	IE3	NA	NA	NA	10.58
[3A2h] Porcinos	NA	4,431.18	413.46	NA	NA	NA	4,844.64
[3A2i] Aves de corral	NA	162.24	392.35	NA	NA	NA	554.59
[3A2g] Otros (especificar)	NA	NE	NE	NA	NA	NA	NE
[3B] Tierra	-148,346.07	NA	NA	NA	NA	NA	-148,346.07
[3B1] Tierras forestales	-139,970.12	NA	NA	NA	NA	NA	-139,970.12
[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tal	-138,504.68	NA	NA	NA	NA	NA	-138,504.68
[3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales	-1,465.44	NA	NA	NA	NA	NA	-1,465.44
[3B2] Tierras de cultivo	-876.01	NA	NA	NA	NA	NA	-876.01
[3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tal	-12,215.61	NA	NA	NA	NA	NA	-12,215.61
[3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo	11,339.60	NA	NA	NA	NA	NA	11,339.60
[3B3] Praderas	-7,836.43	NA	NA	NA	NA	NA	-7,836.43
[3B3a] Praderas que permanecen como tal	-16,422.92	NA	NA	NA	NA	NA	-16,422.92
[3B3b] Tierras convertidas en praderas	8,586.48	NA	NA	NA	NA	NA	8,586.48
[3B4] Humedales	44.57	NA	NA	NA	NA	NA	44.57
[3B4a] Humedales que permanecen como tal	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NE
[3B4b] Tierras convertidas en humedales	44.57	NA	NA	NA	NA	NA	44.57
[3B5] Asentamientos	137.57	NA	NA	NA	NA	NA	137.57
[3B5a] Asentamientos que permanecen como tal	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
[3B5b] Tierras convertidas en asentamientos	137.57	NA	NA	NA	NA	NA	137.57
[3B6] Otras tierras	154.36	NA	NA	NA	NA	NA	154.36
[3B6a] Otras tierras que permanecen como tal	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3B6b] Tierras convertidas en otras tierras	154.36	NA	NA	NA	NA	NA	154.36
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	447.13	1,024.76	30,020.02	NA	NA	NA	31,491.90

Tabla 2.3. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa	NA	859.99	291.50	NA	NA	NA	1,151.49
[3C1a] Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales	NA	161.97	66.79	NA	NA	NA	228.76
[3C1b] Emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo	NA	671.34	203.53	NA	NA	NA	874.87
[3C1c] Emisiones de quemado de biomasa en tierras praderas	NA	26.69	21.17	NA	NA	NA	47.86
[3C1d] Emisiones de quemado de biomasa en otras tierras	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[3C2] Encalado	37.42	NA	NA	NA	NA	NA	37.42
[3C3] Aplicación de urea	409.71	NA	NA	NA	NA	NA	409.71
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	NA	NA	22,992.89	NA	NA	NA	22,992.89
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	NA	NA	5,821.98	NA	NA	NA	5,821.98
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol	NA	NA	913.66	NA	NA	NA	913.66
[3C7] Cultivo de arroz	NA	164.76	NA	NA	NA	NA	164.76
[3D1] Productos de madera recolectada	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NE
[3D2] Otros (especificar)	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE
[4] Residuos	730.23	43,093.22	2,085.57	NA	NA	NA	45,909.01
[4A] Disposición final de residuos sólidos	NA	21,920.61	NA	NA	NA	NA	21,920.61
[4A1] Sitios gestionados de disposición de residuos (rellenos sanitarios)	NA	17,007.47	NA	NA	NA	NA	17,007.47
[4A2] Sitios no controlados de disposición de residuos	NA	2,456.29	NA	NA	NA	NA	2,456.29
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para disposición de residuos	NA	2,456.85	NA	NA	NA	NA	2,456.85
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos	NA	116.69	82.83	NA	NA	NA	199.51
[4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos	730.23	620.42	136.51	NA	NA	NA	1,487.15
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico infecciosos	23.72	0.11	1.03	NA	NA	NA	24.85
[4C2] Quema a cielo abierto de residuos sólidos	706.51	620.31	135.48	NA	NA	NA	1,462.30
[4D] Tratamiento y descargas de aguas residuales	NA	20,435.51	1,866.23	NA	NA	NA	22,301.74
[4D1] Tratamiento y descargas de aguas residuales municipales	NA	3,726.20	1,866.23	NA	NA	NA	5,592.44
[4D2] Tratamiento y descargas de aguas residuales industriales	NA	16,709.30	NE	NA	NA	NA	16,709.30

Tabla 2.3. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	Gg de CO <sub>2</sub> e						Emisiones
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	
[4E] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones netas (incluyendo las absorciones de [3B] Tierra)	355,127.73	142,143.76	41,134.72	12,616.74	NO	195.25	551,218.20
Emisiones (sin absorciones netas de [3B] Tierra)	503,473.80	142,143.76	41,134.72	12,616.74	NO	195.25	699,564.27
Bunkers	4,856.19	0.94	35.44	NA	NA	NA	4,892.57
Aviación internacional	4,856.19	0.94	35.44	NA	NA	NA	4,892.57
Marítimo internacional	NE	NE	NE	NA	NA	NA	NE
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	26,524.32	NA	NA	NA	NA	NA	26,524.32

Nota. Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa son informativas y no se encuentran contabilizadas al total del inventario.

NA: no aplica.

NE: no estimado (para más detalles favor de revisar el apartado correspondiente).

NO: no ocurre (para más detalles favor de revisar el apartado correspondiente).

IE: incluido en otro lugar.

IE<sup>1</sup>: reportado en 1A2b metales no ferrosos.

IE<sup>2</sup>: reportado en 1A2m industria no especificada.

IE<sup>3</sup>: reportado en 3C4 emisiones directas de los N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados y 3C6 emisiones indirectas de los N<sub>2</sub>O de la gestión de estiércol,

## 2.1.1 Metodología

Considerando los árboles de decisión de las *Directrices del IPCC 2006* para cada fuente de emisión, se identificaron los niveles de detalle con los que se calcularon las emisiones, considerando la especificación matemática de los métodos, la información sobre los factores de emisión u otros parámetros que deben usarse al generar las estimaciones, y las fuentes de actividad para estimar el nivel general de las emisiones netas. Los niveles (o *tiers* en inglés) están definidos como:

### Nivel 1 (T1)

Es la metodología por defecto del IPCC para la estimación de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero. El IPCC alienta que, en la medida de lo posible, no se limite a usar este método. Los supuestos y datos por defecto deberán utilizarse solamente cuando no se disponga de supuestos y datos nacionales.

### Nivel 2 (T2)

Es la metodología que utiliza datos específicos del país para el cálculo de las emisiones; es de-

cir, factores de emisión propios para las circunstancias nacionales de las actividades que generan emisiones.

### Nivel 3 (T3)

Es la metodología más robusta para la estimación de las emisiones y permite mediciones directas en las fuentes de emisión o el uso de modelos específicos para el país, con datos y parámetros calibrados para las circunstancias del mismo.

En el sector [1] Energía, por el consumo de combustibles fósiles se ha logrado obtener un T2 al utilizar factores de emisión de CO<sub>2</sub> propios para el país, calculando el 100% de las fuentes de emisión del INEGYCEI con T2 para este gas. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son las que predominan sobre este sector y con menor contribución CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los cuales se estimaron con un T1; en conjunto representan 64.76% de las emisiones totales del país. Las emisiones fugitivas se estimaron en su totalidad con un T1 con un peso del 6.35% en el inventario.

En el sector [2] IPPU se estimó el 95.65% de las fuentes con un T1; en el porcentaje restante (4.35%) se usó un T2 que se aplicó a las emisiones de la industria de la pulpa y el papel. La contribución de IPPU en el inventario es de 7.74 por ciento.

De las fuentes de la categoría [3A] Ganadería, de [3] AFOLU, 69.23% de las fuentes se estimaron con un T1 y 30.77% con T1/T2. En el caso de [3B] Tierra, 11.11% de las fuentes se estimaron con T1; 33.33% con T2, y 55.56% se calcularon con T1/T2. Finalmente, 88.89% de las fuentes de [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra se estimaron con un T1, mientras que la fuente de las emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo para CH<sub>4</sub> se calculó usando un

T2. Las emisiones de AFOLU representan 14.59% del total del inventario sin tierras.

En [4] Residuos, 75% de las fuentes se estimaron con T1 y 25% con T1/T2; Residuos representó 6.6% del total del inventario.

En la **Tabla 2.4** se presentan los niveles con los que se estimaron las emisiones de las fuentes, considerando los árboles de decisión de las *Directrices de IPCC 2006* (IPCC, 2006). Para mayor información de las metodologías por cada fuente de emisión, véanse los *Anexos D y E*.

Los potenciales de calentamiento usados para la estimación de las emisiones fueron los establecidos en el *Quinto Informe del IPCC* (AR5) (IPCC, 2013).

**Tabla 2.4. Niveles (TIER) de las estimaciones de las emisiones de las fuentes, de acuerdo con los árboles de decisión del IPCC, 2006**

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE
[1] Energía	T1, T2, IE, NA	D, CS, IE, NA	T1, IE, NA, NE	D, IE, NE	T1, IE1, IE2, NA, NE	D, NE, IE1, IE2, NA, NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A] Actividades de quema de combustible	T2, IE, NA	CS, IE, NA	T1, IE, NA	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A1] Industrias de la energía	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A1b] Refinación de petróleo	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	T2, IE	CS, IE	T1, IE	D, IE	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2a] Hierro y acero	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2b] Metales no ferrosos	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2c] Sustancias químicas	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	T2	CS	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA













Tabla 2.4. (Continuación)

Sector/ categoría / subcategoría/ fuente de emisión (IPCC 2006)	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE	Método aplicado	FE
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos	NA	NA	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos	T1	D	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico infecciosos	T1	D	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4C2] Quema a cielo abierto de residuos sólidos	T1	D	T1	D	T1	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4D] Tratamiento y descargas de aguas residuales	NA	NA	T1/T2	D/CS	T1/T2, NE	D, NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4D1] Tratamiento y descargas de aguas residuales municipales	NA	NA	T1/T2	D/CS	T1/T2	D	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4D2] Tratamiento y descargas de aguas residuales industriales	NA	NA	T1/T2	D/CS	NE	NE	NA	NA	NA	NA	NA	NA
[4E] Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

NA: no aplica.

NE: no estimado (para más detalles véase el apartado correspondiente).

NO: no ocurre (para más detalles véase el apartado correspondiente de este apartado).

IE: incluido en otro lugar.

IE<sup>1</sup>: reportado en [1A2b] metales no ferrosos.

IE<sup>2</sup>: reportado en [1A2m] industria no especificada.

IE<sup>3</sup>: reportado en [3C4] Emisiones directas de los N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados y [3C6] Emisiones indirectas de los N<sub>2</sub>O de la gestión de estiércol.

CS: País específico.

D: Por defecto.

## 2.1.2 Fuentes clave

Las *Directrices del IPCC 2006* llaman categoría principal a aquella que es prioritaria en el sistema de inventarios nacionales y cuya estimación influye significativamente sobre el inventario total de gases de efecto invernadero de un país, en cuanto al nivel absoluto, la tendencia o la incertidumbre de emisiones y absorciones. La identificación de categorías principales es importante para priorizar los recursos disponibles al elaborar los inventarios nacionales y concentrar esfuerzos para mejorar las estimaciones de emisiones.

Para la identificación de categorías principales, se realizaron cuatro análisis de los resultados conforme a las metodologías establecidas en las *Guías de buenas prácticas del IPCC, 2006*:

- Método 1 (emisiones 2015)<sup>4</sup>
- Método 1 (tendencias 1990-2015)

<sup>4</sup> Método 1 de las categorías clave: considerando las emisiones de GEI emitidos y absorbidos.

- Metodología 2 (emisiones 2015)<sup>5</sup>
- Método 2 (tendencias 1990-2015)

El análisis por el Método 1 de las emisiones 2015 permite identificar el aporte absoluto de cada fuente al total del inventario nacional en el año; mientras que la aplicación del Método 1 con el análisis de tendencia (1990-2015) permite identificar la influencia de la fuente en el periodo de estudio, es decir, la rapidez del cambio en valor absoluto de la emisión de la fuente: entre mayor sea su valor, mayor será su contribución.

La aplicación del Método 2 permite identificar las fuentes clave que realizan el mayor aporte a la incertidumbre general del inventario nacional, por lo que se estiman las emisiones por nivel y tendencia con el fin de priorizar los esfuerzos en la estimación de dichas fuentes y mejorar las estima-

ciones en general. Para mayor información, véase el **Anexo B**.

De acuerdo con la evaluación de nivel por el Método 1, se identificaron 38 fuentes principales. Las tres principales fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> son el auto-transporte (con 17.64%), las absorciones de CO<sub>2</sub> de tierras forestales (con 15.59%) y la generación de energía eléctrica (con 15.90%), que aportan en conjunto el 49.14 por ciento. Les siguen las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por bovinos con 5.64% adicional (un acumulado de 54.78%). Las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por industria no especificada, clasificada en el balance nacional de energía como otras ramas, contribuye con 3.22% adicional (acumulado de 57.99%), seguida por la manufactura de combustibles, con 3.11% adicional. El séptimo lugar lo ocupa el N<sub>2</sub>O generado por las emisiones directas de los suelos gestionados, con 2.59% adicional. Estas fuentes de emisión representan el 63.70% de las emisiones totales.

En la **Tabla 2.5** se presentan los resultados de las 38 fuentes clave de acuerdo con el Método 1, en emisiones de 2015.

<sup>5</sup> Método 2 de las categorías clave: que incluye el análisis de la incertidumbre.

**Tabla 2.5. Fuentes clave de las emisiones de GEI, derivadas del Método 1, 2015**

Código IPCC	Subcategoría o fuente del IPCC	GEI	Emisiones GgCO <sub>2</sub> e	Cantidad absoluta	Evaluación de nivel	Total acumulativo
[1A3b]	Autotransporte	CO <sub>2</sub>	156,754.35	156,754.35	17.98%	17.98%
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	CO <sub>2</sub>	141,301.14	141,301.14	15.90%	33.55%
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-138,504.68	138,504.68	15.59%	49.14%
[3A1a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	50,121.38	50,121.38	5.64%	54.78%
[1A2m]	Industria no especificada	CO <sub>2</sub>	28,563.88	28,563.88	3.22%	57.99%
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	27,660.88	27,660.88	3.11%	61.11%
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	22,992.89	22,992.89	2.59%	63.70%
[2A1]	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	19,159.98	19,159.98	2.16%	65.85%
[1A4b]	Residencial	CO <sub>2</sub>	18,838.28	18,838.28	2.12%	67.97%
[4A1]	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	CH <sub>4</sub>	17,007.47	17,007.47	1.91%	69.89%
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	16,709.30	16,709.30	1.88%	71.77%

Tabla 2.5. (Continuación)

Código IPCC	Subcategoría o fuente del IPCC	GEI	Emisiones GgCO <sub>2</sub> e	Cantidad absoluta	Evaluación de nivel	Total acumulativo
[3B3a]	Praderas que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-16,422.92	16,422.92	1.85%	73.62%
[1A2i]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CO <sub>2</sub>	14,612.36	14,612.36	1.64%	75.26%
[2C1]	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	12,922.69	12,922.69	1.45%	76.72%
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-12,215.61	12,215.61	1.37%	78.09%
[1A1b]	Refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	11,796.92	11,796.92	1.33%	79.42%
[3B2b]	Tierras convertidas a tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	11,339.60	11,339.60	1.28%	80.70%
[1A4c]	Agropecuaria/ silvicultura/ pesca/ piscifactorías	CO <sub>2</sub>	10,360.10	10,360.10	1.17%	81.86%
[1B2b]	Gas natural	CH <sub>4</sub>	8,892.59	8,892.59	1.00%	82.86%
[1A2c]	Sustancias químicas	CO <sub>2</sub>	8,876.68	8,876.68	1.00%	83.86%
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	CO <sub>2</sub>	8,774.05	8,774.05	0.99%	84.85%
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	8,586.48	8,586.48	0.97%	85.82%
[3A2a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	7,970.28	7,970.28	0.90%	86.71%
[1B1ai]	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	7,716.09	7,716.09	0.87%	87.58%
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	CH <sub>4</sub>	7,054.02	7,054.02	0.79%	88.37%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-410A	6,475.35	6,475.35	0.73%	89.10%
[1A3a]	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	6,238.15	6,238.15	0.70%	89.81%
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	5,821.98	5,821.98	0.66%	90.46%
[1A4a]	Comercial/ Institucional	CO <sub>2</sub>	5,262.21	5,262.21	0.59%	91.05%
[1B2a]	Petróleo	CH <sub>4</sub>	5,181.16	5,181.16	0.58%	91.64%
[1B2a]	Petróleo	CO <sub>2</sub>	5,162.17	5,162.17	0.58%	92.22%
[3A2h]	Porcinos	CH <sub>4</sub>	4,431.18	4,431.18	0.50%	92.72%
[1A2a]	Hierro y acero	CO <sub>2</sub>	4,330.93	4,330.93	0.49%	93.20%
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	3,726.20	3,726.20	0.42%	93.62%
[3A2a]	Bovinos	N <sub>2</sub> O	3,630.27	3,630.27	0.41%	94.03%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-404a	3,407.89	3,407.89	0.38%	94.42%
[2A2]	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	3,086.55	3,086.55	0.35%	94.76%
[1A3b]	Autotransporte	N <sub>2</sub> O	2,872.01	2,872.01	0.32%	95.09%

Fuente: INECC, elaboración propia.

En la **Figura 2.6** se ilustra el resultado de las 38 fuentes clave al 95% acumulado de las emisiones 2015 de GEI, de acuerdo al Método 1.

De las emisiones de las siete primeras fuentes, las de CO<sub>2</sub> corresponden a [1] Energía con la excepción de tierras forestales; las de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O corresponden a [3] AFOLU

La evaluación por tendencia con el Método 1 encontró 42 fuentes principales. [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales, encabeza la lista por absorciones de CO<sub>2</sub> con 26.44% del total del inventario, seguida de emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por bovinos, con una contribución de 8.61 por ciento. De las diez primeras fuentes principales, 45.00% corresponden a [3] AFOLU, 15.17% a [1] Energía y 3.81% a [4] Residuos.

En la evaluación de nivel con el Método 2 se encontraron 19 fuentes principales. Las tres primeras son: [4D1] Tratamiento de aguas residuales municipales, por emisiones de metano, con 24.56%;

[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales, por absorciones de CO<sub>2</sub>, 11.62%, y emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, 9.67 por ciento. Las primeras fuentes de emisiones ([3] AFOLU), alcanzan 45.85%; [4D1] Tratamiento de aguas residuales municipales ([4] Residuos), 24.56%; autotransporte ([1] Energía), 3.65%, y [2A1] Producción de cemento ([2] Procesos industriales), 3.28 por ciento.

La evaluación por tendencia con el Método 2 arrojó 17 fuentes principales, de las cuales destacan tres: 1) [4D1] Tratamiento de aguas residuales municipales, con 27.88%; 2) [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales, con 14.54%, y 3) emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, con 12.43 por ciento. Suman 54.85 por ciento. Las fuentes de [3] AFOLU en las diez primeras estimadas representan 50.28 por ciento.

Los resultados de las cuatro evaluaciones de nivel y tendencia con los cuatro análisis se presentan en la **Tabla 2.6**.

Figura 2.6. Fuentes clave de las emisiones 2015 de GEI al 95% acumulado

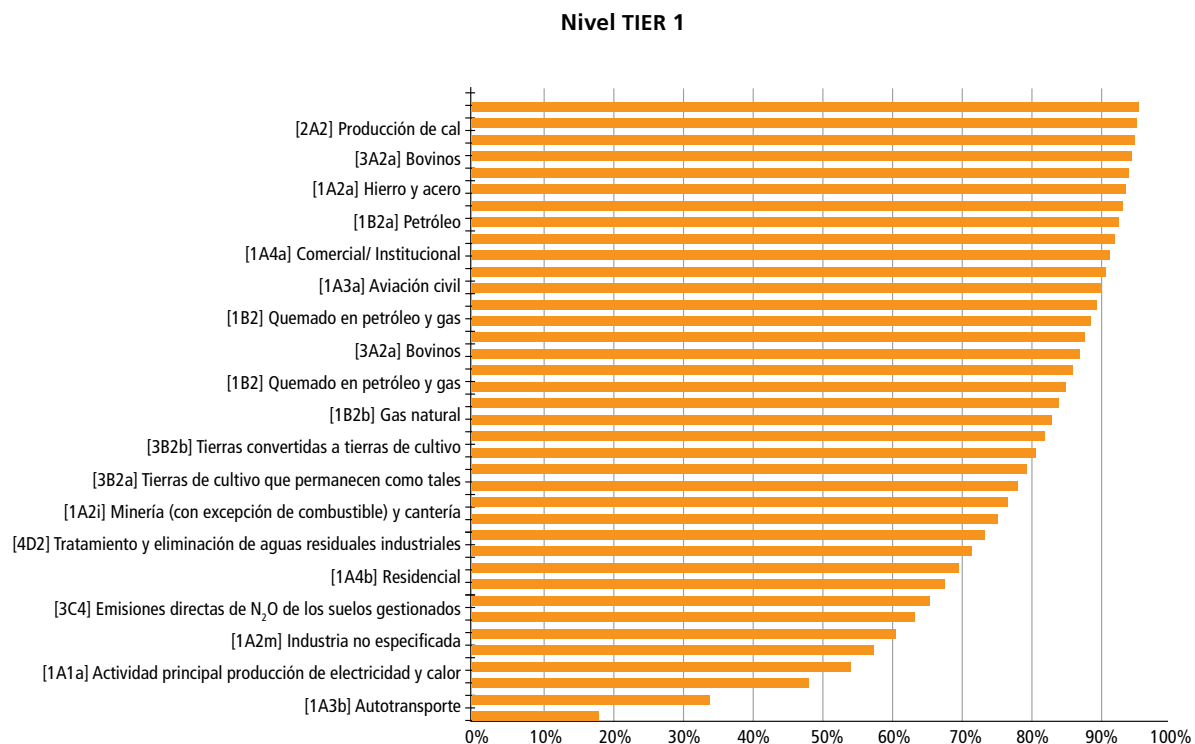


Tabla 2.6. Fuentes principales del INEGYCEI

Código IPCC	Subcategoría o fuente	Nivel Método 1	Tendencia Método 1	Nivel Método 2	Tendencia Método 2
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	✓	✓	✓	
[1A1b]	Refinación de petróleo	✓	✓		
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	✓	✓		✓
[1A2a]	Hierro y acero	✓	✓		
[1A2b]	Metales no ferrosos		✓		
[1A2c]	Sustancias químicas	✓	✓		✓
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta		✓		
[1A2e]	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco		✓		
[1A2i]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	✓	✓	✓	
[1A2m]	Industria no especificada	✓	✓		
[1A3a]	Aviación civil	✓			
[1A3b]	Autotransporte	✓	✓	✓	
[1A4a]	Comercial / Institucional	✓	✓		
[1A4b]	Residencial	✓	✓		✓
[1A4c]	Agropecuaria / silvicultura / pesca / piscifactorías	✓			
[1B1ai]	Minas subterráneas	✓	✓	✓	✓
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	✓	✓	✓	✓
[1B2a]	Petróleo	✓	✓	✓	✓
[1B2b]	Gas natural	✓	✓	✓	
[2A1]	Producción de cemento	✓		✓	
[2A2]	Producción de cal	✓			
[2B1]	Producción de amoníaco		✓		
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo		✓		
[2C1]	Producción de hierro y acero	✓	✓	✓	
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	✓	✓	✓	✓
[3A1a]	Bovinos	✓	✓	✓	✓



Tabla 2.6. (Continuación)

Código IPCC	Subcategoría o fuente	Nivel Método 1	Tendencia Método 1	Nivel Método 2	Tendencia Método 2
[3A1d]	Caprinos		✓		
[3A1f]	Caballos		✓		
[3A2h]	Porcinos	✓	✓		
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B2b]	Tierras convertidas a tierras de cultivo	✓	✓	✓	✓
[3B3a]	Praderas que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	✓	✓	✓	✓
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	✓	✓	✓	✓
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	✓	✓	✓	✓
[4A1]	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	✓	✓		
[4C2]	Incineración abierta de desechos				✓
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	✓	✓	✓	✓
[4A3]	Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		✓		
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	✓	✓		

Fuente: INECC, elaboración propia.

## 2.1.3 Incertidumbre

La estimación de la incertidumbre constituye un elemento esencial de un inventario de emisiones y absorciones de gases y compuestos de efecto invernadero. Se debe obtener tanto para el ámbito nacional como para la estimación de la tendencia, los factores de emisión, los datos de actividad y otros parámetros de estimación de cada sector (IPCC, 2006). Para mayor información respecto a la metodología y resultados de la incertidumbre, véase el **Anexo B**.

La incertidumbre total del INEGYCEI, sin considerar la categoría [3B] Tierra, fue de 7.49 por ciento. Dado que las emisiones de 2015, sin considerar la categoría Tierra, fueron 699,564.27 Gg de CO<sub>2</sub>e, la incertidumbre total corresponde a un rango de variabilidad de las emisiones de 647,144.12 a 751,984.42 Gg de CO<sub>2</sub>e.

La incertidumbre total del INEGYCEI, considerando las emisiones netas, fue de 10.86 por ciento. Dado que las emisiones netas de 2015 alcanzaron

551,218.20 Gg de CO<sub>2</sub>e, la incertidumbre total corresponde a un rango de variabilidad de las emisiones de 491,374.57 a 611,061.83 Gg de CO<sub>2</sub>e.

Las incertidumbres por orden creciente de las emisiones correspondientes a los gases se

presentan en el siguiente orden: hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), [±3.89%]; metano (CH<sub>4</sub>), [±4.85%]; dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), [±8.70%]; hidrofluorocarbonos (HFC), [±22.07%], y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), [±123.29%].

## 2.2 Tendencias en las emisiones de GEI

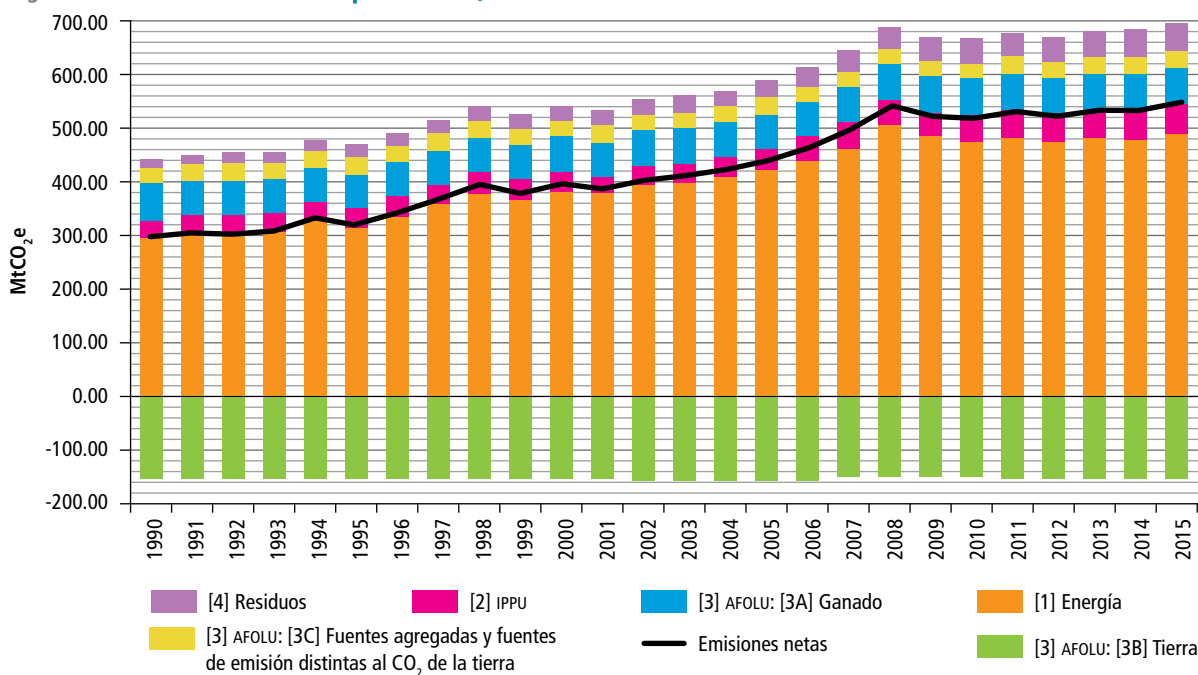
En la **Figura 2.7** y la **Tabla 2.7** se muestran las tendencias entre 1990 y 2015 de las emisiones de gases de efecto invernadero. Las emisiones totales (sin considerar absorciones) en 1990 fueron de 444,741.57 Gg de CO<sub>2</sub>e, mientras que en 2015 fueron de 699,564.27 Gg de CO<sub>2</sub>e; es decir, hubo un incremento de 57.3% a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.8 por ciento.

Considerando la categoría [3B] Tierra, en 1990 las emisiones fueron de 296,475.36 Gg de

CO<sub>2</sub>e; 2015 llegaron a 551,218.20 Gg de CO<sub>2</sub>e. El incremento fue de 85.9%, con una TCMA de 2.5 por ciento.

El análisis por sector muestra que, entre 1990 y 2015, los sectores [2] IPPU y [1] Energía tuvieron un incremento de 66% y 65% respectivamente con TCMA de 2 por ciento. Sin embargo, de 2010 a 2015, las emisiones por IPPU crecieron 7.5% con una TCMA de 1.5% y por el sector Energía, 3.1% con una TCMA de 0.6 por ciento. El aumento de las emisio-

Figura 2.7. **Tendencias de GEI por sector, 1990-2015**



Fuente: INECC, elaboración propia.

nes entre 2005 y 2010 para estos sectores fue, para Energía, 12.82% con una TCMA de 2.44%, y para IPPU, 21.48% con una TCMA de 3.97 por ciento.

Con la finalidad de hacer un comparativo del comportamiento de las emisiones durante el periodo 1990-2015 y el periodo desde la última comunicación de México ante la CMNUCC a través de la *Quinta Comunicación* de México (SEMARNAT - INECC, 2012), en la **Tabla 2.8** se resumen las emisiones de GEI de 1990 y se comparan con las emisiones de 2015 teniendo un incremento de 57.3% con una TCMA de 1.8 por ciento. Se hace también un análisis entre las emisiones de 2010 y las de 2015, en el que se observa un crecimiento de 4.6% con una TCMA de 0.9%,

en comparación con el crecimiento de 12.91% con una TCMA de 2.46% durante el periodo 2005-2010.

En la **Tabla 2.8** se observa también que las actividades de [3A] Ganado se incrementaron en 6% entre 1990 y 2015 (TCMA de 0.24%). El análisis del periodo 2010 a 2015 muestra que se mantuvo el incremento de 6% pero la TCMA aumentó 1.2% en comparación con el crecimiento de 2.96% con una TCMA de 0.59% durante el periodo 2005-2010. La causa principal de este incremento se atribuye al crecimiento en las poblaciones de bovinos, porcinos y aves de corral-reportado por SIAP-en el periodo. La población de bovinos aumentó 5% entre 1990 y 2015, mientras que, entre 1990 y 2010,

**Tabla 2.7. Tendencias de emisiones y absorciones de GEI por sector, 1990-2015**

Gg de CO<sub>2</sub>e

Sector/ Categoría	Emisiones y absorciones									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[1]Energía	301,473.25	323,169.19	388,524.42	427,667.24	482,483.74	488,342.82	482,297.10	488,339.51	486,760.06	497,484.00
[2]IPPU	32,624.86	33,850.26	38,547.13	41,449.95	50,352.12	52,306.18	52,697.57	52,813.59	55,524.91	54,111.76
[3]AFOLU										
[3A]Ganado	66,494.18	65528.28	63776.26	64522.57	66434.99	66,902.21	65,361.75	66,660.46	67,392.54	70,567.60
[3C]Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	31,599.18	29,645.10	30,295.92	30,433.47	29,864.84	32,349.34	31,038.54	31,754.12	32,046.77	31,491.90
[4]Residuos	12,550.11	19,191.40	23,516.37	28,514.00	39,948.34	41,289.80	42,326.95	43,552.92	44,435.22	45,909.01
Total	444,741.57	471,385.13	544,660.10	592,587.22	669,084.03	681,190.36	673,721.90	683,120.59	686,159.50	699,564.27
[3]AFOLU										
[3B]Tierra	-148,266.22	-148,266.22	-148,266.22	-151,111.58	-146,576.59	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07
Total neto	296,475.36	323,118.91	396,393.89	441,475.64	522,507.44	532,844.29	525,375.84	534,774.52	537,813.43	551,218.20

creció 2%; el incremento restante ocurrió entre 2010 y 2015.

En el caso de [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra, es decir, las actividades del sector agrícola, se observó un ligero decremento (0.34%) en las emisiones entre los extremos del periodo de 25 años. Sin embargo, entre 2010 y 2015 hubo, en realidad, un incremento de 5% con una TCMA de 1.1%, en contrapartida del decremento de 1.87% (TCMA negativa de 0.38%) entre 2005 y 2010. El nivel máximo de emisiones se registró en 2011, con 32,349.30 Gg CO<sub>2</sub>e; el mínimo, en 2002, fue de 28,564.32 Gg CO<sub>2</sub>e. Las emi-

siones promedio de GEI para el periodo 1990-2015 en esta categoría fue de 30,366.54 Gg CO<sub>2</sub>e.

El sector [4] Residuos tuvo un aumento de 266% a una TCMA de 5% con respecto a las emisiones de 1990, debido a la construcción de rellenos sanitarios en la década de los noventa. El comportamiento de las emisiones entre 2010 y 2015 mostró un crecimiento de 14.92% a una TCMA de 2.8 por ciento.

Las absorciones de [3B] Tierra se mantuvieron prácticamente uniformes a lo largo de los 25 años de referencia, con un ligero incremento (1%) entre 2010 y 2015 a una TCMA de 0.2 por ciento.

Tabla 2.8. Comparación de las emisiones de GEI

Sector	1990	2005	2010	2015	Incremento o decremento (% en el periodo)			TCMA (% en el periodo)		
					1990- 2015	2005- 2010	2010- 2015	1990- 2015	2005- 2010	2010- 2015
	Gg de CO <sub>2</sub> e									
[1]Energía	301,473.25	427,667.24	482,483.74	497,484.00	65	12.82	3.1	2	2.44	0.6
[2] IPPU	32,624.86	41,449.95	50,352.12	54,111.76	66	21.48	7	2	3.97	1.5
[3] AFOLU										
[3A]Ganado	66,494.18	64522.57	66,435.00	70,567.60	6	2.96	6	0.24	0.59	1.2
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	31,599.18	30,433.47	29,864.84	31,491.90	-0.34	-1.87	5	-0.01	-0.38	1.1
[4] Residuos	12,550.11	28,514.00	39,948.33	45,909.01	266	40.10	15	5	6.98	2.8
Total	444,741.57	592,587.22	669,084.03	699,564.27	57.3	12.91	4.6	1.8	2.46	0.9
[3] AFOLU										
[3B]Tierra	-148,266.22	-151,111.58	-146,576.59	-148,346.07	0.05	-3.00	1	0.002	-0.61	0.2
Total neto	296,475.36	441,475.64	522,507.44	551,218.20	85.9	18.35	5.5	2.5	3.43	1.1

Fuente: INECC, elaboración propia.

## 2.2.1 Tendencias de las emisiones totales de gases de efecto invernadero por tipo de gas

La serie histórica de las emisiones de GEI por tipo de gas se presenta en la **Tabla 2.9**, así como las absorciones de CO<sub>2</sub> por la categoría [3B] Tierra. De la

misma forma se ilustra, en la **Figura 2.8**, el comportamiento de las tendencias de las emisiones por tipo de gas en el periodo 1990-2015.

Figura 2.8. Tendencias de GEI por tipo de gas, 1990-2015

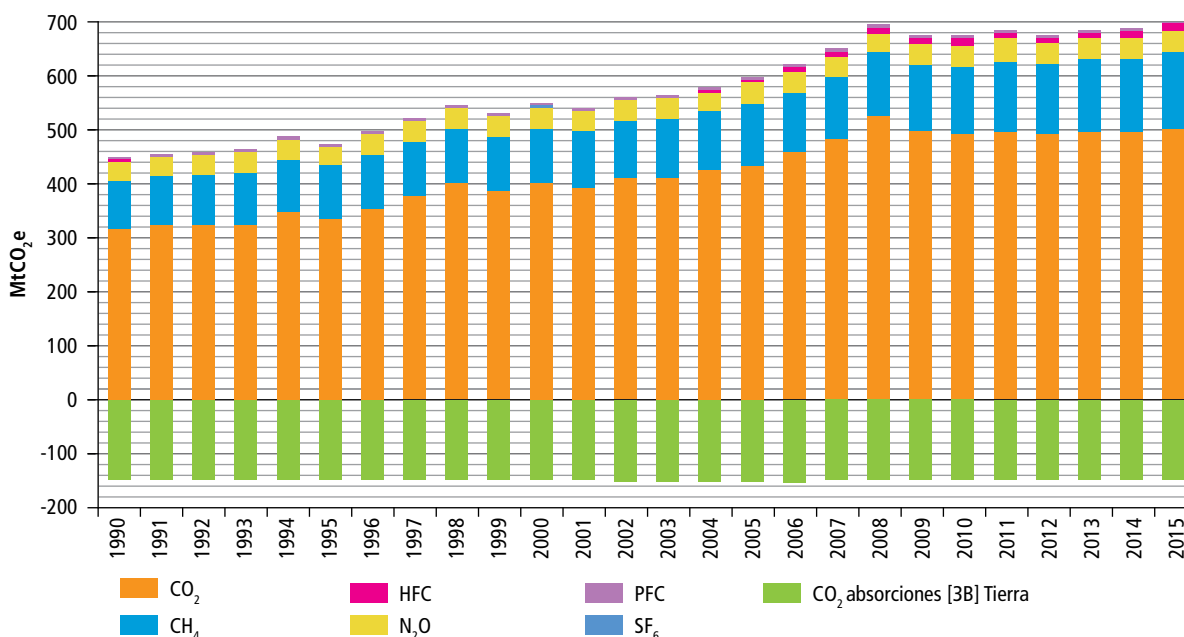


Tabla 2.9. Emisiones y absorciones de GEI por tipo de gas, 1990-2015

Tipo de gas	Emisiones y absorciones Gg de CO <sub>2</sub> e										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CO <sub>2</sub>	315,031.80	337,769.71	401,749.83	438,647.54	491,941.90	496,879.05	493,437.75	499,186.33	498,866.12	503,473.80	
CH <sub>4</sub>	91,402.38	96,369.15	103,107.69	111,471.64	127,453.57	133,227.90	129,212.01	131,490.65	132,693.51	142,143.76	
N <sub>2</sub> O	37,076.62	36,479.48	37,260.59	37,921.26	38,979.19	39,875.90	40,178.90	40,723.89	41,315.50	41,134.72	
HFC	760.64	647.78	1,903.46	4,423.71	10,551.39	11,042.15	10,722.40	11,528.03	13,029.86	12,616.74	
PFC	437.73	69.97	568.54	0	0	0	0	0	0	0	
SF <sub>6</sub>	32.41	49.04	69.99	123.07	157.99	165.36	170.85	191.69	254.52	195.25	
Total	444,741.57	471,385.13	537,610.98	592,587.22	669,084.03	681,190.36	673,721.90	683,120.59	686,159.50	699,564.27	
CO <sub>2</sub> (absorciones de [3] Tierra)	-148,266.22	-148,266.22	-148,266.22	-151,111.58	-146,576.59	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07	-148,346.07	
Total neto	296,475.36	323,118.91	389,344.76	441,475.64	522,507.44	532,844.29	525,375.84	534,774.52	537,813.43	551,218.20	

En la **Tabla 2.10**, se presentan la comparación de las emisiones por tipo de gas, así como el porcentaje de incremento y la TCMA de cada uno de ellos, para los periodos de 1990-2015, 2005-2010, 2010-2015.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en 1990 fueron de 315,031.80 Gg de CO<sub>2</sub>e y en 2015 se incrementaron 59.8%, con una TCMA de 1.89%, como resultado del aumento del uso de combustibles fósiles. En el periodo de 2010 a 2015, el incremento fue de 2.34% con una TCMA de 0.46%, comparado con un incremento de 12.15% con una TCMA de 2.32% durante 2005-2010.

Entre 1990 y 2015, las emisiones de metano aumentaron 55.5%, con una TCMA de 1.78%, como reflejo de las prácticas de disposición final de residuos sólidos en los rellenos sanitarios y también del incremento del uso del agua para actividades municipales e industriales y su posterior tratamiento como aguas residuales y descargas de las mismas. El incremento de las emisiones de CH<sub>4</sub> en el periodo de 2010 a 2015 (11.5%, con una TCMA de 2.21%), fue menor que el ocurrido entre 2005 y 2010 (14.34% con una TCMA de 2.72%).

Debe resaltarse que la sustitución de clorofluorocarbonos (CFC) por hidrofurocarbono (HFC) determinó que las emisiones de estos últimos se

incrementaran a una TCMA de 11.89% entre 1990-2015, pasando de 760.64 a 12,616.74 Gg de CO<sub>2</sub>e. En el periodo 2010 a 2015 el incremento fue de 19.57% con una TCMA de 3.64%, comparado con un incremento de 138.52% con una TCMA de 18.99% durante 2005-2010. Los datos específicos de las emisiones por tipo de HFC se analizan en el capítulo 4.

También es de resaltar el incremento de las emisiones de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) de 32.41 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 195.25Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015, con una TCMA de 7.45 por ciento. En el periodo 2010 a 2015, el crecimiento fue de 23.58% con una TCMA de 4.33%, comparado con un incremento de 28.37% con una TCMA de 5.12% durante 2005-2010. El SF<sub>6</sub> es un gas de elevada constante dieléctrica, por lo que se usa habitualmente como aislante en los sistemas de distribución de electricidad, especialmente en sistemas de alta tensión. Así, el incremento del uso de este gas en la transmisión eléctrica es el principal factor del incremento de las emisiones.

México dejó de producir aluminio primario a partir de 2004; desde entonces sólo se procesa aluminio reciclado. Este cambio de actividad significó que México eliminó sus emisiones de perfluorocarbonos, lo cual se detalla en la **Tabla 2.10**.

**Tabla 2.10. Emisiones por tipo de gas en los periodos 1990-2015, 2005-2010 y 2010-2015**

Tipo de gas	1990	2005	2010	2015	Incremento o decremento (% en el periodo)			TCMA (% en el periodo)		
					1990-2015	2005-2010	2010-2015	1990-2015	2005-2010	2010-2015
	Gg de CO <sub>2</sub> e									
CO <sub>2</sub>	315,031.80	438,647.54	491,941.90	503,473.80	59.8	12.15	2.34	1.89	2.32	0.46
CH <sub>4</sub>	91,402.38	111,471.64	127,453.57	142,143.76	55.5	14.34	11.53	1.78	2.72	2.21
N <sub>2</sub> O	37,076.62	37,921.26	38,979.19	41,134.72	10.95	2.79	5.53	0.42	0.55	1.08
HFC	760.64	4,423.71	10,551.39	12,616.74	1559	138.5	19.57	11.89	18.99	3.64
PFC	437.73	0.00	0.00	0.00	-100	NA	NA	NA	NA	NA
SF <sub>6</sub>	32.41	123.07	157.99	195.25	502.44	28.37	23.58	7.45	5.12	4.33
Total	444,741.57	592,587.22	669,084.03	699,564.27	57.3	12.91	4.56	1.83	2.46	0.89
CO <sub>2</sub> (absorciones de [3B] Tierra)	-148,266.22	-151,111.58	-146,576.59	-148,346.07	0.05	-3.00	1.21	0.002	-0.61	0.24
Total neto	296,475.36	441,475.64	522,507.44	551,218.20	85.9	18.35	5.49	2.51	3.43	1.08

## 2.2.2 Indicadores per cápita e intensidad de carbono de las emisiones por el consumo de combustible fósil

El uso de indicadores de las emisiones per cápita y de intensidad de carbono como las que publica el Banco Mundial permite realizar comparaciones internacionales.

En el presente Inventario se consideran las emisiones en CO<sub>2</sub>e de las actividades por la combustión de combustibles fósiles (combustóleo, gas natural, diésel, gasolina, carbón mineral) de la categoría [1A] Actividades de quema del combustible del sector [1] Energía.

El indicador de 1993 a 2015 de las emisiones de CO<sub>2</sub>e por habitante y por combustible fósil, así como el de intensidad de carbono, se presentan en la **Tabla 2.11** y la **Figura 2.9**.

El crecimiento del indicador de CO<sub>2</sub>e por habitante entre 1993 y 2015 fue de 18.34% con una TCMA de 0.77 por ciento. El promedio de las emisiones per cápita en esos 23 años fue de 3.53 ton de CO<sub>2</sub>e/habitante, mientras que en 2015 fue de 3.74 ton de CO<sub>2</sub>e/habitante; esas dos cantidades están por debajo del promedio mundial que señala el Banco Mundial: 4.972 ton de CO<sub>2</sub>e/habitante (BM, 2017).

Por otra parte, se observa que el indicador de CO<sub>2</sub> per cápita entre 2010 y 2015 tuvo un incremento de 1.12% con una TCMA de 0.22%, en tanto el del periodo 2005-2010 lo tuvo de 1.82% a una TCMA de 0.36 por ciento.

**Tabla 2.11. Emisiones per cápita de CO<sub>2</sub>e intensidad de carbono por la quema de combustibles, 1993-2015**

Año	Emisión de CO <sub>2</sub> por quema de combustible (ton)	Población (hab) <sub>1</sub>	PIB (millones de pesos de 2013) <sup>2</sup>	Emisiones de CO <sub>2</sub> per cápita (ton CO <sub>2</sub> /hab)	Intensidad de carbono (ton CO <sub>2</sub> /PIB)
1993	289,811,699.72	91,600,655	10,416,096.24	3.16	27.82
1994	307,462,920.90	93,055,300	10,952,773.42	3.30	28.07
1995	294,343,284.84	94,490,336	10,198,513.28	3.12	28.86
1996	302,357,938.84	95,876,664	11,116,526.64	3.15	27.20
1997	314,758,045.42	97,204,604	11,887,380.12	3.24	26.48
1998	332,906,545.99	98,485,424	12,139,816.58	3.38	27.42
1999	330,173,467.30	99,706,067	12,554,685.81	3.31	26.30
2000	343,110,753.47	100,895,811	13,003,302.17	3.40	26.39
2001	342,787,753.12	102,122,295	12,901,429.20	3.36	26.57
2002	364,485,864.47	103,417,944	13,084,104.35	3.52	27.86
2003	365,026,027.18	104,719,891	13,305,703.43	3.49	27.43
2004	378,829,597.99	105,951,569	13,872,028.14	3.58	27.31
2005	389,667,913.22	107,151,011	14,306,520.49	3.64	27.24
2006	404,972,014.15	108,408,827	14,800,896.66	3.74	27.36
2007	416,139,227.18	109,787,388	15,204,934.16	3.79	27.37
2008	424,137,610.76	111,299,015	15,125,053.99	3.81	28.04
2009	414,168,927.40	112,852,594	14,882,955.65	3.67	27.83
2010	423,057,257.52	114,255,555	15,499,585.06	3.70	27.29
2011	437,620,475.78	115,682,868	16,139,594.09	3.78	27.11
2012	442,573,338.78	117,053,750	16,638,515.04	3.78	26.60
2013	447,375,797.96	118,395,054	16,841,836.04	3.78	26.56
2014	437,915,669.45	119,713,203	17,425,687.93	3.66	25.13
2015	453,065,128.44	121,005,815	17,894,004.11	3.74	25.32

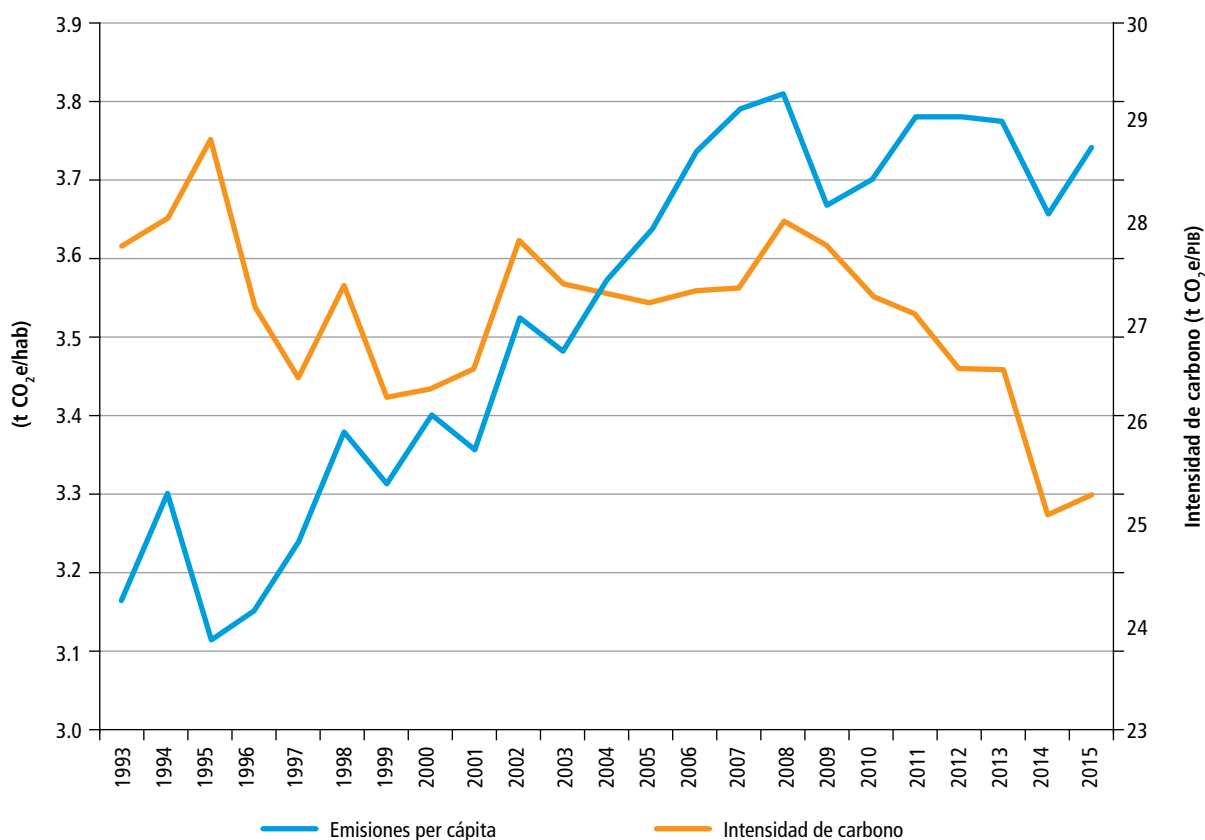
<sup>1</sup> De acuerdo con CONAPO 2012, los resultados de las estadísticas de población para 1990-2010 provienen de diversas fuentes estadísticas (censo, encuestas y registros administrativos). Los resultados a partir de 2010 se generan mediante el establecimiento de hipótesis de evolución futura del comportamiento de las variables demográficas; es decir, son proyecciones considerando las tendencias observadas entre 1990 y 2010 (CONAPO, 2012).

<sup>2</sup> Fuente: INEGI, 2018a. PIB año base 2013. Consultado en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=10200035#D10200035>

El indicador de intensidad de carbono establece la razón de las emisiones del CO<sub>2</sub>e generado por las actividades del uso energético de combustibles fósiles por unidad del producto interno bruto (PIB) nacional. Se usó la serie del PIB trimestral publicada por INEGI con año base 2013 para los años 1993-2015. La intensidad de carbono en 1993 fue de 27.20 toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB, mientras que en 2015 fue de 25.32 toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB; es decir 9.00% menor, con una TCMA negativa de 0.43 por ciento. En relación con las cifras de la Comunicación anterior (*Quinta Comunicación...*), el complemento de información es la intensidad de carbono entre 2010 y 2015, que fue de 27.29 toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB (7.24% menor, con una TCMA negativa de 1.49%, que la de 2005-2010, con un incremento de 0.21% a una TCMA de 0.04%).

Para poderse comparar con otros países, México utilizó el indicador de emisiones de CO<sub>2</sub> de las actividades de uso de energía por combustión entre el producto interno bruto en dólares de Estados Unidos a diferentes paridades corrientes de poder de compra (PIBppc) que publica la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés). De acuerdo con este indicador, México tuvo una intensidad de carbono de 204.89 toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB<sub>ppc</sub> (utilizando un PIB<sub>ppc</sub> de 2,130,259.3699 millones de dólares<sup>6</sup>). La AIE indica que el promedio mundial es de 310 toneladas de CO<sub>2</sub>e/PIB<sub>ppc</sub> (OCDE/AIE, 2017); es decir, México tiene una intensidad de carbono 33.9% menor que el promedio internacional.

Figura 2.9. Emisiones per cápita de CO<sub>2</sub>e por la quema de combustible, 1993-2015





## 2.2.3 Comparativo internacional de las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles

La AIE (OCDE/AIE, 2017) publicó que, en el ámbito internacional, en 2015, se emitieron en el mundo 32,294 MtCO<sub>2</sub> por las actividades del uso energético de los combustibles. China fue el principal país emisor de CO<sub>2</sub> por esta actividad con 9,084 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, es decir, 28.13% de las emisiones totales del mundo. Le siguió Estados Unidos de Norteamérica con 4,998 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, con una aportación de 15.48% de las emisiones totales del planeta. El tercer lugar lo ocupó la Unión Europea, con 3,201 MtCO<sub>2</sub> y 9.91% de la aportación mundial. En 2015, México emitió 446.3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> por la quema de combustible, cantidad que representó el 1.38% de las emisiones mundiales.

Los diez primeros emisores de CO<sub>2</sub> en el mundo por esta actividad son China, Estados Unidos, Unión Europea, India, Rusia, Japón, Corea, República Islámica de Irán, Canadá y Arabia Saudita, cuyas

emisiones suman 24,177 MtCO<sub>2</sub> que equivalen al 74.86% de las emisiones totales en el orbe.

En 2015, las emisiones producidas en el continente americano por las actividades de uso energético de los combustibles fueron de 7,203.2 MtCO<sub>2</sub>. Los Estados Unidos aportaron 69.39%, seguidos por Canadá, que emitió 549.2 millones de toneladas de MtCO<sub>2</sub> (7.62%) y México en el tercer lugar, con una aportación de (5.97%).

<sup>6</sup> Producto Interno Bruto en dólares de EU a Paridades de Poder de Compra corrientes. Período: 1996 - 2016, Anual, Millones de dólares estadounidenses. Consultado en: INEGI, 2018b <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/paridades/estructura.aspx?idEstructura=1150058000050030&T=Paridades%20de%20poder%20de%20compra&ST=Producto%20Interno%20Bruto%20en%20d%C3%B3lares%20de%20EU%20a%20Paridades%20de%20Poder%20de%20Compra%20corrientes&tipoInfo=V>

### Referencias

- BM. (2017). Emisiones de CO<sub>2</sub> (toneladas métricas per cápita). Banco Mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?end=2014&start=2013>
- CONAPO. (2012). Proyecciones de la Población 2010-2050 [http://www.conapo.gob.mx/es/conapo/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/conapo/Proyecciones_Datos)
- INEGI. (2018a). Banco de Información Económica. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/?idserPadre=10200035#D10200035>
- \_\_\_\_\_. (2018 b). Paridades de Poder de Compra. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/paridades/estructura.Yaspx?idEstructura=1150058000050030&T=Paridades%20de%20poder%20de%20compra&ST=Producto%20Interno%20Bruto%20en%20d%C3%B3lares%20de%20EU%20a%20Paridades%20de%20Poder%20de%20Compra%20corrientes&tipoInfo=V>
- IPCC. (2006). 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japan. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>
- \_\_\_\_\_. (2013) Quinto Informe de Evaluación. Cambio Climático 2013. Bases Científicas. Contribución del Grupo de trabajo 1 al Quinto Informe de Evaluación del IPCC. [http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml)
- OCDE/IEA. (2017). CO<sub>2</sub> emissions fuel combustion, highlights, <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsfromFuelCombustionHighlights2017.pdf>
- SEMARNAT - INECC. (2012). Quinta Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. ISBN: 978-607-8246-50-2 México, D.F.

**3**

**[1] Energía**



En este sector se analizan las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del consumo de combustibles fósiles [1A], las cuales liberan principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y las emisiones fugitivas [1B], cuya principal emisión es el metano (CH<sub>4</sub>).

En el consumo de combustibles fósiles, las emisiones de CO<sub>2</sub> dependen del contenido de carbono del combustible. Para los gases distintos de CO<sub>2</sub> (CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), las características de los combustibles, la tecnología empleada y las medidas de reducción de las emisiones son factores que determinan las tasas de emisión; deben también tomarse en cuenta el contenido de humedad, la fracción de carbono y la eficiencia de la combustión.

Las emisiones fugitivas, de acuerdo con IPCC, son las que se generan en las industrias de combustibles sólidos, de petróleo y gas natural. Las tasas de emisión dependen de las prácticas durante la producción, procesamiento, transmisión, almacenamiento y distribución de esos combustibles.

Para la contabilidad y análisis de los gases de efecto invernadero (GEI) sólo se consideran los de efecto directo: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

La clasificación que corresponde al sector [1] Energía se muestra en la **Tabla 3.1**, de acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*.

No se consideró el consumo eléctrico en cada categoría, ya que las emisiones se contabilizan en la generación de electricidad; tampoco otras fuentes renovables de energía diferentes a la biomasa, como las energías nuclear, hídrica o eólica, dado que se considera que éstas no generan emisiones de gases de efecto invernadero directo. Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de biomasa para la generación de energía no se consideraron en el total del inventario, por considerarse como fuente biogénica, sin embargo, las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de esta actividad si se contabilizan en el sector [1] Energía. De igual manera, no se incluyeron los usos no energéticos que se consideran en procesos industriales y otros usos de producto.

Las emisiones en el sector [1] Energía, expresadas en CO<sub>2</sub>e, registraron un aumento de 65.0% con respecto a 1990, pasando de 301,473.25 Gg a 497,484.00 Gg (±2.2%) en 2015, con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 2.0% (**Tabla 3.2** y **Figura 3.1**). Las emisiones de GEI por el consumo de combustibles fósiles representaron en 2015 el 91.1% y en 1990 el 92%, lo que significa que las emisiones fugitivas contribuyeron en 2015 con 8.9% y en 1990 con 8 por ciento.

**Tabla 3.1. Clasificación de las categorías, subcategorías y fuentes del sector [1] Energía, definidos por IPCC, 2006**

Clave IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes	Clave IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes
[1A]	Actividades de quema de combustible	[1A2e]	– Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco
[1A1]	Industrias de la energía	[1A2f]	– Minerales no metálicos
[1A1a]	– Actividad principal producción de electricidad y calor	[1A2g]	– Equipo de transporte
[1A1b]	– Refinación de petróleo	[1A2h]	– Maquinaria
[1A1c]	– Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	[1A2i]	– Minería (con excepción de combustibles) y cantería
[1A2]	Industrias de la manufactura y de la construcción	[1A2j]	– Madera y productos de la madera
[1A2a]	– Hierro y acero	[1A2k]	– Construcción
[1A2b]	– Metales no ferrosos	[1A2l]	– Textiles y cueros
[1A2c]	– Sustancias químicas	[1A2m]	– Industria no especificada
[1A2d]	– Pulpa, papel e imprenta	[1A3]	Transporte

Tabla 3.1. (Continuación)

Clave IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes	Clave IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes
[1A3a]	– Aviación civil	[1B]	Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles
[1A3b]	– Autotransporte	[1B1]	Combustibles sólidos
[1A3c]	– Ferrocarriles	[1B1a]	– Minería carbonífera y manejo del carbón
[1A3d]	– Navegación marítima y fluvial	[1B1b]	– Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón
[1A3e]	– Otro transporte	[1B2]	Petróleo y gas natural
[1A4]	Otros sectores	[1B2a]	– Petróleo
[1A4a]	– Comercial/institucional	[1B2b]	– Gas natural
[1A4b]	– Residencial		
[1A4c]	– Agropecuario/silvicultura/pesca/piscifactorías		

Tabla 3.2. Emisiones por GEI para el sector [1] Energía, 1990-2015

Año	Gg de CO <sub>2</sub> e				
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total	CO <sub>2</sub> por consumo de biomasa*
1990	283,838.01	15,737.90	1,897.34	301,473.25	35,955.86
1995	305,374.46	15,184.36	2,610.37	323,169.19	37,379.28
2000	365,490.30	20,164.47	2,869.65	388,524.42	29,711.15
2005	401,169.56	23,142.77	3,354.92	427,667.24	27,704.85
2010	451,644.20	27,047.26	3,792.27	482,483.74	27,404.19
2011	455,196.73	29,252.21	3,893.88	488,342.82	26,804.07
2012	451,084.66	27,332.77	3,879.67	482,297.10	27,344.98
2013	457,602.87	26,903.79	3,832.85	488,339.51	26,794.60
2014	456,135.69	26,859.44	3,764.93	486,760.06	26,805.07
2015	461,849.35	31,712.48	3,922.16	497,484.00	26,524.32

\* Datos informativos, las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se suman al total de emisiones.

Figura 3.1. Emisiones GEI por categoría de [1] Energía, 1990-2015

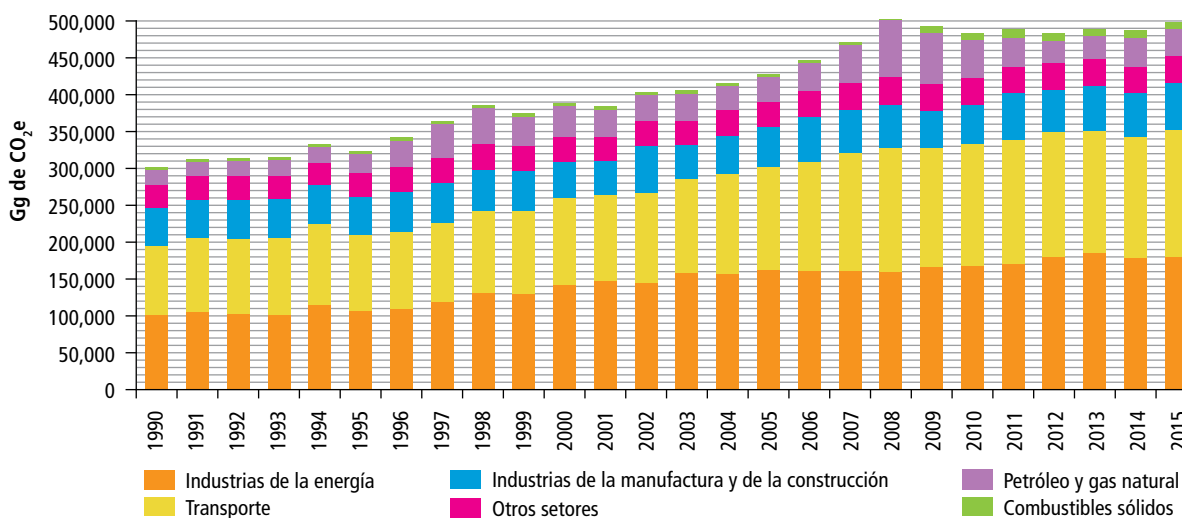


Tabla 3.3. Emisiones GEI por categoría de [1] Energía, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[1A] Actividades de quema de combustible										
[1A1] Industrias de la energía	102,735	107,816	143,740	162,825	168,775	172,187	181,606	186,264	179,948	181,242
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	50,830	51,356	48,027	54,405	53,259	61,831	56,989	61,043	58,726	63,490
[1A3] Transporte	93,542	102,469	117,209	139,304	164,226	167,478	167,825	164,760	163,403	171,355
[1A4] Otros sectores	30,372	32,703	34,134	33,134	36,797	36,125	36,153	35,309	35,839	36,978
Suma de la categoría [1A]	277,479	294,343	343,111	389,668	423,057	437,620	442,573	447,376	437,916	453,065
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles										
[1B1] Combustibles sólidos	3,242	3,283	4,354	3,496	8,981	11,363	9,544	9,187	9,341	7,787
[1B2] Petróleo y gas natural	20,753	25,543	41,060	34,503	50,446	39,359	30,180	31,777	39,504	36,632
Suma de la categoría [1B]	23,994	28,826	45,414	37,999	59,426	50,722	39,724	40,964	48,844	44,419

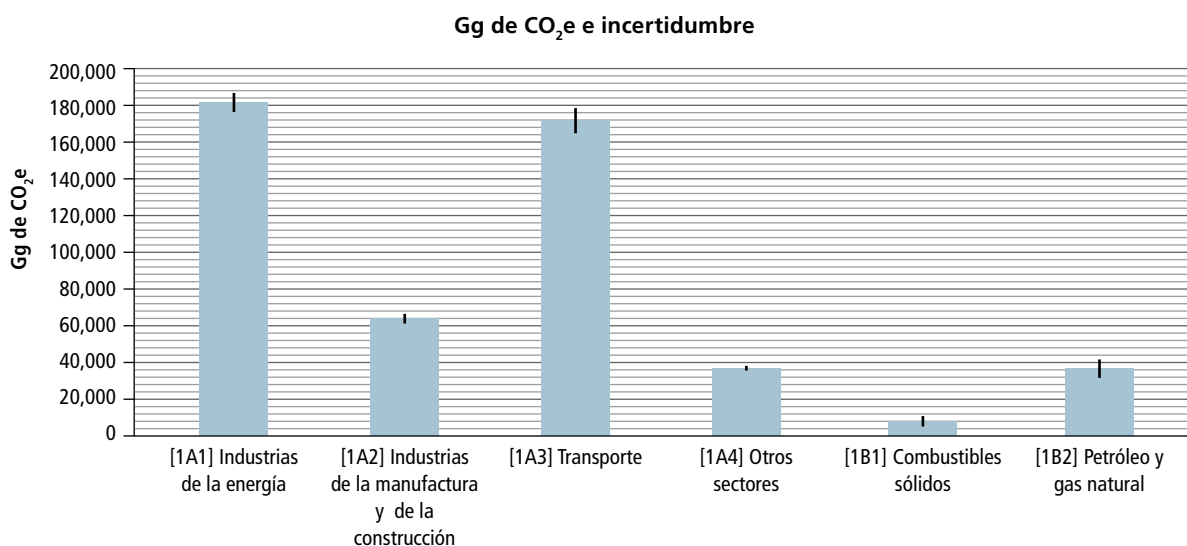
La contribución de las categorías de [1] Energía en 2015 fueron las siguientes (**Figura 3.2** y **Tabla 3.3**): el transporte contribuye con 34.4%; industrias de la energía, 36.4%; industrias de la manufactura y construcción, 12.8%; otros (residencial, comercial y agropecuario), 7.4%; emisiones fugitivas de petróleo y gas, 7.4%, y emisiones fugitivas de combustibles sólidos, 1.6 por ciento.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2015 representaron 461,849.35 Gg, de los cuales 36.34% fueron por transporte; 39.14% de las industrias de la energía; 13.70% de las industrias de la manufactura y la

construcción; 7.5% de otros (fuente residencial, comercial y agropecuario), y 3.5% de las emisiones fugitivas de petróleo y gas natural.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> en 2015 alcanzaron 31,712.485 Gg de CO<sub>2</sub>e, donde las emisiones fugitivas por petróleo y gas contribuyeron con 66.6%, seguidas de las emisiones fugitivas por el procesamiento de combustibles sólidos, con 24.6 por ciento. Por su parte, las de N<sub>2</sub>O en ese mismo año fueron de 3,922.157 Gg de CO<sub>2</sub>e, en las cuales 80.8% correspondió a la subcategoría transporte.

Figura 3.2. Emisiones de GEI de [1] Energía por categoría, 2015



## 3.1 Comparación del método de referencia con el método sectorial

El método de referencia es útil para estimar solamente las emisiones de CO<sub>2</sub> con un enfoque de arriba hacia abajo, es decir, se basa en las estadísticas de producción de combustibles primarios y secundarios que se utilizan en el país y que corresponden a la categoría [1A] Actividades de quema de combustibles. Es una segunda estimación y sus resultados se comparan con los del método sectorial de las emisiones de CO<sub>2</sub> con un nivel 1 (Ecuación 1, Anexo C [1]).

Las diferencias significativas que se llegan a presentar entre el método de referencia y el sectorial, pueden indicar que hay problemas con los datos de actividad, los poderes caloríficos netos, el contenido de carbono y el cálculo de carbono excluido, entre otros factores. Típicamente la diferencia entre ambos métodos debe de ser de 5% o menor.

Los datos de actividad utilizados para el método de referencia fueron los del Sistema de Información Energética (SIE) de la Secretaría de Energía (SENER 2017b) y la información provista en el consumo final para la generación de energía eléctrica (CFE 2017) y productores independientes de energía (SENER 2017a) (**Tablas 1 y 2, Anexo C [1]**). Así como factores de emisión propios del país y específicos para el tipo de combustible utilizado (INECC, 2014).

En la **Tabla 3.4** y la **Figura 3.3** se muestran los resultados de la comparación entre el método de referencia y el sectorial. Como puede observarse, entre ellos hay una diferencia en las emisiones por el consumo de energía. En el sectorial se encuentra en el rango de 5% de variación hasta 2001, pero aumenta con respecto al método sectorial, presentado su mayor variación en 2002.

Las diferencias entre las estimaciones de estos métodos indican que uno de ellos subestima o sobreestima el consumo de energía. La *Guía de buenas prácticas del IPCC* recomienda consultar con las autoridades nacionales acerca de cuál de los dos

**Tabla 3.4. Comparación del método de referencia y el sectorial por la actividad de consumo de combustible, 1990-2015**

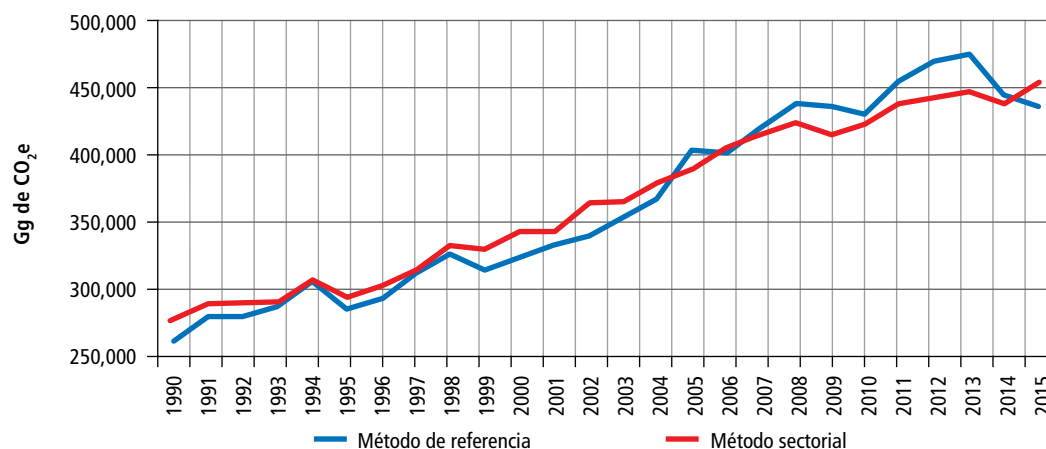
Año	Gg de CO <sub>2</sub> e		Variación %
	Referencia	Sectorial	
1990	261,904.839	277,479.085	5.95%
1991	280,672.218	288,806.423	2.90%
1992	279,872.281	290,270.687	3.72%
1993	287,429.348	289,811.700	0.83%
1994	305,897.404	307,462.921	0.51%
1995	285,751.362	294,343.285	3.01%
1996	293,506.200	302,358	3.02%
1997	313,015.075	314,758	0.56%
1998	326,477.315	332,907	1.97%
1999	314,167.207	330,173	5.10%
2000	323,788.345	343,111	5.97%
2001	332,693.579	342,788	3.03%
2002	339,983.488	364,486	7.21%
2003	352,733.973	365,026	3.48%
2004	366,908.089	378,830	3.25%
2005	403,713.484	389,668	-3.48%
2006	402,015.984	404,972	0.74%
2007	420,385.952	416,139	-1.01%
2008	437,444.854	424,138	-3.04%
2009	435,972.895	414,169	-5.00%
2010	430,034.587	423,057	-1.62%
2011	454,998.456	437,620	-3.82%
2012	469,493.369	442,573	-5.73%
2013	474,786.103	447,376	-5.77%
2014	444,379.354	437,916	-1.45%
2015	435,586.064	453,065	4.01%

métodos permite evaluar de manera exhaustiva y más exacta el consumo total de cada combustible.

Es pertinente señalar que es la primera vez que se utilizan las estadísticas de generación de energía eléctrica y no directamente las que publica la Secre-

taría de Energía, que se usaron en el método de referencia. Otra variación encontrada durante el ejercicio fue la que media entre los poderes caloríficos del gas natural nacional y el importado, que podrían influir en el resultado para el periodo 2005 a 2015.

**Figura 3.3. Comparación entre el método de referencia y el sectorial por el consumo de combustible, 1990-2015**



## 3.2 [1A] Consumo de combustibles fósiles

El IPCC define la quema de combustible como la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo, mecánico a un proceso, o para utilizar fuera del aparato (IPCC *et al.*, 2006). Se define así con el fin de distinguir las emisiones por quema de combustibles para la producción de calor o trabajo, de las generadas en reacciones químicas por el uso de combustibles fósiles en los procesos industriales para la fabricación de productos.

Se llevaron a cabo dos talleres con diversos sectores de la industria en los que se dieron a conocer la información utilizada y las metodologías de cálculo de emisiones por quema de combustible, y se atendieron las observaciones y sugerencias de mejora.

Durante la revisión del inventario, se verificaron los factores de emisión utilizados y la estimación de los mismos durante el ejercicio de cálculo de las incertidumbres.

### Talleres de la Agenda Gris

1 de abril de 2016. Taller de arranque del Inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero (INEGYCEI) en el marco de la Sexta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

22 de mayo de 2017. Taller de discusión de resultados preliminares del INEGYCEI.

Como áreas de oportunidad de mejora de este esfuerzo, es necesario reforzar y modificar el Registro Nacional de Emisiones (RENE) para tener una ma-



por desagregación de las fuentes de emisiones, llevar a cabo el cálculo por cada equipo de combustión y actualizar el estudio que permite conocer el contenido de carbono por unidad de energía de los combustibles utilizados.

Al terminar la compilación del informe del inventario, se solicitará una revisión de expertos externos para realizar el aseguramiento de la calidad del mismo.

## 3.2.1 [1A1] Industrias de la energía

### 3.2.1.1 [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor

En esta subcategoría se incluyen las emisiones de GEI como son el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), procedentes de la combustión de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los Productores Independientes de Energía (PIE).

En 2015, en esta subcategoría se generaron 141,730 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ , de los cuales 141,301.14 Gg

de  $\text{CO}_2\text{e}$  correspondieron a  $\text{CO}_2$  (99.7%) con una incertidumbre de 3.38%; 67 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  a  $\text{CH}_4$  (0.10%) con una incertidumbre de 71.52%, y 206 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  a  $\text{N}_2\text{O}$  (0.21%) con una incertidumbre de 100.46 por ciento.

En esta subcategoría, las emisiones crecieron 117.4% de 1990 a 2015, con una TCMA de 3.2% para el periodo (**Tabla 3.5** y **Figura 3.4**).

Las emisiones de GEI por las diversas tecnologías de producción de electricidad han variado significativamente en el periodo 1990-2015 como se muestra en la **Tabla 3.6** y la **Figura 3.5**.

Tabla 3.5. Emisiones de GEI por la generación energía eléctrica, 1990-2015

	Gg de $\text{CO}_2\text{e}$									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CFE	65,195	75,318	103,980	93,210	81,968	90,485	97,195	91,831	84,000	86,834
PIE	-	-	571	20,019	34,470	29,112	27,700	37,223	36,416	38,290
Centrales de autogeneración	-	-	8,249	14,438	12,512	12,546	14,778	14,577	16,145	16,605

Figura 3.4 . Emisiones de GEI por la generación de energía eléctrica de CFE y PIE, 1990-2015

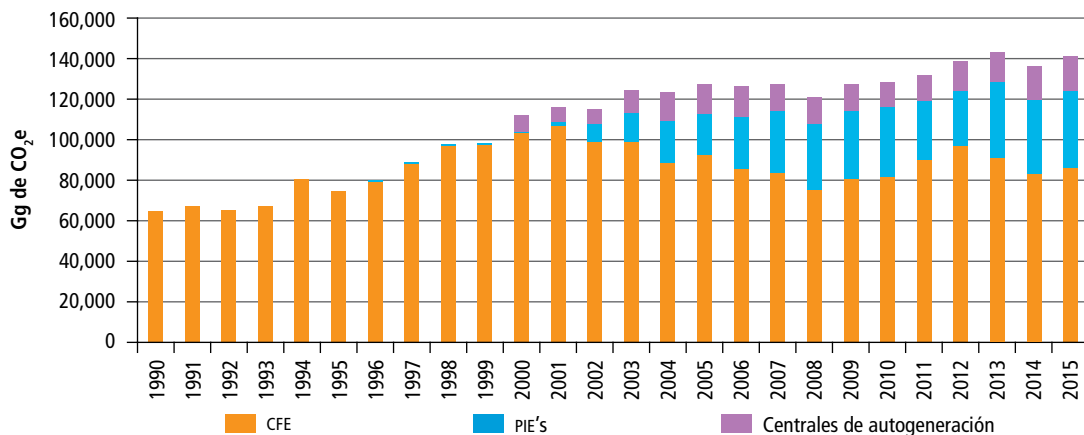
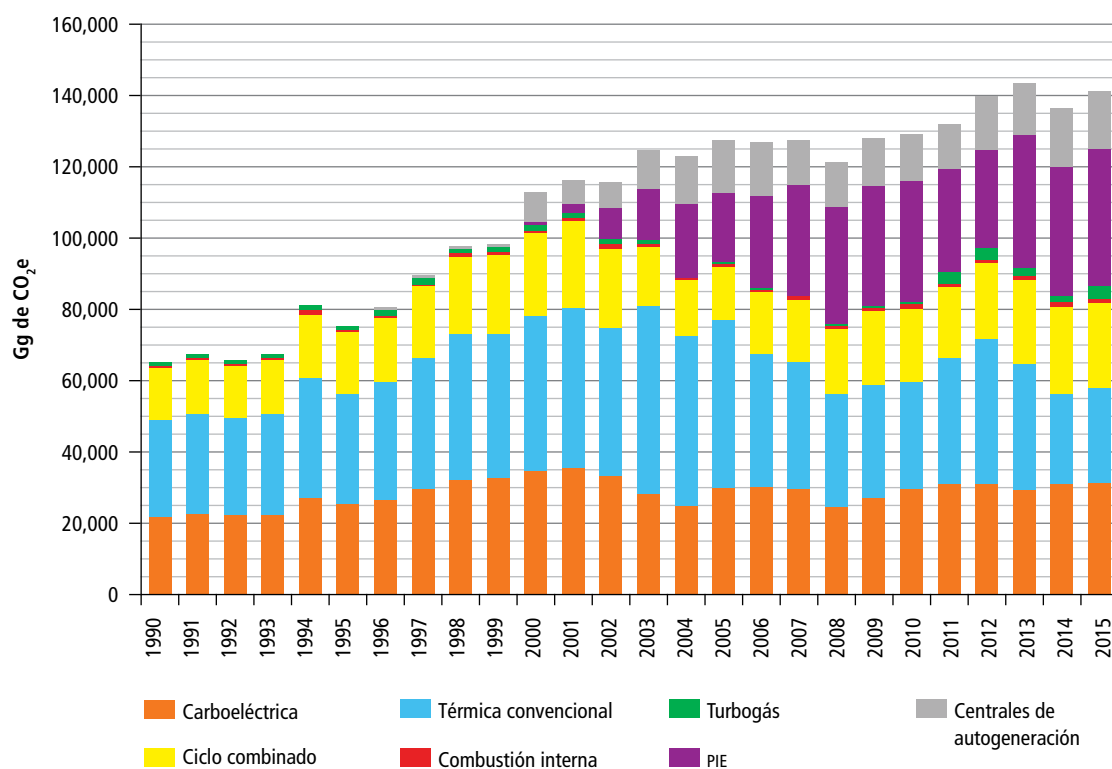


Tabla 3.6. Emisiones de GEI por tecnología de generación energía eléctrica, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Carboeléctrica	21,834	25,225	34,824	30,362	29,349	31,505	31,374	29,330	31,538	31,876
Ciclo combinado	14,707	16,991	23,457	15,111	20,750	20,027	21,294	23,502	24,514	24,342
Combustión interna	554	639	883	491	817	769	756	982	932	1,100
Térmica convencional	27,116	31,326	43,247	46,840	30,697	35,167	40,599	35,445	25,168	26,057
Turbogás	984	1,137	1,569	406	355	3,017	3,172	2,572	1,847	3,457
PIE	-	-	571	20,019	34,470	29,112	27,700	37,223	36,416	38,290
Centrales de autogeneración	-	-	8,249	14,438	12,512	12,546	14,778	14,577	16,145	16,605

Figura 3.5. Emisiones de GEI por tipo de tecnología para generación de energía eléctrica, 1990 a 2015



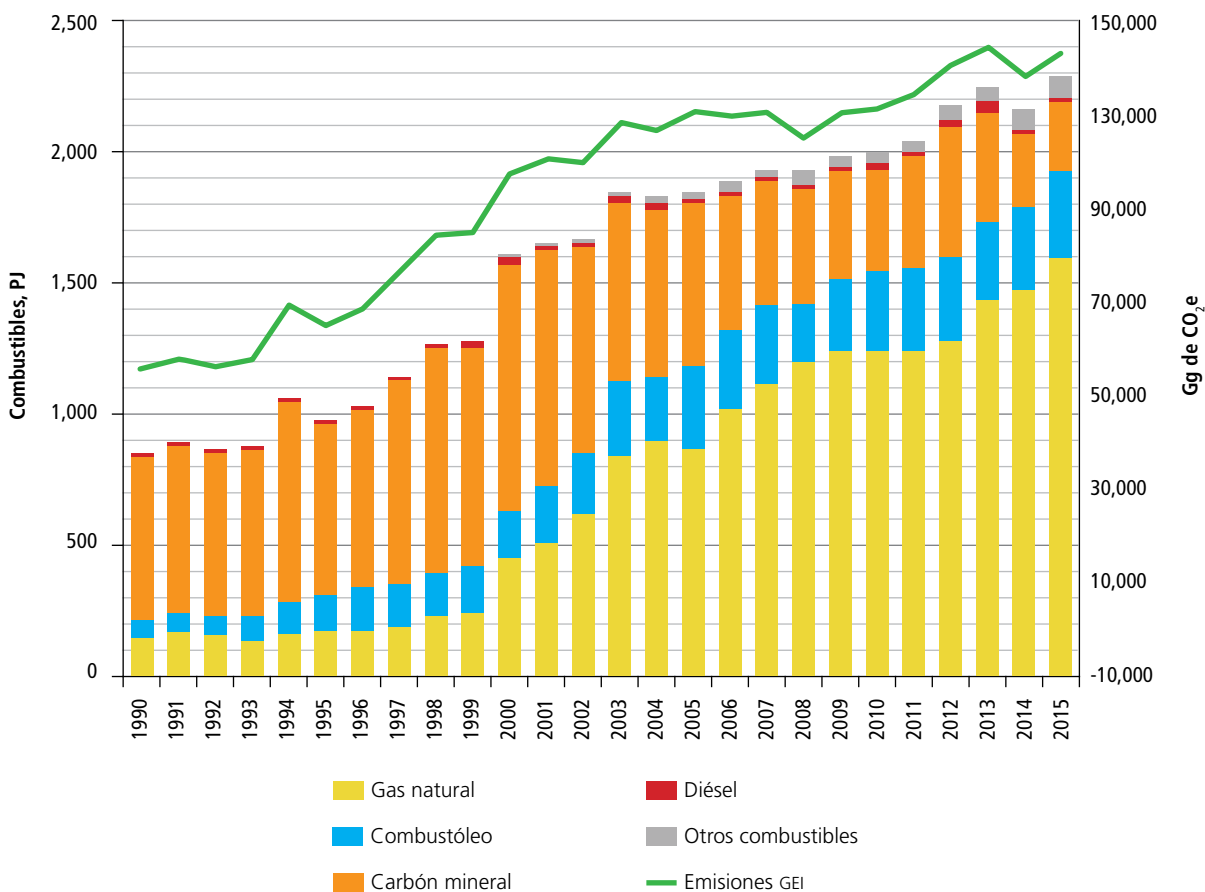
El consumo de los diferentes combustibles ha variado dentro del periodo 1990-2015 de la siguiente manera: el carbón mineral aumentó 349% con una  $\tau$ MA de 6.2%; el combustóleo disminuyó

59% con una  $\tau$ MA negativa de 3.5%; el diésel aumento 35% con una  $\tau$ MA de 1.2%, y el gas natural aumentó 1031% con una  $\tau$ MA de 10.2% (Tabla 3.7 y Figura 3.6).

Tabla 3.7. Tendencias del consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, 1990-2015

	PJ										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Carbón mineral	73.40	135.24	176.68	313.28	304.89	327.28	325.77	305.51	327.75	329.77	
Combustóleo	626.54	661.86	941.25	623.72	388.82	424.69	494.52	412.62	275.01	257.74	
Diésel	14.29	9.56	32.96	16.88	18.85	21.01	30.42	32.73	19.86	19.25	
Gas natural	141.77	170.97	448.62	871.48	1,242.98	1,233.13	1,276.01	1,438.48	1,467.85	1,602.87	
Otros combustibles	-	-	7.60	18.18	45.66	38.97	52.07	59.52	77.39	76.28	

Figura 3.6 . Consumo energético y emisiones de GEI por generación de energía eléctrica, 1990-2015



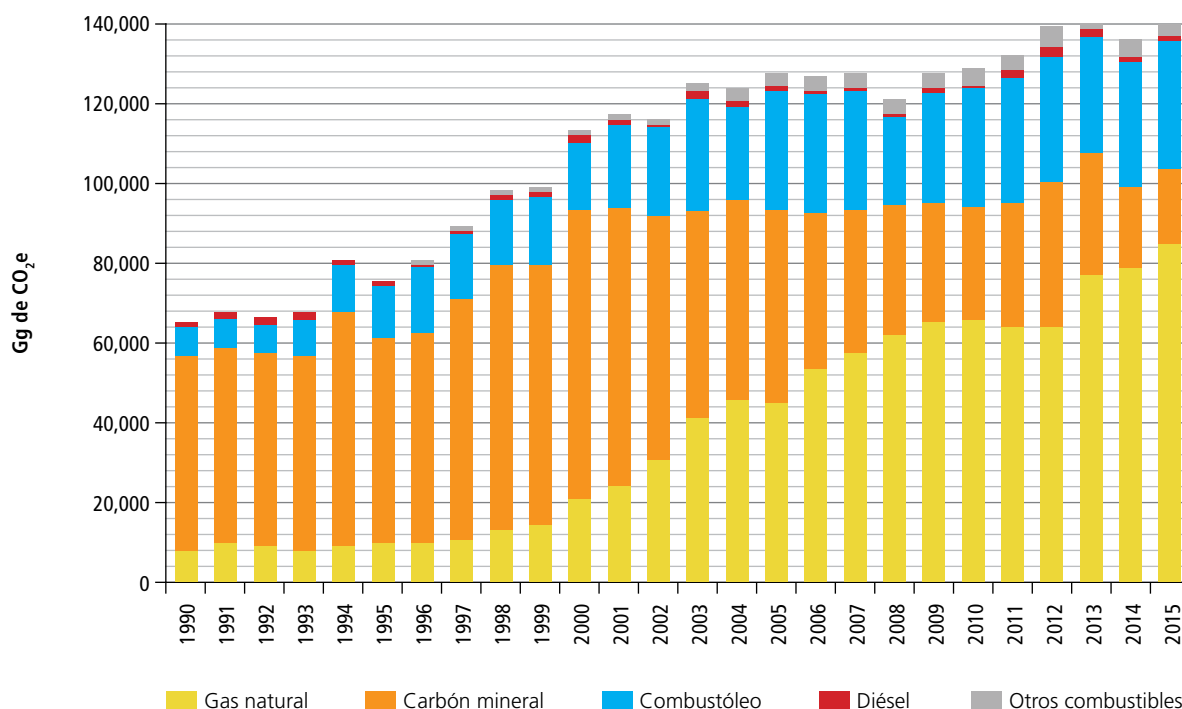
En el periodo 1990-2015, las emisiones de GEI relacionadas con los diferentes combustibles utilizados aumentaron, para el carbón mineral, con una TCMA de 6.19%, y para el gas natural con una TCMA de 9.66%, mientras que se ha observado reducción de emisiones de GEI para el combustóleo, con una TCMA negativa de 3.72%, y para el diésel, con una TCMA de 0.75% (Tabla 3.8 y Figura 3.7).

Las emisiones de GEI para el sector se estimaron de acuerdo con la metodología IPCC 2006, con nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> (con excepción de carbón bituminoso) y nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. En ambos métodos se utiliza la **Ecuación 1, Anexo E [1]**, a partir de los datos de actividad que se muestran en la **Tabla 1, Anexo D [1]**.

Tabla 3.8. Emisiones de GEI por tipo de combustible para generación de energía eléctrica, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Carbón mineral	7,084.78	13,054.55	17,054.43	30,220.67	29,416.12	31,581.042	31,435.25	29,474.01	31,567.26	31,828.64
Combustóleo	48,536.56	51,272.57	72,640.64	47,729.10	28,499.88	30,951.72	36,615.53	30,827.69	20,244.68	18,794.38
Diésel	1,035.12	692.71	1,846.29	1,163.80	1,277.92	1,489.90	2,167.75	1,979.70	1,225.87	1,248.53
Gas natural	8,539.41	10,398.61	21,189.98	45,691.80	66,124.12	64,641.50	64,270.48	77,211.42	79,078.04	85,549.32
Otros combustibles	-	-	65.38	2,791.02	3,585.29	3,268.74	4,824.14	3,776.82	4,110.56	3,976.96

Figura 3.7. Emisiones de GEI por tipo de combustible, 1990-2015



Para la subcategoría de generación de energía eléctrica, en el método de nivel 1 para carbón bituminoso, el factor de emisión utilizado para CO<sub>2</sub> se tomó del Cuadro 2.2 de las *Directrices del IPCC 2006*. En el método 2 los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para el combustóleo, diésel y gas natural se tomaron del informe técnico INECC/A1-008 /2014 realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC 2014); para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión utilizados se tomaron de IPCC 2006 (**Tabla 1, Anexo E [1]**).

### 3.2.1.2. [1A1b] Refinación de petróleo

Se incluye la combustión de energéticos primarios y secundarios para obtener vapor y energía en la refinación de petróleo.

Esta fuente comprende las emisiones directas de equipos de combustión en servicios para refinación de petróleo, como autogeneración de electricidad y calor, así como calderas, calentadores, hornos, generadores de vapor, motores de combustión interna, bombas, turbinas, compresores, bombas contra incendio y la combustión para el funcionamiento de oxidadores térmicos, hornos de calcinación de coque, etc., destinados a la producción, en el sistema nacional de refinación de petrolíferos como gasolina, turbosina, queroseno, diésel, gas licuado de petróleo, combustóleo y coque de petróleo, así como grasas y lubricantes.

Las emisiones por quema de combustible de la subcategoría de refinación aumentaron 2.10%, con una TCMA de 0.08%, al pasar de 11,582.26 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 11,815.40 Gg de CO<sub>2</sub>e (±6.2%) en 2015 (**Tabla 3.9 y Figura 3.8**).

En 2015, el CO<sub>2</sub> fue el principal gas de efecto invernadero para esta subcategoría y representó 99.84%; la fracción restante correspondió a CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

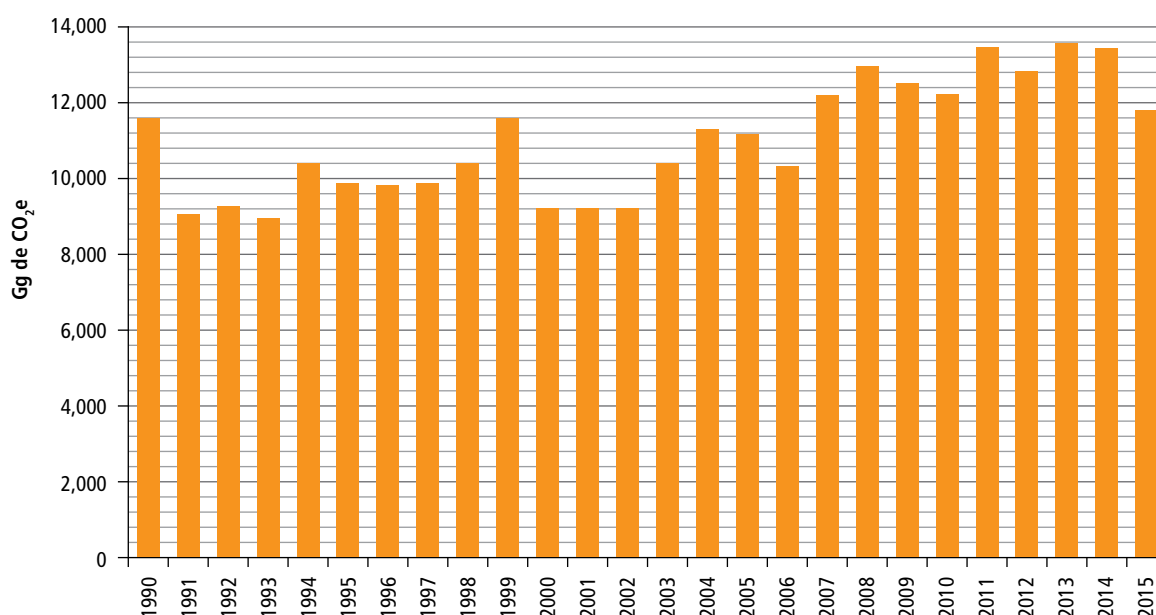
Las emisiones de GEI se calcularon siguiendo las *Directrices del IPCC 2006*, a partir del consumo de los diferentes combustibles utilizados por el sector en forma global de 1990 a 2015, registrados como *consumo propio* en el balance por producto del Balance Nacional de Energía, emitido por la Secretaría de Energía y utilizando, para el caso del dióxido de carbono, factores de emisión específicos para cada combustible, basados en la determinación en laboratorio del contenido de carbono por unidad de energía. Este método es consistente con el nivel 2 de las citadas directrices, ya que se utilizaron las estadísticas nacionales de energía, junto con los factores de emisión específicos del país, en lo posible derivados de las características nacionales del combustible, y tal como se muestra en el árbol de decisiones de acuerdo a la **Figura 2.1** de las *Directrices del IPCC 2006*.

Las emisiones de metano y óxido nitroso se calcularon también a partir del consumo de los diferentes combustibles utilizados por el sector en forma global de 1990 a 2015, registrados como *consumo propio* en el balance por producto del Balance Nacional de Energía (**Ecuación E2, Anexo E [1] y Tabla 3.2, Anexo D [1]**), pero utilizando los factores de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*, por lo que se suscribe al nivel 1 de las citadas directrices para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O y un nivel 2 para CO<sub>2</sub> utilizando los factores de emisiones del estudio del IMP (**Tabla 3.2, Anexo E [1]**).

Tabla 3.9. Emisiones de GEI por quema de combustibles en refinación de petróleo, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	11,550.92	9,852.87	9,226.64	11,153.71	12,216.36	13,473.46	12,835.10	13,570.17	13,454.59	11,796.92
CH <sub>4</sub>	11.13	9.11	7.48	8.61	9.00	9.83	8.84	9.38	9.35	7.71
N <sub>2</sub> O	20.20	16.21	12.34	13.74	13.90	15.08	12.93	13.78	13.78	10.77
Total	11,582.26	9,878.19	9,246.46	11,176.06	12,239.26	13,498.38	12,856.87	13,593.33	13,477.71	11,815.40

Figura 3.8. Emisiones de GEI por quema de combustibles, fuente de refinación de petróleo, 1990-2015



### 3.2.1.3 [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias

Esta subcategoría está representada por las fuentes de emisión provenientes de la manufactura de combustibles sólidos [1A1ci] y de otras industrias de la energía [1A1cii]; en este último se consideran las actividades de PEMEX Exploración y Producción (PEP), proceso, transporte y distribución, y transporte por gasoductos. En 2015 se generaron 27,696.99 Gg de CO<sub>2</sub>e (±6.8%), que representaron un incremento de 3.8% con respecto a 1990, a una TCMA de 0.3 por ciento.

#### 3.2.1.3.1 [1A1ci] Manufactura de combustibles sólidos

En esta fuente se estiman las emisiones provenientes de la producción de coque metalúrgico sólido obtenido principalmente de la calcinación de carbón mineral a altas temperaturas. La metodología se explica dentro del Vol. 3 de IPCC 2006 de procesos industriales, pero se indica que sus emisiones deben ser informadas dentro del sector [1] Energía.

El proceso en el horno de coque genera emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>.

En 2015 se generaron 1,238.14 Gg de CO<sub>2</sub>e. En 1990 las emisiones estimadas de esta fuente fueron 1,192.35 Gg de CO<sub>2</sub>e; el aumento fue de 3.8% en el periodo, con una TCMA de 0.2 por ciento.

Se cuenta con información de producción de coque de carbón (**Tabla E3, Anexo D [1]**). Por ello se utiliza el nivel 1 de la metodología del IPCC 2006, que consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por las toneladas de coque (**Ecuación 3, Anexo E [1]**).

Para la cuantificación de las emisiones se utilizan los factores por defecto para CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> propuestos por IPCC 2006 (**Tabla E3, Anexo E [1]**).

Para efectos de aseguramiento y control de la calidad, en el taller del 22 de mayo de 2017, en presencia de representantes de la industria, se compartió la metodología empleada para la estimación de las emisiones asociadas con la producción de hierro y acero, y se hicieron comentarios en torno de las consideraciones metodológicas de los procesos. Con el mismo propósito, el equipo de trabajo

del INECC sostuvo reuniones con representantes de la Cámara Nacional de Acero para revisar en forma conjunta las estimaciones realizadas.

### 3.2.1.3.2 [1A1cii] Otras industrias de la energía

Las emisiones de gases de efecto invernadero en esta fuente son originadas por quema de combustibles en actividades que van desde exploración y producción de petróleo y gas y el procesamiento de éste, hasta transporte y distribución de petrolíferos. La cantidad reportada en el balance nacional de energía incluye lo correspondiente al transporte en gasoductos [1A3ei].

Comprende equipos de combustión en servicios para exploración y extracción de petróleo y gas de los yacimientos como equipo de perforación fijo y móvil, calentadores, calderas y generadores de vapor, rehervidores, regeneradores de glicol para deshidratadores; compresores recíprocos, turbinas, equipo para preparación del sitio, excavación y construcción de pozos e infraestructura

Asimismo, equipos de combustión en servicios para proceso de gas como: calderas, calentadores, hornos, rehervidores, generadores de vapor, bombas, generadores con motores de combustión interna, compresores recíprocos, autogeneración

de electricidad (turbinas y motogeneradores), turbinas y compresores a gas, combustión para oxidadores térmicos de los Complejos Procesadores de Gas, para la producción de gas natural seco, etano, gas licuado de petróleo, naftas o gasolinas ligeras y azufre.

De 1990 a 2015, las emisiones de gases de efecto invernadero por actividades de quema del combustible en [1A1cii] Otras industrias de la energía y [1A3ei] Transporte en gasoductos aumentaron 6.84%, con una TCMA de 0.25%, pasando de 24,764.76 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 26,458.85 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015 (**Tabla 3.11** y **Figura 3.9**).

El dióxido de carbono es el principal gas de efecto invernadero para esta fuente y representa 99.94 por ciento. La fracción restante corresponde a metano y óxido nitroso.

Las emisiones de gases de efecto invernadero y la serie histórica se calcularon siguiendo las *Directrices del IPCC 2006*, a partir del consumo de los diferentes combustibles utilizados por el sector en forma global de 1990 a 2015, registrados como *consumo propio* en el Balance Nacional de Energía, emitido por la Secretaría de Energía y utilizando, para el caso del dióxido de carbono, factores de emisión específicos para cada combustible, basados en la determinación en laboratorio del contenido de carbono por unidad de energía (INECC, 2014).

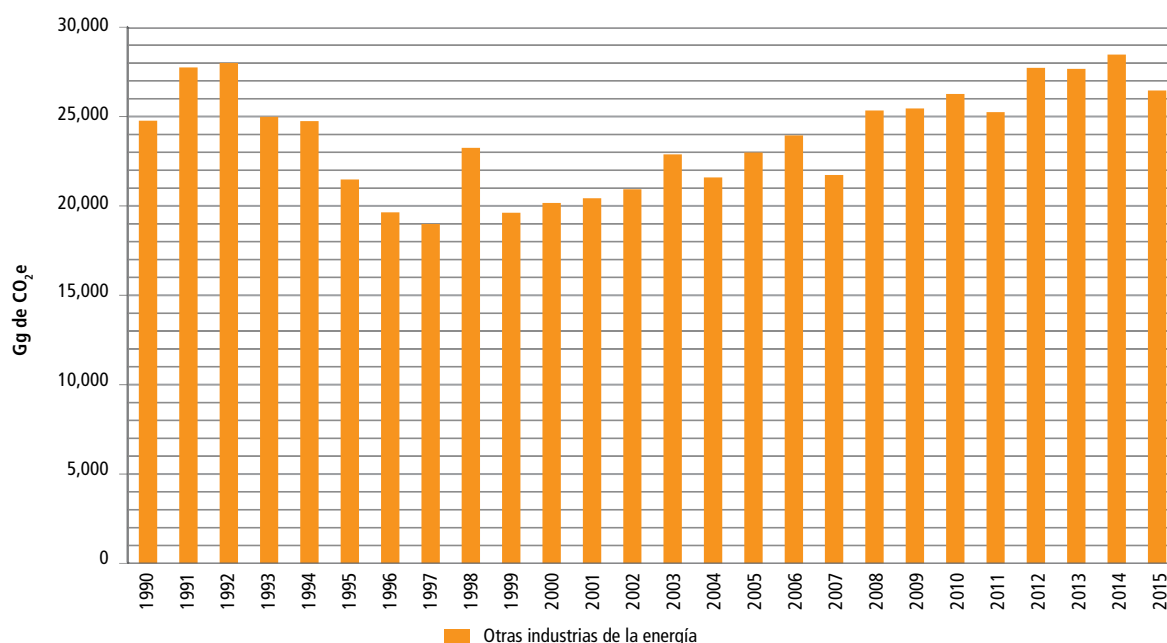
Tabla 3.10. Emisiones por la producción de coque de carbón, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1,192.35	1,142.53	1,528.99	1,002.95	1,326.57	1,303.94	1,358.48	1,375.16	1,450.58	1,238.14

Tabla 3.11 Emisiones de GEI por quema de combustibles, en la fuente Otras industrias de la energía, 1990-2015\*

Gg de CO <sub>2</sub> e										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2015	2015
CO <sub>2</sub>	24,719.11	21,442.80	20,134.35	22,947.53	26,221.32	25,208.95	27,680.21	27,628.23	28,418.20	26,422.74
CH <sub>4</sub>	18.17	14.11	12.54	13.61	16.2	14.24	16.48	16.23	17.51	15.93
N <sub>2</sub> O	27.49	19.59	16.49	16.99	21.07	16.83	20.6	19.99	22.7	20.18
Total	24,764.76	21,476.50	20,163.37	22,978.13	26,258.60	25,240.02	27,717.28	27,664.45	28,458.42	26,458.85

Figura 3.9. Emisiones de GEI por quema de combustibles, en la fuente Otras industrias de la energía, 1990-2015\*



\* Originadas por quema de combustible en actividades de exploración y producción de petróleo y gas; el proceso de gas, transporte y distribución de petrolíferos. Incluye [1A3ei] Transporte en gasoductos.

Este método es consistente con el nivel 2 de las citadas directrices, ya que, como dato de actividad, se utilizaron las estadísticas nacionales de energía y los factores de emisión específicos del país, en lo posible derivados de las características nacionales del combustible, y tal como se muestra en el árbol de decisiones de acuerdo a la **Figura 2.1** de las *Directrices del IPCC 2006*. La determinación de las

emisiones de metano y óxido nítrico se calculó también a partir del consumo de los diferentes combustibles utilizados por la fuente en forma global de 1990 a 2015, registrados como *consumo propio* en el balance por producto del Balance Nacional de Energía, pero utilizando los factores de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*, por lo que se suscribe al nivel 1 de éstas.

### 3.2.2 [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción

En esta fuente se estiman las emisiones por la quema de combustibles en la industria (**Tabla 12**). Incluye la quema para generación de electricidad y calor para el uso propio en

industrias. La información que proporciona SENER en el SIE para industria ya incluye dicho consumo de combustibles (**Tablas D6 a la D21, Anexo D [1]**).



En 2015 se generaron 63,490.2 Gg de CO<sub>2</sub>e (±4%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 50,829.57 de CO<sub>2</sub>e; entonces, el aumento en las emisiones de CO<sub>2</sub>e en el periodo 1990-2015 fue de 24.9%, a una TCMA de 0.9 por ciento.

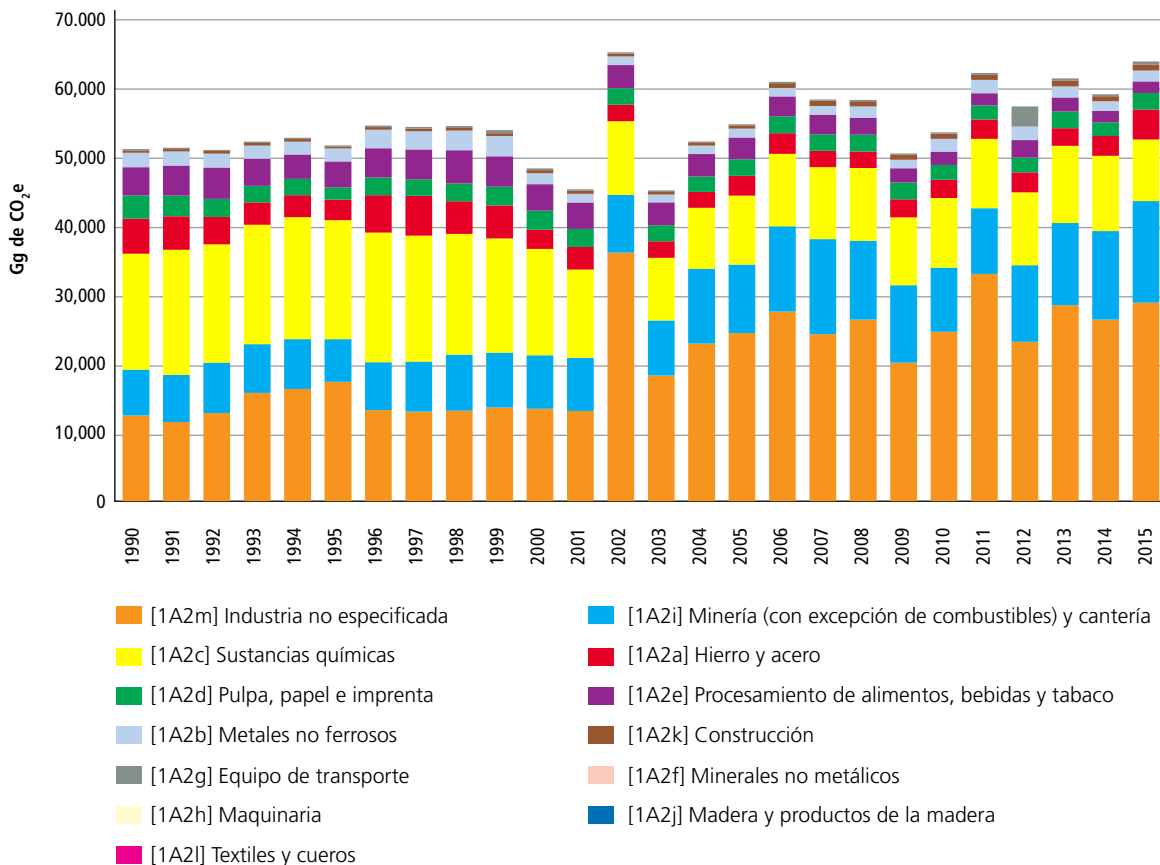
El consumo de combustible utilizado en 2015 para industria no especificada [1A2m] Fabricación de vidrio, productos de hule, otras ramas, tuvo una participación de 45.1% en las emisiones de esta subcategoría. Le siguió la mi-

nería [1A2i] Cemento, con 23.1%; [1A2c] Sustancias químicas (PEMEX Petroquímica, industria química y fabricación de fertilizantes), 14%; [1A2a] Hierro y acero, 6.8%; [1A2d] Pulpa y papel, 3.8%; [1A2e] Procesamiento de bebidas y tabaco (fabricación de azúcares, elaboración de refrescos, hielo y bebidas, elaboración de tabaco y elaboración de cerveza), 2.6%; [1A2b] Metales no ferrosos (minería de metales y no metálicos), 2.5%; [1A2k] Construcción, 1.4%, y [1A2g] Equipo de transporte, 0.7% (**Figura 10**).

Tabla 3.12. Emisiones de GEI provenientes de la industria de la manufactura y la construcción, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
50,829.57	51,356.07	48,027.46	54,404.52	53,258.60	61,831.48	56,988.90	61,042.94	58,726.24	63,490.20

Figura 3.10 Emisiones de la industria de la manufactura y de la construcción, 1990-2015



Las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) para la subcategoría se estimaron de acuerdo con la metodología de IPCC 2006, utilizando un método de nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> y un método de nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

Del balance nacional de energía para la industria del hierro y acero se descontó el gas natural utilizado en proceso (Anexo E. [2C1]). En la industria del cemento se estimó el uso de combustibles alternativos basados en las emisiones de consumo de combustible y producción, por un porcentaje derivado de un análisis de las Cédulas de Operación Anual 2013, reportadas a la

SEMARNAT por industrias de las actividades de producción de cemento.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se cuantificaron mediante factores de emisión propios del país para los combustibles usados en México (INECC, 2014). Para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se utilizaron los valores por defecto del IPCC para la industria de la manufactura y la construcción (Tabla E4, Anexo E [1]).

Se recomienda realizar un ejercicio con SENER para homologar la clasificación de ISIC utilizada por IPCC 2006, con la del balance nacional de energía, para la correcta ubicación de las emisiones que se estiman en el inventario.

### 3.2.3 [1A3] Transporte

En esta subcategoría se incluyen las emisiones de GEI procedentes de la combustión de combustibles fósiles utilizados en las actividades de transporte aéreo, terrestre y marítimo. Las emisiones del sector se incrementaron en el periodo 1990-2015 en 83.2%, con una TCMA de 2.45%, alcanzando

en 2015 un total de 171,355 Gg de CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de ±4.04 por ciento. El sector autotransporte contribuyó con 93.3% de las emisiones totales; la aviación civil con 3.7%; la navegación marítima y fluvial, con 1.5%, y los ferrocarriles con 1.4% (Tabla 13 y Figuras 11 y 12).

Tabla 3.13. Emisiones de GEI por transporte, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Autotransporte	86,078	93,929	105,967	130,067	154,905	157,711	158,223	155,195	153,473	159,944
Aviación civil	3,311	4,937	5,636	4,934	5,005	4,824	5,084	5,318	5,658	6,285
Navegación marítima y fluvial	2,005	1,783	3,768	2,418	2,218	2,639	2,405	2,116	2,161	2,651
Ferrocarriles	2,146	1,819	1,837	1,885	2,097	2,302	2,111	2,130	2,111	2,475
Total	93,538	102,468	117,208	139,304	164,225	167,476	167,823	164,759	163,403	171,355

Figura 3.11. Emisiones de GEI por transporte, 1990-2015

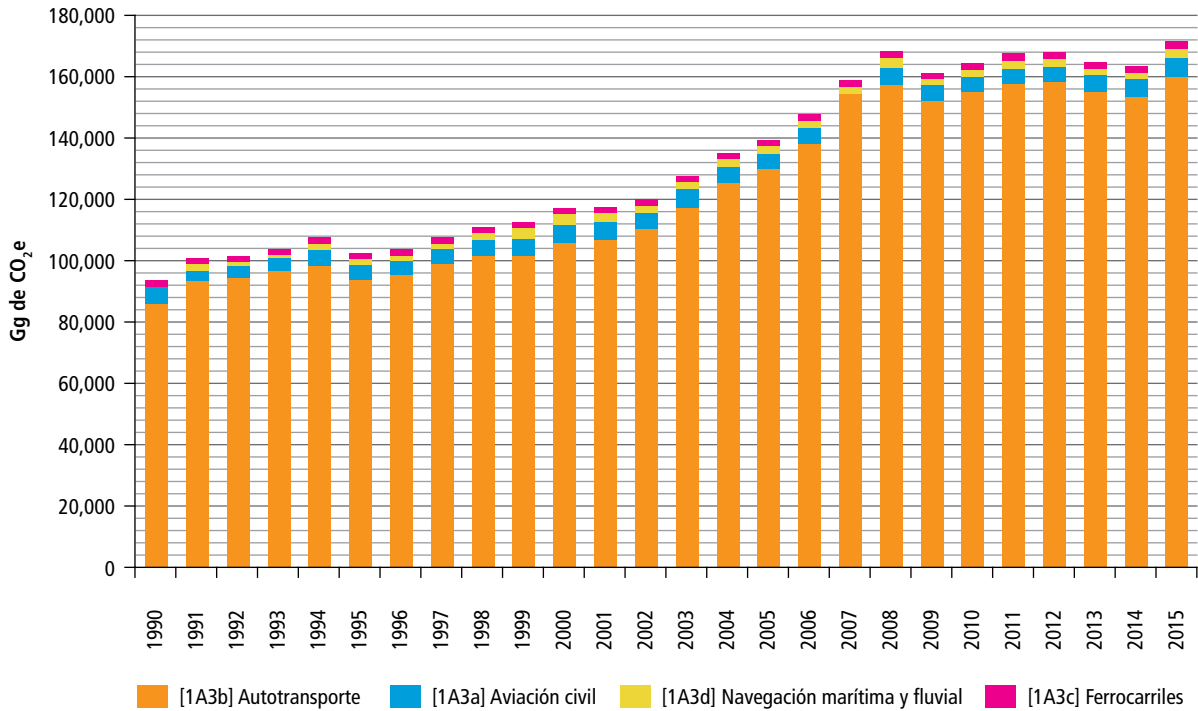
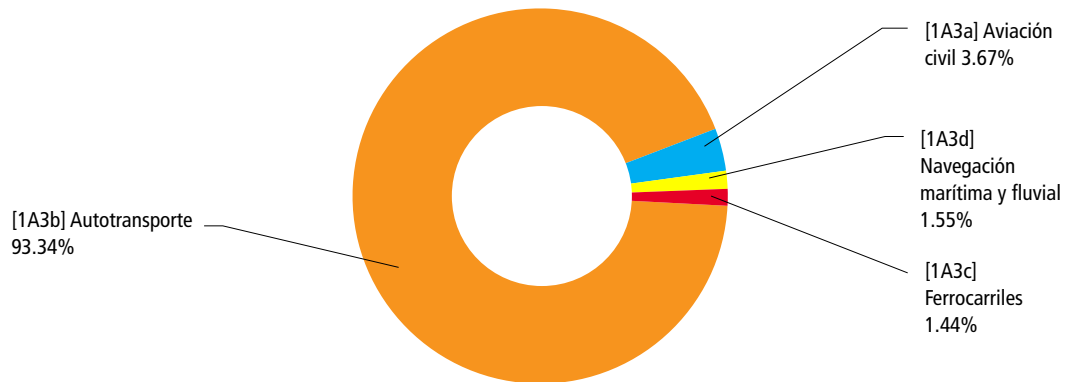


Figura 3.12. Participación del transporte en las emisiones de GEI, 2015



En el periodo 1990-2015, el consumo de los diferentes combustibles por el transporte varió de la siguiente manera: el combustóleo disminuyó en 95% con una TCMA negativa de 11.3%; el diésel aumentó en 101% con una TCMA de 2.82%; el gas licuado aumentó en 248% con una TCMA

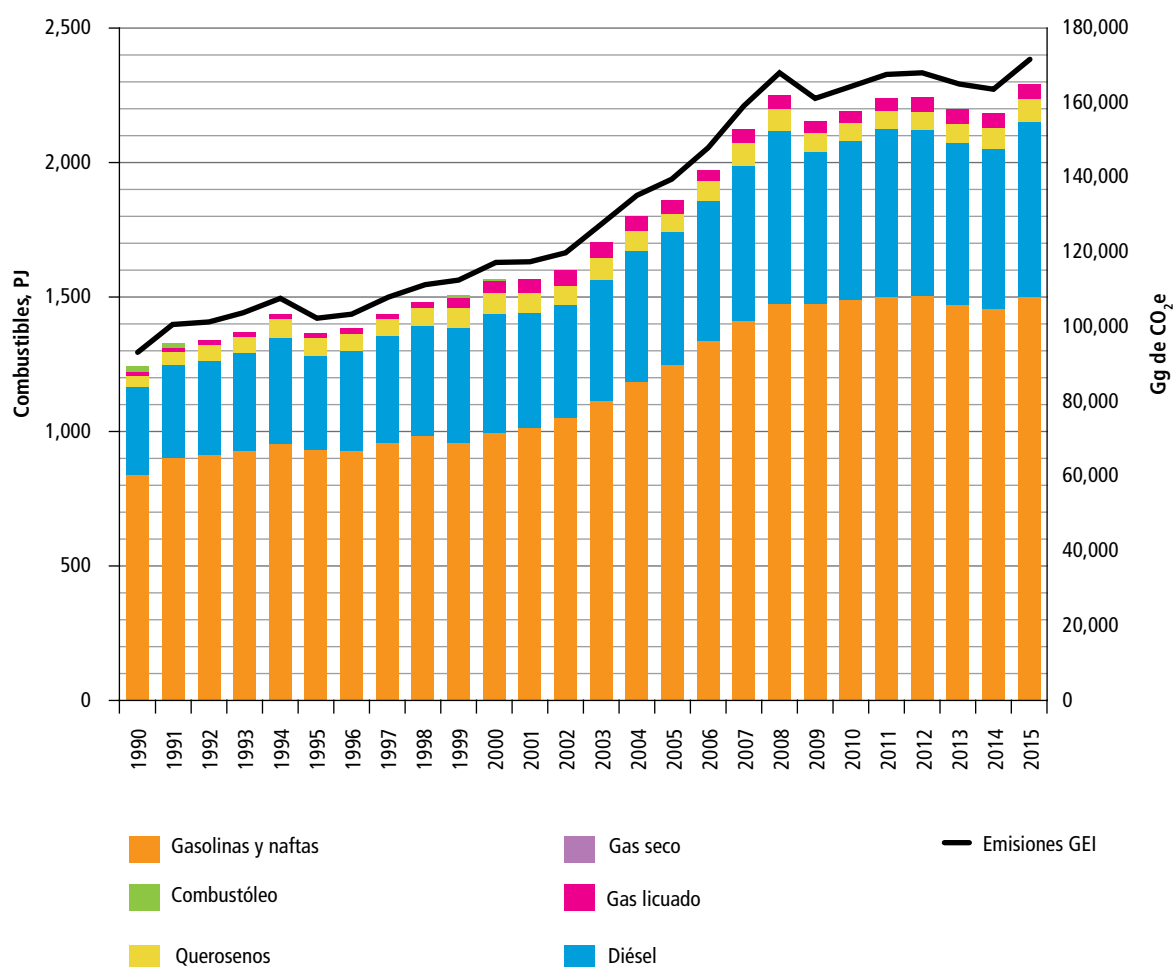
de 5.12%; el gas seco aumentó en 271% –respecto al 2000– con una TCMA de 9.13%; las gasolinas y naftas aumentaron en 78% con una TCMA de 2.35%, y los querosenos, a su vez, aumentaron en 93% con una TCMA de 2.67% (**Tabla 3.14** y **Figura 3.13**).

Tabla 3.14. Consumo energético por el transporte, 1990-2015\*

	PJ									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasolinas y naftas	838.95	931.64	997.78	1,248.57	1,491.90	1,501.86	1,506.20	1,471.59	1,455.20	1,498.21
Diésel	325.22	351.3	441.46	493.95	589.97	623.21	616.49	603.70	597.08	652.20
Querosenos	44.24	64.75	76.49	66.84	67.87	65.38	68.99	72.21	76.87	85.43
Gas licuado	15.24	18.56	45.28	48.69	41.36	44.85	50.15	54.10	54.03	53.09
Combustóleo	20.69	1.4	6.68	3.37	1.90	1.55	0.37	0.08	0.54	1.03
Gas seco	-	-	0.22	0.76	0.50	0.56	0.69	0.87	0.82	0.83
<b>Total</b>	<b>1,244.33</b>	<b>1,367.64</b>	<b>1,567.92</b>	<b>1,862.19</b>	<b>2,193.49</b>	<b>2,237.40</b>	<b>2,242.89</b>	<b>2,202.55</b>	<b>2,184.54</b>	<b>2,290.79</b>

\* Incluye autotransporte, aviación civil, ferrocarriles y navegación marítima y fluvial.

Figura 3.13. Consumo energético y emisiones de GEI por Transporte



\* Incluye autotransporte, aviación civil, ferrocarriles y navegación marítima y fluvial.

Para el año 2015, la participación en el consumo de los combustibles utilizados en la subcategoría transporte fue de 65.4% para gasolinas y naftas, 28.5% para diésel, 3.7% para querosenos, 2.3% para combustóleo, 0.05% para gas licuado y 0.04% para gas seco (Figura 3.14).

Las emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ) para el sector se estimaron conforme a la metodología del IPCC 2006, con un método de nivel 2 para las emisiones de  $\text{CO}_2$  y un método de nivel 1 para las emisiones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$ . En ambos métodos se utilizó la **Ecuación 4, Anexo E [1]**.

En la subcategoría transporte, al hacer el cálculo del  $\text{CO}_2$  por el consumo de combustóleo, diésel, gas licuado, gas seco, querosenos, gasolinas y naftas, se usó el factor de emisión propio para México, según el informe técnico INECC/A1-008/2014, realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014) (**Tablas 3.5 a la 3.8, Anexo E [1]**); en consecuencia, de acuerdo con el IPCC, esta estimación tiene un nivel 2. Por otro lado, las estimaciones de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  se cuantificaron usando el método de

nivel 1; los factores de emisión utilizados se tomaron de las *Directrices* del IPCC 2006.

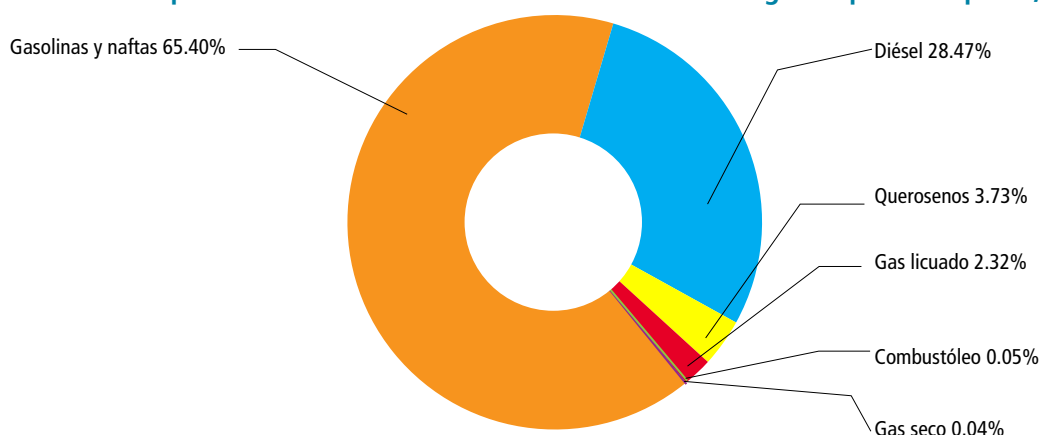
### 1.2.3.1 [1A3a] Aviación civil

#### 1.2.3.1.1 [1A3ai] Aviación internacional

Según las *Directrices* del IPCC, las emisiones procedentes de la aviación y navegación internacional se informarán en forma separada de la contabilidad del inventario nacional. Sólo se consideran emisiones del transporte aéreo internacional cuando la aeronave carga combustible en el país y hace escala en el mismo antes de que su destino final sea algún lugar en el extranjero. Por este motivo, fue necesario desglosar el uso de combustible en componentes nacionales e internacionales (**Tablas D22 y D23, Anexo D [1]**).

Las emisiones de 2015 crecieron 136.5% respecto de las de 1990, pasando de 2,068.32 a 4,892.57 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ . La  $\text{TCMA}$  fue de 3.5% (**Tabla 3.15, Figura 3.15**).

Figura 3.14. Participación de los combustibles en el consumo energético por transporte, 2015\*

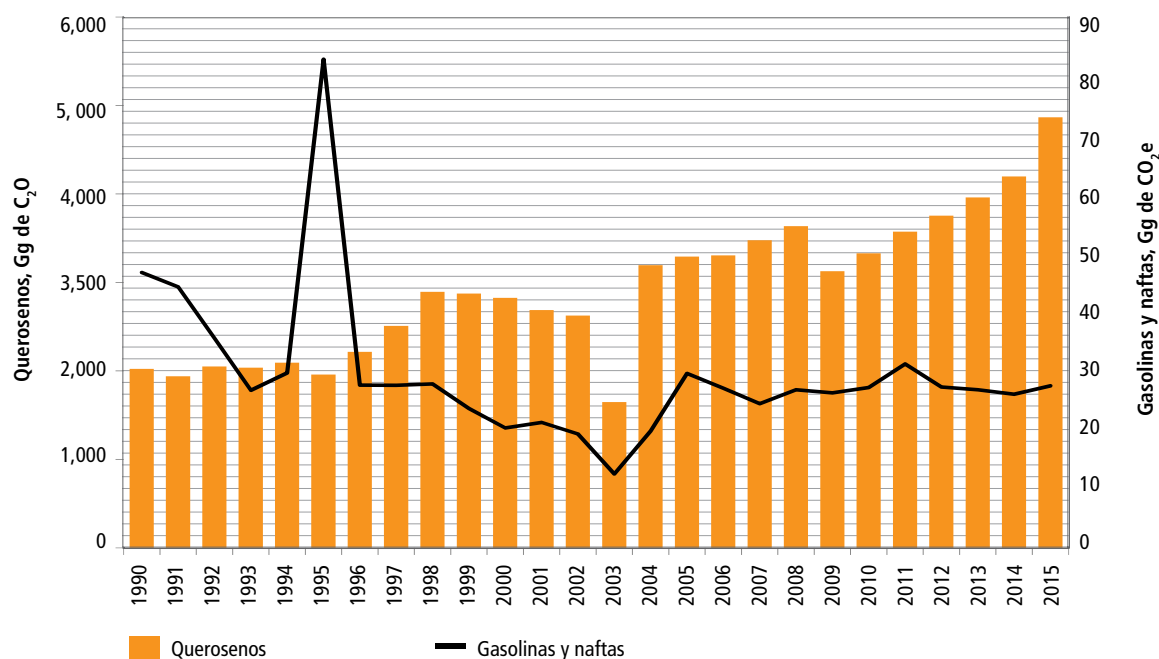


\* Incluye autotransporte, aviación civil, ferrocarriles y navegación tina y fluvial.

Tabla 3.15. Emisiones de GEI por la aviación civil internacional, 1990-2015

	Gg de $\text{CO}_2\text{e}$									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Gasolinas y naftas	46.69	82.84	20.33	29.56	27.18	31.17	27.28	26.79	26.05	27.47
Querosenos	2,021.63	1,958.96	2,825.00	3,291.13	3,328.30	3,574.19	3,754.27	3,959.53	4,197.95	4,865.10
Total	2,068.32	2,041.81	2,845.33	3,320.70	3,355.48	3,605.36	3,781.55	3,986.33	4,223.99	4,892.57

Figura 3.15. Emisiones de GEI por la aviación civil internacional, 1990-2015



### 3.2.3.1.2 [1A3aii] Aviación civil nacional

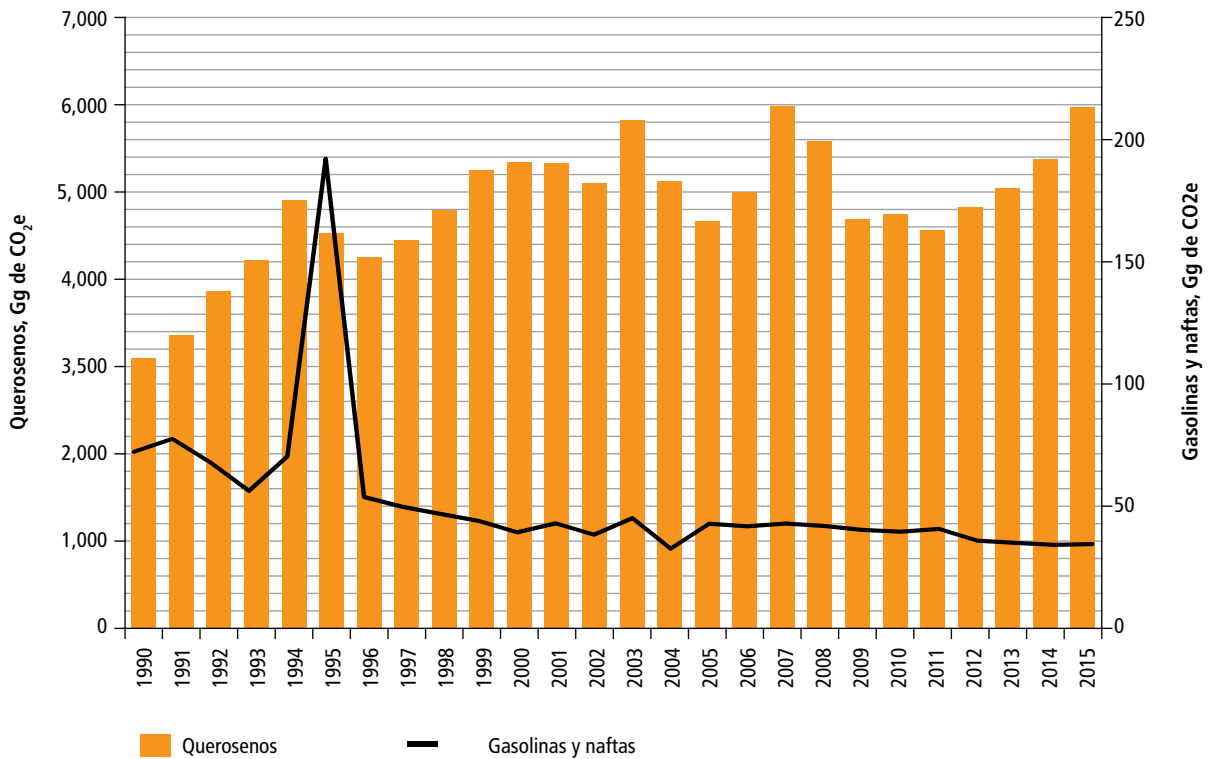
En 2015, la aviación civil nacional generó 6,285 Gg de CO<sub>2</sub>e. De esa cantidad, 6,238 Gg de CO<sub>2</sub>e (99%) correspondieron a CO<sub>2</sub>, con una incertidumbre de 4.99%; 46 Gg de CO<sub>2</sub>e (0.73%), a N<sub>2</sub>O, con una

incertidumbre de 109.5%, y 1 Gg de CO<sub>2</sub>e (0.02%) a CH<sub>4</sub>, con una incertidumbre de 78.22 por ciento. Para el periodo 1990-2015, el crecimiento de las emisiones de GEI estimadas en esta fuente fue 89% con una TCMA de 2.59% (Tabla 3.16 y Figura 3.16), para consultar los datos de actividad, ver Tabla D24, Anexo D [1].

Tabla 3.16. Emisiones de GEI por la aviación civil nacional, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	3,286	4,901	5,594	4,897	4,968	4,788	5,046	5,279	5,616	6,238
CH <sub>4</sub>	0.63	0.94	1.08	0.94	0.96	0.92	0.97	1.02	1.08	1.20
N <sub>2</sub> O	24	35	41	36	36	35	37	38	41	46
Total	3,311	4,937	5,636	4,934	5,005	4,824	5,084	5,318	5,658	6,285

Figura 3.16. Emisiones de GEI por aviación civil nacional, 1990-2015



### 3.2.3.2 [1A3b] Autotransporte

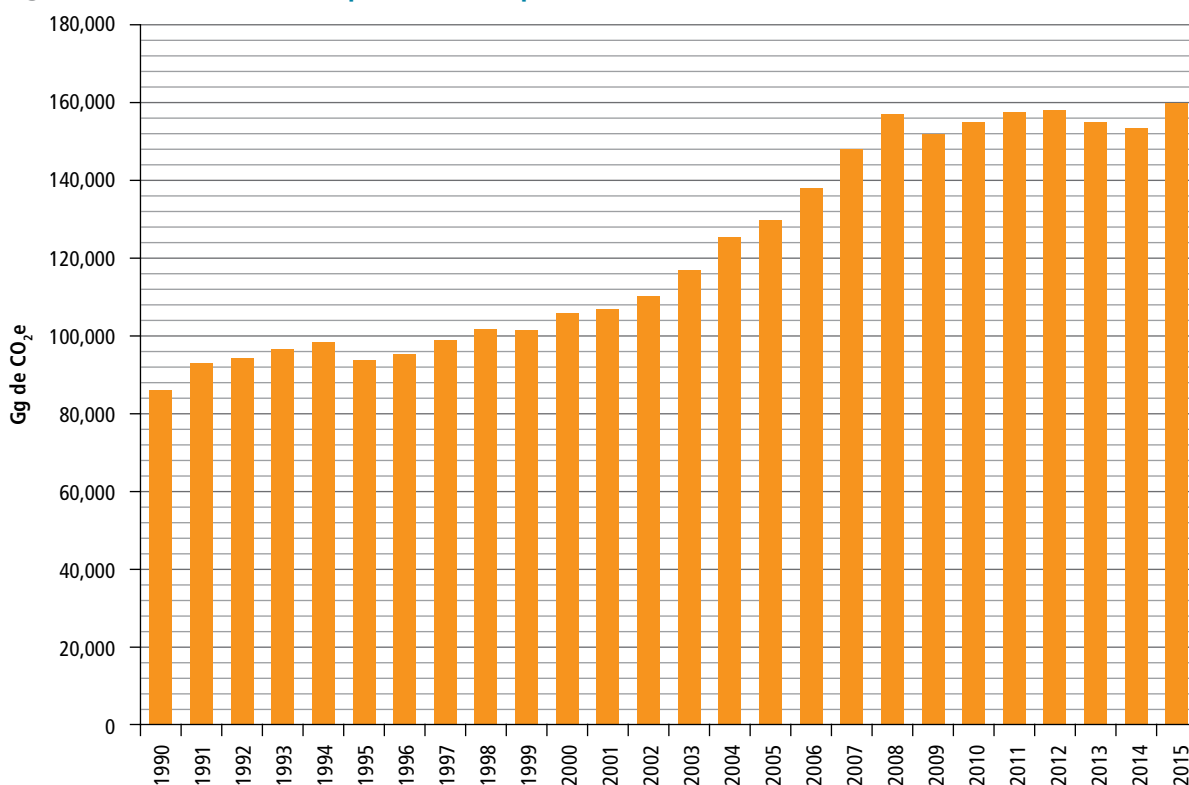
En 2015, el autotransporte generó 159,944 Gg de CO<sub>2</sub>e. De esa cantidad, 98% (156,754 Gg de CO<sub>2</sub>e) fue CO<sub>2</sub> (incertidumbre de 3.93%). El metano alcanzó 318 Gg de CO<sub>2</sub>e (0.2%) con una incertidumbre de 81.39%, y el óxido nítrico, 2,872

Gg de CO<sub>2</sub>e (1.8%) con una incertidumbre de 108.36 por ciento. En el periodo 1990-2015, el crecimiento de las emisiones de GEI estimadas en esta fuente fue 89% con una TCMA de 2.5% (**Tabla 3.17** y **Figura 3.17**); para consultar los datos de actividad, ver **Tabla 25, Anexo D [1]**.

Tabla 3.17. Emisiones de GEI por autotransporte

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	84,230	92,044	103,845	127,455	151,806	154,561	155,059	152,090	150,402	156,754
CH <sub>4</sub>	833	165	226	268	290	301	310	313	309	318
N <sub>2</sub> O	1,015	1,720	1,896	2,344	2,809	2,849	2,854	2,792	2,761	2,872
Total	86,078	93,929	105,967	130,067	154,905	157,711	158,223	155,195	153,473	159,944

Figura 3.17. Emisiones de GEI por autotransporte, 1990-2015



### 3.2.3.3 [1A3c] Ferrocarriles

En 2015, se generaron 2,475 Gg de CO<sub>2</sub>e, de los cuales 2,238 Gg de CO<sub>2</sub>e fueron dióxido de carbono (90%), con una incertidumbre de  $\pm 5.14\%$ ; 3.05 Gg de CO<sub>2</sub>e fueron metano (0.16%), con una incertidumbre de  $\pm 105.3\%$ , y 233 Gg de CO<sub>2</sub>e,

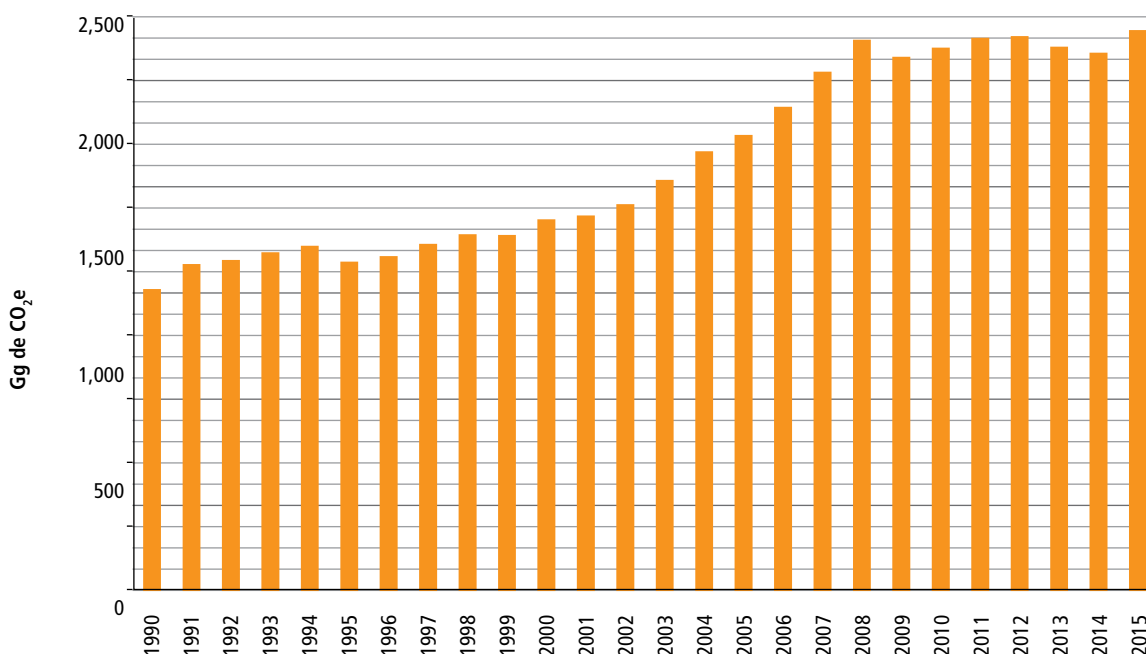
óxido nítrico (9.42%), con una incertidumbre de  $\pm 125.1$  por ciento. El crecimiento de las emisiones de GEI estimadas en esta fuente para el periodo 1990-2015 fue 15% con una TCMA de 0.6% (Tabla 3.18 y Figura 3.18); para consultar los datos de actividad, ver Tabla D26, Anexo D [1].

Tabla 3.18. Emisiones de GEI por ferrocarriles, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	1,941	1,645	1,662	1,705	1,897	2,083	1,910	1,927	1,909	2,238
CH <sub>4</sub>	3.10	2.62	2.54	2.65	2.72	3.03	3.32	3.05	3.07	3.05
N <sub>2</sub> O	202	171	172	177	197	216	198	200	199	233
Total	2,146	1,819	1,837	1,885	2,097	2,302	2,111	2,130	2,111	2,475



Figura 3.18. Emisiones de GEI por ferrocarriles, 1990-2015



### 3.2.3.4 [1A3d] Navegación marítima y fluvial

#### 3.2.3.4.1 [1A3di] Navegación marítima y fluvial internacional

No se considera la navegación internacional, ya que no se encontraron estadísticas de carga de combustible de embarcaciones internacionales en nuestro país.

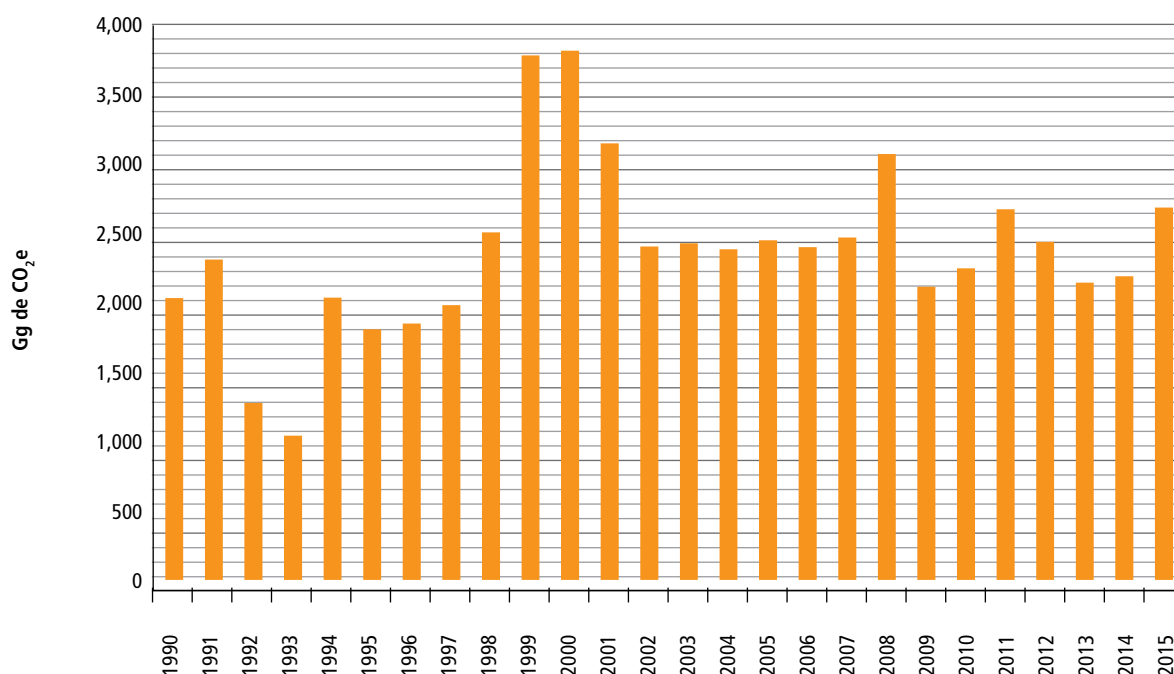
#### 3.2.3.4.2 [1A3dii] Navegación marítima y fluvial nacional

De los 2,651 Gg de CO<sub>2</sub>e generados en 2015, el dióxido de carbono alcanzó 2,625 Gg de CO<sub>2</sub>e (99%), con una incertidumbre de ±4.98%; el metano, 7 Gg de CO<sub>2</sub>e (0.27%), con una incertidumbre de ±48.83%, y el óxido nitroso, 19 Gg de CO<sub>2</sub>e (0.72%), con una incertidumbre de ±87.59 por ciento. Para el periodo 1990-2015, el crecimiento de las emisiones de GEI estimadas en esta fuente fue 32% con una TCMA de 1.12% (**Tabla 3.19** y **Figura 3.19**); para consultar los datos de actividad, ver **Tabla D27, Anexo D [1]**.

Tabla 3.19. Emisiones de GEI por navegación marítima y fluvial nacional, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	1,987	1,765	3,731	2,394	2,196	2,613	2,382	2,095	2,139	2,625
CH <sub>4</sub>	4.98	4.73	9.92	6.38	5.87	7.00	6.40	5.64	5.75	7.04
N <sub>2</sub> O	13	13	27	17	16	219	17	15	16	19
Total	2,005	1,783	3,768	2,418	2,218	2,639	2,405	2,116	2,161	2,651

Figura 3.19. Emisiones de GEI por la navegación marítima y fluvial nacional, 1990-2015



### 3.2.4 [1A4] Otros sectores

En esta subcategoría se incluyen las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de la combustión de combustibles fósiles utilizados en las actividades comercial, residencial y agropecuaria. Durante el periodo 1990-2015, se incrementaron 21% (TCMA de 0.8%). En 2015, la emisión fue de 36,978.11 Gg de CO<sub>2</sub>e con una incertidumbre de ±2.74% (Tabla 3.20 y Figura 3.20).

El consumo de los diferentes combustibles en el periodo y las actividades de referencia varió de la manera siguiente: el combustóleo a partir de 1993 se dejó de consumir; el diésel aumentó 17%, al igual que el gas licuado; el gas seco aumentó 71%, y los querosenos disminuyeron en 84% (Tabla 3.21 y Figura 3.21).

Tabla 3.20. Emisiones de GEI por combustión de fósiles en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Residencial	21,498.64	23,756.10	23,112.58	22,539.81	23,453.77	22,649.08	22,275.94	21,238.35	21,627.20	21,279.70
Agropecuaria	4,996.66	5,077.93	6,314.74	6,005.06	8,395.60	8,413.86	8,721.60	8,862.61	8,992.41	10,421.18
Comercial	3,877.13	3,868.74	4,707.00	4,589.46	4,948.02	5,061.62	5,155.52	5,208.22	5,219.24	5,277.24
Total	30,372.44	32,702.77	34,134.32	33,134.33	36,797.38	36,124.56	36,153.06	35,309.19	35,838.84	36,978.11

Figura 3.20. Emisiones de GEI por la combustión de fósiles en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015

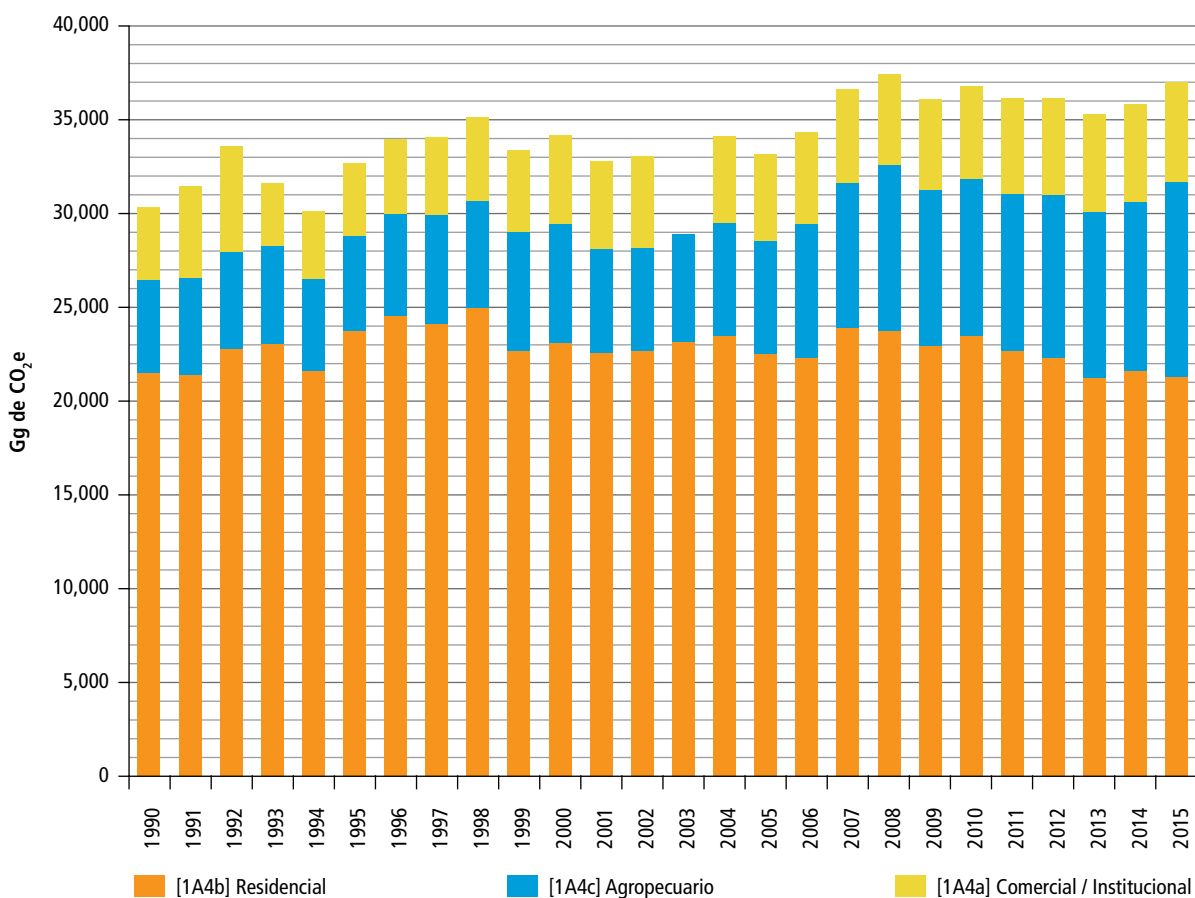
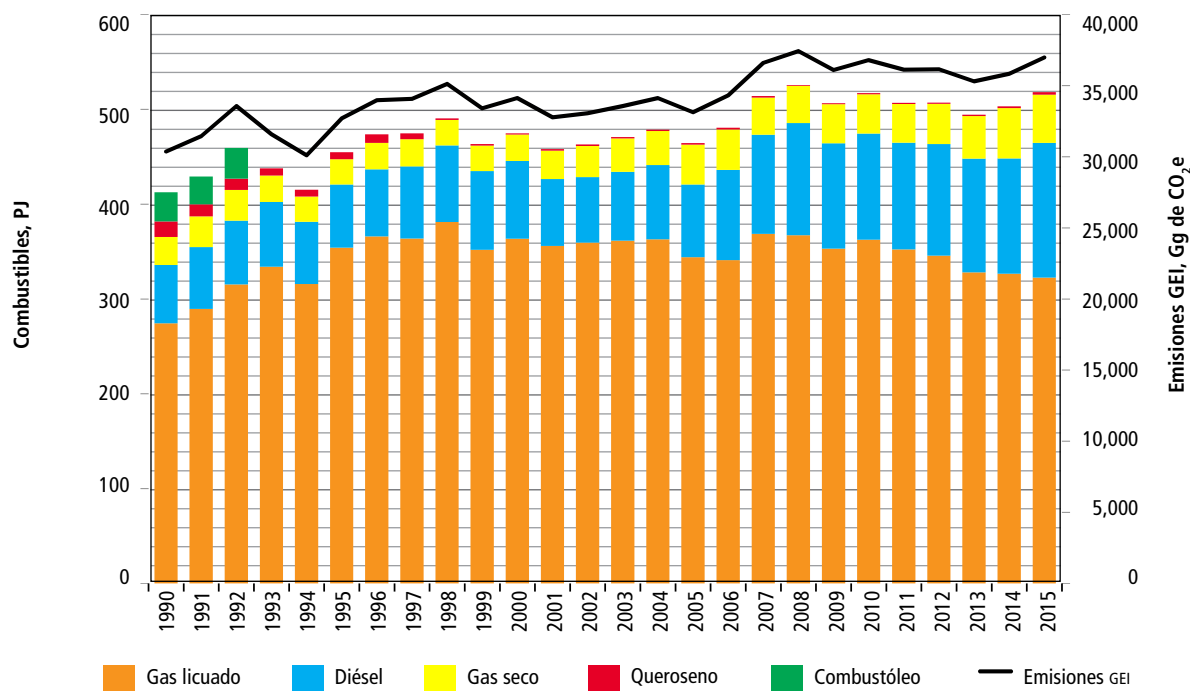


Tabla 3.21. Consumo energético en las actividades de comercio, residencial y agropecuaria, 1990-2015

	PJ										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Gas licuado	274.34	354.00	363.57	343.99	362.37	352.15	345.74	328.02	326.51	322.57	
Diésel	61.44	66.59	81.88	76.72	112.11	112.52	117.66	119.95	121.74	142.06	
Gas seco	29.55	26.65	27.83	42.06	41.37	40.83	42.34	44.90	52.99	50.77	
Queroseno	16.32	7.44	1.42	1.52	1.21	1.30	1.23	1.36	1.92	2.57	
Combustóleo	30.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Total	412.46	454.68	474.70	464.29	517.05	506.80	506.97	494.22	503.16	517.98	

Figura 3.21. Consumo energético y emisiones GEI en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015



Las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para las fuentes comercial, residencial y agropecuaria se estimaron según la metodología del IPCC 2006, utilizando un método de nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> y uno de nivel 1 para las de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, conforme a la **Figura 2.1** del árbol de decisión para estimar las emisiones de la combustión estacionaria (Vol.2, IPCC 2006). En ambos métodos se utilizó la **Ecuación 5 del Anexo E [1]**.

En el método de nivel 1 para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión utilizados se tomaron de las directrices: para la actividad comercial, del Cuadro 2.4, y para las otras dos, del cuadro 2.5 (Vol. 2, IPCC 2006). En el método de nivel 2, para las tres actividades, el factor de emisión para CO<sub>2</sub> se tomó del informe técnico INECC/A1-008/2014, realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014) (**Tabla 3.9, Anexo E [1]**).

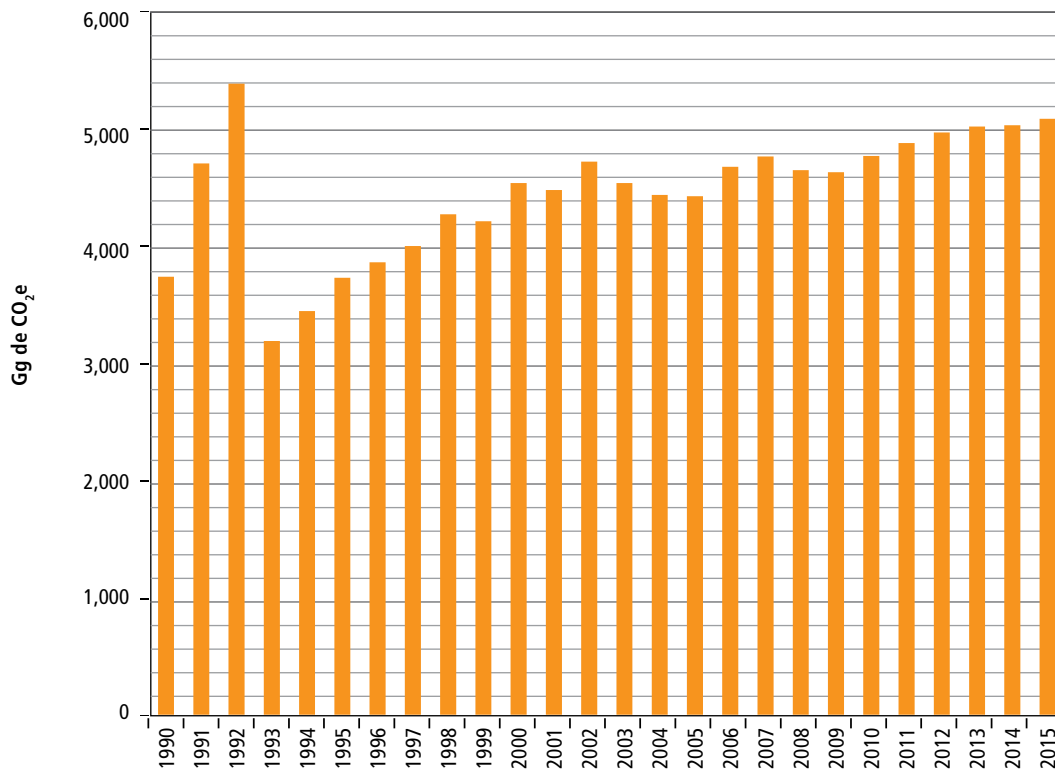
### 3.2.4.1 [1A4a] Comercial

En 2015 se generaron 5,277 Gg de CO<sub>2</sub>e; de esa cantidad, 5,262 Gg de CO<sub>2</sub> correspondieron a dióxido de carbono (99%), con una incertidumbre de ±4.05%, 12 Gg de CO<sub>2</sub>e a metano (0.22%) con una incertidumbre de ±3.83%, y 3 Gg de CO<sub>2</sub>e a óxido nítrico (0.07%) con una incertidumbre de ±3.4 por ciento. Para el periodo 1990-2015, el crecimiento de las emisiones de GEI estimadas en esta fuente fue 36% con una TCMA de 1.24% (**Tabla 3.22 y Figura 3.22**), para consultar los datos de actividad, ver **Tabla 28, Anexo D [1]**.

Tabla 3.22. Emisiones de GEI por la actividad comercial, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CO <sub>2</sub>	3,859	3,858	4,694	4,577	4,934	5,047	5,141	5,194	5,204	5,262
CH <sub>4</sub>	12	9	11	11	11	11	12	12	12	12
N <sub>2</sub> O	6	2	2	2	2	3	3	3	3	3
Total	3,877	3,869	4,707	4,590	4,947	5,061	5,156	5,209	5,219	5,277

Figura 3.22. Emisiones de GEI por la actividad comercial, 1990-2015



### 3.2.4.2 [1A4b] Residencial

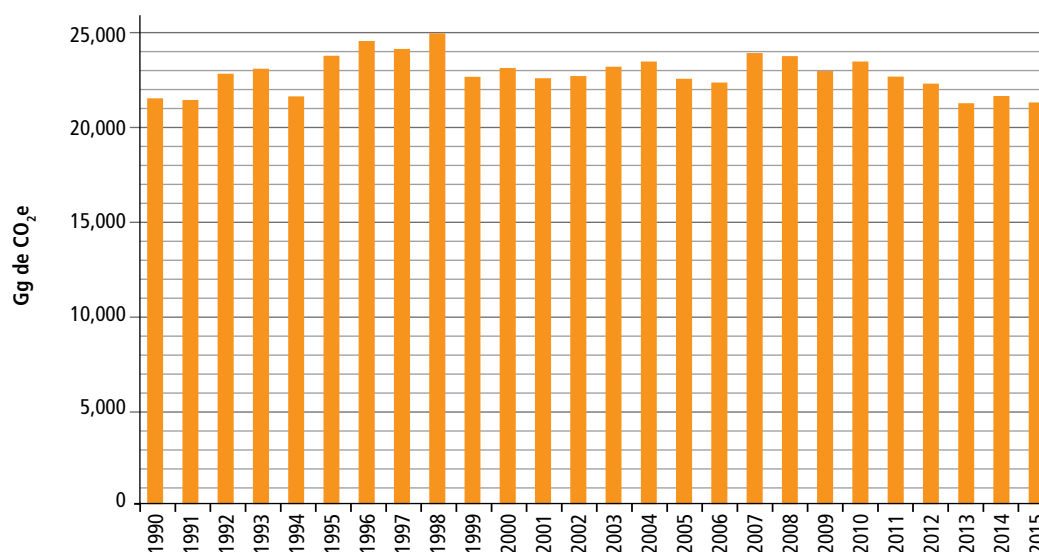
En 2015 se generaron 21,279 Gg de CO<sub>2</sub>e, de los cuales: 18,838 Gg de CO<sub>2</sub>e correspondieron a dióxido de carbono (88%) con una incertidumbre de  $\pm 4.45\%$ ; 2,165 Gg de CO<sub>2</sub>e, a metano (10%) con una incertidumbre de  $\pm 4.91\%$ , y 276 Gg de

CO<sub>2</sub>e a óxido nítrico (2%) con una incertidumbre de  $\pm 4.85$  por ciento. Para el periodo 1990-2015, las emisiones de GEI estimadas en esta fuente disminuyeron en 1.01% con una TCMA negativa de 0.04% (Tabla 3.23 y Figura 3.23), para consultar los datos de actividad, ver Tabla D29, Anexo D [1].

Tabla 3.23. Emisiones de GEI de la actividad residencial, 1990-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CO <sub>2</sub>	18,832	21,058	20,364	19,967	20,946	20,155	19,795	18,773	19,173	18,838	
CH <sub>4</sub>	2,364	2,392	2,438	2,282	2,224	2,212	2,200	2,186	2,177	2,165	
N <sub>2</sub> O	302	305	311	291	283	282	280	278	277	276	
Total	21,498	23,755	23,113	22,540	23,453	22,649	22,275	21,237	21,627	21,279	

Figura 3.23. Emisiones de GEI de la actividad residencial, 1990-2015



### 3.2.4.3 [1A4c] Agropecuaria

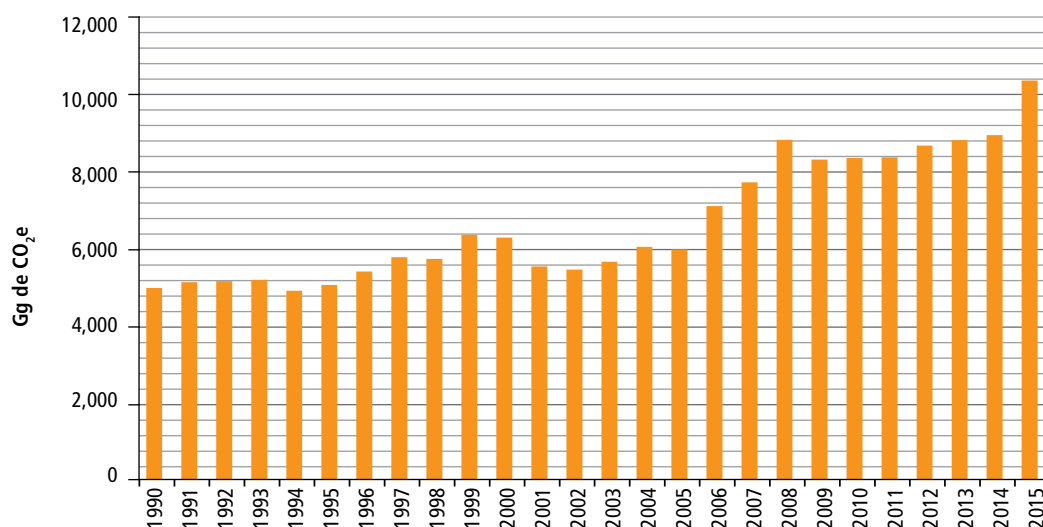
De 10,421 Gg de CO<sub>2</sub>e generados en 2015, 10,360 Gg de CO<sub>2</sub>e correspondieron a dióxido de carbono (99%), con una incertidumbre de  $\pm 4.95\%$ ; 39 Gg de CO<sub>2</sub>e a metano (0.37%), con una incertidumbre de  $\pm 5.03\%$ , y 22 Gg de CO<sub>2</sub>e a óxido nítrico

(0.22%), con una incertidumbre de  $\pm 5.1$  por ciento. El crecimiento de las emisiones GEI estimadas en esta fuente para el periodo 1990-2015 fue 108% con una TCMA de 2.98% (Tabla 3.24 y Figura 3.24), para consultar los datos de actividad, ver **Tabla D30, Anexo D [1]**.

Tabla 3.24. Emisiones de GEI por la quema de combustible en la actividad agropecuaria, 1990-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CO <sub>2</sub>	4,967	5,048	6,279	5,971	8,347	8,365	8,671	8,811	8,940	10,360	
CH <sub>4</sub>	19	19	23	22	31	31	33	33	34	39	
N <sub>2</sub> O	10	11	13	12	17	17	18	19	19	22	
Total	4,996	5,078	6,315	6,005	8,395	8,413	8,722	8,863	8,993	10,421	

Figura 3.24. Emisiones de GEI por la quema de combustible en la actividad agropecuaria, 1990-2015



### 3.3 [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

La liberación intencional o no intencional de los gases de efecto invernadero puede ocurrir durante la extracción, el procesamiento y la entrega de los combustibles fósiles en el punto de utilización final. Se conocen como emisiones fugitivas y pueden deberse a venteo, quema en antorcha o bien a todas las demás fugitivas (fugas). En esta categoría se incluyen las emisiones procedentes de la producción y manejo de [1B1] Combustibles sólidos

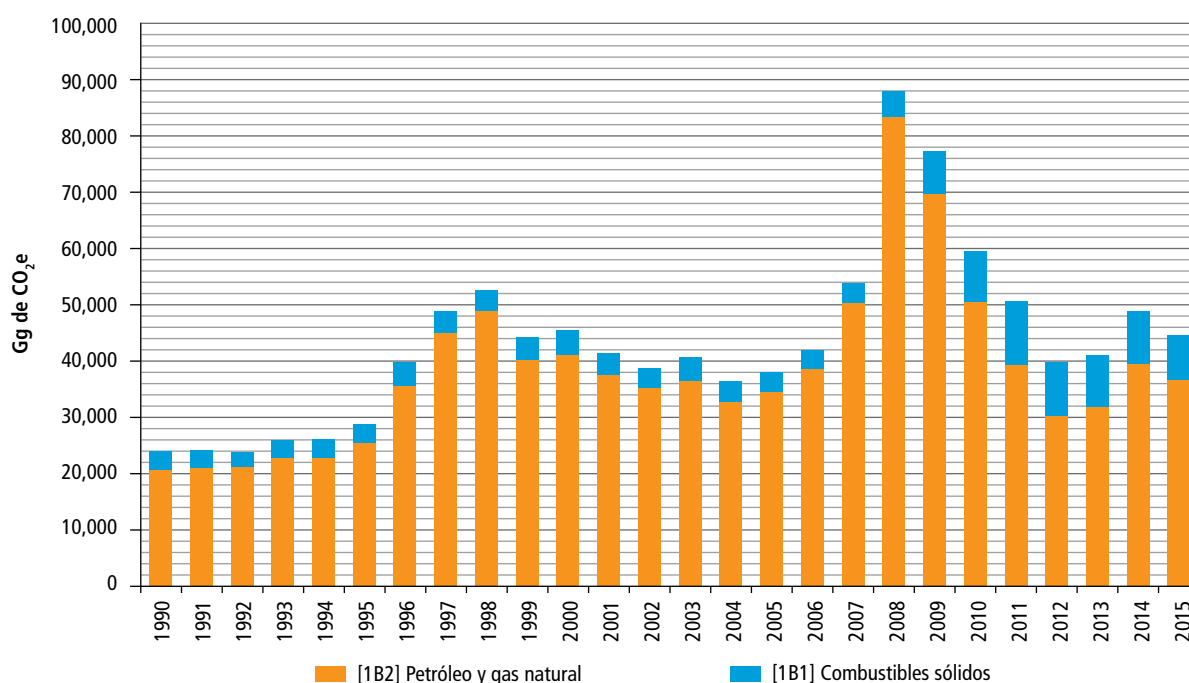
y [1B2] Petróleo y gas. No se incluyen en este apartado [1B3] Otras emisiones provenientes de la producción de energía.

Las emisiones fugitivas de la categoría [1B] provenientes de la fabricación de combustibles aumentaron de 1990 a 2015 en 85.12%, con una tasa media anual de crecimiento de 2.5%, al pasar de 23,994.17 Gg de CO<sub>2</sub>e a 44,418.87 Gg de CO<sub>2</sub>e (±13.4%) (Tabla 3.25 y Figura 3.25).

Tabla 3.25. Emisiones de GEI por emisiones fugitivas, 1990-2015

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Minería de carbón	3,241.64	3,283.07	4,354.13	3,496.37	8,980.57	11,362.99	9,543.96	9,186.93	9,340.60	7,786.77
Petróleo y gas natural	20,752.53	25,542.84	41,059.54	34,502.96	50,445.91	39,359.36	30,179.79	31,776.78	39,503.79	36,632.10
<b>Total</b>	<b>23,994.17</b>	<b>28,825.91</b>	<b>45,413.67</b>	<b>37,999.32</b>	<b>59,426.48</b>	<b>50,722.35</b>	<b>39,723.76</b>	<b>40,963.71</b>	<b>48,844.39</b>	<b>44,418.87</b>

Figura 3.25. Comparativo de emisiones de GEI por emisiones fugitivas, en la subcategoría fabricación de combustibles, 1990-2015



### 3.3.1 [1B1] Combustibles sólidos (emisiones fugitivas)

#### 3.3.1.1 [1B1a] Minería carbonífera y manejo del carbón (emisiones fugitivas)

Comprende las emisiones fugitivas y principalmente las de metano generado durante el proceso de formación del carbón y almacenado en las minas, que ocurren durante la extracción o minado, producción, procesamiento, manejo y utilización de ese mineral. Una vez que el carbón se expone al oxígeno del aire se oxida para producir CO<sub>2</sub>; sin embargo, su rapidez de formación por este proceso es baja.

##### 3.3.1.1.1 [1B1ai] Minas subterráneas

En minas subterráneas, durante la extracción o minado [1B1ai1], el metano se libera por ventilación

de grandes cantidades de aire expulsadas a la atmósfera. Cuando hay sistemas de recuperación de metano, este gas puede usarse como fuente de energía o liberarse a la atmósfera. Otra parte del metano que se emite proviene de actividades posteriores a la extracción [1B1ai2], tales como su manejo, procesamiento, transportación y uso. Finalmente, se debe considerar que las minas abandonadas pueden continuar emitiendo metano [1B1ai3].

##### 3.3.1.1.1 [1B1aii] Minas de superficie

En minas a cielo abierto, el carbón se encuentra a muy baja profundidad o está expuesto a la atmósfera. Debido a esto, la presión sobre el mineral es menor y su contenido de carbón es



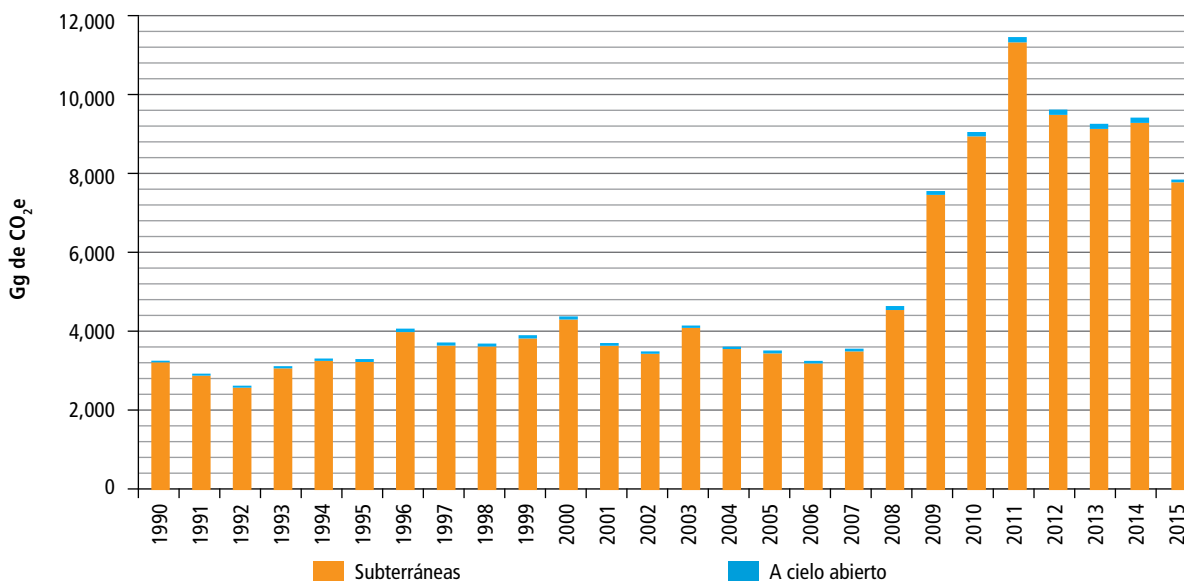
mucho menor que el de las minas subterráneas, por lo que las emisiones durante el minado [1B1aii1] son menores que para la minería subterránea. Al igual que en el caso anterior una parte de las emisiones de metano proviene de las operaciones posteriores a la extracción [1B1aii2].

Las emisiones de CO<sub>2</sub>e provenientes de la minería carbonífera y del manejo del carbón aumentaron en 101.40% al pasar de 3,241.64 Gg en 1990 a 7,786.77 Gg en 2015, con una tasa de crecimiento media anual de 3.43% (Tabla 3.26 y Figura 3.26).

Tabla 3.26. Emisiones de fugitivas de metano en minería carbonífera y manejo del carbón, 1990-2015

		Gg										
Año:		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Minas subterráneas	Actividades de extracción o minería	100.36	100.75	134.12	107.47	278.18	352.13	295.11	284.09	288.80	241.97	
	Actividades posteriores	13.94	13.99	18.63	14.93	38.64	48.91	40.99	39.46	40.11	33.61	
	Subtotal	114.30	114.74	152.75	122.40	316.82	401.04	336.10	323.55	328.91	275.57	
Minas de superficie (a cielo abierto)	Actividades de extracción o minería	1.36	2.31	2.55	2.28	3.62	4.41	4.39	4.20	4.33	2.33	
	Actividades posteriores	0.11	0.19	0.21	0.19	0.30	0.37	0.37	0.35	0.36	0.19	
	Subtotal	1.47	2.51	2.76	2.47	3.92	4.78	4.76	4.55	4.69	2.52	
Total CH <sub>4</sub>		115.77	117.25	155.50	124.87	320.73	405.82	340.86	328.10	333.59	278.10	
Total CO <sub>2</sub> e		3,241.64	3,283.07	4,354.13	3,496.37	8,980.57	11,1362.99	9,543.96	9,186.93	9,340.60	7,786.77	

Figura 3.26. Emisiones de fugitivas de metano en minería carbonífera y manejo del carbón, 1990-2015



Para el cálculo de las emisiones fugitivas de gases de efecto invernadero procedentes de la minería carbonífera y del manejo del carbón (**Ecuaciones 6 y 7, Anexo E [1]**) se obtuvieron los datos de producción oficiales del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* publicado por el Servicio Geológico Mexicano de la Secretaría de Economía, no se ob-

tuvo información de minas abandonadas. Para el cálculo se utilizaron los factores de emisión por defecto publicados en las *Directrices* del IPCC 2006, lo cual, de acuerdo a los árboles de decisiones de las figuras 4.1.1 y 4.1.2 del Vol. 2 de las citadas directrices, corresponde a un nivel 1 (*Tablas 3.31 a la 3.42, Anexo D [1]*, y **Tabla D10, Anexo E [1]**).

## 3.3.2 [1B2] Petróleo y gas natural (emisiones fugitivas)

Comprende las emisiones de GEI debidas a venteo, quema en antorcha, quemadores elevados y de fosa; así como de fugas, estas últimas clasificadas por el IPCC como *Todas las demás*, procedentes de las actividades de producción, proceso de crudo en refinerías y de gas en complejos procesadores de gas, transporte y distribución de petróleo y gas natural.

### 3.3.2.1 [1B2ai] y [1B2bi] Venteo en petróleo y gas

En esta fuente se reportan principalmente emisiones de metano por venteo de corrientes de gas o vapores por liberación de presión en casos de emergencia; durante la producción de crudo, venteos de gas asociado y evaporaciones en tanques, cuando no es técnica o económicamente viable su transporte o aprovechamiento; emanaciones en la reparación, pruebas, cementado, terminación o desmantelamiento de pozos; despresurización de equipos para inspección, mantenimiento, conexiones, interconexiones, o bien por problemas en plantas o sistemas; paros o arranques de plantas; corridas de diablos, desfuegos rutinarios en plantas de proceso y desfogue de subproductos cuando su aprovechamiento no es viable, y liberación en dispositivos (compresores) operados por gas. Se incluye además venteo de dióxido de carbono

en plantas coquizadoras y de hidrógeno en refinerías, y en oxidadores térmicos tanto de refinerías como de complejos procesadores de gas, así como deshidratadores de glicol, en exploración y producción.

### 3.3.2.2 [1B2aii] y [1B2bii] Quema en antorcha

Algunas de las corrientes antes mencionadas son enviadas a quemado en antorcha debido a sus características de peligrosidad o bien con fines ambientales.

Para el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>e por quema en antorcha del periodo 2013-2015, Petróleos Mexicanos proporcionó los volúmenes anuales de gas enviado a quemador y su composición para la estimación de las emisiones. Los cálculos y valores fueron revisados y acordados con PEMEX, por lo que, para este periodo y estas fuentes, la metodología es consistente con un nivel 2 de las *Directrices* del IPCC. Las emisiones de 2013-2015 comprenden la suma de gas enviado a quemador en las actividades de exploración y producción de petróleo crudo y gas natural, refinación, proceso de gas, transporte y distribución de hidrocarburos. Es importante anotar que en este rubro se reportan las emisiones por quema en antorcha de la producción de petroquímicos.

### 3.3.2.3 [1B2aiii] y [1B2biii] Todas las demás fugitivas

Corresponden a fugas de equipos; pérdidas en almacenamiento; rupturas de gasoductos; explosiones de pozos; migración de gases a la superficie que rodea la parte externa del cabezal de pozo; arcos de ventilación en superficies, y emisiones continuas no intencionales en componentes como válvulas, bridas y otras conexiones en bombas, compresores, válvulas, sellos de bombas y compresores, agitadores y entradas de hombre.

Los gases de efecto invernadero procedentes de las emisiones fugitivas de la subcategoría [1B2] Petróleo y gas, expresados como CO<sub>2</sub>e, tuvieron un crecimiento de 76.5%, con una TCMA de 2.3%, al pasar de 20,752.53 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 36,632.1 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015. En las **Tablas 3.27** y **3.28** se presenta el desglose de emisiones de gases de efecto invernadero para cada una de las fuentes de emisiones fugitivas de petróleo y gas, de acuerdo a las *Directrices* del IPCC 2006.

Los principales gases emitidos por esta subcategoría son el dióxido de carbono –originado principalmente en la quema en antorcha en toda la industria y en los venteos de oxidadores térmicos en refinerías y complejos procesadores de gas–, el metano –de venteos y otras fugitivas de gas natural y gas seco–, y en mucho menor proporción, el óxido nitroso, por quema en antorcha (**Figuras 3.27, 3.28** y **3.29**).

Figura 3.27. **Proporción de los GEI en las emisiones fugitivas del sector petróleo y gas, 2015**

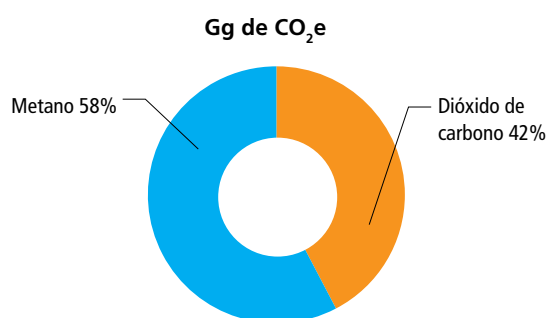


Tabla 3.27. **Emisiones fugitivas de GEI del sector petróleo y gas, 1990-2015**

		Gg de CO <sub>2</sub> e										
		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Petróleo	<b>Venteco</b>	10,658.73	10,673.11	13,086.91	16,034.47	12,013.80	11,753.88	11,844.87	11,25.43	11,103.45	10,179.09	
	Otras fugitivas	Exploración	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		Producción	43.23	41.76	59.58	78.85	49.29	47.82	46.94	46.12	42.84	39.04
		Transporte	22.42	22.81	25.22	25.95	73.02	101.32	101.04	100.48	99.51	98.91
		Refinación	25.84	26.53	27.92	31.50	29.42	28.96	30.00	30.36	28.68	26.28
		Distribución	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Gas natural	<b>Venteco</b>	2,193.41	2,174.91	2,710.59	3,790.63	4,505.58	4,577.06	4,694.51	4,685.00	4,867.78	4,759.99	
	Otras fugitivas	Exploración	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
		Producción	413.20	403.45	865.85	1,242.22	1,638.24	1,446.87	1,272.84	1,174.72	1,140.98	1,049.86
		Proceso	1,629.59	1,536.71	1,815.52	1,902.34	2,193.21	2,220.55	2,155.15	2,159.81	2,129.98	1,997.59
		Transporte	399.93	465.88	609.14	826.93	1,097.44	1,107.75	1,144.51	1,206.94	1,237.90	1,270.13
		Distribución	79.24	199.60	411.63	701.40	1,008.01	1,248.70	1,285.80	1,326.06	1,432.10	1,384.47
<b>Quema en antorcha, petróleo y gas natural</b>		5,286.95	9,998.09	21,102.74	9,681.48	27,622.02	16,813.46	7,604.14	9,221.94	17,466.41	15,828.07	

Tabla 3.28. Emisiones de GEI por quema en antorcha, sector petróleo y gas, 2013-2015

Actividad	Gg de CO <sub>2</sub> e		
	2013	2014	2015
Refinación de petróleo	702.36	891.22	814.67
Exploración y producción de petróleo y gas	8,136.84	15,966.33	14,441.07
Proceso de gas	313.65	500.24	483.76
Transporte por ducto y almacenamiento	23.97	35.52	23.59
Producción de petroquímicos	45.12	73.10	64.98
Total anual	9,221.94	17,466.41	15,828.07

\* Calculadas con información proporcionada por Petróleos Mexicanos.

De 2008 a 2009 hubo un aumento significativo de las emisiones de GEI por quema en antorcha, tras un incremento en la quema de gas asociado en el campo Cantarell de la región marina noreste de

PEMEX Exploración y Producción, por tener un alto contenido de nitrógeno, este lote de gas (aproximadamente 39% de la producción) no pudo enviarse a proceso.

Figura 3.28. Emisiones fugitivas de GEI del sector petróleo y gas, 1990-2015

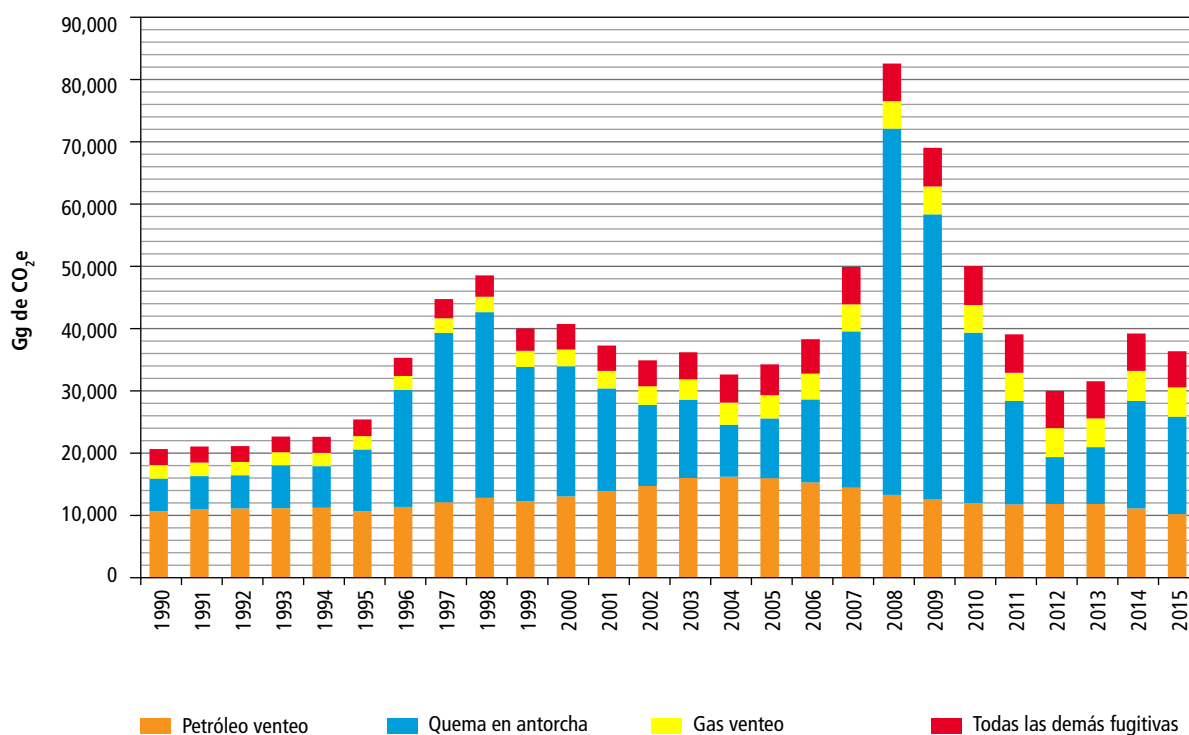
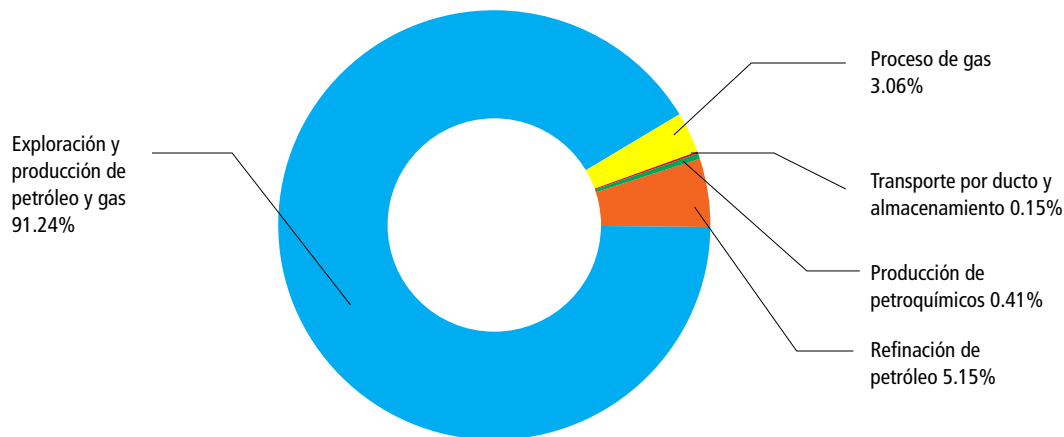


Figura 3.29. Origen de las emisiones de quema en antorcha del sector petróleo y gas, 2015



Las emisiones fugitivas de GEI de petróleo y gas natural se calcularon a partir de datos de actividad de fuentes oficiales como el Sistema de Información Energética (SENER 2017b), las *Memorias de Labores de Petróleos Mexicanos*, e información de la Comisión Reguladora de Energía (**Tablas 3.33 y 3.34, Anexo D [1]**).

Se cuantificaron datos puntuales para 30 subprocesos de quema, venteo y otras emisiones fugitivas utilizando los factores de emisión que mejor se adecuaron a las condiciones nacionales. Se seleccionaron mediante una revisión bibliográfica detallada y se compilaron en un estudio realizado para el INECC por el IMP (INECC, 2012). En otros casos, los factores se estimaron a partir de la composición de gases de venteo o emisiones o datos de diseño (**Tabla E11, Anexo E [1]**).

En el caso específico de emisiones originadas por quema en antorcha –envío de corrientes a quemador sin un fin energético–, para la serie histórica 1990-2012, los factores de emisión se obtuvieron a partir de datos de actividad procedentes de información oficial como el Sistema de Información Energética y la Comisión Reguladora de Energía, mientras que para 2013-2015, las emisiones se calcularon con información proporcionada por Petróleos Mexicanos (**Tabla 3.36, Anexo D [1]**).

### 3.3.2.4 Conclusiones y recomendaciones para emisiones fugitivas en petróleo y gas

- No se cuenta con información a nivel, proceso, planta o equipo para disponer de un inventario con enfoque “bottom up”. No fue posible obtener la información necesaria de las cédulas de operación anual o la contenida en el Registro Nacional de Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, por lo que se recomienda tener un acercamiento con ASEA para que estos instrumentos recaben y reporten la información de emisiones de gases de efecto invernadero de tal manera que sea útil para compilar el inventario.
- Para cumplir con la buena práctica de “Uso de terminología uniforme y definiciones claras para el conteo de las instalaciones y componentes”, se recomienda definir en el reglamento de LGEEPA, en materia de prevención y control de emisiones a la atmósfera, los términos de emisiones fugitivas, venteo y otras fugitivas de acuerdo con la terminología del IPCC 2006, y obligar a su medición en campo, en especial de aquellas categorías principales de fuentes de emisiones fugitivas y de aquellas pequeñas fuentes de emisión cuya contribución colectiva al inventario puede ser significativa.

- Proponer la realización de modificaciones al reglamento de tal manera que todas las instalaciones del sector petróleo y gas estén obligadas a reportar sus emisiones en el RENE.
- Para futuros inventarios es necesario que tanto PEMEX como las empresas privadas proporcionen la composición de las distintas corrientes de combustible que se usen en sus instalaciones, para corregir con ello los cálculos de las estimaciones, así como las condiciones de presión y temperatura en que estén expresados los volúmenes de corrientes gaseosas.
- Es recomendable actualizar los estudios para determinar factores de emisión efectuados por el Instituto Mexicano del Petróleo, tanto para fuentes estacionarias de combustión como para emisiones fugitivas.
- De acuerdo con los resultados del cálculo de incertidumbres para el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 2015, la fuente con menor incertidumbre es la [1A1b] Refinación de petróleo, y las que presentan la mayor incertidumbre son [1B2aiii] y [1B2biii], Todas las demás fugitivas de petróleo y gas natural.
- Para el caso de los factores de emisión de [1B2] Emisiones fugitivas de petróleo y gas natural, el Instituto Mexicano del Petróleo, en su estudio “Determinación de factores de emisión para emisiones fugitivas de la industria petrolera en México”, señaló que cuando no se disponía de la incertidumbre en un factor de emisión publicado, el IMP sugirió un valor de incertidumbre fundamentado en el juicio experto de un factor de emisión similar publicado. Sin embargo, las buenas prácticas del IPCC (IPCC, 2000) indican que siempre que sea posible, se documente el dictamen de expertos con respecto a la incertidumbre usando un protocolo apropiado. En este reporte no se informa si esta consulta de expertos se llevó a cabo utilizando algún protocolo para evitar sesgos. Debe trabajarse para que el dictamen de expertos se solicite siempre mediante un protocolo documentado.
- Se requiere estimar factores de emisión nacionales con el fin de disminuir la incertidumbre asociada a los factores utilizados por defecto de las Directrices del IPCC. De igual manera, es necesario contar con datos de actividad obtenidos mediante mediciones directas siempre que sea posible y contribuir así a reducir la incertidumbre.

## Referencias

- CFE. 2017. Generación de Energía Eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (Comunicado interno).
- INECC. 2012. “Determinación de Factores de Emisión Para Emisiones Fugitivas de La Industria Petrolera En México”: <https://www.gob.mx/inecc/documentos/determinacion-de-factores-de-emision-para-emisiones-fugitivas-de-la-industria-petrolera-en-mexico>.
- \_\_\_\_\_. 2014. Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf).
- \_\_\_\_\_. INECC y SEMARNAT. *Primer informe bienal de actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México.*
- IPCC et al., 2006. “IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2, Energy.” <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.htmlwww>
- SENER. 2017a. Estadísticas de autogeneración (comunicado interno).
- \_\_\_\_\_. 2017b. “Sistema de Información Energética.” <http://sie.energia.gob.mx/>.



**4**

**[2] Procesos industriales y  
uso de productos**





Este sector, habitualmente designado por sus siglas en inglés (IPPU, por *Industrial Processes and Product Use*), considera las emisiones generadas por descargas provenientes de la fabricación de productos que transforman materias por medios químicos o físicos en industrias como la de los minerales, la industria química y la metalúrgica. En algunos casos, los gases de efecto invernadero se producen o consumen en productos como los equipos eléctricos, refrigeradores o en agentes espumantes en donde los gases se fugan. La clasificación del sector de procesos industriales y uso de productos que se analizan en este capítulo se muestran en la **Tabla 4.1**.

El uso de combustibles fósiles en las actividades de la industria se reporta en el sector [1] Energía para evitar la duplicidad de datos de emisiones. Es decir, en las actividades industriales se han iden-

tificado aquellas que usan combustibles como energéticos y que son cuantificadas en el sector Energía, y otras que los usan con otros fines; por ejemplo, como agentes reductores, caso en el cual las emisiones se presentan en este sector (IPPU).

De acuerdo con el IPCC, las emisiones de GEI que se estiman en este sector incluyen dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son generadas por una gran variedad de actividades industriales en las que se transforman materias primas en productos mediante métodos químicos o físicos. Los HFC se utilizan directamente en bienes y artículos de consumo, tales como refrigeradores, espumas, latas de aerosol y extintores, en los que se usan como alternativa a las sustancias que agotan

Tabla 4.1. **Categorías y subcategorías de IPPU**

Categorías	Subcategorías	Categorías	Subcategorías
[2A] Industria de los minerales	[2A1] Producción de cemento [2A2] Producción de cal [2A3] Producción de vidrio [2A4] Otros usos de carbonatos [2A5] Otros	[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	[2D1] Uso de lubricantes [2D2] Uso de cera de parafina [2D3] Uso de disolventes [2D4] Otros
[2B] Industria química	[2B1] Producción de amoníaco [2B2] Producción de ácido nítrico [2B3] Producción de ácido adípico [2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico [2B5] Producción de carburo [2B6] Producción de dióxido de titanio [2B7] Producción de ceniza de sosa [2B8] Producción petroquímica y negro de humo [2B9] Producción fluoroquímica [2B10] Otros	[2E] Industria electrónica	[2E1] Circuitos integrados o semiconductores [2E2] Pantalla plana tipo TFT [2E3] Células fotovoltaicas [2E4] Fluido de transferencia térmica [2E5] Otros
[2C] Industria de los metales	[2C1] Producción de hierro y acero [2C2] Producción de ferroaleaciones [2C3] Producción de aluminio [2C4] Producción de magnesio [2C5] Producción de plomo [2C6] Producción de zinc [2C7] Otros	[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	[2F1] Refrigeración y aire acondicionado [2F2] Agentes espumantes [2F3] Protección contra incendios [2F4] Aerosoles [2F5] Disolventes [2F6] Otras aplicaciones
		[2G] Manufactura y utilización de otros productos	[2G1] Equipos eléctricos [2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos [2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos [2G4] Otros
		[2H] Otros	[2H1] Industria de la pulpa y el papel [2H2] Industria de la alimentación y las bebidas [2H3] Otros

la capa de ozono (SAO). Los PFC se liberan en la producción de aluminio y también pueden utilizarse como sustitutos de las SAO en aplicaciones especializadas. En el caso de México, los PFC no se consumen como sustitutos de SAO. El SF<sub>6</sub> se emplea como dieléctrico en circuitos y como disolvente en algunas industrias.

El sector de procesos industriales y uso de productos contribuyó con 7.7% del total de emisiones del inventario en 2015. Las emisiones de GEI (Tablas

4.2 y 4.3) derivadas de los procesos industriales se incrementaron 65.9%, pasando de 32,624.86 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 54,111.75 Gg de CO<sub>2</sub>e (±13.3%) en 2015 (Figura 4.1), con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 2 por ciento. Este aumento se debió al crecimiento en la producción de cemento, hierro y acero, y a un aumento significativo en las emisiones de gases fluorados (HFC y SF<sub>6</sub>) (también la Figura 4.2 y, del Anexo D [2]), la Figura 1).

Tabla 4.2. Emisiones por gas en el sector de procesos industriales y uso de productos

Gg de CO <sub>2</sub> e							
Año	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Total
1990	30,263.21	257.95	872.91	760.64	437.73	32.41	32,624.86
1995	31,524.73	257.79	1,300.96	647.78	69.97	49.04	33,850.26
2000	35,231.45	223.05	550.65	1,903.46	568.54	69.99	38,547.13
2005	36,362.92	204.17	336.07	4,423.71	NO	123.07	41,449.95
2010	38,741.92	209.43	691.40	10,551.39	NO	157.99	50,352.12
2011	40,179.58	216.87	702.22	11,042.15	NO	165.36	52,306.18
2012	40,900.12	216.98	687.23	10,722.40	NO	170.85	52,697.57
2013	40,216.20	202.46	675.21	11,528.03	NO	191.69	52,813.59
2014	41,379.13	194.83	666.57	13,029.86	NO	254.52	55,524.91
2015	40,447.09	181.78	670.90	12,616.74	NO	195.25	54,111.76

NO= No ocurre

Figura 4.1. Emisiones de procesos industriales y uso de productos por fuente de emisión

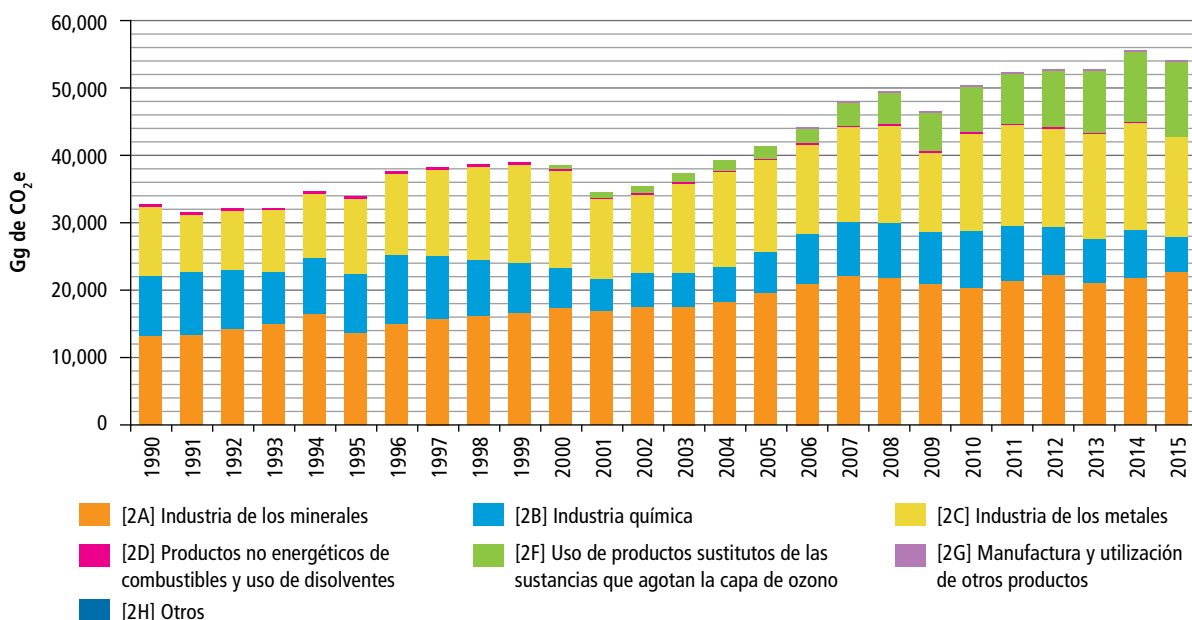


Tabla 4.3. Emisiones de las categorías de procesos industriales y uso de productos

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[2] Procesos industriales y uso de productos	32,624.86	33,850.26	38,547.13	41,449.95	50,352.12	52,306.18	52,697.57	52,813.59	55,524.91	54,111.76
[2A] Industria de los minerales	13,209.09	13,688.78	17,395.02	19,592.04	20,387.63	21,442.49	22,308.57	21,105.11	21,835.13	22,767.27
[2B] Industria química	8,890.50	8,800.59	5,898.23	6,146.47	8,439.18	8,163.26	7,023.91	6,563.90	7,068.91	5,121.51
[2C] Industria de los metales	10,201.91	11,044.02	14,312.77	13,545.19	14,427.93	14,878.15	14,655.73	15,444.48	15,928.32	14,696.50
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	290.95	267.82	232.82	203.14	161.79	143.60	148.99	163.16	144.26	94.30
[2E] Industria electrónica	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NO	NO	599.12	1,768.44	6,733.44	7,468.10	8,340.64	9,295.75	10,242.07	11,179.01
[2G] Manufactura y utilización de otros productos	32.41	49.04	69.99	123.07	157.99	165.36	170.85	191.69	254.52	195.25
[2H] Otros	ND	ND	39.20	71.58	44.17	45.21	48.87	49.50	51.71	57.93

ND: No disponible.

NO= No ocurre.

La **Figura 4.1** y la **Tabla 4.3** muestran que, durante 2015, la industria de los minerales [2A] fue la principal categoría de emisión de CO<sub>2</sub> de este sector del inventario de GEI con una aportación de 42% y una TCMA de 2.2% entre 1990 y 2015. La segunda categoría que contribuyó con emisiones de GEI de este sector en 2015 fue la Industria de los metales [2C] con una aportación de 27.2% y una TCMA de 1.5% para el periodo.

La industria química [2B] tuvo una participación de 9.5% del total de las emisiones en el sector, en 2015. En el periodo 1990-2015, las emisiones de esta categoría disminuyeron en 42.4%, con una TCMA de 2.2%, al pasar de 8,890.5 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 5,121.51 (±17.5%) Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015, como resultado de una reducción en la producción de petroquímicos y en la producción de amoníaco.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la producción petroquímica y negro de humo fueron de 181.5 (±36.9%) Gg de CO<sub>2</sub>e, cantidad 29.5% menor que la de 1990, con una TCMA negativa de 1.4 por ciento. Las emisiones de N<sub>2</sub>O derivadas de la producción de ácido nítrico representaron una contribución de 508 (±56.6%) Gg de CO<sub>2</sub>e, con un decremento de 27.8% y una TCMA negativa de 1.3%, y las generadas en la producción de caprolactama alcanzaron 162.9 (±56.6%) Gg de CO<sub>2</sub>e, con un decremento de 3.8% con respecto a 1990 y una TCMA negativa de 0.2 por ciento.

Las emisiones procedentes del consumo y producción de HFC, que están asociadas a su uso en diferentes aplicaciones, se incrementaron 16.6 veces al pasar de 760.6 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 12,616.7 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015 (**Figura 4.2**), con una TCMA de 11.9%; ese incremento fue consecuencia de la sustitución de clorofluorocarbonos (CFC) por HFC. En 2015 las emisiones de HFC contribuyeron con 23.3% en este sector. El mayor consumo correspondió al HFC-134a, utilizado principalmente como refrigerante, con un incremento de 927% con respecto a 2000 y una TCMA de 16.8 por ciento. También se incrementó de manera significativa el consumo del HFC 404a –que se utiliza también como agente refrigerante en sistemas comerciales y de transporte–, con un incremento de 799% al

pasar de 379.1 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2007, a 3,407.9 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015, con una TCMA de 31.6 por ciento.

Las emisiones de PFC se generan exclusivamente en la producción de aluminio primario como tetrafluorometano (CF<sub>4</sub>) y perfluoroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). Sólo se cuenta con estimaciones de emisiones de 1990 a 2003 porque en México se dejó de producir aluminio primario en 2004.

El consumo de SF<sub>6</sub>, empleado como aislante en equipos eléctricos está ligado al crecimiento y modernización de la infraestructura eléctrica del país; el cálculo de sus emisiones considera las etapas del ciclo de vida útil de los equipos instalados en los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Las emisiones de SF<sub>6</sub> contribuyeron con alrededor de 0.4% a las emisiones de GEI en este sector en 2015, y correspondieron exclusivamente a las emisiones potenciales de este gas por equipos eléctricos del sistema de distribución eléctrica de la CFE. Las emisiones se incrementaron 502.4%, de 32.4 Gg de CO<sub>2</sub>e en 1990 a 195.3 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015, con una TCMA de 7.4 por ciento.

En resumen, en 2015 la contribución de las categorías en el sector industria fue la siguiente: industrias de los minerales, 42.1%; industria de los metales, 27.2%; sustitutos SAO, 20.7%; industria química, 9.5%, y los demás sectores, 0.64% (**Figura 4.3**).

Como medida de control de calidad se realizaron dos talleres para dar a conocer el inventario. El taller de arranque del inventario de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero se realizó el 1 de abril de 2016 con el objetivo de iniciar las labores de planeación y colaboración con los sectores que generan la información; y el segundo taller, realizado el 22 de mayo de 2017, obedeció al propósito de mostrar la metodología utilizada y los resultados preliminares de las emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores económicos. En ese segundo taller se acopiaron comentarios de los sectores involucrados, que en el caso de IPPU provinieron de CANACERO, CESPEDS, CANACEM, CAMIMEX y ANFACAL Y CALIDRA, organismos que ayudaron a mejorar las estimaciones del inventario en este sector.

Figura 4.2. Emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC)

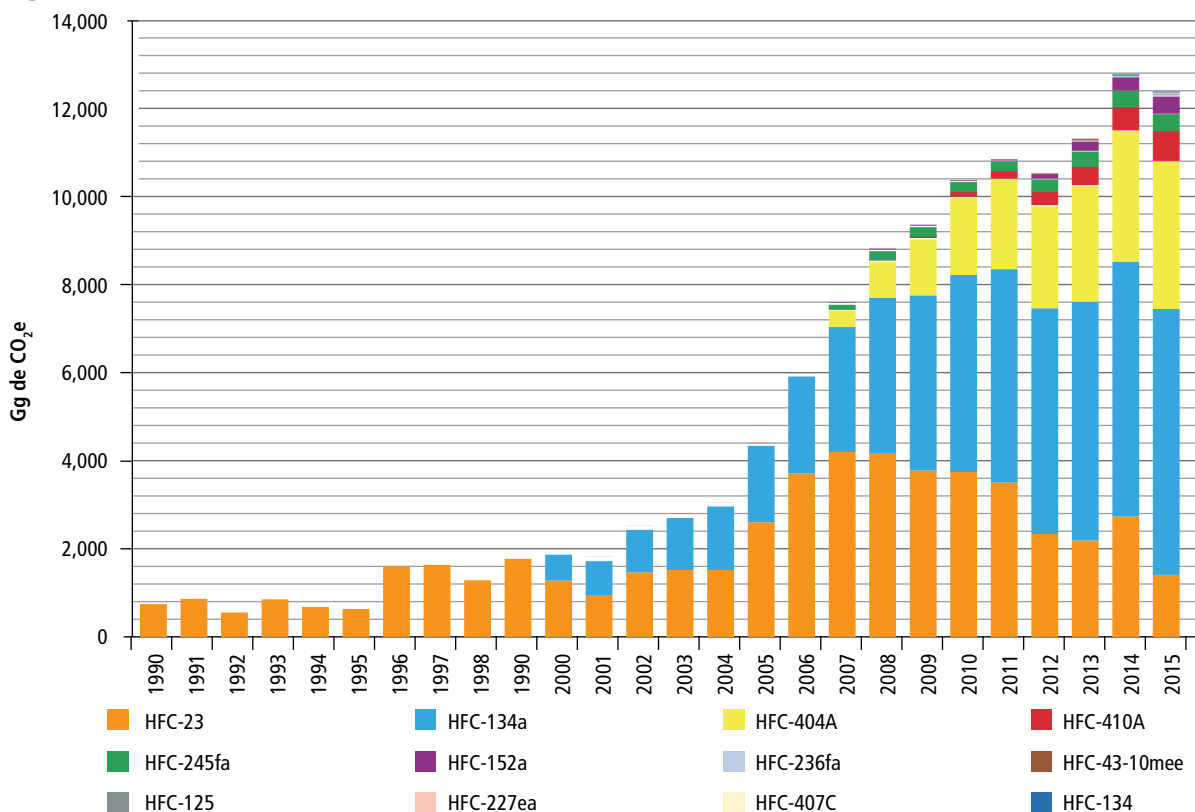
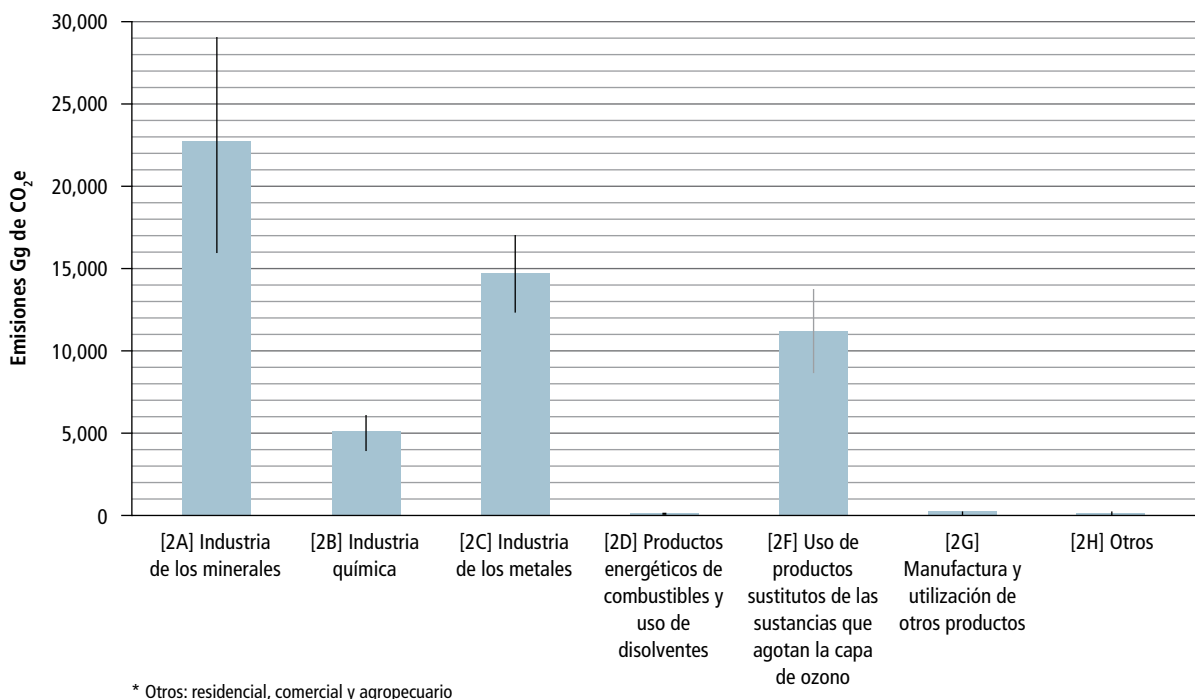


Figura 4.3. Emisiones por sectores y su incertidumbre para 2015



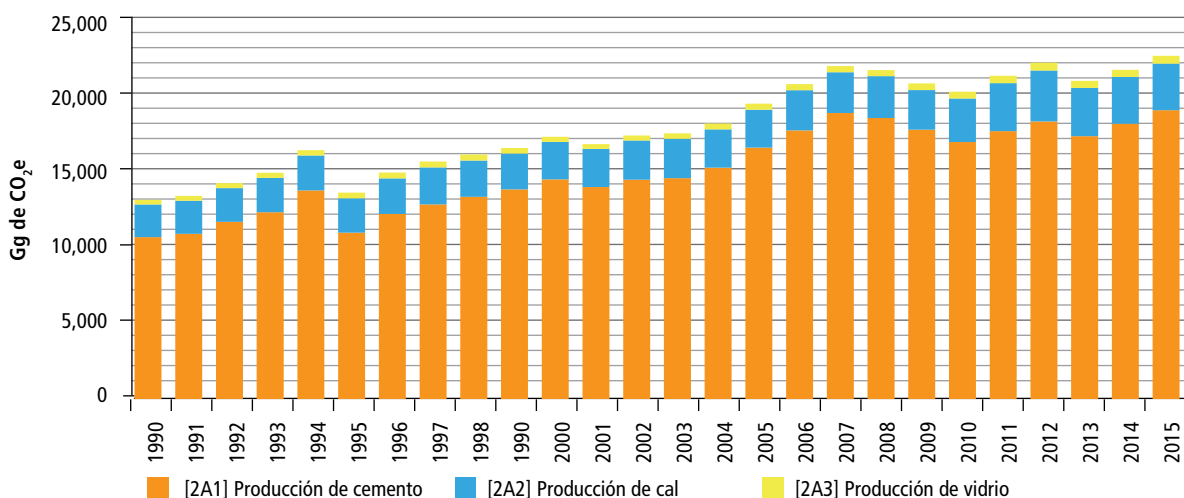
## 4.1 [2A] Industria de los minerales

En la industria de los minerales se estiman las emisiones de dióxido de carbono relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el de otros materiales minerales industriales. Hay dos grandes vías para la liberación de CO<sub>2</sub> a partir de los carbonatos: la calcinación y la liberación de ese gas inducida por ácidos. El principal proceso que

conduce a la liberación de CO<sub>2</sub> es la calcinación de compuestos carbonatados, durante la cual se forma un óxido metálico mediante la aplicación de calor (IPCC *et al.*, 2006).

En esta categoría se estiman las emisiones procedentes de la producción de cemento [2A1], cal [2A2] y vidrio [2A3], y la producción de otros usos del carbonato [2A4] (**Figura 4.4**).

Figura 4.4. Emisiones por la producción de cemento, cal y vidrio



### 4.1.1. [2A1] Producción de cemento

La producción de clínker, producto intermedio del que se obtiene el cemento hidráulico (conocido como cemento Portland), da origen a emisiones de CO<sub>2</sub>. Las elevadas temperaturas en los hornos calcinan la piedra caliza para producir cal y CO<sub>2</sub> como compuesto derivado (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 19,160 Gg de CO<sub>2</sub> (±32.5%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 10,735.7 Gg de CO<sub>2</sub>, lo cual representó un aumento de 78.5% en las emisiones de ese gas en el periodo 1990-2015 (**Tabla 4.4**).

Tabla 4.4. Emisiones por la producción de cemento

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
10,735.74	11,033.25	14,567.02	16,673.75	17,045.65	17,770.72	18,411.49	17,437.03	18,259.33	19,159.98

En las *Directrices de IPCC 2006* se describe la metodología para la estimación de CO<sub>2</sub> producido durante la producción de cemento. Con base en los datos de producción se infiere un porcentaje de clínker contenido por tipo de cemento con una corrección: del volumen total se restan las importaciones, ya que sus emisiones han ocurrido en otro país y de forma contraria para el caso de las exportaciones (**Ecuación 1, Anexo D [2]**).

Los datos de actividad sobre la producción de los tipos de cemento se obtuvieron de las estadísticas históricas de México, Banco de Información Económica CMAP (INEGI, 2008a) y de la encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM) (INEGI, 2017c). Los datos de importación y exportación del clínker provienen del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* del Servicio Geológico Mexicano (SGM), publicado solamente entre los años 2004 y

2015 (SGM, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016). (**Tablas 1 y 2, Anexo D [2]**).

Se utilizó el factor de emisión por defecto del IPCC 2006 para el clínker; para la fracción de clínker de cemento blanco y gris se utilizó un porcentaje promedio propuesto por la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM), y para el mortero se utilizó el valor por defecto para albañilería del IPCC.

Para desarrollar las actividades de aseguramiento y control de calidad (QA y QC) se organizaron varias reuniones con representantes de la CANACEM, así como un taller, que se llevó a cabo el 22 de mayo de 2017, dedicado a mostrar y compartir los detalles metodológicos para la estimación de las emisiones en cemento. Se recibieron comentarios acerca del porcentaje de clínker, el cual se acordó con CANACEM (para mayor detalle ver factores de emisión en **Anexo E [2A1]**).

## 4.1.2 [2A2] Producción de cal

El óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma al calcinar la piedra caliza con alta proporción de calcio (calcita) a elevadas temperaturas, y en el proceso se libera CO<sub>2</sub>.

En 2015 se generaron 3,086.6 Gg de CO<sub>2</sub> ( $\pm 4.9\%$ ). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 2,166.7 Gg de CO<sub>2</sub> (**Tabla 4.5**); por tanto, hubo un aumento de 42.5% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2015 y representa 5.7% de las emisiones totales del inventario.

En las directrices de IPCC 2006 se describe la metodología para nivel 2 cuando se cuenta con los tipos de cal producidos en el país. En el caso de México se cuenta con información de producción para estimar las emisiones de cal viva, cal dolomí-

tica, cal hidratada, cal siderúrgica y cal química (**Anexo E [2A2]**).

Los datos de actividad sobre la producción de los tipos de cal fueron obtenidos del Banco de Información Económica, INEGI; series que ya no se actualizan de la encuesta industrial mensual (CMAP) (INEGI, 2008a), y de la encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM) (INEGI, 2017c). (**Tabla 3, Anexo D [2]**.)

Se usaron los factores por defecto de IPCC 2006 para la cal con alto contenido de calcio para la cal viva, la siderúrgica y la química; para la cal dolomítica y la hidráulica se usó el factor de esta última, que se reproduce en la **Tabla 1** del **Anexo E [2]**, y se usó el factor de corrección por

Tabla 4.5. Emisiones por la producción de cal

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
2,166.68	2,280.47	2,489.11	2,516.41	2,887.99	3,184.35	3,380.66	3,196.83	3,103.33	3,086.55



defecto del 2% del polvo del horno de cal (*Lime Kiln Dust, LKD*). Para la cal hidratada se usó el factor de corrección de 97 por ciento.

El 22 de mayo 2017 se realizó un taller para mostrar, en presencia de representantes de la industria, la metodología empleada en la estimación de las emisiones de cal. Se acopiaron comentarios acerca de los usos de los tipos de cal, sin cambios en la metodología. Al revisar ésta posteriormente, se observó que lo más adecuado es aplicar la de

nivel 2, dado que se cuenta con los tipos de cal y los factores de corrección.

Para futuras actualizaciones se identificó la necesidad de documentar los usos y procedencias de la cal siderúrgica y la química. La primera suposición es que provienen de la cal viva, pues en 1990 representó el 3.9% de ésta. Sin embargo, en 2015 ascendió a 92.5%. Por tanto, es necesario investigar más a fondo su procedencia.

### 4.1.3 [2A3] Producción de vidrio

En el comercio se utilizan muchas variedades de artículos y de composiciones de vidrio, pero la industria del vidrio puede dividirse en cuatro principales: recipientes, vidrios planos (ventanas), fibras de vidrio y vidrios especiales. Las principales materias primas del vidrio que emiten CO<sub>2</sub> durante el proceso de fundición son la piedra caliza (carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>), la dolomita (carbonato de calcio y magnesio, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) y la ceniza de sosa (carbonato de sodio, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

En 2015 se generaron 520.7 Gg de CO<sub>2</sub> (±8.9%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 306.7 Gg de CO<sub>2</sub> (**Tabla 4.6**); es decir, hubo un aumento de 69.8% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2015.

Con datos de los Censos Económicos 2014 (INEGI, 2017a) se identificaron las materias primas que se utilizan en la fabricación del vidrio (**Tabla 5,**

**Anexo D [2]**) y se calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> para ese año con un nivel 3 (**Anexo E [2A3]**). Con esa estimación se obtuvo una intensidad de emisión de toneladas de CO<sub>2</sub> por miles de pesos corrientes al año 2013, que se consideró constante durante todo el periodo del inventario. Se utilizaron los datos de la Encuesta Industrial Anual (INEGI, 2017b) para el valor de la producción bruta en miles de pesos de los años 1994 a 2015. Los datos de actividad de 1993 provienen del Censo Económico 1994 (INEGI, 1995c); mediante el índice nacional de precios al consumidor (Online, 2017) se ajustaron los valores a precios de 2013. Finalmente, para los datos de los años 1990-1992, se hizo extrapolación (**Tabla 4, Anexo D [2]**). Como factor de emisión por defecto se utilizó el de la **Tabla 3 del Anexo E [2]**, y se fijó el valor 1 para la fracción de calcinación.

Tabla 4.6. Emisiones por la producción de vidrio

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
306.66	375.06	338.89	401.89	453.99	487.42	516.42	471.25	472.48	520.74

### 4.1.4 [2A4] Otros usos de carbonatos

La piedra caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), la dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ) y otros carbonatos (p. ej.,  $\text{MgCO}_3$  y  $\text{FeCO}_3$ ) son materias primas con aplicaciones comerciales en numerosas industrias, más allá de las analizadas individualmente (cemento, cal y vidrio). Los carbonatos se consumen en la metalurgia (p. ej., el hierro y el acero), en la agricultura, en la construcción y en el control de la contaminación ambiental (p. ej., en los sistemas de desulfuración de gases de combustión por vía húmeda) (IPCC *et al.*, 2006).

Hay actividades industriales en las que los carbonatos se utilizan de tal manera que no liberan  $\text{CO}_2$ . El caso más claro es el del uso de la piedra caliza como agregado, el cual no se incluye en el inventario nacional de gases de efecto invernadero.

Las estadísticas del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2014, 2015, 2016) para la producción de piedra caliza y dolomita para las cifras de 2013 y 2014 (**Tablas 6 y 7, Anexo D [2]**) difieren en magnitud debido a que se utilizaron las estadísticas de la Subsecretaría de Infraestructura de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). En consecuencia, no es posible distinguir, por ahora, la razón del incremento y el uso final de los materiales, ni puede hacerse una estimación sin correr el riesgo de sobreestimar la emisión en esta fuente.

Para esta subcategoría se recomienda acceder a estadísticas recopiladas en forma histórica y verificar con otras cifras oficiales la participación de la fabricación de cerámicos y otros usos de la piedra caliza y la dolomita. No hay registros de producción de magnesita no metalúrgica.

## 4.2 [2B] Industria química

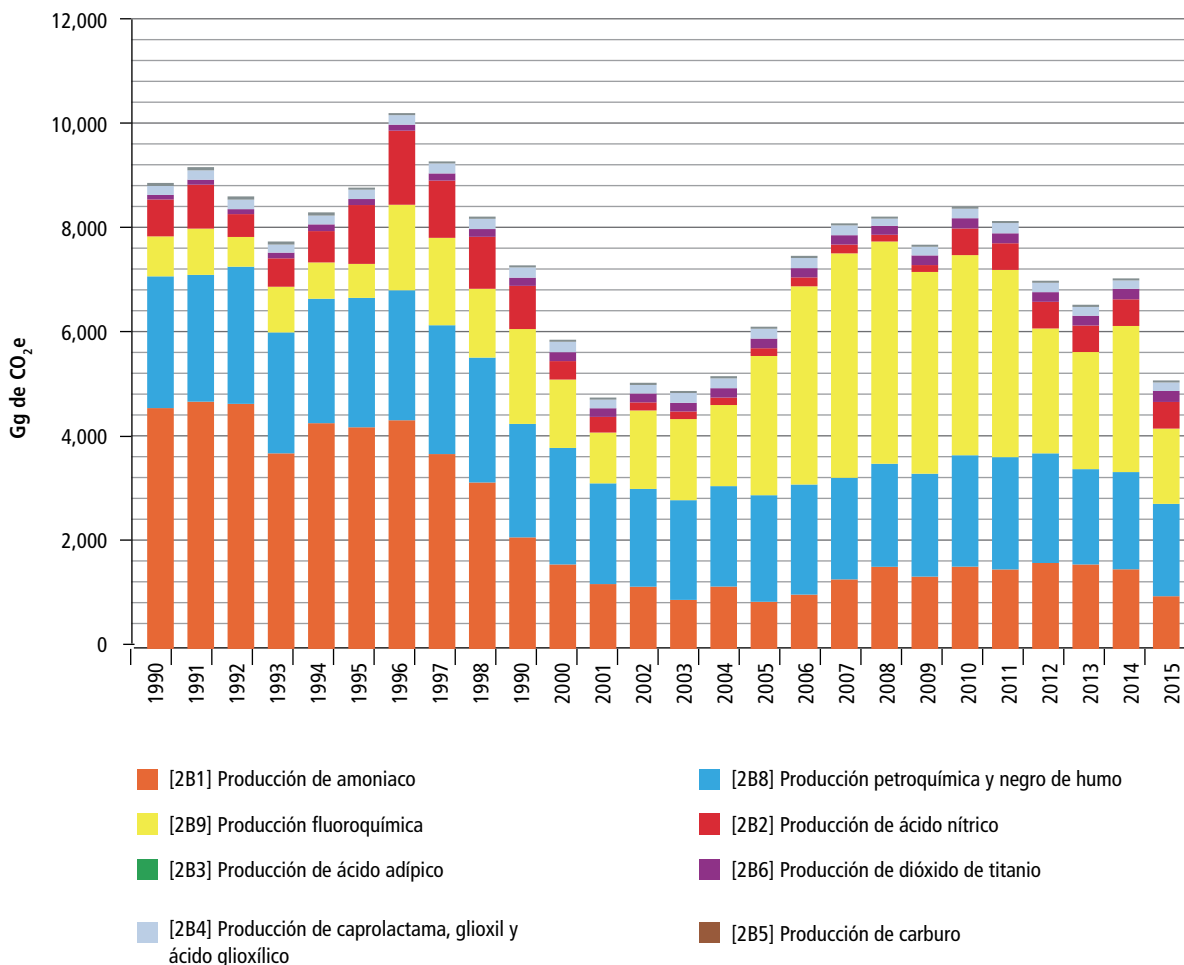
En la industria química se estiman las emisiones de  $\text{CO}_2$  generadas por la producción de amoníaco y ceniza de sosa; por ejemplo, las emisiones de  $\text{CH}_4$  por la producción de carburos, las de  $\text{N}_2\text{O}$  por la producción del ácido nítrico y caprolactama, y las emisiones del HFC-23 como subproducto de la producción del hidroclorofluorocarbono HCFC-22.

En esta categoría se estiman las emisiones procedentes de la industria química de amoníaco [2B1], ácido nítrico [2B2], ácido adípico [2B3], caprolactama, glioxal y ácido glioxílico [2B4], la producción de carburo [2B5], dióxido de titanio [2B6],

la producción de ceniza de sosa [2B7], producción petroquímica y negro de humo [2B8] y producción fluoroquímica [2B9] (**Figura 4.5**).

La Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) realizó el estudio “Elementos hacia una estrategia de desarrollo bajo en emisiones para la industria química en México” (PNUD y ANIQ, 2016). En dicho estudio se compararon los factores de emisión con los del IPCC 2006 (utilizados en el inventario nacional; ver **Anexo E [2B]**); para ello, se inspeccionaron los datos de actividad y los cálculos realizados, llegando a los mismos resultados.

Figura 4.5. Emisiones por la producción de productos químicos



## 4.2.1 [2B1] Producción de amoniaco

La producción de amoniaco requiere una fuente de nitrógeno (N) y una de hidrógeno (H). El nitrógeno se obtiene del aire mediante la destilación del aire líquido o a través de un proceso de oxidación en el cual se quema aire y se recupera nitrógeno residual. La mayor parte del amoniaco se obtiene del gas natural, aunque puede obtenerse de otros hidrocarburos y agua. El contenido de carbono (C) del hidrocarburo se elimina del proceso en la etapa primaria de reformado al vapor y en la etapa de

conversión en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por desplazamiento, que es la principal emisión potencial de gas de efecto invernadero (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 1,004.21 Gg de CO<sub>2</sub> (±8.5%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 4,593.2 Gg de CO<sub>2</sub> (Tabla 4.7) representando un decremento de 78.1% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2015, con una TCMA negativa de 5.9 por ciento.



### 4.2.3 [2B4] Producción de caprolactama

La producción anual de caprolactama se usa principalmente para la fabricación de fibras de nailon. Los procesos comerciales de fabricación de caprolactama se basan en el tolueno o en el benceno.

En 2015 se generaron 162.89 Gg de CO<sub>2</sub>e (±56.6%). En 1990, las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 169.34 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 4.9**); entonces, en el periodo 2009-2015 hubo un decremento de 3.8% en las emisiones de CO<sub>2</sub>e, con una TCMA negativa de 0.2 por ciento.

Se cuenta con los datos de producción de caprolactama en *La industria química en México* (INEGI, 1995a, 1997a, 2000, 2001a, 2007a, 2014a) (**Tabla 9, Anexo D [2]**) y, según las directrices de IPCC 2006, corresponde con una estimación de nivel 1 con factores de emisión por defecto. Cuando se aplica el método de nivel 1 se supone que no hay reducción del N<sub>2</sub>O.

Se utilizó el valor por defecto de las directrices del IPCC 2006, basado en plantas de alta presión (**Tabla 6, Anexo E [2]**).

Tabla 4.9. Emisiones de N<sub>2</sub>O por la producción de caprolactama

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
169.34	177.86	198.12	186.15	183.39	194.22	179.22	167.21	158.57	162.89

### 4.2.4 [2B6] Producción de dióxido de titanio

El dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>) se utiliza en la fabricación de pinturas, papel, plásticos, gomas, cerámicas, tejidos, revestimientos de pisos y tinta de imprenta, entre otros productos. Durante los procesos para la producción de TiO<sub>2</sub>, como la producción de escoria de titanio en hornos eléctricos, la producción de rutilo sintético mediante el proceso de Becher y la producción de TiO<sub>2</sub> rutilo por la vía del cloruro se llegan a generar emisiones de gases de efecto invernadero.

En 2015 se generaron 207.80 Gg de CO<sub>2</sub> (±21.2%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 87.83 Gg de CO<sub>2</sub> (**Tabla 4.10**); el

incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> fue de 136.6% en el periodo 1990-2015, con una TCMA de 3.5 por ciento.

Se cuenta con los datos de producción de dióxido de titanio del *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana* (ANIQ, 1995, 1999, 2003, 2016) (**Tabla 9, Anexo D [2]**). Según las directrices de IPCC 2006 (**Anexo E [2B6]**), corresponde una estimación de nivel 1 con factores de emisión por defecto, basado en la producción de rutilo de dióxido de titanio por vía del cloruro (**Tabla 7, Anexo E [2]**).

Tabla 4.10. Emisiones por la producción de dióxido de titanio

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
87.83	115.91	169.75	183.58	195.92	190.01	183.77	186.94	201.00	207.80

## 4.2.5 [2B7] Producción de ceniza de sosa

La ceniza de sosa se usa como materia prima en la industria del vidrio y en la producción de jabones, detergentes y pulpa y papel, así como en el tratamiento de aguas. Durante el proceso de producción, la trona o natrita (carbonato y bicarbonato hidratado de sodio, el mineral principal del cual se extrae la ceniza de sosa natural) se calcina en un horno rotatorio a altas temperatura y se transforma químicamente en ceniza de sosa cruda. En este proceso se generan dióxido de carbono y agua como subproductos.

En 2015 se generaron 40.02 Gg de CO<sub>2</sub> (±127.3%). En 1990, las emisiones estimadas de esta

subcategoría fueron 60.72 Gg de CO<sub>2</sub> (**Tabla 4.11**); es decir, hubo un decremento de 34.1% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2015, con una TCMA negativa de menos 1.7 por ciento.

Hay datos de producción de ceniza de sosa en la publicación *The Mineral Industry of Mexico* (USGS, 1999, 2003, 2004, 2005, 2009, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016) y el *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (SGM, 2016) (**Tabla 4.10, Anexo D [2]**). Las directrices de IPCC 2006 señalan que corresponde una estimación de nivel 1 con factores de emisión por defecto (**Anexo E [2B7]**). Se utilizó tal valor para la emisión por unidad de salida de ceniza de sosa.

Tabla 4.11. Emisiones por la producción de ceniza de sosa

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
60.72	40.02	40.02	40.02	40.02	40.02	40.02	40.02	40.02	40.02

## 4.2.6 [2B8] Producción petroquímica y negro de humo

La industria petroquímica utiliza combustibles fósiles o productos de refinería de petróleo como alimentación de procesos. Se estiman las emisiones provenientes de la producción de metanol, etileno y propileno, dicloruro de etileno, óxido de etileno y acrilonitrilo. Por su parte, el negro de humo no es considerado un producto petroquímico; sin embargo, utiliza sustancias petroquímicas como alimentación para su proceso (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 1,760.85 Gg de CO<sub>2e</sub> (±23.9%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 2,515.21 Gg de CO<sub>2e</sub>; (**Tabla 4.12**) el decremento en las emisiones de CO<sub>2e</sub> en el periodo 1990-2015 fue de 30%, con una TCMA negativa de 1.4 por ciento.

Las principales emisiones en esta subcategoría provienen del etileno, con una participación de 63.1%, el negro de humo, con 14.8%, y el óxido de etileno, con 13.7 por ciento.

Hay disponible información agregada (**Tabla 8, Anexo D [2]**) de producción de cada uno de los combustibles del Sistema de Información Energética (sener, 2017b), y de químicos en *La Industria química en México* (INEGI, 1995a, 1997a, 2000, 2001a, 2007a, 2014a) y del *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana* (ANIQ, 1995, 1999, 2003, 2016), por lo que se estiman las emisiones con el factor de IPCC 2006 (**Tabla 8 y sección [2B8], Anexo E [2]**).

El Sistema de Información Energética es la fuente de datos acerca de los petroquímicos pero,

a partir de 2014, dejó de publicar los del monómero de cloruro de vinilo y hubo que acopiar esta información a través de ANIQ.

En futuras publicaciones del inventario, será necesario asegurar cual será la fuente oficial de información para esta subcategoría.

Tabla 4.12. Emisiones por la producción de petroquímica y negro de humo

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Negro de humo	328.44	251.58	299.71	303.50	319.32	335.45	284.16	154.73	258.11	261.47
Metanol	69.76	67.10	62.69	26.90	5.28	49.90	50.13	51.90	55.71	53.33
Etileno	1,661.62	1,648.35	1,404.50	1,316.01	1,365.60	1,363.77	1,368.01	1,253.87	1,198.03	1,111.84
Óxido de etileno	189.11	218.29	219.22	228.62	265.63	252.89	246.31	261.36	250.12	240.82
Dicloruro de etileno	77.25	64.76	59.26	51.05	60.06	53.88	58.91	35.19	0	0
Monómero cloruro de vinilo	66.14	54.15	52.83	45.58	53.71	48.27	52.97	28.94	50.56	46.56
Acrilonitrilo	122.89	165.13	125.11	63.39	55.75	39.29	31.91	35.33	44.39	46.83
Total	2,515.21	2,469.36	2,223.32	2,035.05	2,125.35	2,143.46	2,092.39	1,821.32	1,856.92	1,760.85

## 4.2.7 [2B9] Producción fluoroquímica

Se estima la emisión del trifluorometano (HFC-23) derivado de la producción del clorodifluorometano (HCFC-22).

En 2015 se generaron 1,437.73 Gg de CO<sub>2</sub>e (±50.2%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 760.64 Gg de CO<sub>2</sub>e. El incremento fue de 89%, con una TCMA de 2.6 por ciento (Tabla 4.13).

Según IPCC 2006, el método de nivel 1 consiste en la aplicación de un factor de emisión por defecto a la cantidad de HCFC-22 producido. Este método puede aplicarse a una sola planta o en el ámbito nacional (Anexo E [2B9]). Los datos de acti-

vidad fueron proporcionados por la Unidad de Protección a la Capa de Ozono (UPO) de SEMARNAT (Tabla 11, Anexo D [2]).

En el caso de México, Quimobásicos S.A. de C.V. solicitó a SGS de México que validara el proyecto "Quimobásicos HFC Recovery and Decomposition" para la solicitud de renovación del periodo de acreditación en las actividades de proyectos MDL (SGS, 2013); el proyecto se registró en el MDL de la CMNUCC con número de referencia 0151. Con base en esta revisión se tomó el factor de relación de emisiones de HFC-23 por la producción de HCFC-22.

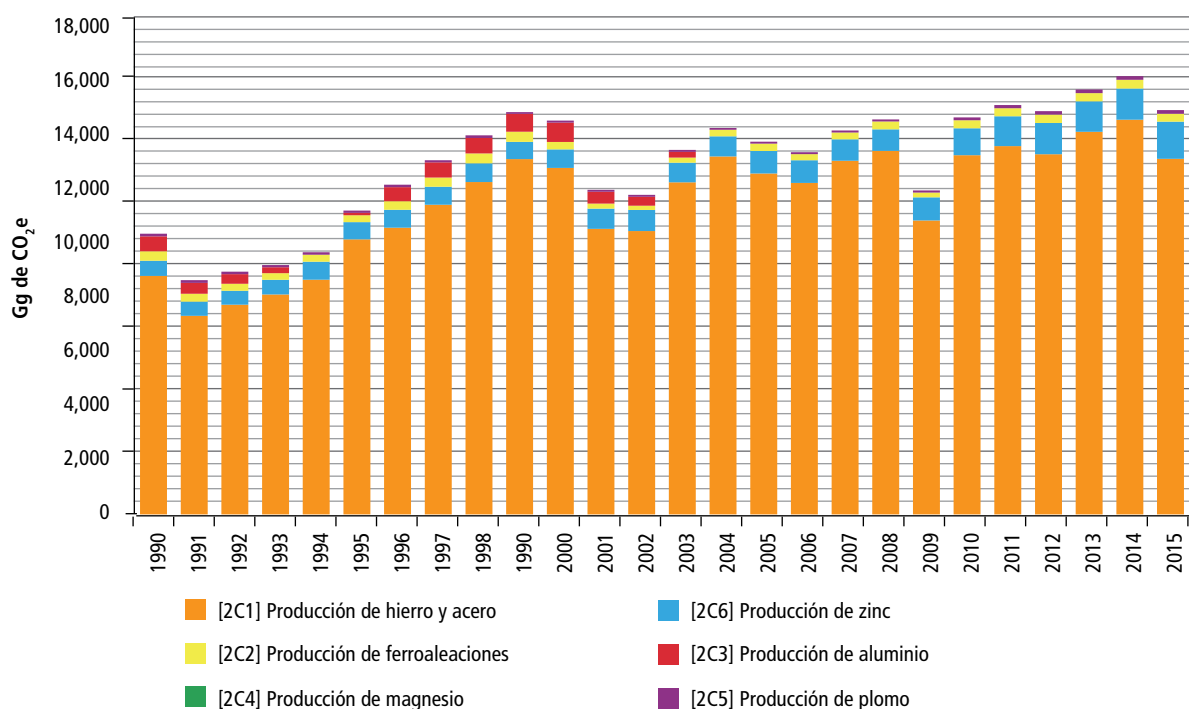
Tabla 4.13. Emisiones de HFC-23 por la producción fluoroquímica

	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	760.64	647.78	1,304.34	2,655.27	3,817.94	3,574.05	2,381.75	2,232.29	2,787.79	1,437.73

## 4.3 [2C] Industria de los metales

En esta categoría se estiman las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan de la producción de los metales: 1) hierro y acero; 2) ferroatleaciones; 3) aluminio; 4) plomo, y 5) zinc (Figura 4.6).

Figura 4.6. Emisiones por la producción de los metales



### 4.3.1 [2C1] Producción de hierro y acero

En la producción de hierro y acero se estiman las emisiones generadas por: la producción de coque metalúrgico, sinterizado, pellets y fabricación de hierro y acero. El proceso principal se desarrolla, para el caso de México, en una instalación integrada, que incluye típicamente los altos hornos y los hornos básicos de oxígeno para la fabricación de acero, los hornos de reverbero o los hornos de arco eléctrico (IPCC *et al.*, 2006). La producción de coque metalúrgico se explica en la sección de industrias de la energía [1A1] en el sector de energía [1].

La producción de hierro y acero conduce a emisiones de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). El IPCC 2006 proporciona orientación para estimar sólo las emisiones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ .

En 2015 se generaron 12,922.69 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  ( $\pm 17.3\%$ ). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 8,666.78 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ ; es decir, hubo un incremento de 49.1% en las emisiones de  $\text{CO}_2\text{e}$  en el periodo 1990-2015, con una TCMA de 1.6 por ciento (Tabla 4.14).



Tabla 4.14. Emisiones por la producción de hierro y acero

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
8,666.78	9,997.09	12,592.75	12,390.42	13,054.07	13,384.57	13,090.02	13,907.68	14,344.53	12,922.69

En 2015, las emisiones por la producción de acero representaron 64.4%; la producción de hierro esponja, 29.8%, y la producción de pellets y sinter, 5.8% del total.

Los datos de actividad se obtuvieron de la publicación *La industria siderúrgica en México* (INEGI, 1990, 1992, 2003, 2004, 2006, 2007b, 2008b, 2014b, 1993a, 1993b, 1995b, 1996, 1998a, 1998b, 2001b, 2002) y del *Anuario estadístico de la minería mexicana* (SGM, 2016); los datos del sinter fueron proporcionados por la Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO, 2017); para mayor detalle ver **Tabla 12, Anexo D [2]**.

Conforme a la directriz de IPCC 2006, para la estimación de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> se utilizó el método de nivel 1, con la aplicación de un factor de emisión por defecto a la cantidad de producción de acero

por tipo de horno, la producción de pellets, hierro esponja y sinter).

En las **Tablas 10 y 11 del Anexo E [2]** se proporcionan factores de emisión por defecto del IPCC 2006 para CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en la producción de coque, sinterizado, pellets, hierro y acero.

En el taller del 22 de mayo de 2017 se mostró la metodología empleada para la estimación de las emisiones de hierro y acero en presencia de representantes de la industria y se acopiaron comentarios sobre las consideraciones metodológicas de los procesos. Se sostuvieron reuniones con CANACERO, a manera de equipo de trabajo, para revisar en forma conjunta las estimaciones. Ese esfuerzo conjunto resultó acertado y debe continuar y fortalecerse para mejorar las estimaciones a futuro de este sector y las medidas de mitigación que se propongan con base en dichas estimaciones.

### 4.3.2 [2C2] Producción de ferroaleaciones

La fabricación de ferroaleaciones se refiere a las aleaciones de hierro con silicio y/o con uno o más metales, tales como manganeso, cromo, molibdeno, vanadio y tungsteno. En su producción, se generan emisiones de CO<sub>2</sub>, tal y como ocurre en la fabricación de ferromanganeso y silicomanganeso (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 283.4 Gg de CO<sub>2</sub> (±20.3%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 341.19 Gg de CO<sub>2</sub>. El decremento fue de 16.9% durante ese lapso, con una TCMA negativa de 0.7 por ciento (**Tabla 4.15**).

En 2015, las emisiones por la producción de silicomanganeso representó 68.8%, y la de ferromanganeso, 31.2% del total.

Para la estimación de CO<sub>2</sub> se utilizó el método de nivel 1 con un factor de emisión por defecto (IPCC, 2006a) para la cantidad de producción por tipo de ferroaleación (**Tabla 13, Anexo D [2]** y **Anexo E [2C2]**).

Los datos de actividad provienen de *La industria siderúrgica en México* (INEGI, 1997b, 2001b, 2006, 2011, 2014b) y del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (SGM, 2016). Se aplicaron los factores de emisión por defecto de IPCC 2006 para silicomanganeso y ferromanganeso (**Tabla 4.12, Anexo E [2]**).

Con respecto a actividades de QA, QC y verificación, las cifras se revisaron y corrigieron con la ayuda de la Compañía Minera Autlán, que revisó las estadísticas de los datos de actividad de la serie histórica.

Tabla 4.15. Emisiones por la producción de ferroaleaciones

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
341.19	249.30	268.74	265.64	293.58	290.46	306.11	299.87	318.55	283.40

### 4.3.3 [2C3] Producción de aluminio

Esta sección cubre las emisiones de proceso generadas por la producción primaria de aluminio. En todo el mundo, el aluminio primario se produce exclusivamente mediante el proceso electrolítico Hall-Heroult, que puede darse en cuatro tipos de tecnología: 1) ánodo de precocido central; 2) ánodo de precocido lateral; 3) Söderberg de barra horizontal, y 4) Söderberg de barra vertical. Por la producción de aluminio primario se producen emisiones de CO<sub>2</sub> y PFC (IPCC *et al.*, 2006).

La producción de aluminio primario en México por el proceso descrito concluyó en 2003. En ese año se generaron 207.98 Gg de CO<sub>2</sub>e, a diferencia de 1990, cuando las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 61.6% menores: 541.97 Gg de CO<sub>2</sub>e, con una TCMA negativa de 7.1 por ciento (Tabla 4.16).

Se estimaron las emisiones con un nivel 1 a partir de datos de producción de aluminio primario tomados del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (CRM, 1993, 1997, 2001, 2004) (Tabla 14, Anexo D [2]) para emisiones de CO<sub>2</sub> y las de PFC (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). Las emisiones de CO<sub>2</sub> (Tabla 13, Anexo E [2]) y PFC (Tabla 14, Anexo E [2]) se estimaron con factores de emisión por defecto de IPCC 2006.

Tabla 4.16. Emisiones por la producción de aluminio primario

Gg de CO <sub>2</sub> e					
1990	1995	2000	2001	2002	2003
541.97	86.63	703.93	428.44	324.45	207.98

### 4.3.4 [2C5] Producción de plomo

La producción de plomo se puede realizar a través de dos procesos: por sinterización, que consiste en etapas secuenciales de sinterización y fundición, y por fundición directa. Ambos procesos emiten CO<sub>2</sub> (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 137.16 Gg de CO<sub>2</sub> (±22.2%). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 97.3 Gg de CO<sub>2</sub>; la diferencia representa un incremento de 41% en las emisiones de CO<sub>2</sub> en el periodo 1990-2015, con una TCMA de 1.4 por ciento (Tabla 4.17).

Dado que se desconocen los detalles del proceso de producción de plomo en México, se optó por la metodología de nivel 1, considerando que,

del total de la producción, 80% se hace por fundición directa y 20% en hornos *Imperial Smelting*. Los datos de producción total provienen del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (CRM, 1993, 1997, 2001, 2004, sgm, 2010, 2012, 2016) (Tabla 15, Anexo D [2]).

Se utiliza el valor por defecto de IPCC 2006 (Tabla 15, Anexo E [2]) para la estimación de CO<sub>2</sub> por la producción de plomo.

Como actividades de control de calidad, el equipo de Inventarios del INECC revisó las estadísticas publicadas por el Servicio Geológico Mexicano con las hojas de cálculo que se utilizaron para la cuantificación de las emisiones.

Tabla 4.17. Emisiones por la producción de plomo

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
97.30	85.46	71.75	69.88	99.87	116.33	123.81	131.75	130.24	137.16

### 4.3.5 [2C6] Producción de zinc

La producción de zinc se realiza a través de tres métodos: destilación electrotérmica; proceso pirometalúrgico, que implica el uso de un horno *Imperial Smelting*, y un proceso electrolítico. Todos ellos generan emisiones de CO<sub>2</sub> (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 1,353.25 Gg de CO<sub>2</sub> ( $\pm 26.9\%$ ). En 1990 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 554.68 Gg de CO<sub>2</sub>. El incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el periodo 1990-2015 fue de 144%, con una TCMA de 3.6 por ciento (Tabla 4.18).

Se desconocen los detalles de la producción de zinc en México. Por ello se decidió utilizar la

metodología de nivel 1 de IPCC con datos de la producción de zinc tomados del *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (CRM, 1993, 1997, 2001, 2004, SGM, 2010, 2012, 2016) (Tabla 4.15, Anexo D [2]).

Se utilizó el factor de emisión por defecto de IPCC 2006 (Tabla 4.16, Anexo E [2]) para la estimación de CO<sub>2</sub> por la producción de zinc.

Para las actividades de control de calidad, el INECC verificó las estadísticas publicadas por el Servicio Geológico Mexicano con las hojas de cálculo de las emisiones.

Tabla 4.18. Emisiones por la producción de zinc

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
554.68	625.54	675.60	819.25	980.41	1,086.80	1,135.80	1,105.17	1,134.99	1,353.25

## 4.4 [2D] Uso de productos no energéticos como combustibles y disolventes

Los productos considerados en esta fuente de emisión son aquellos combustibles fósiles con fines primarios, como los lubricantes, las ceras de parafina, el alquitrán y/o asfalto y los disolventes, cuyo uso genera emisiones de CO<sub>2</sub> (IPCC *et al.*, 2006). Los productos energéticos aquí estimados son los lubricantes y las ceras parafinas.

En 2015 se generaron 94.3 Gg de CO<sub>2</sub> ( $\pm 42.3\%$ ), cantidad 67.1% menor que la de 1990, cuando las emisiones estimadas de esta categoría alcanzaron 290.95 Gg de CO<sub>2</sub>. La TCMA negativa del periodo fue 4.4 por ciento (Tabla 4.19).

Para la cuantificación de las emisiones se utilizaron datos agregados de actividad de lubricantes

y ceras parafinas del Sistema de Información Energética (SENER, 2017b) y cifras de poderes caloríficos obtenidas del balance nacional de energía (SENER, 1999, 2001, 2010, 2016) (**Tabla 4.16, Anexo D [2]**). Se estimaron las emisiones con un nivel 1, según las directrices de IPCC.

Se utilizó el valor de oxidación de 0.2 y un factor de emisión de 20 kg de C/GJ de IPCC 2006

para la estimación de CO<sub>2</sub> por el uso de productos no energéticos como combustibles y disolventes.

Para el control de calidad, los datos del sistema de información energética se recopilaron de la página de Internet de SENER en formato electrónico en MS Excel editable y se utilizaron directamente para estimar las emisiones.

**Tabla 4.19. Emisiones por el uso de productos no energéticos**

Gg de CO <sub>2</sub>									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
290.95	267.82	232.82	203.14	161.79	143.60	148.99	163.16	144.26	94.30

## 4.5 [2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Los hidrofluorocarbonos (HFC) y los perfluorocarbonos (PFC) se han usado como sustancias alternativas a aquellas que agotan la capa de ozono (SAO), como es el caso de los clorofluorocarbonos, que están siendo retirados por el Protocolo de Montreal.

Los HFC y PFC están contenidos en equipos y productos, por lo que se estudian las fugas que ocurren a lo largo de la vida útil de éstos. Los gases mencionados se usan en la refrigeración y aires acondicionados, en extintores para la protección contra incendios, en aerosoles, en limpieza con disolventes, en agentes espumantes y otras aplicaciones.

En las aplicaciones como las espumas rígidas y en la refrigeración, el uso de los HFC conduce al desarrollo de *bancos* de materiales de larga duración,

ya que el gas se fuga gradualmente en un lapso de años y esto requiere información de fabricación, ventas, cargas y retiros de equipos para su contabilización anual. En el caso de los aerosoles, las emisiones ocurren en periodos menos extensos (por ejemplo, uno o dos años) y por ello se consideran rápidas (IPCC *et al.*, 2006).

En la categoría [2F] del uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, durante 2015 se generaron 11,179.01 Gg de CO<sub>2</sub>e (±24.1%). En 2000 las emisiones estimadas de esta categoría fueron 599.12 Gg de CO<sub>2</sub>e. El incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub>e en el periodo 2000-2015 fue de 1,765.9%, con una TCMA de 21.5 por ciento (**Tabla 4.20**).

**Tabla 4.20. Emisiones por el uso de HFC, 2000-2015**

Gg de CO <sub>2</sub> e							
2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
599.12	1,768.44	6,733.44	7,468.10	8,340.64	9,295.75	10,242.07	11,179.01

## 4.5.1 [2F1] Refrigeración y aire acondicionado (RAC)

Se incluyen en este inventario acondicionadores de aire como los *splits* o los utilizados en hogares y comercios, los enfriadores de aire, los acondicionadores de aire para automóviles y los refrigeradores cargados con HFC o una mezcla de gases de ese tipo.

En 2015 se generaron 9,888.63 Gg de CO<sub>2</sub>e ( $\pm 27\%$ ). En 2000, las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 599.12 Gg de CO<sub>2</sub>e. El incremento en las emisiones de CO<sub>2</sub>e para el periodo 2000-2015 fue de 1,550.5%, con una TCMA de 20.6 por ciento (**Tabla 4.21**).

La estimación de las emisiones para los subsectores RAC se desarrolló utilizando el nivel 2 enfoque A, de conformidad con las directrices de IPCC 2006, con el número de equipos existentes, cargados con las sustancias químicas del estudio de

Proklima (GIZ, 2014), con una actualización de 2012 a 2015 y mejorado con el estudio “*Survey on Alternatives to ODSs in Mexico*” para los datos de *stock* (ONUDI, 2016) (**Tablas 17 a la 27, Anexo D [2]**).

Los factores de emisión y parámetros relevantes fueron seleccionados del estudio “*Mexico 2015 HFCs Emissions Inventory and Projection Scenarios towards 2013*” (SEMARNAT/ONUDI, 2017) a juicio de experto y consultados por expertos técnicos, proveedores y representantes de la UPO de SEMARNAT. La mayoría de estos valores están relacionados con las prácticas comunes durante las actividades de manufactura y servicio (**Tablas 4.19 y 4.20, Anexo E [2]**).

Para fines de control de calidad, el equipo del INECC revisó los cálculos realizados por el estudio encargado por la UPO de SEMARNAT.

Tabla 4.21. Emisiones por el uso de HFC en RAC

Gg de CO <sub>2</sub> e							
2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
599.12	1,768.44	6,209.19	6,875.14	7,598.56	8,326.44	9,130.84	9,888.63

## 4.5.2 [2F2] Agentes espumantes

La subcategoría se clasifica como espumas de celdas abiertas o cerradas. En el primer caso, las emisiones de HFC tienden a ocurrir durante el proceso de fabricación e inmediatamente después; para celdas cerradas la mayoría de las emisiones se extienden durante la vida útil del producto y antes de su disposición final.

En México, los agentes espumantes se utilizan principalmente para espumas rígidas y poliuretano extruido (XPS) o de poliuretano inyectado (PI). Ambos típicamente se consideran del tipo celda cerrada. En este caso, las emisiones se extienden a la fase de espuma en uso y pueden ocurrir durante un periodo de 50 años.

Tabla 4.22. Emisiones por el uso de HFC en agentes espumantes

Gg de CO <sub>2</sub> e					
2010	2011	2012	2013	2014	2015
236.55	234.69	295.74	360.92	377.06	420.55

En 2015 se generaron 420.55 Gg de CO<sub>2</sub>e ( $\pm 47.4\%$ ); en 2010, 236.55 Gg de CO<sub>2</sub>e: 77.8% de incremento, con una TCMA de 12.2 por ciento (**Tabla 4.22**).

La estimación de emisiones de hfc provenientes de agentes espumantes se realizó considerando el nivel 1a, donde se usan los datos de actividad

específicos del país (**Tablas 28 y 30, Anexo D [2]**) o derivados –mundial y/o regionalmente– del nivel de la aplicación. Los factores de emisión y parámetros relevantes se seleccionaron del estudio mencionado anteriormente (SEMARNAT/ONU, 2017) a juicio de experto, así como consultados

por expertos técnicos, proveedores y representantes de la UPO de SEMARNAT (**Tablas 22 y 23, Anexo E [2]**).

Como control de calidad el equipo del INECC revisó los cálculos realizados por el estudio encargado por la UPO de SEMARNAT.

### 4.5.3 [2F3] Protección contra incendios

Los equipos contra incendios cargados con HFC o PFC se utilizan como sustituto de los halones de los equipos portátiles y fijos. En el caso de México sólo se estiman emisiones de HFC de estos equipos.

En 2015 se generaron 79.63 Gg de CO<sub>2</sub>e ( $\pm 31.3\%$ ); en 2010 las emisiones de esta subcategoría fueron 1.51 Gg de CO<sub>2</sub>e, representando un incremento de 5,173%, con una TCMA de 121 por ciento (**Tabla 4.23**).

**Tabla 4.23. Emisiones por uso de HFC en equipos de protección contra incendios**

Gg de CO <sub>2</sub> e					
2010	2011	2012	2013	2014	2015
1.51	2.69	15.37	38.01	45.02	79.63

La estimación de las emisiones de HFC provenientes de los equipos de protección contra incendios se realizó considerando un nivel 1a, con los factores de emisión derivados de las bases de datos regionales o mundiales y datos recolectados del país (**Tablas 28 y 30, Anexo D [2]**). Para la estimación se considera que los equipos portátiles contra incendios liberan su carga inicial durante un incendio real, y para los equipos fijos se estimó un índice de 4% como factor de emisión por la cantidad de uso (**Tabla 24, Anexo E [2]**).

Como control de calidad el equipo del INECC revisó los cálculos realizados por el estudio encargado por la UPO de SEMARNAT.

### 4.5.4 [2F4] Aerosoles

Los HFC y PFC pueden usarse como propelentes en los contenedores de aerosoles. Sus emisiones ocurren por lo general poco después de la producción y durante su uso se considera que el 100% es emitido a la atmósfera. En este inventario sólo se estiman las emisiones de hfc.

En 2015 se generaron 781.86 Gg de CO<sub>2</sub>e ( $\pm 35.4\%$ ). En 2010 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 286.19 Gg de CO<sub>2</sub>e. La diferencia representa un incremento de 173.2% en las emisiones de CO<sub>2</sub>e en el periodo 2010-2015, con una TCMA de 22.3 por ciento (**Tabla 4.24**).

**Tabla 4.24. Emisiones por uso de HFC en aerosoles**

Gg de CO <sub>2</sub> e					
2010	2011	2012	2013	2014	2015
286.19	355.57	418.87	539.65	670.03	781.86

Se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, donde se usan los datos de la actividad al nivel de la aplicación, construida con datos de importación y exportación, y se calculan las emisiones generadas por los productos nacionales e importados para cada sustancia química (**Tablas 28 a la 30, Anexo D [2]**).

Para la cuantificación de las emisiones, se consideró la recomendación de IPCC en la que se evalúa el amplio espectro de los productos con aerosol al nivel de la aplicación (nivel 1a); es decir, se consideró un factor de emisión por defecto de 50% de la carga

inicial anual. Esto significa que la mitad de la carga química se escapa durante el primer año y el resto durante el segundo año. Como control de calidad el equipo del INECC revisó los cálculos realizados por el estudio encargado por la UPO de SEMARNAT.

### 4.5.5 [2F5] Disolventes

El uso del HFC en disolventes tiene poco uso, según IPCC 2006. Éstos se encuentran en aplicaciones de limpieza de precisión, al igual que para electrónica y metales, o en aplicaciones de deposición.

En 2015 se generaron 8.33 Gg de CO<sub>2</sub>e (±50%). En 2012 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 12.11 Gg de CO<sub>2</sub>e. El decremento fue de 173.2%, con una TCMA negativa de 11.7 por ciento (**Tabla 4.25**).

Se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, donde se usan los datos de producción e importación a nivel de la aplicación y se calculan las emisiones de HFC. Se considera que las emisiones ocurren en los primeros dos años, por lo que se utilizaron los datos de las ventas anuales de estos productos.

El consumo de los HFC para disolventes se obtuvo de "Survey on Alternatives to ODSS in Mexico"

(ONUDI, 2016), HFC-43-10mee es la sustancia principal y fue introducida al país en 2012 para la industria de los metales, electrónica y limpieza a presión (SEMARNAT/ONUDI, 2017).

Para la cuantificación de las emisiones se optó por utilizar el factor de emisión por defecto del 50% de la carga inicial/anual. Como control de calidad el equipo del INECC revisó los cálculos realizados por el estudio encargado por la UPO de SEMARNAT.

**Tabla 4.25. Emisiones por uso de HFC en disolventes**

Gg de CO <sub>2</sub> e			
2012	2013	2014	2015
12.11	30.73	19.11	8.33

## 4.6 [2G] Manufactura y utilización de otros productos

En esta categoría, la metodología de IPCC 2006 analiza las emisiones de SF<sub>6</sub>, PFC y N<sub>2</sub>O que fueron incorporadas a productos para explotar una o varias de las propiedades físicas de la sustancia química, como la elevada constante dieléctrica del SF<sub>6</sub>, la

estabilidad del PFC y los efectos anestésicos del N<sub>2</sub>O. En este inventario sólo se analiza el SF<sub>6</sub> integrado en los equipos eléctricos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

## 4.6.1 [2G1] Equipos eléctricos

El hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ) se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, la instalación, el uso, el mantenimiento y la eliminación (IPCC *et al.*, 2006).

En 2015 se generaron 195.5 Gg de  $CO_2e$  ( $\pm 3.9\%$ ); en 1990, 32.41 Gg de  $CO_2e$ . El incremento del periodo fue de 502.4%, con una TCMA de 7.4% (Tabla 4.26 y Figura 4.7).

Se estimaron las emisiones considerando un nivel 1, enfocado al uso de factores de emisión por defecto. En este método se requiere el  $SF_6$  consumido por los fabricantes de equipos y/o por la capacidad nominal de  $SF_6$  de los equipos en cada etapa del ciclo de vida útil posterior a la fabricación nacional (Tabla 31, Anexo D [2]). Sólo se consideran las emisiones por el uso de los equipos durante su vida útil. El factor de emisión que se utilizó fue de 2%

anual para equipos eléctricos de presión, cerrados, para conmutadores de alta tensión.

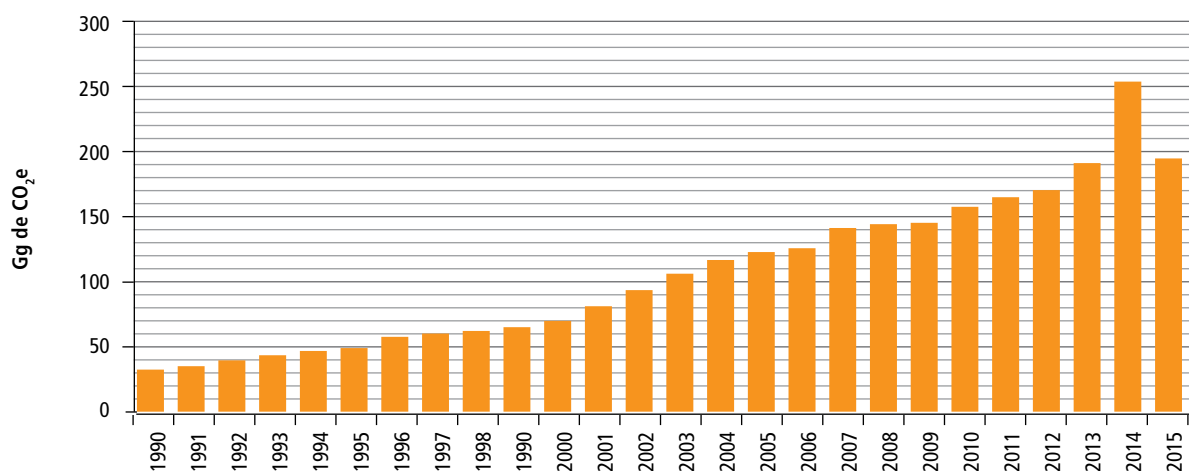
Se consideró que el mayor aporte de emisiones de  $SF_6$  en México se deriva de las actividades de la CFE y por ello no se consideran los productores independientes. Se utilizó la información proporcionada por CFE para el inventario 2013 (CFE, 2014) y para los dos últimos años se proyectaron las cifras.

Como una mejora del inventario y ya que no se cuenta con estadísticas de la mayoría de las fuentes de emisión en esta subcategoría, de acuerdo a lo solicitado en la metodología de IPCC 2006, se podría solventar esta deficiencia a través de una encuesta para recopilar información estadística que permita reunir parámetros suficientes para generar una serie histórica de las otras fuentes de emisión (el uso de  $SF_6$  y PFC en otros productos y el uso de  $N_2O$ ), así como lo relacionado en las importaciones y exportación de los mismos.

Tabla 4.26. Emisiones por uso de  $SF_6$

Gg de $CO_2e$									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
32.41	49.04	69.99	123.07	157.99	165.36	170.85	191.69	254.52	195.25

Figura 4.7. Emisiones por el uso de  $SF_6$





## 4.7 [2H] Otros

### 4.7.1 [2H1] Industria de la pulpa y el papel

La fabricación de la pulpa y el papel puede generar emisiones de CO<sub>2</sub>. El IPCC 2006 no da orientación de cómo evaluar esta emisión. En México se desarrolló una herramienta para la estimación de gases de efecto invernadero para el sector productivo de Celulosa y Papel (SEMARNAT, 2006), la cual se usó en este inventario.

En 2015 se generaron 57.93 Gg de CO<sub>2</sub>e (±3.2%). En 2000 las emisiones estimadas de esta subcategoría fueron 39.2 Gg de CO<sub>2</sub>e. Hubo un incremento de 47.8% en las emisiones de CO<sub>2</sub>e en el periodo 2000-2015, con una TCMA de 2.6% (Tabla 4.27 y Figura 4.8).

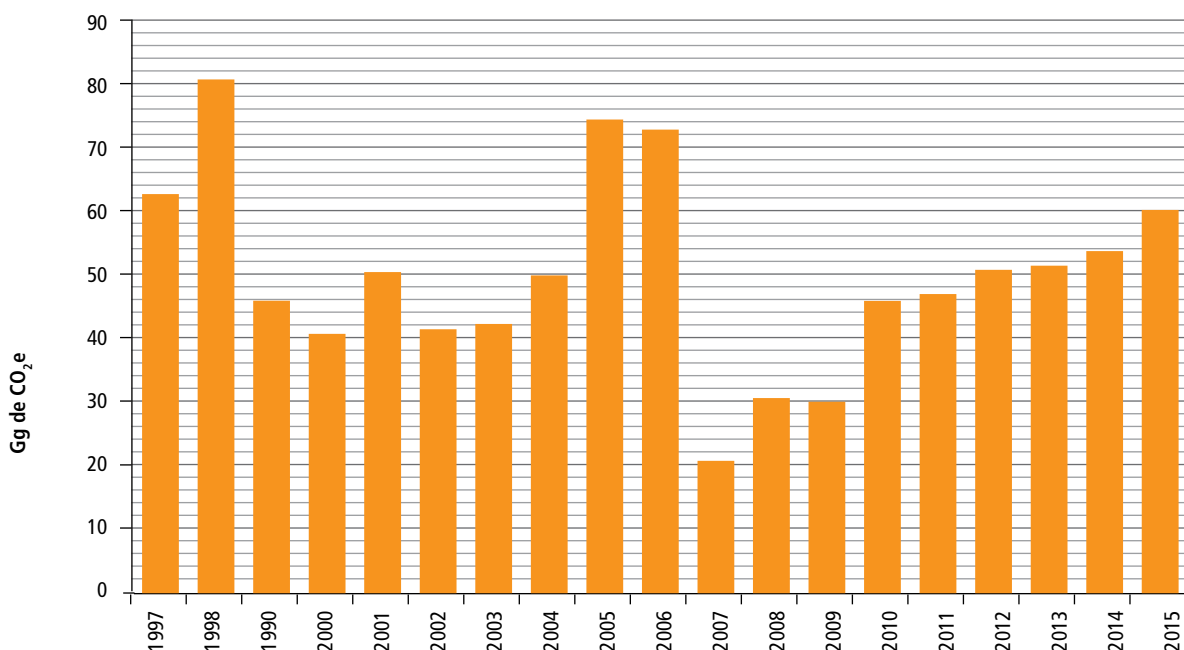
Las emisiones se estiman multiplicando la cantidad de carbonato de sodio o calcio utilizado para

la fabricación del papel por el factor de emisión de la herramienta, en kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de carbonato utilizado. Hay datos de los dos carbonatos para el periodo 1997-2015 (Tabla 32, Anexo D [2]) revisados en un esfuerzo compartido con la Cámara del Papel.

Tabla 4.27. Emisiones de la industria de la pulpa y el papel

Gg de CO <sub>2</sub> e							
2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
39.20	71.58	44.17	45.21	48.87	49.50	51.71	57.93

Figura 4.8. Emisiones de la industria de la pulpa y el papel



## Referencias

- ANIQ. (1995). *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*.
- \_\_\_\_\_. (1999). Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana.
- \_\_\_\_\_. (2003). *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*.
- \_\_\_\_\_. (2016). *Anuario Estadístico de la Industria Química Mexicana*.
- CANACERO. (2017). *Datos de producción del sinter (comunicación interna)*. CDMX.
- CFE. (2014). *Carga de SF6 (comunicación interna)*.
- CRM. (1993). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 1992*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_. (1997). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 1996. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_. (2001). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2000. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_. (2004). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2003. Consejo de recursos minerales (Vol. 1). <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- INECC. (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México* (Vol. 3). Distrito Federal. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)
- INEGI. (1990). La industria siderúrgica en México
- \_\_\_\_\_. (1992). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1993a). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1993b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1995a). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (1995b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1995c). XIV Censo Industrial - Censos Económicos 1994. [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825172015/702825172015\\_1.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825172015/702825172015_1.pdf)
- \_\_\_\_\_. (1996). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1997a). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (1997b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1998a). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (1998b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2000). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (2001a). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (2001b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2002). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2003). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2004). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2006). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2007a). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (2007b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2008a). Encuesta industrial mensual (cmap). <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- \_\_\_\_\_. (2008b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2011). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. (2014a). La industria química en México.
- \_\_\_\_\_. (2014b). La industria siderúrgica en México.
- \_\_\_\_\_. 2017a). Censos Económicos 2014. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ce/2014/>
- \_\_\_\_\_. (2017b). Censos Económicos 2014. <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/default.aspx>
- \_\_\_\_\_. (2017c). Encuesta mensual de la industria manufacturera (emim). Retrieved January 1, 2017, from <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- IPCC, Eggleston, S., Buendía, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3, Industrial Processes and Product Use. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 3. <http://www.ipcc.ch/meetings/session25/doc4a4b/vol3.pdf>
- Online, I. (2017). Índice Nacional de Precios al Consumidor Base 2Q diciembre 2010. <https://idconline.mx/indicadores/indicador-inpc-base-2q-diciembre-2010-100>
- SEMARNAT. (2006). *Documento Guía de la Herramienta para la Estimación de Gases de efecto Invernadero para el sector productivo de Celulosa y Papel*.
- SEMARNAT/ONU. (2017). *Mexico 2015 HFCs Emissions Inventory and Projection Scenarios towards 2030*.
- SENER. (1999). *Balance Nacional de Energía 1998*.
- \_\_\_\_\_. (2001). Balance nacional de energía 2000.
- \_\_\_\_\_. (2010). Balance nacional de energía 2009, 184.
- \_\_\_\_\_. (2016). Balance Nacional de Energía 2015. Secretaría de Energía. [https://doi.org/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177621/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2015.pdf](https://doi.org/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177621/Balance_Nacional_de_Energ_a_2015.pdf)

- \_\_\_\_\_ (2017a). Elaboración de productos Petroquímicos. <http://sie.energia.gob.mx/>
- \_\_\_\_\_ (2017b). Sistema de Información Energética. <http://sie.energia.gob.mx/>
- SGM. (2006). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2005*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_ (2007). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliado 2006. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_ (2008). Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2007. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html> (2010). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana. Ampliada 2009* (Vol. 40). <http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/AnuarioEstadistico2011c.pdf>
- \_\_\_\_\_ (2012). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana Ampliada 2011*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_ (2014). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana 2013*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_ (2015). *Anuario estadístico de la Minería Mexicana 2014*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- \_\_\_\_\_ (2016). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana, 2015*. <https://www.sgm.gob.mx/Gobmx/productos/Anuarios-historicos.html>
- SGS, C. C. P. (2013). *Validation Report Quimobásicos HFC Recovery and Decomposition Project* (Vol. 44). PNUD y ANIQ. (2016). *Elementos hacia una estrategia de desarrollo bajo en emisiones para la industria química en México*. Ciudad de México.
- ONUDI. (2016). *Survey on Alternatives to ODSs in Mexico, in Draft Report*.
- USGS. (1999). *The Mineral Industry of Mexico. 1998 Mineral Yearbook*.
- \_\_\_\_\_ (2003). *The Mineral Industry of Mexico. 1999 Minerals Yearbook* (Vol. 1).
- \_\_\_\_\_ (2004). *The Mineral Industry of Mexico. 2003 Minerals Yearbook* (Vol. 3).
- \_\_\_\_\_ (2005). *THE MINERAL INDUSTRY OF Mexico. 1994 Mineral Yearbook*.
- \_\_\_\_\_ (2009). *The Mineral Industry of Mexico. 2006 Minerals Yearbook*.
- \_\_\_\_\_ (2011). *The Mineral Industry of Mexico. 2009 Minerals Yearbook*.
- \_\_\_\_\_ (2012). *The Mineral Industry of Mexico. 2010 Minerals Yearbook*. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.027>
- \_\_\_\_\_ (2013). *The Mineral Industry of Mexico. 2011 Minerals Yearbook*.
- \_\_\_\_\_ (2015). *The Mineral Industry of Mexico. 2012 Minerals Yearbook*. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/2012/myb3-2012-my.pdf>
- \_\_\_\_\_ (2016). *The Mineral Industry of Mexico. 2013 Minerals Yearbook*. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/myb/>

**5**

**[3] Agricultura, silvicultura  
y otros usos de la tierra**



El sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por *Agriculture, Forestry, and Other Land Use*) se divide en tres categorías: [3A] Ganado, [3B] Tierra y [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra. De conformidad con IPCC (2006), en esta integración se reconoce que los procesos que derivan en las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), así como las diferentes formas de carbono almacenado pueden producirse en todos los tipos de suelos. De tal modo, se mejoran la coherencia y la exhaustividad en la estimación y declaración de emisiones y absorciones de GEI.

Los principales GEI contabilizados en este sector son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Las absorciones de CO<sub>2</sub> se deben principalmente a procesos de captación durante la fotosíntesis de la vegetación; las emisiones se originan por la respiración (no considerada por IPCC), la descomposición y la combustión de materia orgánica. En los procesos de nitrificación y desnitrificación ocurridos en los suelos, en la deposición de las excretas y la combustión de la materia orgánica se emite N<sub>2</sub>O. Las emisiones de CH<sub>4</sub> (metanogénesis) en este sector se deben a procesos como la fermentación entérica y el manejo anaeróbico de las excretas, así como a la combustión incompleta de materia orgánica y el cultivo de arroz. La formación de GEI a partir de compuestos y gases precursores se considera una emisión indirecta, asociada con procesos como la volatilización de compuestos de nitrógeno de los suelos y del manejo de las excretas (IPCC, 2006).

Se consideran aquí las emisiones y absorciones de GEI asociadas con actividades agropecuarias y forestales en tierras sujetas a intervención humana. Los métodos para estimar tales emisiones y absorciones en el sector AFOLU, de acuerdo con IPCC (2006) incluyen:

- Emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> por cambios en las existencias de carbono en la biomasa, materia orgánica muerta y suelos minerales, en las tierras gestionadas.
- Emisiones de:
  - CH<sub>4</sub> producidas por la fermentación entérica en el ganado;
  - CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de los sistemas de gestión de estiércol;
  - CO<sub>2</sub> y distintas al CO<sub>2</sub> producidas por incendios en todas las tierras gestionadas;
  - N<sub>2</sub>O en todas las tierras gestionadas;
  - CO<sub>2</sub> relacionadas con la aplicación de cal y urea en tierras gestionadas;
  - CH<sub>4</sub> del cultivo de arroz;
  - CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O de las tierras de cultivo orgánico, y
  - CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O de humedales gestionados.

El cambio en las existencias de carbono relacionado con los productos de madera recolectada.

En cada sección se ven los detalles de las emisiones y absorciones de GEI resultantes de las actividades anteriormente señaladas.

El sector AFOLU presentó un balance de -46,286.57 Gg de CO<sub>2</sub>e [±76.10%] en 2015. De estas emisiones, a la categoría [3A] Ganado correspondieron 70,567.60 Gg de CO<sub>2</sub>e [±4.78%]; a la categoría [3B] Tierra, -148,346.07 Gg de CO<sub>2</sub>e [±19.46%], y a la categoría [3C] Fuentes agregadas..., 31,491.90 Gg de CO<sub>2</sub>e [±63.19%]. Las emisiones históricas se pueden ver en la **Figura 5.1**.

En el país, la categoría [3B] Tierra presenta absorciones de CO<sub>2</sub> y, por tanto, el sector AFOLU reporta emisiones netas con magnitud negativa, lo cual podría considerarse como un sumidero. Para comprender el comportamiento de las emisiones y absorciones se analizan los resultados de las emisiones de AFOLU con y sin los resultados de [3B] Tierra. Así, en 2015 (**Figura 5.2**), al excluir los resultados de la categoría [3B] Tierra, las emisiones de AFOLU son del orden de 102,059.50 Gg de CO<sub>2</sub>e.

Figura 5.1. Emisiones históricas del sector AFOLU, 1990-2015

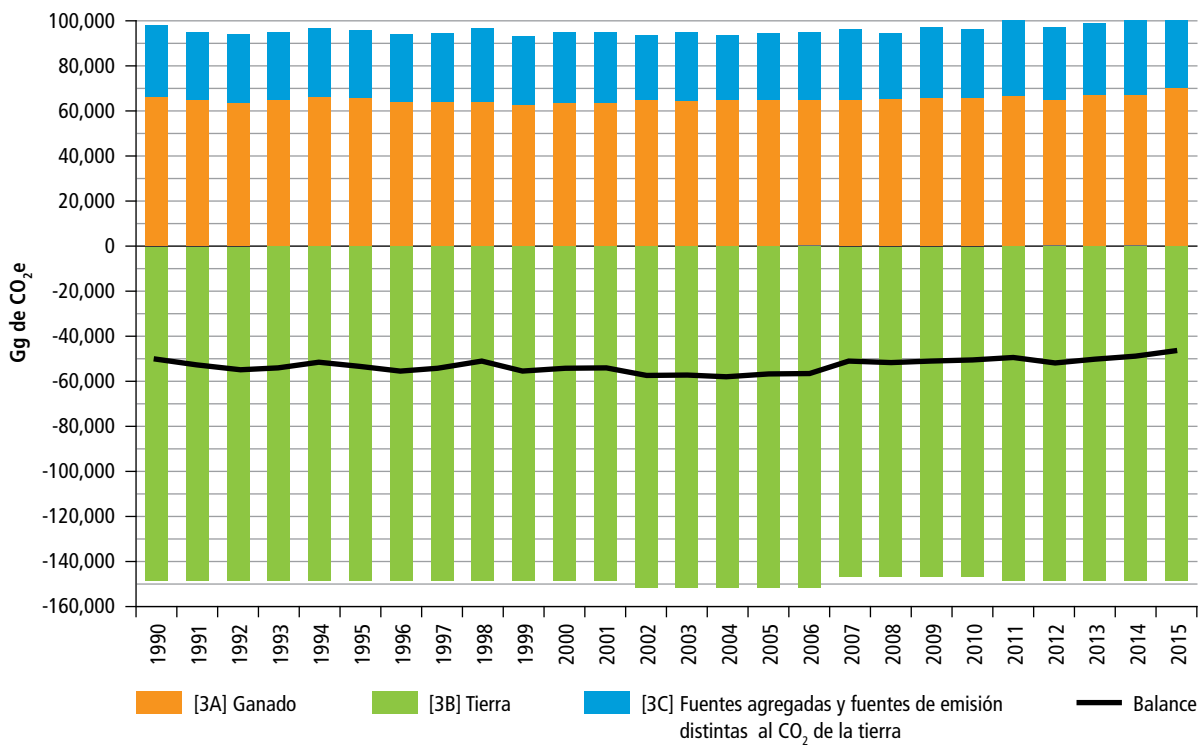
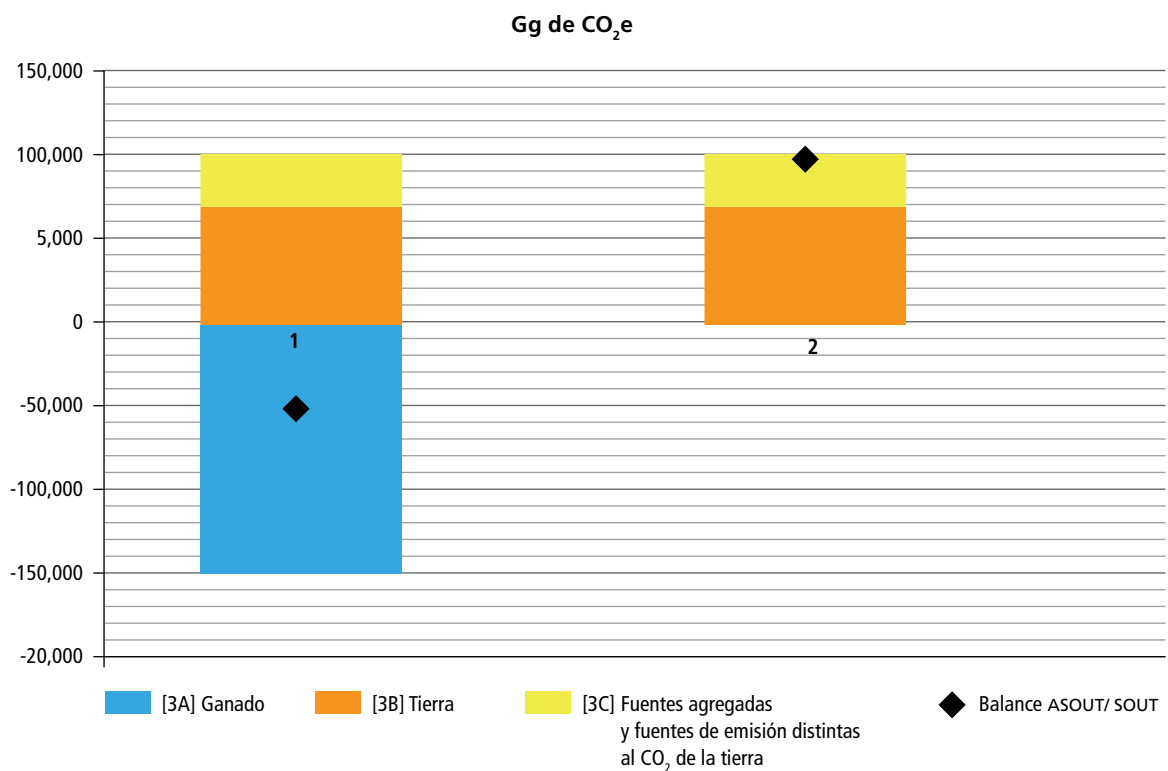


Figura 5.2. Emisiones para el sector AFOLU, incluyendo y excluyendo [3B] Tierra, 2015



## 5.1 [3A] Ganado

En esta categoría se reportan las emisiones de los GEI originados por las actividades pecuarias en México. Los GEI contabilizados en esta categoría son el metano generado en la fermentación entérica (subcategoría 3A1) y durante el manejo de las excretas del ganado (subcategoría 3A2), así como el óxido nitroso, producido por el manejo de las excretas.

Los datos de actividad de las diferentes poblaciones animales que se consideraron en esta actualización del inventario se obtuvieron del Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP). En 2015, las aves de corral (aves huevo, aves carne) fueron la especie productiva con la mayor población total. Los datos de la población ganadera de dicho año se muestran en la **Figura 5.3**.

Durante 2015, la ganadería en México emitió 70,567.60 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 4.78\%$ ] (**Tabla 5.1**). De esa cantidad, 76% correspondió a la fermentación

entérica [3A1], con 53,442.72 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 6.11\%$ ], y el manejo de excretas [3A2] representó 24% de las emisiones de la categoría (**Figura 5.4**) con 17,124.88 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 4.96\%$ ]). En cuanto a la contribución por fuente de emisión, según se observa en la **Figura 5.5**, la distribución de las emisiones ubica al ganado bovino como el mayor emisor de la categoría, con 87.46%, seguido por: ganado porcino, 7.33%; ganados ovino y caprino, 1.78% cada grupo; aves de corral (huevo y carne), 0.79%, y el ganado equino –caballos, mulas y asnos–, 0.85% de las emisiones. En términos económicos, estos resultados contrastan con la aportación de la ganadería al producto interno bruto (PIB) nacional, ya que esta actividad aportó 3.2% al PIB en 2015, mientras que en emisiones su aportación al *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI) fue 10.09 por ciento.

Figura 5.3. Población total por especie productiva (cabezas de ganado), 2015

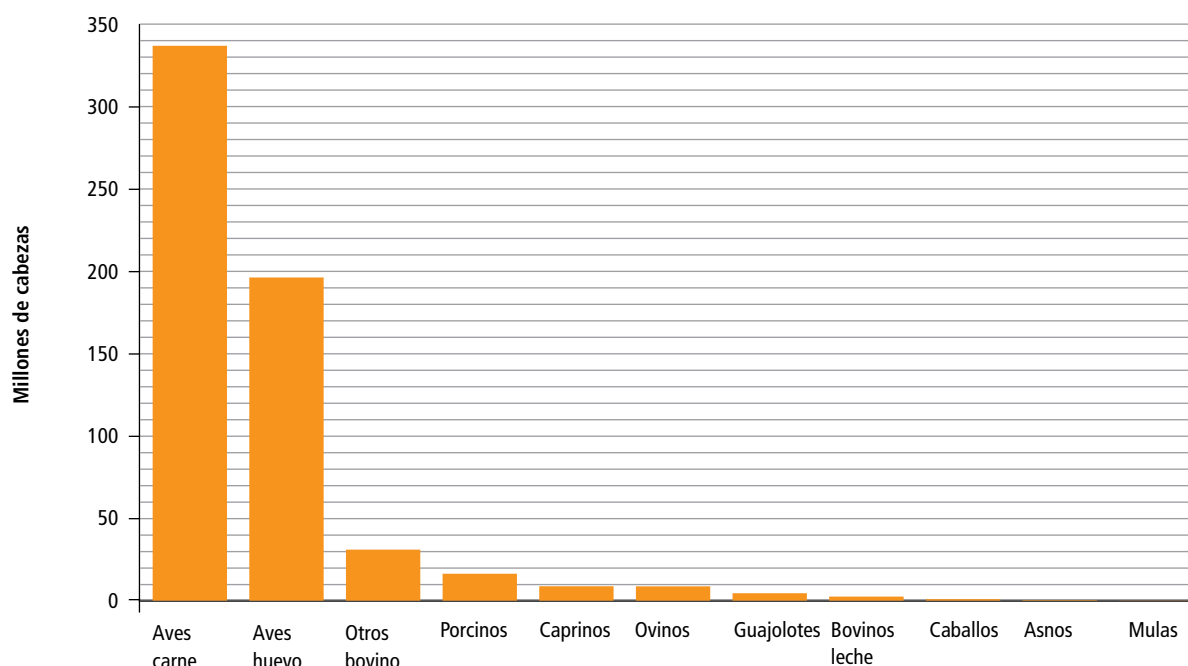




Tabla 5.1. Emisiones de la ganadería en México

Gg de CO <sub>2</sub> e										
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
66,494.18	65,528.28	63,776.26	64,522.57	66,434.99	66,902.21	65,361.75	66,660.46	67,392.54	70,567.60	

Figura 5.4. Porcentaje de la contribución de subcategorías de [3A] Ganado en 2015

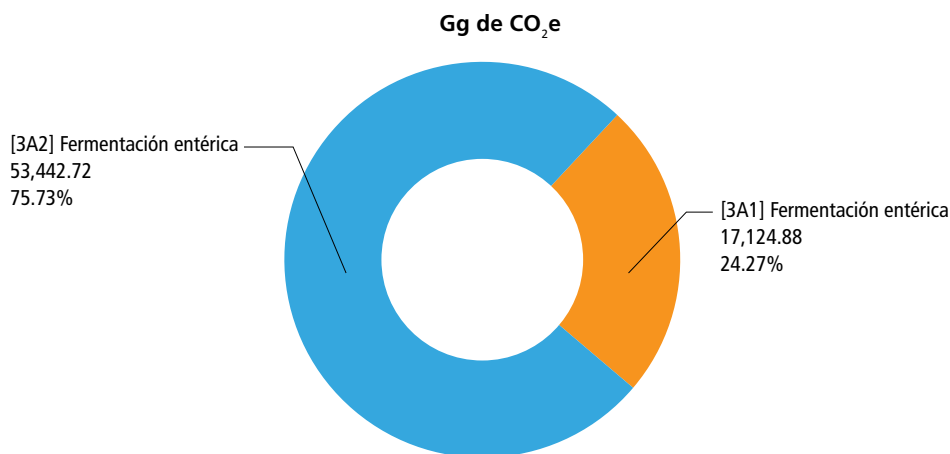


Figura 5.5. Distribución en porcentaje de las emisiones de la ganadería en México, 2015

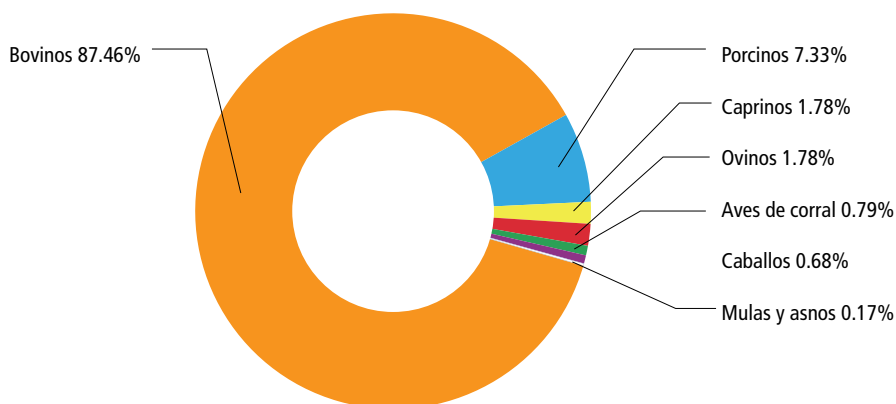


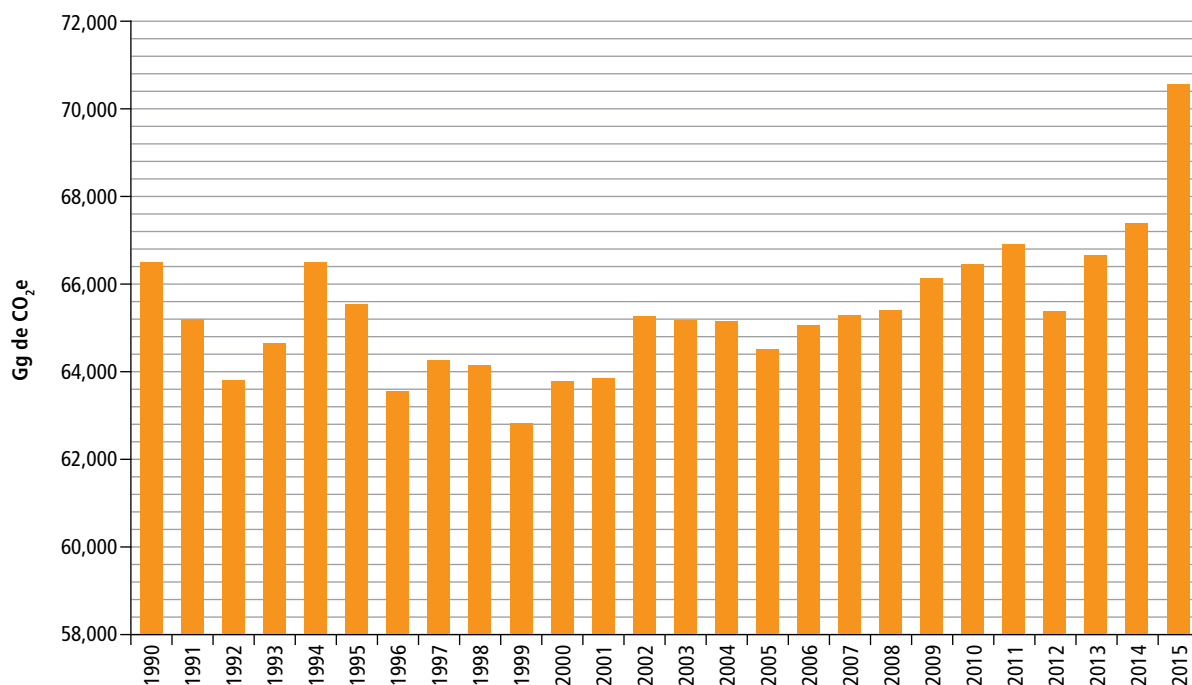
Tabla 5.2. Emisiones de la ganadería en México, por subcategoría, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[3A1] Fermentación entérica	52,743.70	50,731.09	49,317.05	49,827.95	51,761.08	51,865.81	50,139.49	51,139.95	52,082.12	53,442.72
[3A2] Manejo de excretas	13,750.48	14,797.18	14,459.21	14,694.62	14,673.91	15,036.40	15,222.26	15,520.51	15,310.42	17,124.88

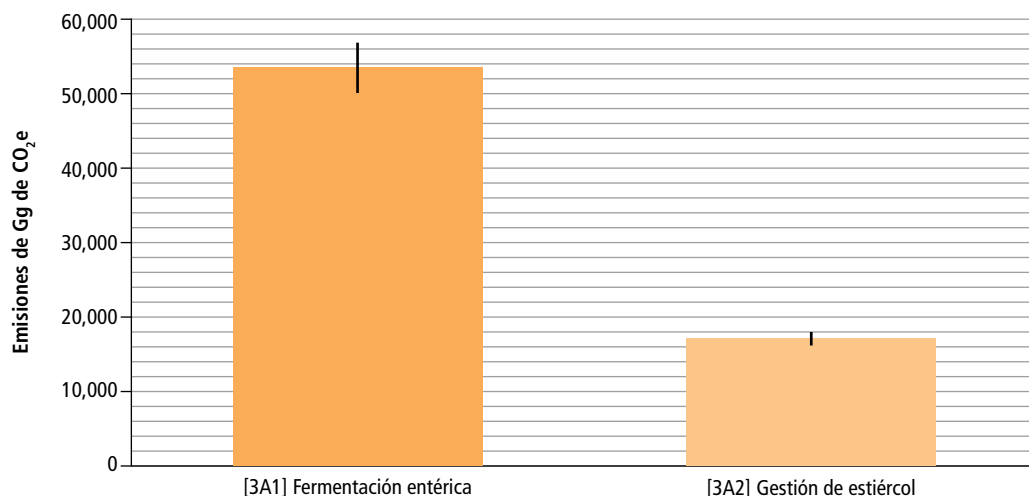
La serie histórica para el periodo 1990-2015 de las emisiones de GEI provenientes de [3A] Ganado en México se muestra en la **Figura 5.6**, donde se observa la tendencia creciente: al comienzo del periodo se ubicaron en el orden de 66,492.18 Gg de CO<sub>2</sub>e, y al final hubo un incremento de 6.12 por ciento.

En esta actualización del INEGYCEI, la categoría [3A] se estimó conforme a las *Directrices del IPCC 2006*, con datos de actividad provenientes de las 32 entidades federativas y factores de emisión acordes con las características productivas de los estados (ver **Anexo D [3A], Tablas 1 a 3**).

**Figura 5.6. Emisiones de GEI de [3A] Ganado en México, 1990-2015**



**Figura 5.7. Incertidumbres de las subcategorías [3A1] y [3A2]**



## 5.1.1 [3A1] Fermentación entérica

En esta subcategoría se reporta el CH<sub>4</sub> proveniente de los procesos metabólicos de la digestión de los carbohidratos contenidos en el alimento de los ganados bovino –producción especializada de leche, de carne y doble propósito–, porcino, ovino, caprino y equino (caballos, mulas y asnos) del país.

La categoría [3A1] es la mayor fuente de emisiones de la ganadería en México. En 2015 generó 53,442.72 Gg de CO<sub>2</sub>e [±6.50%] (Tabla 5.3), equivalentes a 75.73% de las emisiones de la ganadería del país. De esa cantidad, 93.79% correspondió al ganado bovino como fuente principal de CH<sub>4</sub> (Figura 5.8),

### 5.1.1.1 [3A1a] Bovinos

#### 5.1.1.1.1 [3A1ai] Bovinos leche

Las emisiones por fermentación entérica del ganado bovino de la producción especializada de leche del país generaron 7,007.54 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015 (Tabla 5.4); esa cantidad correspondió a 13.11% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica ese año y a un incremento de 68.99% en las emisiones de GEI entre 1990 y 2015 para esta subcategoría (Figura 5.9).

Tabla 5.3. Emisiones provenientes de [3A1] Fermentación entérica, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
52,743.70	50,731.09	49,317.05	49,827.95	51,761.08	51,865.81	50,139.49	51,139.95	52,082.12	53,442.72

Figura 5.8. Distribución en porcentaje de las emisiones de GEI de la ganadería en México provenientes de la fermentación entérica, 2015

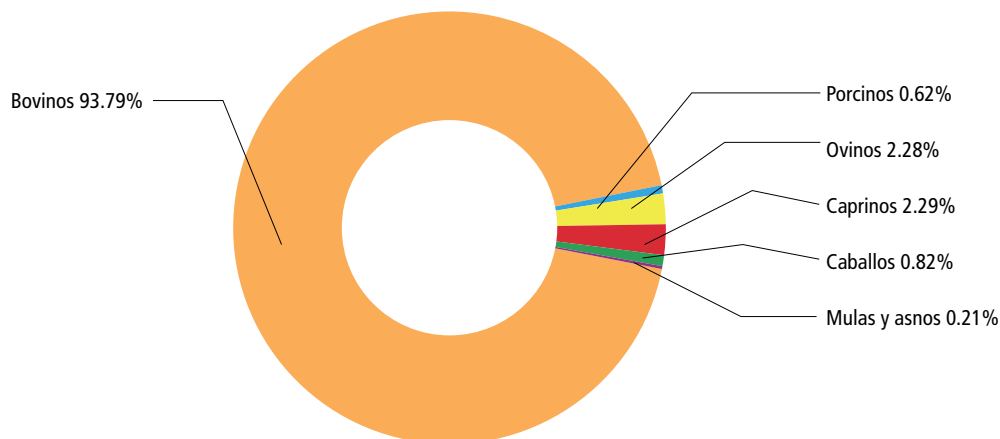
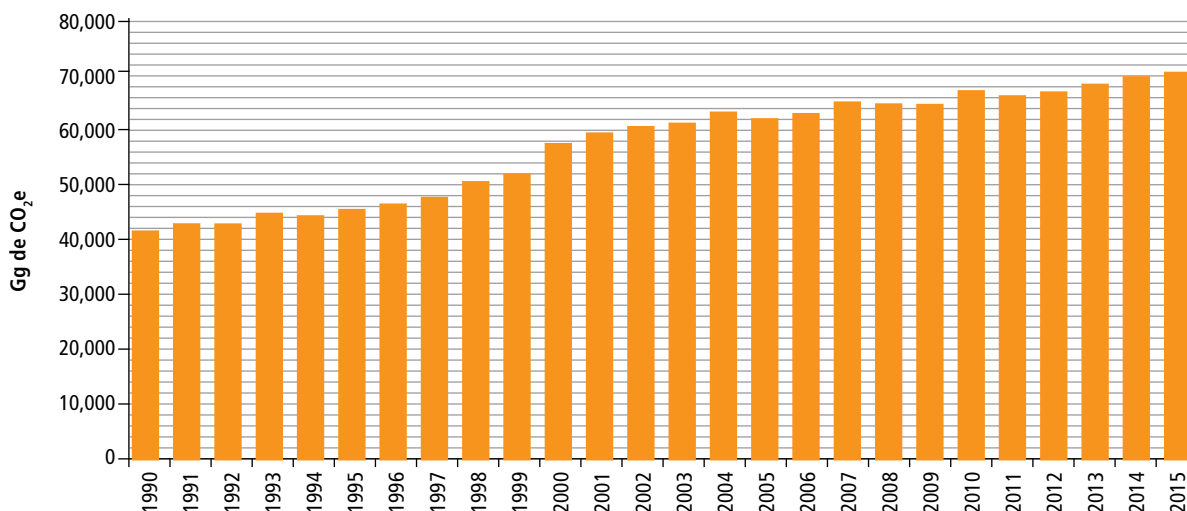


Tabla 5.4. Emisiones por fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
4,146.68	4,535.07	5,723.24	6,170.40	6,675.09	6,584.14	6,652.38	6,792.45	6,926.36	7,007.54

Figura 5.9. Emisiones de GEI por fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015



### 5.1.1.1.2 Aspectos metodológicos

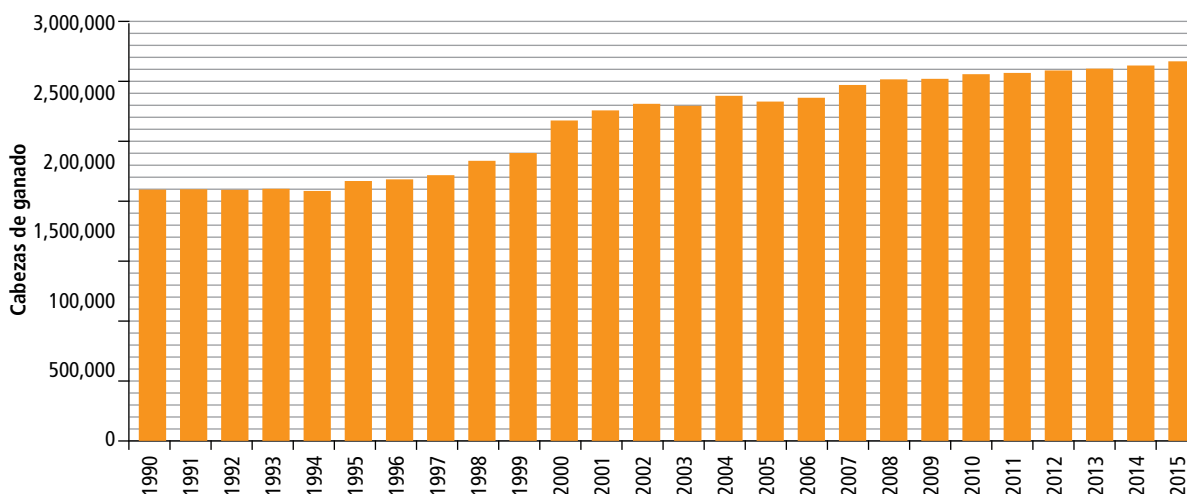
La estimación de las emisiones en esta categoría consideró lo estipulado por las *Directrices del IPCC 2006*, donde se describen los métodos para las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes de la fermentación entérica; se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones de la fermentación entérica (Figura 10.2, Volumen 4, IPCC, 2006).

La fuente de los datos de actividad fue el Servicio de Información Agroalimentaria y Pes-

quera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). La información utilizada corresponde al número de animales y al volumen de producción de leche por entidad federativa. (**Anexo D [3A], Tablas 4 a 12.**)

La población que se considera dentro de esta fuente es la del ganado ganado bovino especializado en la producción de leche. El comportamiento de la población total en el periodo 1990-2015 se muestra en la **Figura 5.10**.

Figura 5.10. Población de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015



Los factores de emisión de la Tabla 10.11, Volumen 4, IPCC 2006, se asignaron a cada una de las entidades federativas del país de acuerdo con el volumen reportado de producción de leche.

### 5.1.1.1.3 [3A1aii] Otros bovinos

Las emisiones por fermentación entérica para otros bovinos en México contemplan la producción especializada en carne y la producción conocida como doble propósito (carne y leche). En 2015, en esta subcategoría se generó metano equivalente a 43,113.84 Gg de CO<sub>2</sub>e (Figura 5.11). Ese gas representó 71% de la totalidad de emisiones de GEI provenientes de esta actividad pecuaria. Se estima que en 1990 se emitieron 43,812.72 Gg de CO<sub>2</sub>e; en consecuencia, durante el periodo 1990-2015

hubo una disminución de 2% en las emisiones relativas a esta subcategoría.

### 5.1.1.1.4 Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones en esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006*. Se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes de la fermentación entérica (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006).

La fuente de información para obtener los datos de actividad correspondientes al país, fue la publicada por SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015; se utilizó la correspondiente al número de animales y el volumen de producción de carne por entidad federativa (ver **Anexo D [3A], Tablas 16 a 18**).

Tabla 5.5. Emisiones por fermentación entérica de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015

Categoría	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vientres	38,351.91	35,192.50	33,143.60	33,052.50	33,865.10	33,837.34	31,972.06	32,891.05	33,722.40	35,316.04
Engorda	5,460.81	6,581.79	6,690.40	7,057.79	7,933.15	8,211.39	8,359.84	8,249.62	8,237.34	7,797.80

Figura 5.11. Emisiones provenientes de fermentación entérica de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015

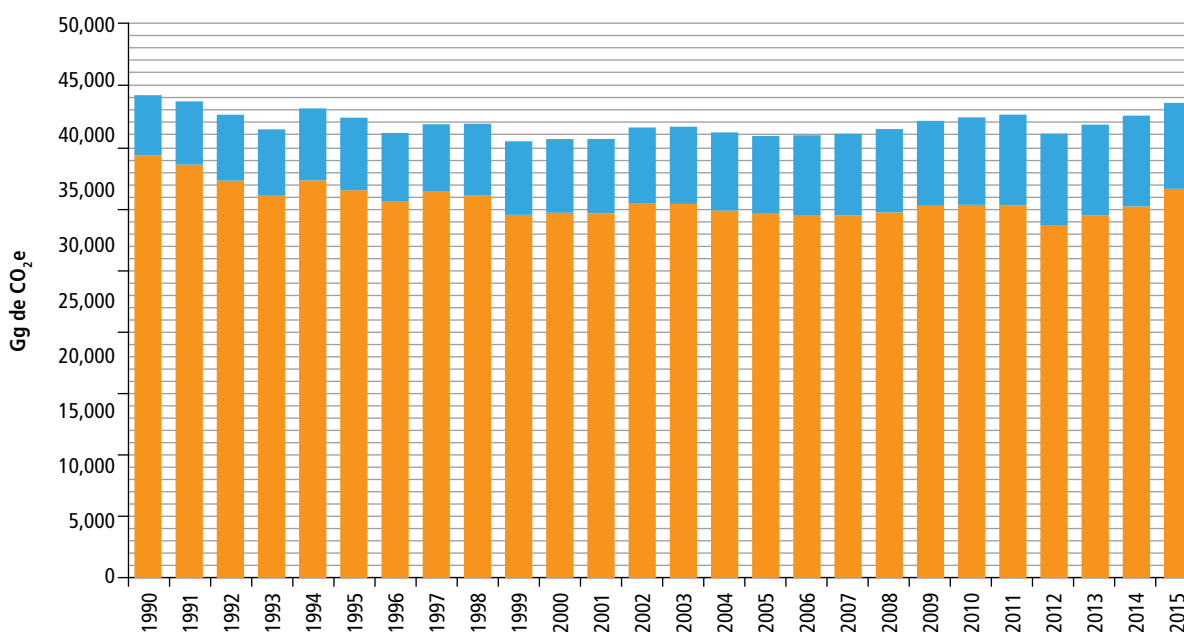
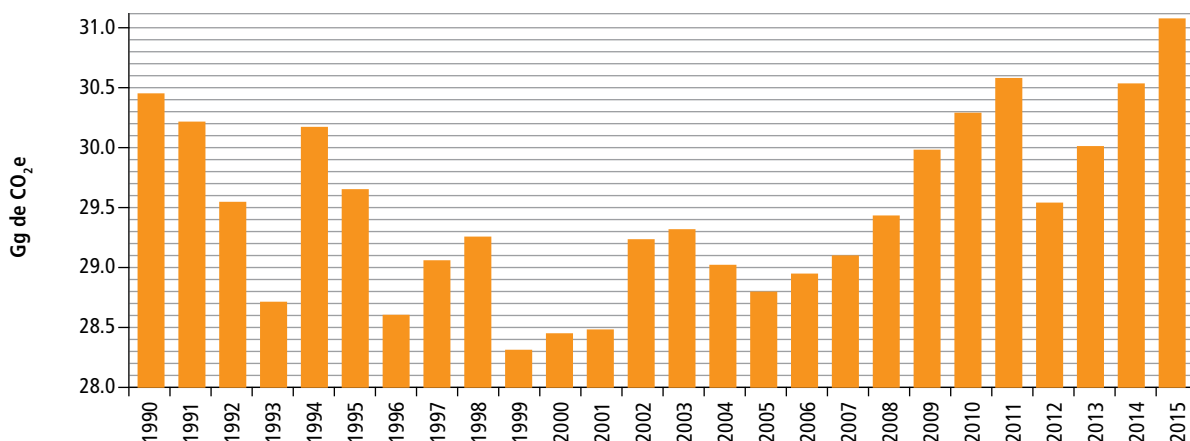


Figura 5.12. Población total de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015



Las emisiones se estimaron para vientres (pie de cría) y engorda (finalización) utilizando el número de animales en cada entidad federativa del país y los volúmenes de producción de carne para separar la población en los grupos antes mencionados (ver **Anexo E [3A]**.)

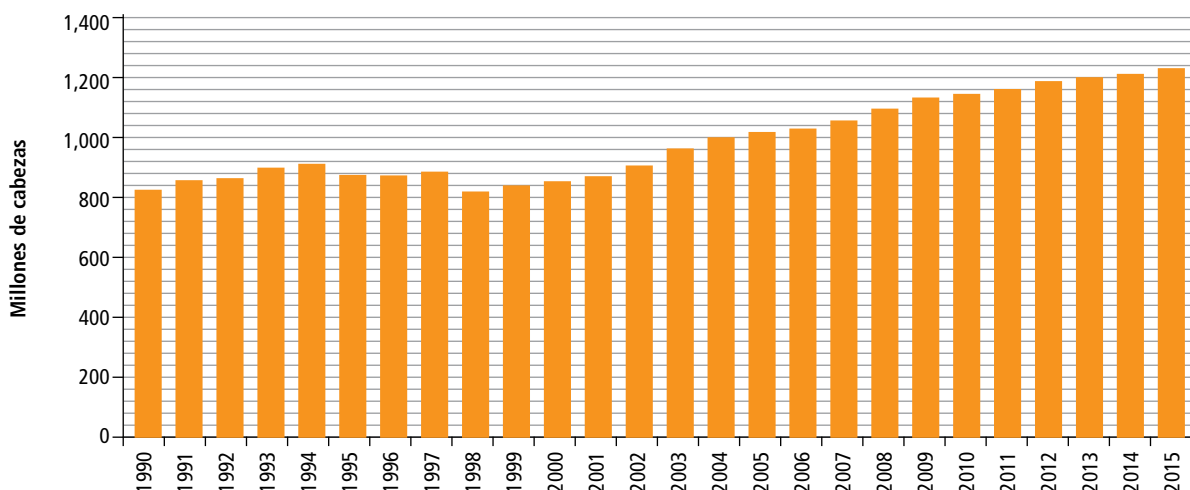
### 5.1.1.1.2 [3A1c] Ovinos

Durante 2015, en esta fuente se generaron 1,219.51 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 9.73\%$ ] correspondientes a metano. En 1990, se estima que se emitieron 818.44 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 5.6**), lo que representa un incremento de 67.11% en el periodo.

Tabla 5.6. Emisiones provenientes de la fermentación entérica de [3A1c] Ovinos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
818.44	867.27	846.44	1,009.04	1,134.78	1,150.71	1,176.83	1,189.63	1,200.63	1,219.51

Figura 5.13. Emisiones por fermentación entérica de [3A1c] Ovinos, 1990-2015



### 5.1.1.2.1. Aspectos metodológicos

A partir de las *Directrices del IPCC 2006* (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006) y de acuerdo con el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes de la fermentación entérica, se eligió el nivel 1 (ver Anexo E). Los datos de actividad correspondientes se obtuvieron del SIAP-SAGARPA (ver Anexo D [3A], Tablas 22 a 27).

Las emisiones de GEI se calcularon utilizando el número de animales en cada entidad federativa del país y los factores de emisión de la Tabla 10.11, Vo-

lumen 4, IPCC 2006 (ver detalles en las tablas del Anexo E).

### 5.1.1.3 [3A1d] Caprinos

En 2015 se generaron 1,221.50 Gg de CO<sub>2</sub>e [±10.05%] correspondientes a metano. En 1990, se estima que se emitieron 1,461.46 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 5.7), lo que representa una disminución de 10.20 por ciento.

Figura 5.14. Población total de [3A1c] Ovinos, 1990-2015

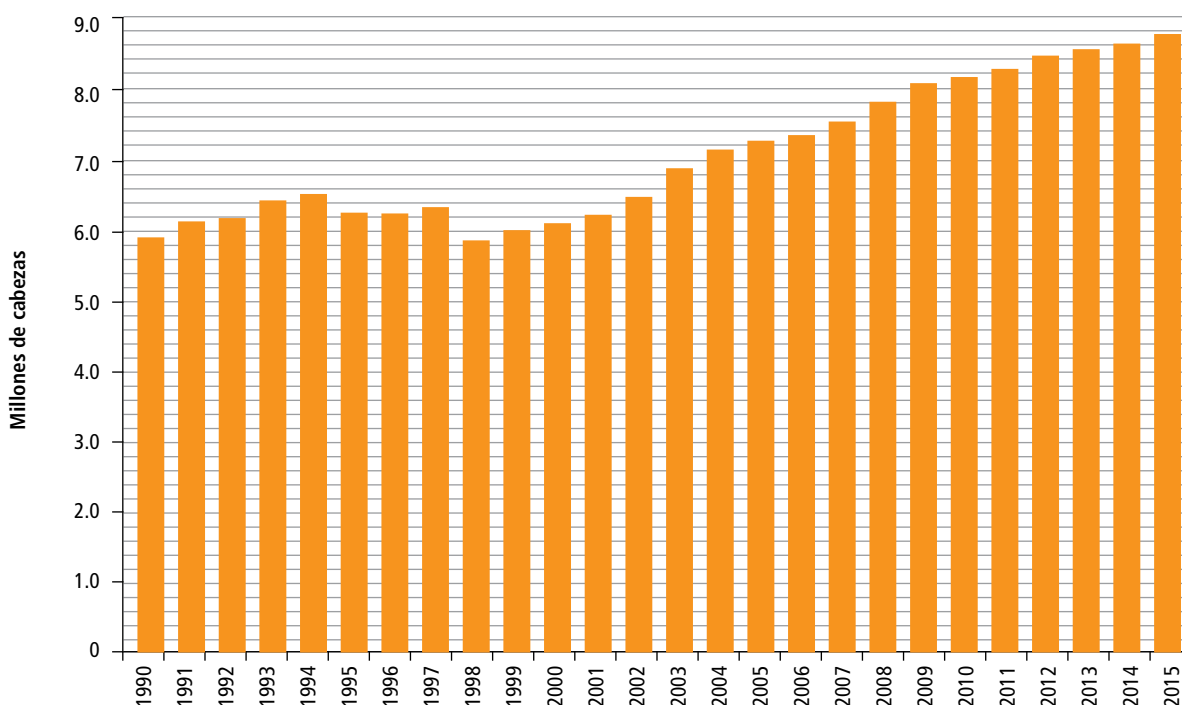
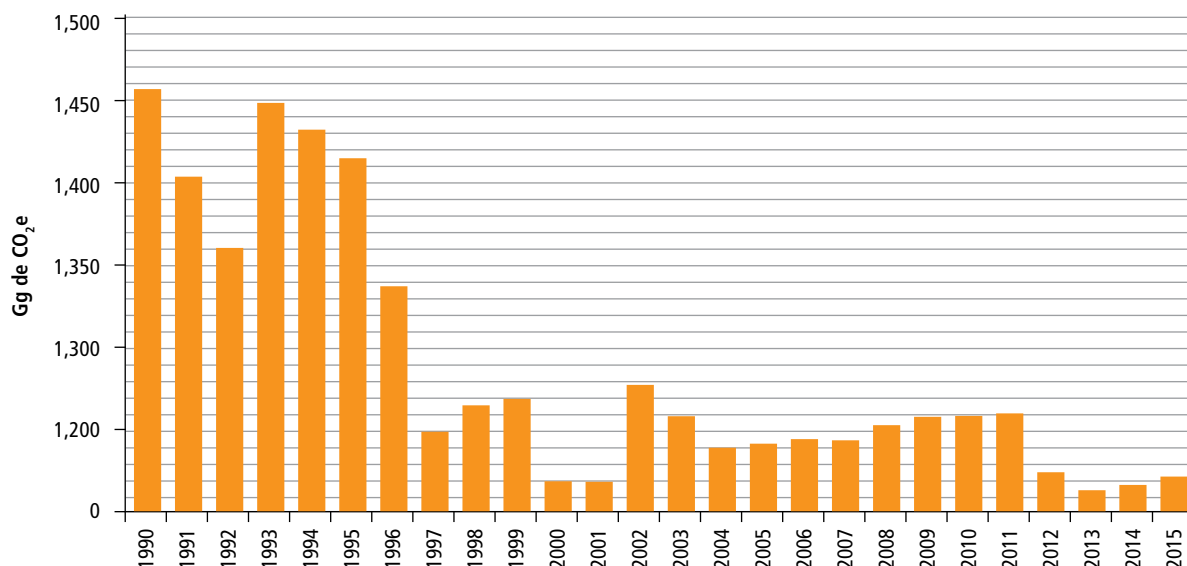


Tabla 5.7. Emisiones por fermentación entérica de [3A1d] Caprinos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1,461.46	1,418.62	1,218.59	1,241.83	1,259.05	1,260.61	1,224.15	1,213.05	1,216.29	1,221.50

Figura 5.15. Emisiones por fermentación entérica de [3A1d] Caprinos, 1990-2015



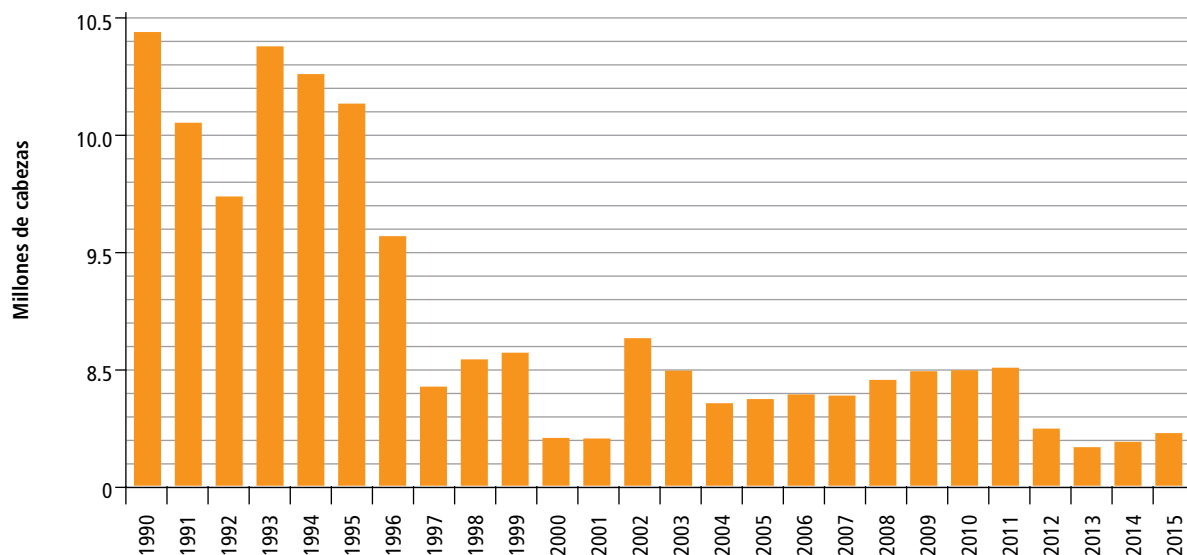
### 5.1.1.3.1. Aspectos metodológicos

Se eligió el nivel 1 con base en las *Directrices del IPCC 2006*, según el árbol de decisiones aplicable a emisiones de GEI por fermentación entérica (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006). (Ver **Anexo E [3A]**.) Se utilizaron datos de actividad de SIAP-SAGARPA

para el periodo 1990-2015. (Ver **Anexo D [3A]**, **Tablas 25 a 27 y 28 a 30.**)

El cálculo de emisiones de GEI se basó en el número de animales en cada entidad federativa y los factores de emisión de la Tabla 10.10, Volumen 4, IPCC 2006. (Ver **Anexo E.**)

Figura 5.16. Población total de [3A1d] Caprinos, 1990-2015





### 5.1.1.4 [3A1f] Caballos

En 2015, las emisiones de metano por fermentación entérica alcanzaron 439.92 Gg de CO<sub>2</sub>e; en 1990, la cifra estimada fue 1,513.52 Gg de CO<sub>2</sub>e [±8.11%] (Tabla 5.8). La disminución fue de 71 por ciento.

#### 5.1.1.4.1. Aspectos metodológicos

Las bases para el cálculo de emisiones en esta categoría fueron las *Directrices* del *IPCC 2006*

(árbol de decisiones correspondiente, Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006); se eligió el nivel 1. Los datos de actividad provinieron de los Censos Agropecuarios del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI), con información publicada en 1991 y 2007. Para completar la serie histórica se realizó el ejercicio estadístico de media móvil. (Anexo D [3A], Tablas 34 a 36).

Tabla 5.8. Emisiones por fermentación entérica de [3A1f] Caballos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1,513.52	1,265.29	1,017.06	768.83	520.60	470.95	421.30	446.13	433.72	439.92

Figura 5.17. Emisiones por fermentación entérica de [3A1f] Caballos, 1990-2015

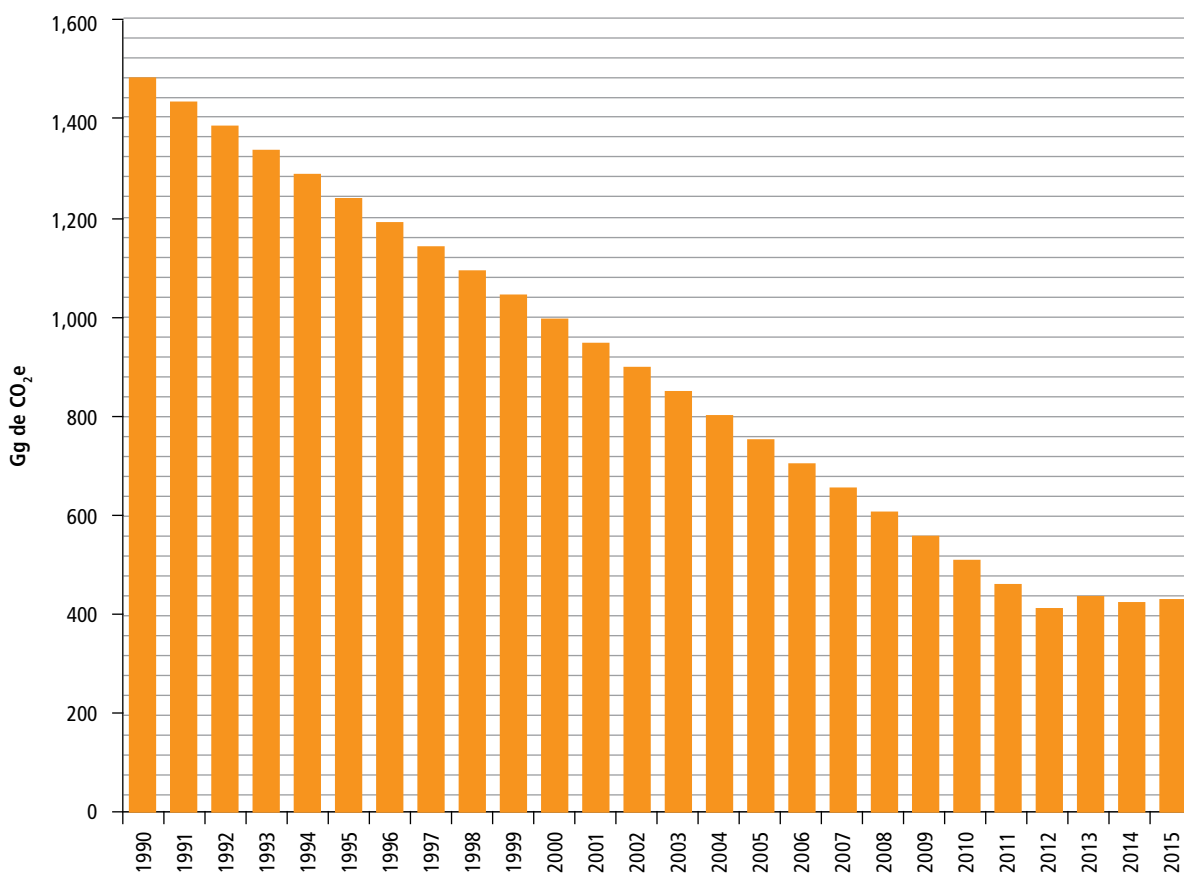
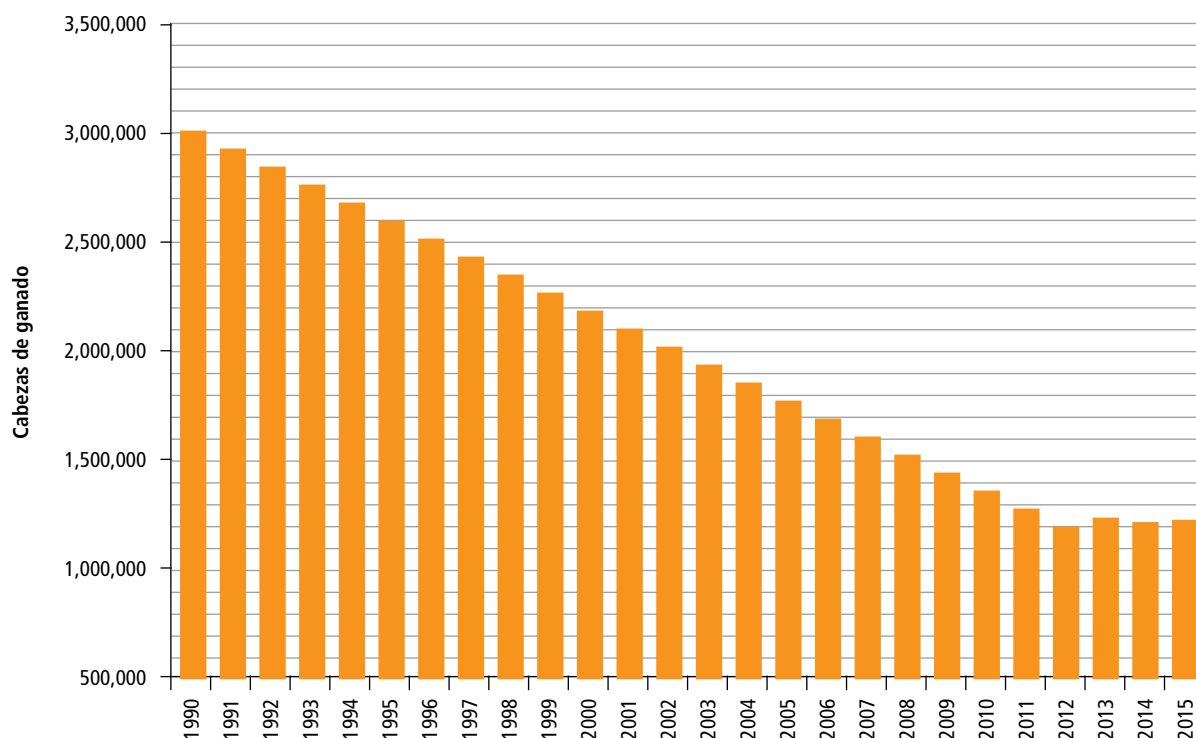


Figura 5.18. Población total de [3A1f] Caballos, 1990-2015



Las emisiones de GEI se calcularon utilizando el número de animales en cada entidad federativa y los factores de emisión de la Tabla 10.10 (Volumen 4, IPCC 2006).

### 5.1.1.5 [3A1g] Mulass y asnos

La fermentación entérica de mulass y asnos generó emisiones de metano equivalentes a 110.38 Gg de CO<sub>2</sub>e durante 2015 (Tabla 5.9): 83.35% [±11.58%] menos que en 1990, cuando alcanzaron 662.95 Gg de CO<sub>2</sub>e.

#### 5.1.1.5.1 Aspectos metodológicos

Se eligió el nivel 1, conforme a las *Directrices* del IPCC 2006 y el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes de la fermentación entérica (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006). Los datos de actividad se obtuvieron del censo agropecuario de INEGI, con información publicada en 1991 y 2007 (**Anexo D [3A], Tablas 37 a 42**). Para completar la serie histórica se realizó el ejercicio estadístico de media móvil. (Ver **Anexo E [3A]**.)

Tabla 5.9. Emisiones provenientes de fermentación entérica de [3A1g] Mulass y asnos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
662.95	534.61	406.26	277.91	149.67	124.62	101.83	113.23	107.53	110.38

Figura 5.19. Emisiones por fermentación entérica de [3A1g] Mulass y asnos, 1990-2015

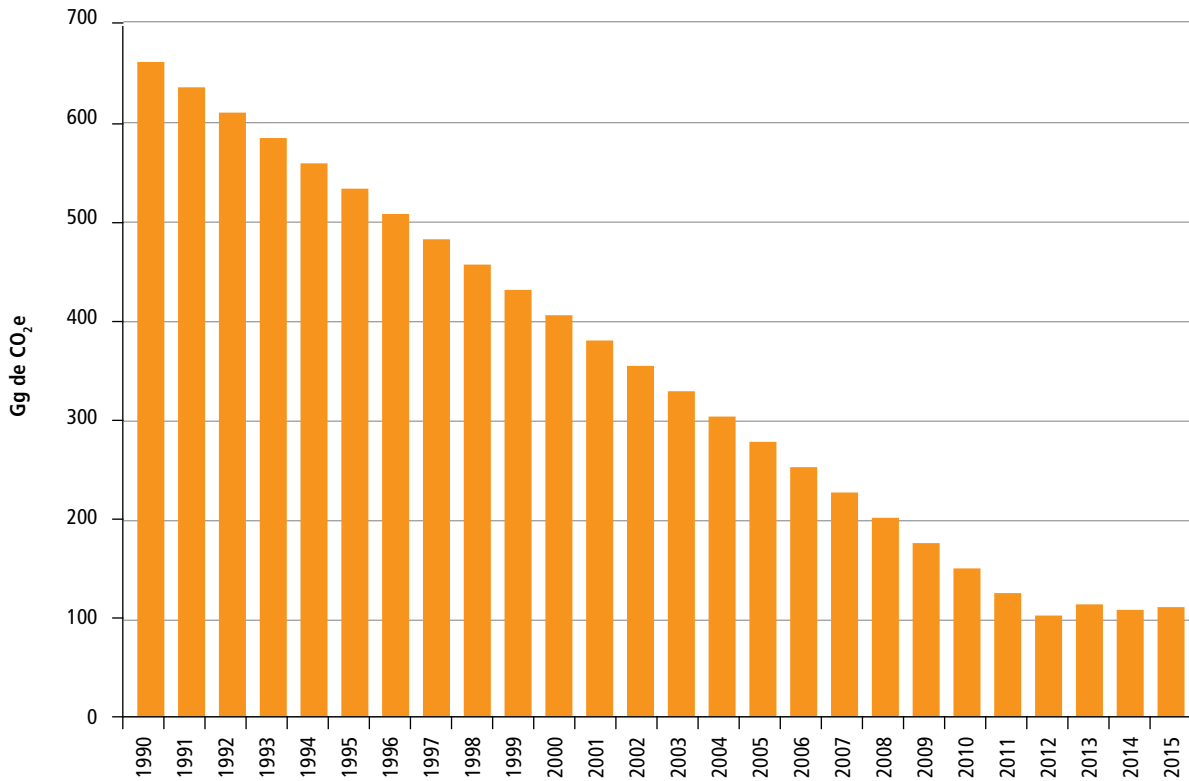
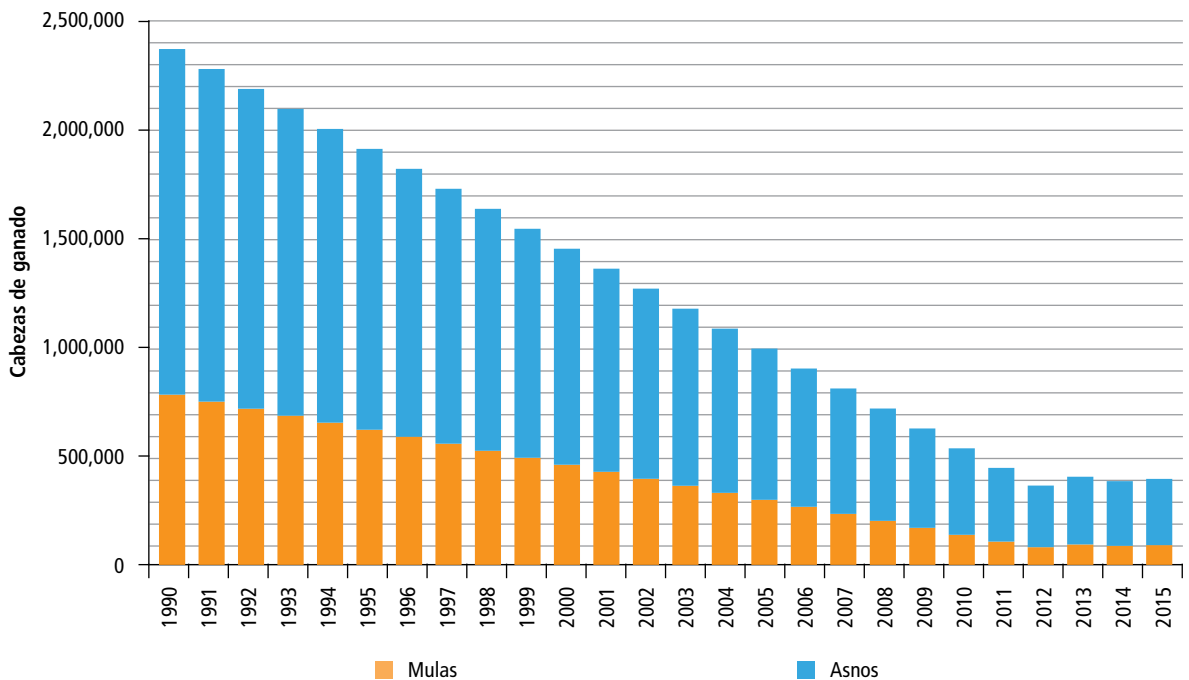


Figura 5.20. Población total de [3A1g] Mulass y asnos, 1990-2015



### 5.1.1.6 [3A1h] Porcinos

Las emisiones de metano por fermentación entérica de ganado porcino en 2015 ascendieron a 330.03 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 11.18\%$ ] (Tabla 5.10). En 1990 fueron de 327.93 Gg de CO<sub>2</sub>e; esto representó un incremento de 1% en las emisiones de GEI en esta subcategoría durante el periodo de referencia.

#### 5.1.1.6.1. Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones de esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006*, que describen los métodos para estimar las de metano (CH<sub>4</sub>) procedentes de la fermentación entérica; se eligió el nivel 1, de acuerdo al árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes de la fermentación entérica (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006). (Anexo E [3A]).

La fuente de los datos de actividad fue SIAP-SAGARPA, para el periodo 1990-2015. La información que se utilizó fue la correspondiente al número de animales y volumen de producción por entidad federativa.

Las emisiones de GEI se determinaron utilizando el número de animales en cada entidad federativa y los factores de emisión de la Tabla 10.10 (Volumen 4, IPCC 2006). Para cada entidad federativa se identificó el volumen de producción promedio reportado anualmente (1990-2015), para separar entre las hembras y los animales de engorda; adicionalmente se asumió, de acuerdo con SAGARPA, que 30% de la población porcina se encontraba en condiciones de traspatio o producción familiar (SAGARPA, Gallardo, Villamar, Barrera, 2006). (Anexo D [3A], Tablas 43 a 51.)

Tabla 5.10. Emisiones por fermentación entérica de [3A1h] Porcinos, 1990-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
Tipo de sistema de producción	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Comercial	255.06	261.29	211.14	194.18	173.95	175.81	179.74	190.40	185.00	256.69	
Familiar	72.87	74.66	60.32	55.48	49.70	50.23	51.35	54.40	52.86	73.34	

Figura 5.21. Emisiones por fermentación entérica de [3A1h] Porcinos, 1990-2015

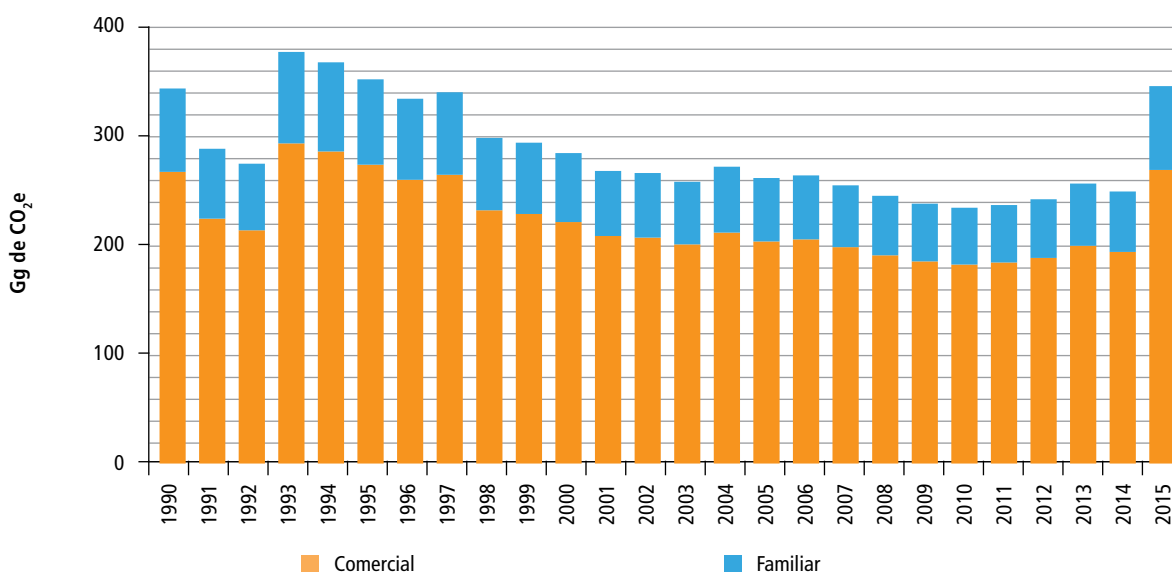
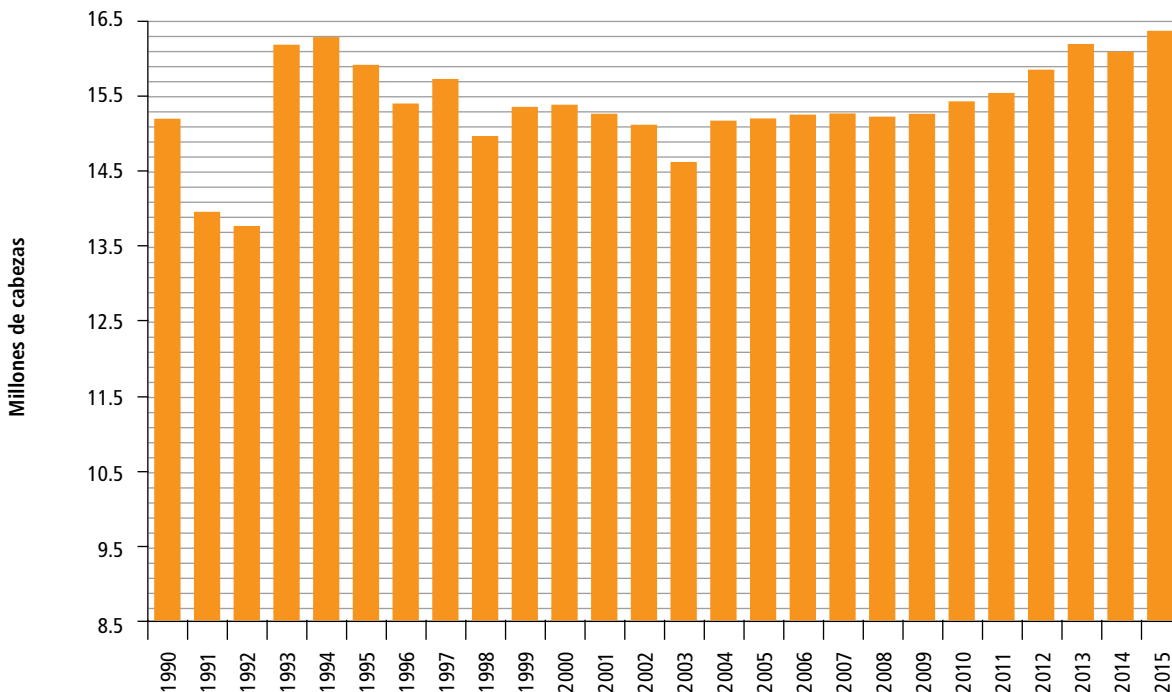


Figura 5.22. Población total de [3A1h] Porcinos, 1990-2015



### 5.1.2 [3A2] Gestión de estiércol

En esta categoría se incluyen las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), resultado del manejo de las excretas de las diferentes especies animales. En esta actualización del INEGYCEI se utilizaron once tipos de manejo de excretas (**Anexo D [3A]**).

En 2015 esta categoría generó 17,124.88 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm$ 4.78%]. La fuente principal fue el ganado bovino, con 67.74%. El ganado porcino contribuyó con 28.29%; aves de corral, 3.24%, y los otros ganados (ovino, caprino y equino) aportaron menos de 1% (**Tabla 5.11**).

Las emisiones en 1990 alcanzaron 13,750.48 Gg de CO<sub>2</sub>e. Es decir, en el periodo 1990-2015 hubo un incremento de 24.54% (**Figura 5.23**).

Tabla 5.11. Emisiones y porcentaje de emisiones por el manejo de excretas de ganado en México, 2015

Ganado	Gg de CO <sub>2</sub> e	
	Emisiones	Porcentaje
[3A2a] Bovinos	11,600.55	67.74
[3A2h] Porcinos	4,844.64	28.29
[3A2i] Aves de corral	554.59	3.24
[3A2f] Caballos	40.90	0.24
[3A2d] Caprinos	37.83	0.22
[3A2c] Ovinos	35.80	0.21
[3A2g] Mulass y asnos	10.58	0.06
Total	17,124.88	100.00

Figura 5.23. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de ganado en México, 1990-2015

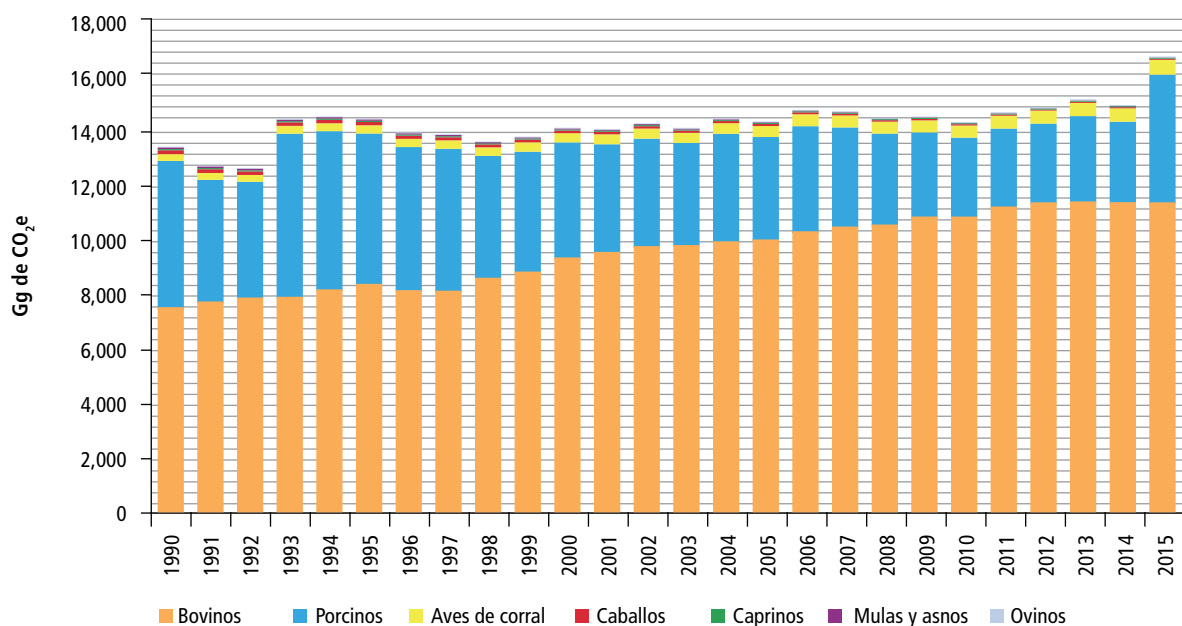


Tabla 5.12. Emisiones por manejo de excretas de ganado en México, 1990-2015

Ganado	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[3A2a] Bovinos	7,677.65	8,547.31	9,536.62	10,207.70	11,063.94	11,442.67	11,600.18	11,631.97	11,604.44	11,600.55
[3A2h] Porcinos	5,541.20	5,694.10	4,372.53	3,904.26	3,026.20	2,987.17	3,015.81	3,262.82	3,082.85	4,844.64
[3A2c] Ovinos	25.10	26.76	26.30	30.90	32.56	33.12	34.34	37.28	35.22	35.80
[3A2d] Caprinos	45.48	45.03	39.16	38.52	37.45	38.44	37.72	39.27	37.69	37.83
[3A2f] Caballos	144.03	121.26	97.83	73.85	47.16	43.46	38.99	42.89	40.31	40.90
[3A2g] Mulas y asnos	63.44	51.52	39.30	26.51	13.25	11.78	9.78	11.36	10.32	10.58
[3A2i] Aves de corral	253.58	311.19	347.46	412.89	453.36	479.77	485.43	494.92	499.59	554.59
Total	13,750.48	14,797.18	14,459.21	14,694.62	14,673.91	15,036.40	15,222.26	15,520.51	15,310.42	17,124.88

### 5.1.2.1.1 Aspectos metodológicos

En las estimaciones de esta categoría se observaron las guías metodológicas IPCC 2006 para obtener los factores de emisión. Las temperaturas promedio publicadas por el SMN de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2016); el número de animales y los pesos utilizados se obtuvieron del SIAP, por entidad federativa.

### 5.1.2.2 [3A2a] Bovinos

#### 5.1.2.2.1 [3A2ai] Bovinos leche

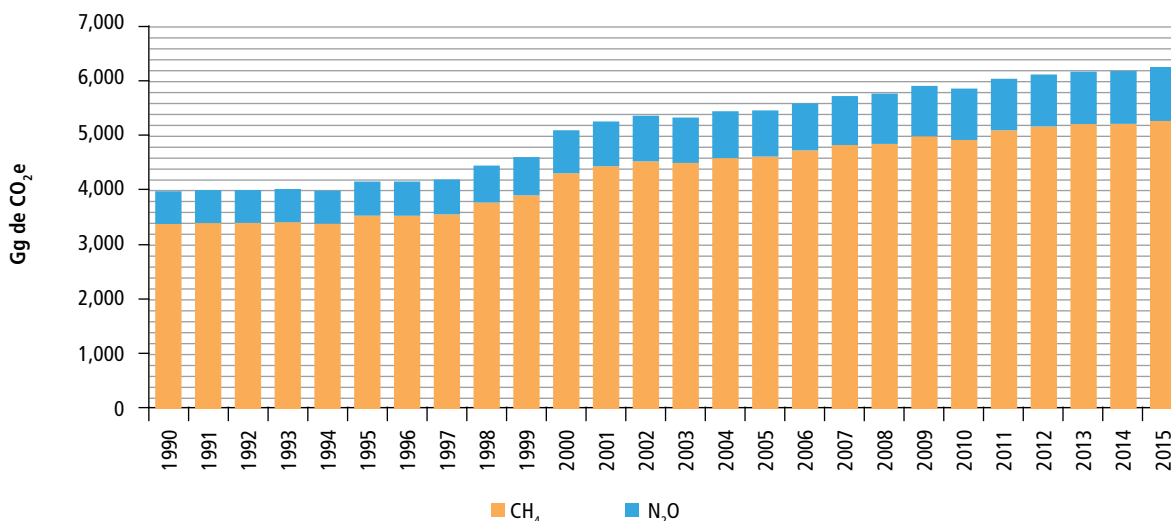
Las emisiones por manejo de excretas del ganado bovino en la producción especializada de leche del país generaron 6,267.42 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015 (Tabla 5.13). El CH<sub>4</sub> aportó 84.23% de las emisiones mientras que el N<sub>2</sub>O contribuyó con 15.76% para esta categoría.

En el periodo comprendido entre 1990 y 2015 para esta subcategoría se observa una tendencia creciente (Figura 5.24).

Tabla 5.13. Emisiones por manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche, 1990-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
Gas	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CH <sub>4</sub>	3,391.16	3,543.12	4,321.00	4,626.50	4,930.13	5,109.13	5,178.10	5,222.01	5,226.30	5,279.11	
N <sub>2</sub> O	599.82	625.18	788.19	846.28	943.27	942.95	952.21	960.37	968.86	988.31	
Total	3,990.98	4,168.30	5,109.19	5,472.79	5,873.41	6,052.08	6,130.31	6,182.38	6,195.16	6,267.42	

Figura 5.24. Emisiones por manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche, por tipo de gas, 1990-2015



### 5.1.2.2.2 Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones en esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006*, que describen los métodos para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de las excretas. Conforme al árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes del manejo de excretas (Figuras 10.3 y 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006), se eligió el nivel 1 para manejo líquido y lagunas de oxidación mientras que para biodigestores se eligió el nivel 2 (**Anexo D [3A]**).

La fuente de los datos de actividad fue SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015. La información que se utilizó fue la correspondiente al número de animales y volumen de producción por entidad federativa. (**Anexo E [3A]**).

Las emisiones provenientes de esta categoría se estimaron utilizando el número de animales en cada entidad federativa del país y la temperatura promedio del lugar para asignar el factor de emi-

sión de metano de acuerdo con las Tablas 10.14, 10A-4, 10.19, 10.21, 10.23 y 11.3 (Volumen 4, IPCC 2006). Para el caso de N<sub>2</sub>O se utilizó el peso promedio reportado por SIAP para establecer la excreción de nitrógeno. Los tipos de manejo de excretas utilizados en esta subcategoría fueron: manejo líquido, lagunas de oxidación y biodigestores.

### 5.1.2.2.3 [3A2aii] Otros bovinos

Las emisiones por manejo de excretas de otros bovinos (producción especializada en carne y la producción conocida como doble propósito) fue de 5,333.13 Gg de CO<sub>2</sub>e en 2015 (**Tabla 5.14**). Los animales de engorda aportaron 88.17% de las emisiones en el manejo de las excretas. En términos de GEI, el metano contribuyó con 50.46% de la categoría (**Tabla 5.15**). Para el periodo 1990-2015 se observa una tasa de crecimiento de 44.65% (**Figura 5.25**).

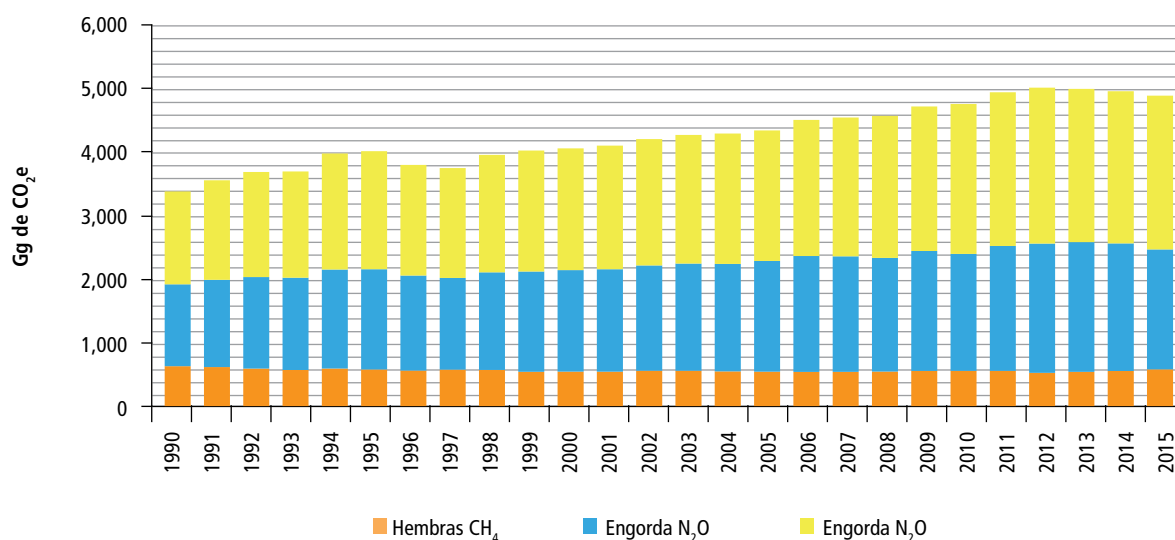
Tabla 5.14. Emisiones por manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
Etapa	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hembras (CH <sub>4</sub> )	684.86	628.44	591.85	590.22	604.73	604.24	570.93	587.34	602.19	630.64
Engorda (CH <sub>4</sub> )	1,406.65	1,721.80	1,743.89	1,902.59	2,008.98	2,145.69	2,220.61	2,229.49	2,192.79	2,060.52
Engorda (N <sub>2</sub> O)	1,595.16	2,028.78	2,091.69	2,242.10	2,576.82	2,640.66	2,678.33	2,632.76	2,614.30	2,641.96
Total	3,686.67	4,379.02	4,427.43	4,734.92	5,190.53	5,390.59	5,469.87	5,449.59	5,409.28	5,333.13

Tabla 5.15. Emisiones y porcentaje de participación de [3A2aii] Otros bovinos, 2015

Etapa	Gg de CO <sub>2</sub> e	Porcentaje
Hembras (CH <sub>4</sub> )	630.64	11.83
Engorda (CH <sub>4</sub> )	2,060.52	38.64
Engorda (N <sub>2</sub> O)	2,641.96	49.54
Total	5,333.13	100.00

Figura 5.25. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos, 1990-2015



#### 5.1.2.2.4 Aspectos metodológicos

En los cálculos de esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006* y los métodos que describen para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de las excretas. Se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes del manejo de excretas (Figuras 10.3 y 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006).

Los datos de esta actividad fueron tomados de SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015: número de animales y volumen de producción por entidad federativa, para separar la población entre hembras y engorda (animales en finalización). (**Anexo D [3A]**).

Las emisiones provenientes de esta categoría se estimaron utilizando el número de animales por entidad federativa y la temperatura promedio del lugar. Los factores de emisión de CH<sub>4</sub> fueron los



correspondientes a la Tabla 10.14 (Volumen 4, IPCC 2006). En el caso del  $N_2O$  se utilizó el peso promedio reportado por SIAP 2015 para establecer la excreción de nitrógeno. Los tipos de manejo de excretas utilizados en esta subcategoría fueron corrales de engorda y estercoleros para el caso de los animales en engorda, y pastoreo para las hembras. (**Anexo E [3A].**)

### 5.1.2.3 [3A2c] Ovinos

Las emisiones por manejo de excretas de ganado ovino en México, en el año 2015, se ubicaron en el orden de 35.80 Gg de  $CO_2e$  (**Tabla 5.16**). En comparación con las registradas en 1990 (25.10 Gg de  $CO_2e$ ), se observa un incremento de 42.6% en esta categoría (**Figura 5.26**).

#### 5.1.2.3.1 Aspectos metodológicos

Las *Directrices del IPCC 2006*, donde se describen los métodos para estimar las emisiones  $CH_4$  procedentes del manejo de las excretas, fueron la base para estimar las emisiones en esta categoría. Se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes del manejo de las excretas (Figura 10.3, Volumen 4, IPCC, 2006).

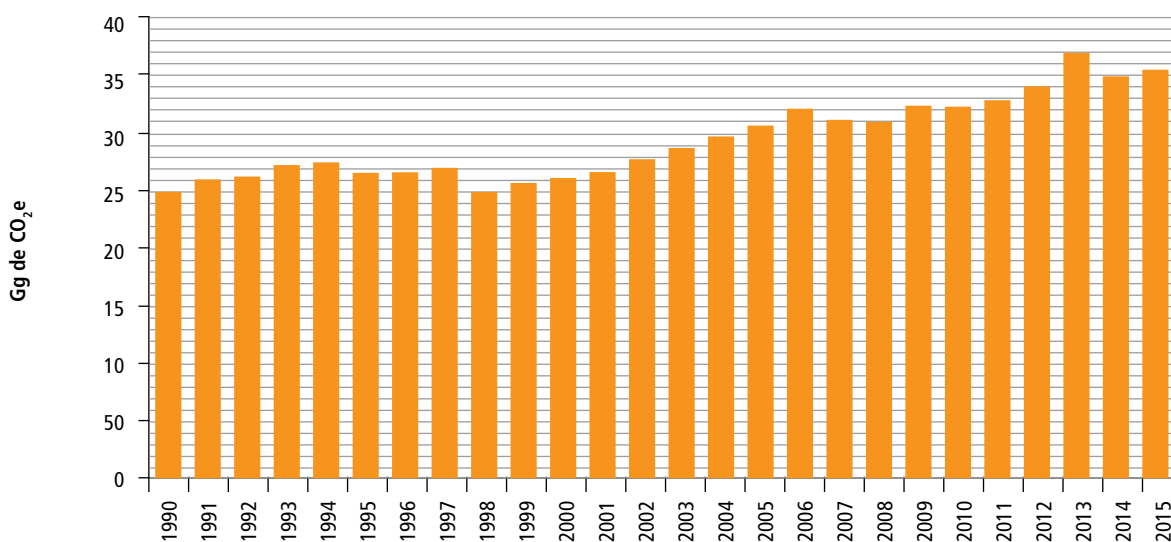
Los datos de actividad de esta categoría (número de animales y peso de venta) se obtuvieron de SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015. (**Anexo D [3A]**)

Las emisiones provenientes de esta categoría se estimaron utilizando el número de animales por entidad federativa y la temperatura promedio del lugar. Los factores de emisión de  $CH_4$  fueron los correspondientes a la Tabla 10.14 (Volumen 4, IPCC 2006). El único tipo de manejo de excretas utilizado en esta subcategoría fue pastoreo para toda la población. (**Anexo E [3A].**)

Tabla 5.16. Emisiones por manejo de excretas de [3A2c] Ovinos, 1990-2015

Gg de $CO_2e$									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
25.10	26.76	26.30	30.90	32.56	33.12	34.34	37.28	35.22	35.80

Figura 5.26. Serie histórica del manejo de excretas de [3A2c] Ovinos, 1990-2015



### 5.1.2.4 [3A2d] Caprinos

Las emisiones por manejo de excretas provenientes del ganado caprino del país en 2015 fueron 37.83 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 5.17); en 1990 las emisiones de GEI se estimaron en 48.40 Gg de CO<sub>2</sub>e. Para esta categoría se observa una disminución de 21.84% (Figura 5.27).

Las emisiones de esta categoría se calcularon utilizando el número de animales por entidad federativa y la temperatura promedio de cada estado publicada por el SMN (CONAGUA, 2016). Los factores de emisión de CH<sub>4</sub> fueron los correspondientes a la Tabla 10.14 (Volumen 4, IPCC 2006). Para toda la población de esta subcategoría, el tipo de manejo de excretas fue pastoreo.

#### 5.1.2.4.1 Aspectos metodológicos

Los métodos descritos en las *Directrices del IPCC 2006*, para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del manejo de excretas, y el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI procedentes de tal manejo (Figura 10.3, Volumen 4, IPCC, 2006), llevaron a la elección del nivel 1. Se utilizaron datos del número de animales y peso de venta tomados de SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015.

### 5.1.2.5 [3A2f] Caballos

La emisión estimada por manejo de excretas de caballos en México en 2015 fue 40.90 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 5.18), una cantidad 71.61% menor que la de 1990 (144.03 Gg de CO<sub>2</sub>e). (Figura 5.28.)

Tabla 5.17. Emisiones por manejo de excretas de [3A2d] Caprinos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e													
1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
45.48	45.03	42.69	39.95	40.46	40.65	39.16	38.52	37.45	38.44	37.72	39.27	37.69	37.83

Figura 5.27. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2d] Caprinos, 1990-2015

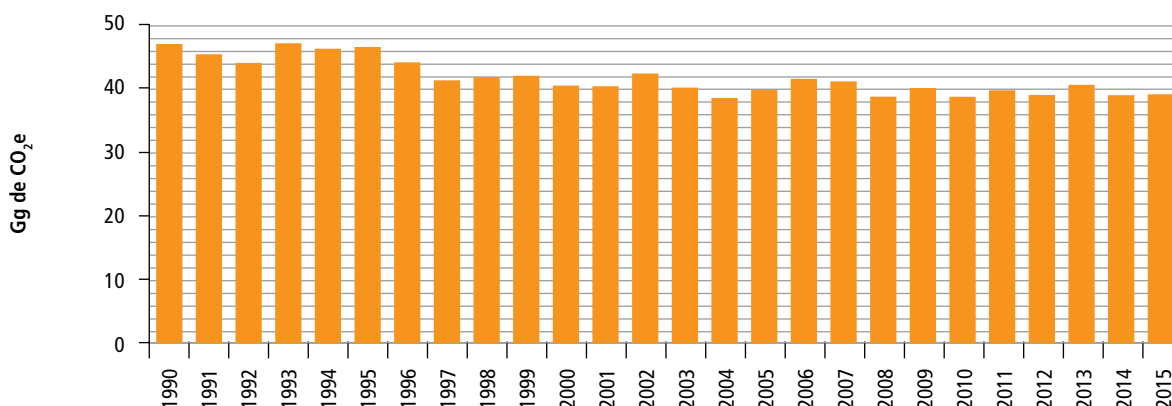
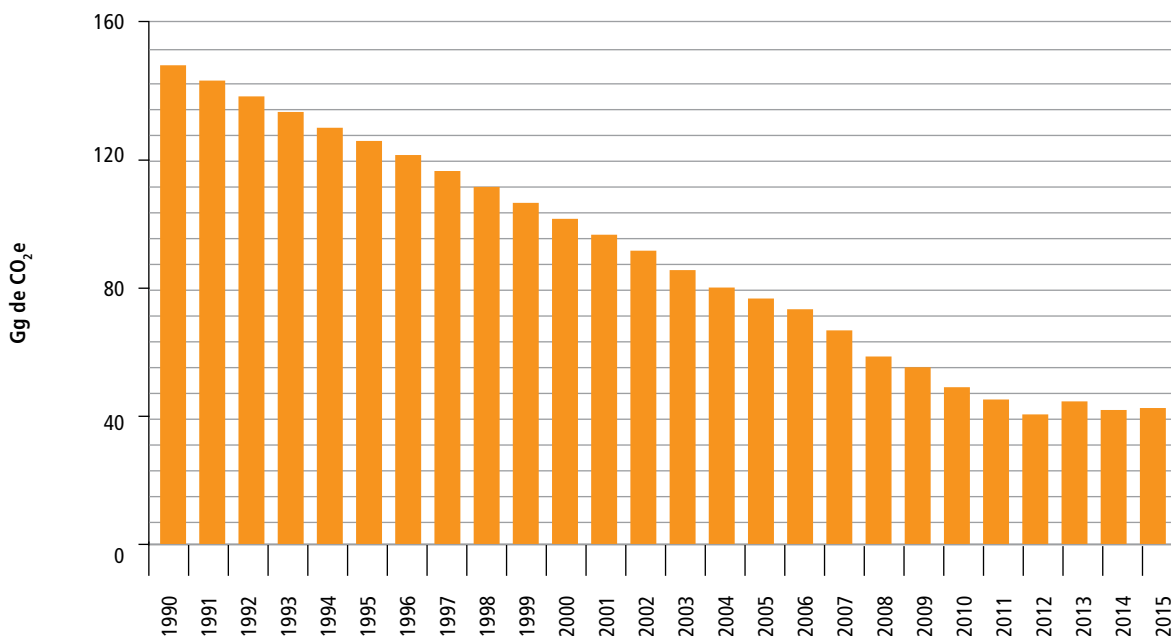


Tabla 5.18. Emisiones por manejo de excretas de [3A2f] Caballos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
144.03	121.26	97.83	73.85	47.16	43.46	38.99	42.89	40.31	40.90

Figura 5.28. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2f] Caballos, 1990-2015



### 5.1.2.5.1 Aspectos metodológicos

Las emisiones de esta categoría se calcularon con base en los métodos descritos por las *Directrices del IPCC 2006*, para el caso de metano procedente del manejo de excretas. Se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones aplicable a las emisiones de GEI por tal manejo (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006).

Los datos de actividad se obtuvieron del censo agropecuario de INEGI, con información publicada en los años 1991 y 2007. Para completar la serie histórica se realizó el ejercicio estadístico de media móvil. (Ver **Anexos D y E, 3A**)

Los factores de emisión utilizados corresponden a la Tabla 10.14 (Volumen 4, IPCC 2006). La

temperatura promedio de cada estado corresponde a los datos publicados por el SMN de CONAGUA (2016); el tipo de manejo de excretas utilizado en esta subcategoría fue pastoreo para toda la población. (**Anexo E [3A]**).

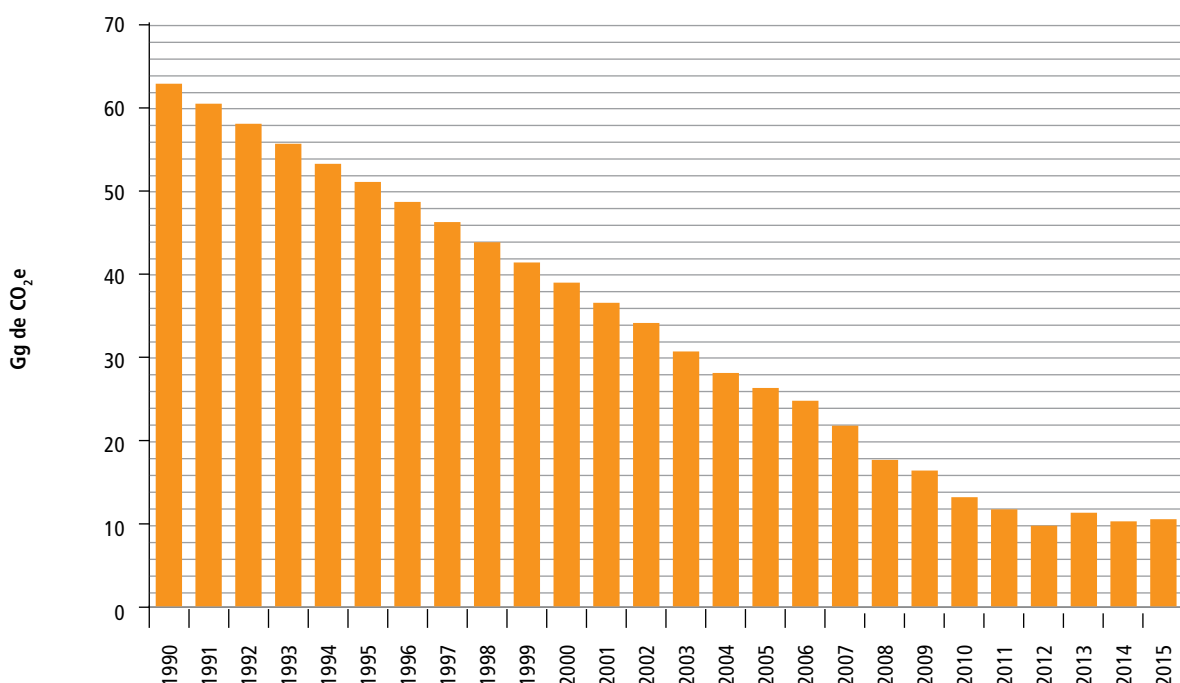
### 5.1.2.6 [3A2g] Mulas y asnos

La emisión por manejo de excretas de ganado equino diferente de caballos –mulas y asnos– en México, en 2015, fue de 10.58 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 5.19**). En 1990, estos equinos emitieron 63.44 Gg de CO<sub>2</sub>e. En la **Figura 5.29** se aprecia la tendencia negativa en esta categoría, de 83.61 por ciento.

Tabla 5.19. Emisiones por manejo de excretas de [3A2g] Mulas y asnos, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
63.44	51.52	39.30	26.51	13.25	11.78	9.78	11.36	10.32	10.58

Figura 5.29. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2g] Mulas y asnos, 1990-2015



### 5.1.2.6.1 Aspectos metodológicos

Según las *Directrices del IPCC 2006*, los métodos que describen para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del manejo de excretas y el árbol de decisiones aplicable (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006), a la estimación para esta categoría le corresponde el nivel 1.

El cálculo se hizo con datos de actividad publicados en 1991 y 2007 por INEGI y la serie histórica se completó mediante el recurso de media móvil. (**Anexos D y E, 3A.**)

Los factores de emisión usados corresponden a la Tabla 10.14 (Volumen 4, IPCC 2006). La tempe-

ratura promedio de cada estado corresponde a los datos publicados por el SMN de CONAGUA (2016). Se asumió que el tipo de manejo de excretas fue el pastoreo para toda la población. (**Anexo E [3A].**)

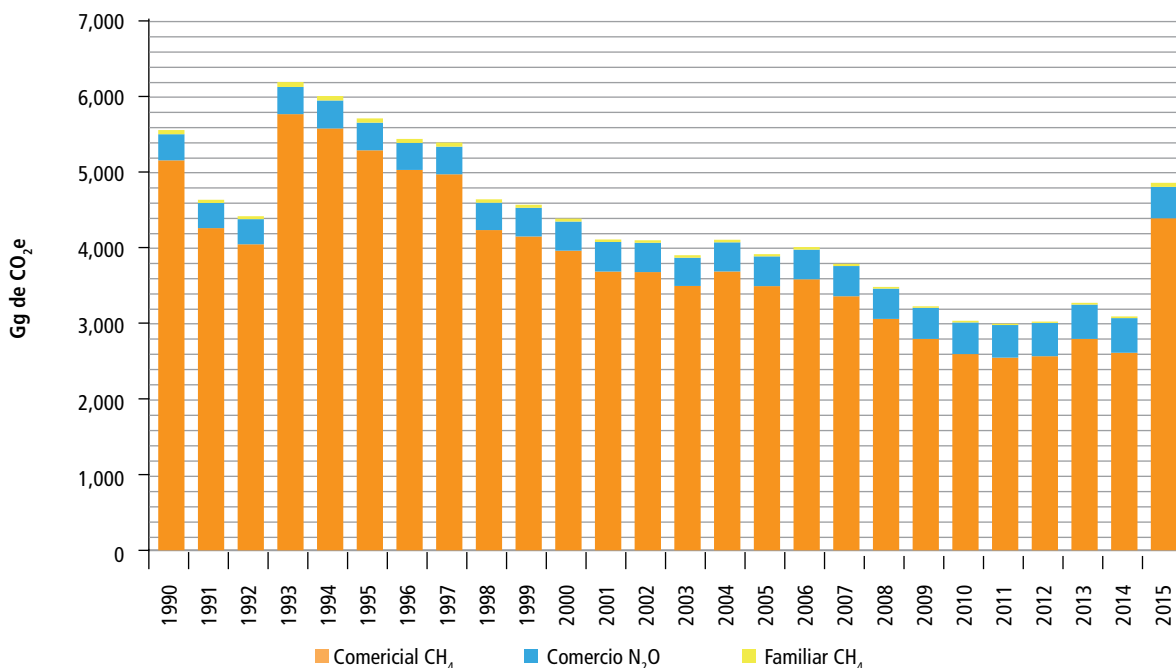
### 5.1.2.7 [3A2h] Porcinos

Las emisiones por manejo de excretas de cerdos en 2015 sumaron 4,844.64 Gg de CO<sub>2</sub>e [±7.28%] (**Tabla 5.20**). En 1990 alcanzaron 5,541.20 Gg de CO<sub>2</sub>e. (**Figura 5.30**).

Tabla 5.20. Emisiones por manejo de excretas de [3A2h] Porcinos, por tipo de gas, 1990-2015

Tipo de sistema de producción	Gg de CO <sub>2</sub> e									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Comercial (CH <sub>4</sub> )	5142.07	5273.65	3950.52	3482.91	2586.41	2540.28	2558.49	2787.07	2604.06	4377.76
Comercial (N <sub>2</sub> O)	343.83	364.45	384.43	391.95	417.38	429.05	438.83	452.05	457.20	413.46
Familiar (CH <sub>4</sub> )	55.29	56.00	37.58	29.40	22.40	17.84	18.49	23.70	21.59	53.41

Figura 5.30. Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2h] Porcinos, por tipo de gas y etapa, 1990-2015



### 5.1.2.7.1 Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones en esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006*, donde se describen los métodos para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de las excretas; se eligió el nivel 2, de acuerdo al árbol de decisiones (Figura 10.4, Volumen 4, IPCC, 2006).

Los datos de actividad se obtuvieron de SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015. La información utilizada se refirió al número de animales, volumen de producción y pesos al mercado, por entidad federativa. Los pesos de las etapas iniciales se obtuvieron de *Benchmark Latam, Pig Improvement Company (PIC)*, 2013 y 2014; las temperaturas para cada uno de los estados fueron las registradas por el SMN de CONAGUA. (Anexo D [3A]).

Los factores de emisión se obtuvieron de las Tablas 10.14, 10A-7, 10A-8, 10.19, 10.21, 10.23 y 11.3 (Volumen 4, IPCC 2006). Se utilizaron los pesos reportados para cada año (1990-2015) para separar las categorías entre las hembras y los animales de

engorda. Adicionalmente se asumió, de acuerdo con SAGARPA, que 30% de la población porcina se encuentra en condiciones de traspatio o producción familiar. Los manejos identificados de excretas fueron piso de rejilla, lagunas de oxidación, lagunas de mezclado y biodigestores para el caso de los animales en granjas comerciales; para el caso de los animales de la producción familiar se asumió que se encuentran en pastoreo. (Anexo E [3A].)

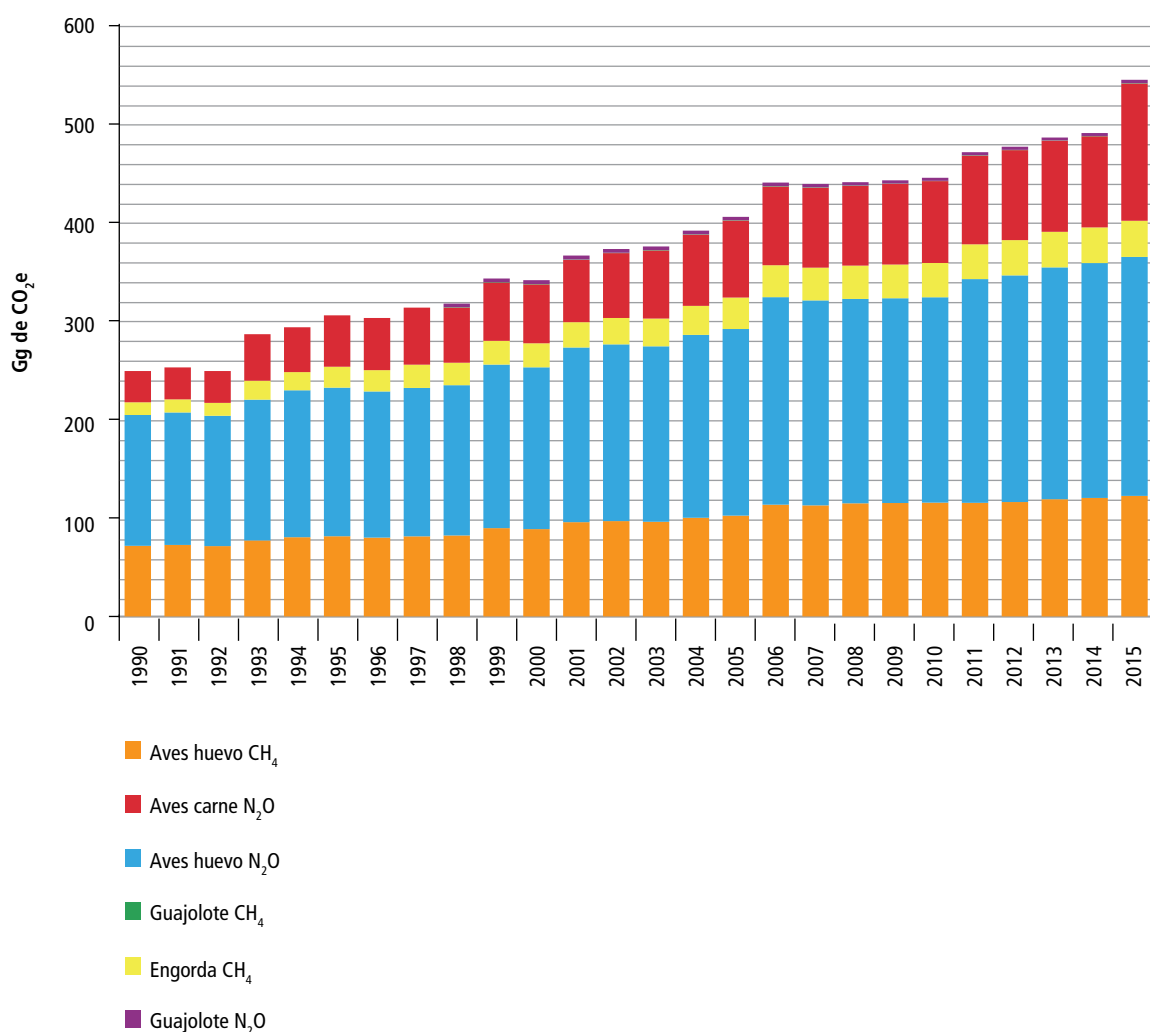
### 5.1.2.8 [3A2i] Aves de corral

Las emisiones por manejo de excretas de aves de corral en 2015 alcanzaron 554.59 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 5.21), con una incertidumbre asociada de 14.95% para el caso del metano, y de 36.86% para óxido nitroso. Se estima que, en 1990, se emitieron 253.58 Gg de CO<sub>2</sub>e. Durante el periodo de referencia hubo un incremento de 118% (Figura 5.31).

Tabla 5.21. Emisiones por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral, por gas y tipo de ave, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
Actividad	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aves huevo CH <sub>4</sub>	72.93	82.83	90.18	104.13	117.61	117.36	118.22	121.12	122.40	124.55
Aves huevo N <sub>2</sub> O	135.26	153.63	167.27	192.93	212.25	231.29	234.25	239.64	242.76	246.98
Aves carne CH <sub>4</sub>	13.13	21.61	24.80	32.43	35.40	35.87	36.44	36.77	36.83	37.33
Aves carne N <sub>2</sub> O	32.27	53.12	60.96	79.64	84.66	91.77	93.00	94.19	94.21	141.91
Guajolote CH <sub>4</sub>	0.00	0.00	0.40	0.36	0.33	0.33	0.33	0.31	0.32	0.37
Guajolote N <sub>2</sub> O	0.00	0.00	3.86	3.39	3.12	3.15	3.19	2.89	3.06	3.46
Total	253.58	311.19	347.46	412.89	453.36	479.77	485.43	494.92	499.59	554.59

Figura 5.31. Serie histórica de emisiones por excretas de [3A2i] Aves de corral, por gas y tipo de ave, 1990-2015



### 5.1.2.8.1 Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones en esta categoría se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006*, que describen los métodos para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de las excretas; se eligió el nivel 1, de acuerdo con el árbol de decisiones de la Figura 10.3 para CH<sub>4</sub> y la Figura 10.4 del Volumen 4 de las *Directrices del IPCC 2006* para el caso del N<sub>2</sub>O.

Los datos de actividad se obtuvieron de SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015: número de animales, volumen de producción y pesos al mercado para el caso de las aves de la producción especializada de carne y los guajolotes, por entidad federativa. Los pesos de las etapas iniciales se obtuvieron del SIAP (2015) y las temperaturas para cada uno de los estados del país, del SMN de CONAGUA (2016). (**Anexo D [3A].**)

Los factores de emisión se obtuvieron de la Tabla 10.25, Volumen 4 de las *Directrices del IPCC*

2006 para el caso del CH<sub>4</sub>, y de las Tablas 10.19, 10.21, 10.22 y 10.23 de las mismas *Directrices...* para el caso de los N<sub>2</sub>O. Los manejos de excretas utilizados fueron cama con y sin materia orgánica. (**Anexo E [3A].**)

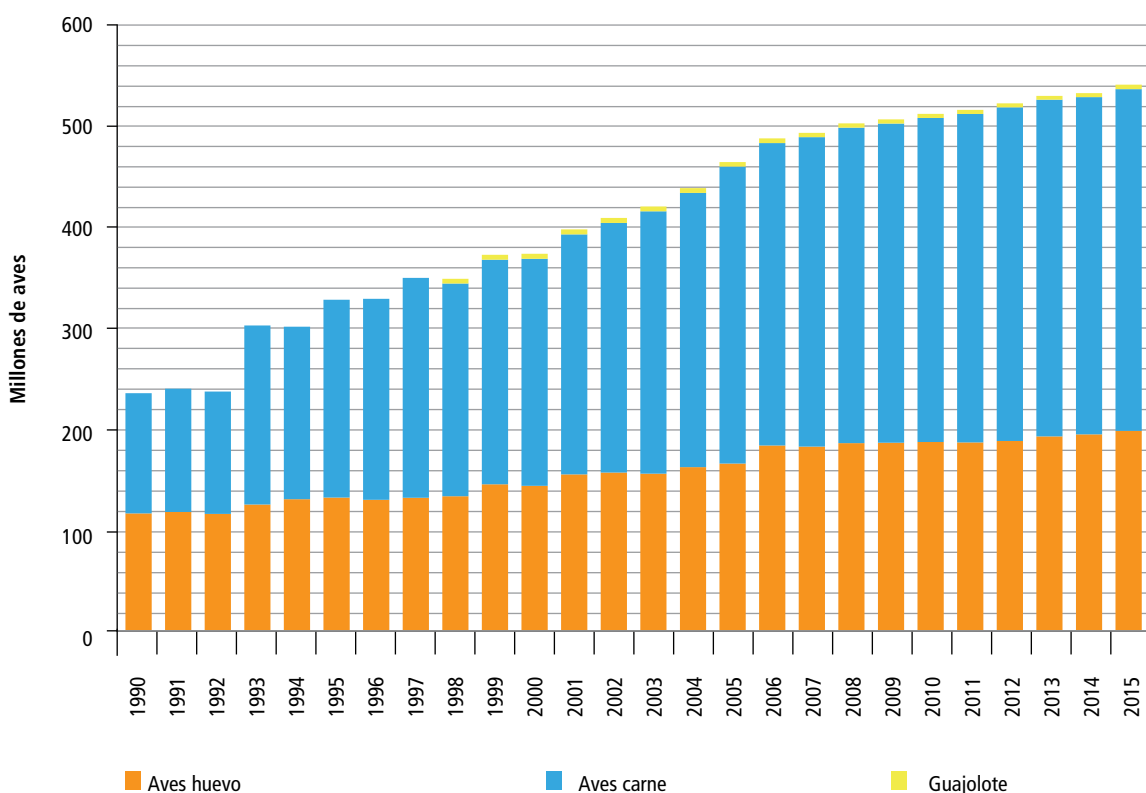
#### Oportunidades de mejoras en la categoría [3A]

En esta categoría es necesario contemplar, para el siguiente ciclo de inventario, la exploración de otras fuentes de datos de actividades ganaderas que permitan clasificar a la población por edades, para así añadir precisión a pesos y factores de emisión. En materia de fermentación entérica se requiere establecer dietas típicas por edad y función zootécnica que permitan identificar los contenidos de energía y proteína, para así desarrollar las ecuaciones de factor de emisión por fermentación entérica y excreción de nitrógeno.

Finalmente es importante identificar los manejos de excretas que no se consideraron en esta actualización.

Se requiere mantener la atención sobre los refinamientos de las directrices metodológicas de IPCC 2006 que se publicarán en 2019 para aplicarlos en las futuras actualizaciones del INEGYCEI.

Figura 5.32. Población total de aves de corral en México, 1990-2015



## 5.2 [3B] Tierra

Para la elaboración del presente Inventario en la categoría [3B] Tierra, anteriormente llamada “Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura” (uscuss), de acuerdo a la *Guía de Buenas Prácticas del IPCC* (2003) –conocido también como Sector Forestal–, se trabajó de manera coordinada con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Las estimaciones se realizaron utilizando las *Directrices del IPCC 2006* y comprenden el periodo de 1990 a 2015.

Se reportan los flujos de CO<sub>2</sub> relacionados con las tierras gestionadas y el cambio de uso del suelo. En esos reportes se contabilizan las emisiones y absorciones por cambios en los usos del suelo, así como las emisiones por degradación y absorciones por la permanencia y recuperación de tierras. Las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) debidas a incendios forestales y praderas se encuentran en el capítulo “5.3 [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la Tierra”.

Se utilizó información reciente, como la serie VI de uso del suelo y vegetación de INEGI, así como información dasométrica proveniente del muestreo (2004-2007) y remuestreo (2009-2014) del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS) de CONAFOR. Se incluye asimismo información reciente para las estimaciones de suelos minerales y materia orgánica muerta.

Las emisiones netas del sector uscuss en 2015 fueron -148,346 Gg de CO<sub>2</sub>e [±19%]. De ese total, las tierras forestales contribuyen con -139,970 Gg de CO<sub>2</sub>e (94% del total). Las emisiones netas del año base 1990 fueron -148,266 Gg de CO<sub>2</sub>e. Es decir, hubo un aumento de 0.05% en las emisiones de GEI entre 1990 y 2015, con una TCMA de 0.002%.

En la **Tabla 5.22** y la **Figura 5.33** se reflejan las emisiones netas de CO<sub>2</sub>e de [3B] Tierra, de 1990, 2005, 2010 y 2015, que representan los valores por periodos debido a la naturaleza de las series INEGI y al tratamiento de las mismas, descrito en el apartado “5.2.1 Representación coherente de Tierra” y en el **Anexo D [3B]**.

**Tabla 5.22. Emisiones/absorciones netas [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015**

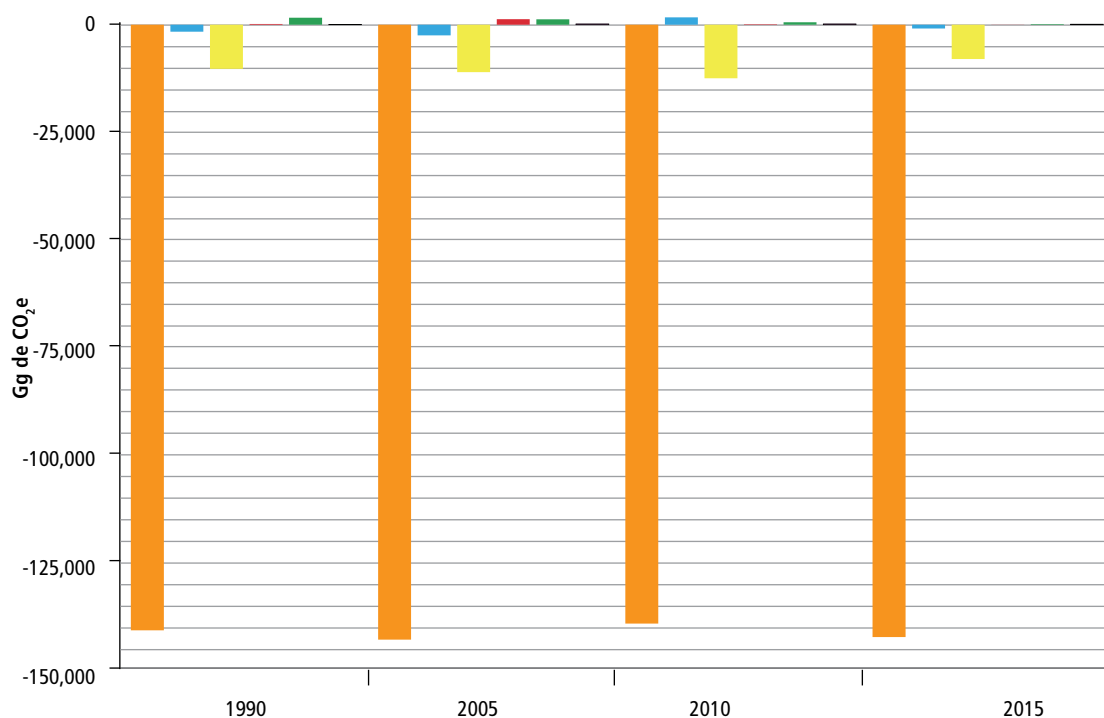
Categoría	Emisiones netas Gg de CO <sub>2</sub> e			
	1990	2005	2010	2015
[3B] Tierra	-148,266	-151,112	-146,577	-148,346
[3B1] Tierras forestales	-138,430	-140,552	-136,891	-139,970
[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales	-134,151	-138,072	-134,360	-138,505
[3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales	-4,279	-2,480	-2,531	-1,465
[3B2] Tierras de cultivo	-1,593	-2,443	1,692	-876
[3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tales	-12,551	-11,555	-11,541	-12,216
[3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo	10,958	9,112	13,234	11,340
[3B3] Praderas	-10,072	-10,837	-12,236	-7,836
[3B3a] Praderas que permanecen como tales	-15,674	-15,551	-16,298	-16,423
[3B3b] Tierras convertidas en praderas	5,602	4,715	4,062	8,586
[3B4] Humedales	172	1,270	112	45
[3B4a] Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE



Tabla 5.22. (Continuación)

[3B4b] Tierras convertidas en humedales	172	1,270	112	45
[3B5] Asentamientos	1,606	1,240	553	138
[3B5a] Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE
[3B5b] Tierras convertidas en asentamientos humanos	1,606	1,240	553	138
[3B6] Otras tierras	50	209	194	154
[3B5a] Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE
[3B5b] Tierras convertidas en otras tierras	50	209	194	154

Figura 5.33. Emisiones/absorciones netas [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015



- [3B1] Tierras forestales
- [3B4] Humedales
- [3B3] Praderas
- [3B2] Tierras de cultivo
- [3B5] Asentamientos
- [3B6] Otras tierras

En la **Tabla 5.23** se representan los resultados agrupándolos en absorciones por permanencias y emisiones por cambios de uso de suelo (sin contar incendios, que se encuentra en la categoría [3C]).

**Tabla 5.23. Emisiones y absorciones agrupadas por permanencias y cambios de uso de suelo del sector [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015**

Categoría	Gg de CO <sub>2</sub> e			
	1990	2005	2010	2015
[3B] Tierra				
[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales	-134,151	-138,072	-134,360	-138,505
[3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tales	-12,551	-11,555	-11,541	-12,216
[3B3a] Praderas que permanecen como tales	-15,674	-15,551	-16,298	-16,423
[3B4a] Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE
[3B5a] Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE
Total permanencias de tierras	-162,376	-165,178	-162,200	-167,143
[3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales	-4,279	-2,480	-2,531	-1,465
[3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo	10,958	9,112	13,234	11,340
[3B3b] Tierras convertidas en praderas	5,602	4,715	4,062	8,586
[3B4b] Tierras convertidas en humedales	172	1,270	112	45
[3B5b] Tierras convertidas en asentamientos humanos	1,606	1,240	553	138
[3B5b] Tierras convertidas en otras tierras	50	209	194	154
Total conversión de tierras	14,110	14,067	15,624	18,797

**Figura 5.34. Emisiones y absorciones agrupadas por permanencias y cambios de uso de suelo del sector [3B] Tierra**

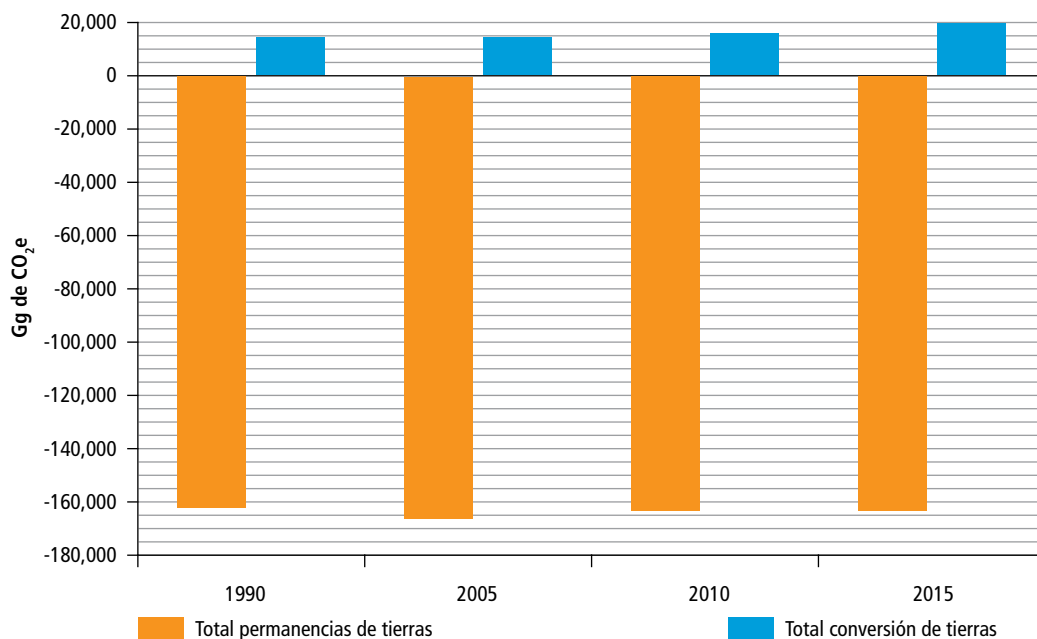
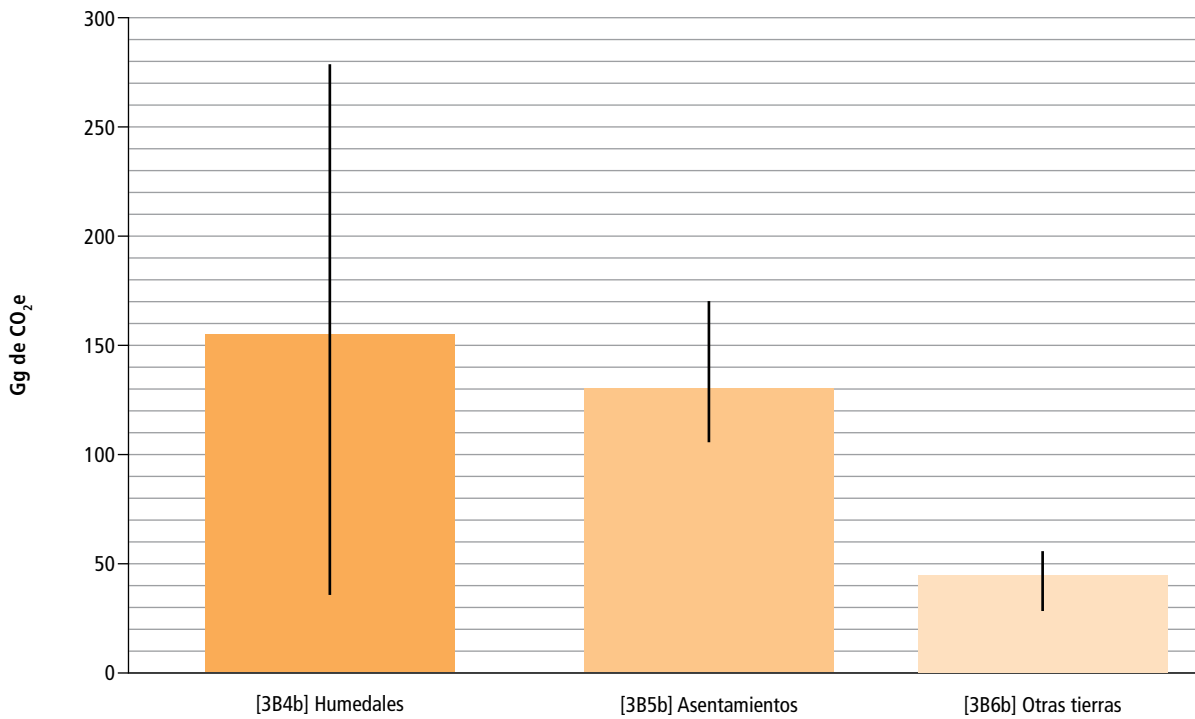
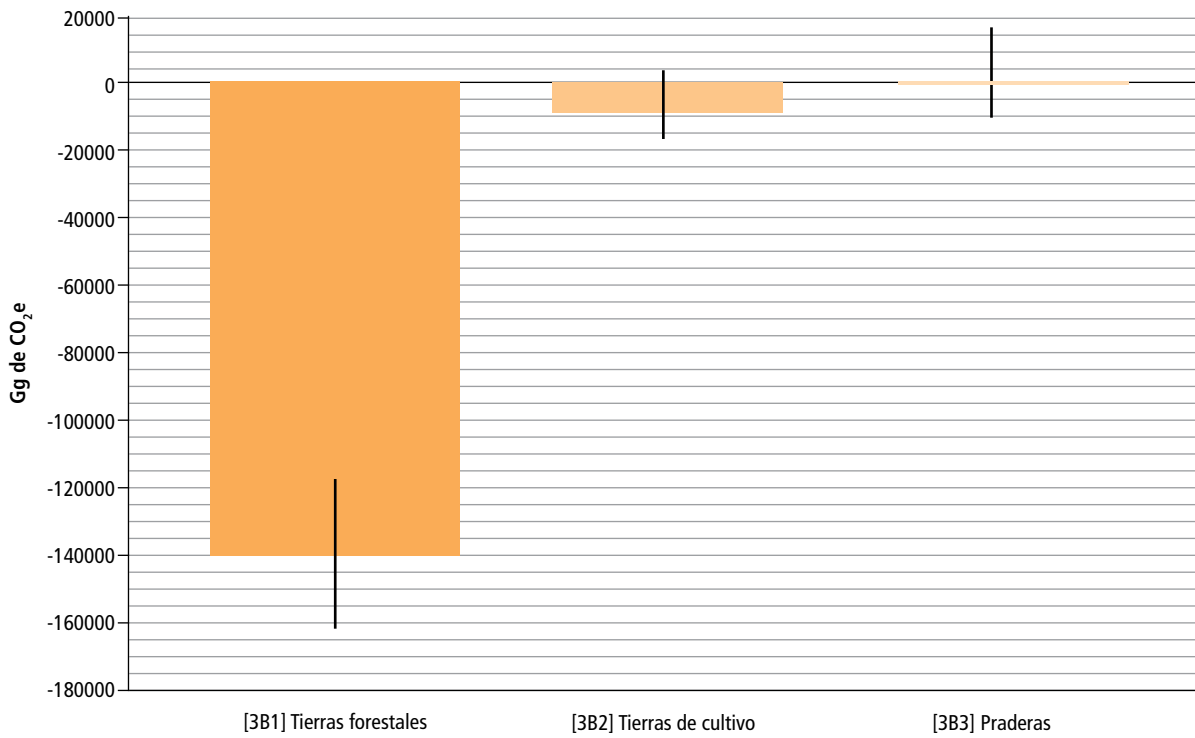


Figura 5.35. Incertidumbres de las emisiones de las subcategorías de [3B] Tierra, [3B1] a [3B6]



Las subcategorías reportadas en este inventario, su permanencia o cambio, así como los reservorios estimados y los niveles metodológicos utilizados se presentan en forma detallada en la **Tabla 24**.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Para efectos de concordancia con los cuadros y ecuaciones del IPCC, en el presente documento se utilizan las abreviaturas,

acrónimos y otras denominaciones internacionalmente conocidas en inglés. Es el caso de: CL para tierras agrícolas o de cultivo (Croplands; RCL= Remaining Croplands); CONVL para tierras convertidas (Converted Lands); FL para tierras forestales (Forest Lands); GL para praderas o pastizales (Grass Lands); OL para otras tierras (Other Lands); S para asentamientos (Settlements; SL= Settlement lands), y WL para humedales (Wetlands). Ver también el **Anexo H**.

**Tabla 5.24. Subcategorías y reservorios reportados y estimados para el inegycei**

Categoría	Clave IPCC	Transición Biomasa aérea	Reservorio estimado/reportado				
			Biomasa subterránea	Madera muerta	Hojarasca	Suelos	
FL [3B1]	[3B1a]	FL-FL (Permanencia)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1*	Nivel 1*	Nivel 1*
		FLd-FL (Recuperación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1*	Nivel 1*	Nivel 1*
		FL-FLd (Degradación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1*	Nivel 1*	Nivel 1*
	[3B1b]	CONVL-FL (Reforestación)	Nivel 2	Nivel 2	NE	Nivel 2	NE
GL [3B3]	[3B3a]	GL-GL (Permanencia pradera)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1*	Nivel 1*	Nivel 1*
	[3B[3B]]	FL-GL (Deforestación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
	[3B[3B]]	CONVL-GL (Recuperación pradera)	Nivel 2	Nivel 2	NE	Nivel 2	NE
CL [3B2]	[3B2a]	CL-CL (Permanencia; agricultura perenne)	Nivel 1	NE	NE	NE	NE
	[3B2I]	FL-CL (Deforestación) 3B2bi	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
	[3B2II]	GL-CL (Pérdida pradera)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
S [3B5]	[3B5bi]	FL-S (Deforestación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
	[3B5bIII]	GL-S (Pérdida pradera)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
OL [3B6]	[3B6bi]	FL-OL (Deforestación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
	[3B6bIII]	GL-OL (Pérdida pradera)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
WL [3B4]	[3B4bII]	FL-WL (Deforestación)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2
		GL-WL (Pérdida pradera)	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 1 y 2

\* Se asume en equilibrio.  
S= asentamientos humanos.  
OL= otras tierras.  
GL= pradera.

CL= tierras agrícolas.  
S= tierras de asentamientos humanos  
CONVL= tierras convertidas.

FL= tierras forestales.  
FLd= tierras forestales degradadas.  
WL= tierras de humedal.

## 5.2.1 Representación coherente de Tierra

### 5.2.1.1 Introducción

Para estimar las existencias de carbono, así como la emisión y absorción de los gases de efecto invernadero asociadas a la categoría de [3B] Tierra, se necesitó información de la clasificación, datos de la superficie y muestreo de las diferentes categorías de usos de la tierra (IPCC, 2006).

Los datos de actividad se obtuvieron de las series de uso de suelo y vegetación de INEGI, (INEGI, 2009). Dichas series fueron analizadas y homologadas para mantener la consistencia con las categorías reportadas por IPCC: tierras forestales, tierras agrícolas, pastizales, humedales, otras tierras y asentamientos.

### 5.2.1.2 Aspectos metodológicos

Las *Directrices del IPCC 2006* orientan sobre la utilización de los diferentes tipos de datos empleados para representar las categorías de usos de la tierra y las conversiones entre ellas. Se eligió el método más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones para la preparación de los datos de la superficie de uso de la tierra, de la Figura 3.1 y el capítulo 3.3.1 de las *Directrices*.

En el caso de México se utilizó el método 3 —el cual permite que las conversiones del uso de la tierra sean seguidas de forma espacialmente explícita— y se analizaron de forma específica los cambios ocurridos en los polígonos pertenecientes a los estratos forestales (**Anexo D [3B]**.)

Se utilizaron las series INEGI de uso del suelo y vegetación a partir de 1993 y hasta 2014, representando la totalidad de los tipos de vegetación y usos de suelo del país según el Sistema de Clasificación de INEGI. De esta manera es posible la representación espacialmente explícita de los cambios en el periodo de análisis, a través del cruce geométrico de los mapas de cobertura.

Se realizó una homologación de las claves de tipos de vegetación, utilizando la estructura jerárquica de INEGI, ya que tiene la ventaja de estar desagregada y puede agruparse con base en criterios biológicos y cumplir con los requerimientos de IPCC (2006).

Para el procesamiento de los datos geospaciales se utilizó el software ©ArcGIS 10.1 (©ESRI, 2012). A partir del análisis de la información en formato vectorial se determinó usar el formato *raster* para eliminar los problemas de desfases o desplazamientos entre series. Se realizó un traslape entre las series tramadas (serie II-serie III, serie III-serie IV, serie IV-serie VA y serie VA-serie VI) para la generación de tablas dinámicas y se obtuvieron cuatro matrices de cambio entre las diferentes subcategorías establecidas para el país, para cuatro periodos de análisis (1993-2002, 2002-2007, 2007-2011 y 2011-2014). Las superficies de aquellas tierras que permanecen en el mismo uso dentro de ambas series se utilizan sin anualizar, pues representan la cantidad de vegetación que permanece a lo largo de ese periodo, mientras que los cambios de uso de un tipo de tierra a otro se anualizan dependiendo de los años transcurridos entre los periodos.

En el **Anexo D [3B]** se muestra el detalle metodológico usado para la generación de datos de actividad.

### 5.2.1.3 Enfoque de estimación de datos de actividad ajustados

Los mapas son un modelo de representación de la realidad y están sujetos a errores, debido a diferentes factores, por lo que es necesario conocer y cuantificar su fiabilidad. Un enfoque adecuado para abordar estos errores es a través de un análisis estadístico de una muestra de puntos de validación de las áreas de transición que permita obtener áreas menos sesgadas de cambio, así como las incertidumbres asociadas.

Cualquier mapa temático construido a partir de percepción remota debe ser objeto de una evaluación de exactitud estadísticamente rigurosa, antes de usarse en investigaciones científicas o decisiones políticas.

La metodología utilizada se basa en los enfoques sugeridos por Stehman y Czaplewski (1998) y Olofsson *et al.* (2014), que incluyen los componentes (i) diseño de muestreo, (ii) diseño de respuesta y (iii) estimación y análisis de la exactitud temática y de las incertidumbres de los datos de actividad.

La metodología completa realizada para la estimación de áreas ajustadas se encuentra en el **Anexo D [3B]**.

Los resultados de este proceso son áreas estimadas para cada una de las dinámicas de cambio a través de un proceso exhaustivo de evaluación. Dichas áreas proporcionan nuevos datos de actividad para cada uno de los estratos de cambio y se usan en las estimaciones (**Tabla 5.25**).

Es importante señalar que el inventario de emisiones de GYCEI tiene una metodología específica para la contabilización de carbono basada en los lineamientos de IPCC y difiere en métodos y conceptos con otros reportes, como la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y que estas diferencias hacen que no sean com-

**Tabla 5.25. Datos de actividad, áreas ajustadas y sus incertidumbres (Ui) asociadas, por tipo de conversión y periodo estimado.**

Clase	Serie II-Serie III		Serie III-Serie IV		Serie IV-Serie V		Serie V-Serie VI	
	Área ajustada anual (ha)	Ui del área ajustada	Área ajustada anual (ha)	Ui del área ajustada	Área ajustada anual (ha)	Ui del área ajustada	Área ajustada anual (ha)	Ui del área ajustada
01. FL-FL	97,907,726.70	2.72%	98,982,042.70	2.80%	96,548,926.10	2.77%	97,435,221.65	2.68%
02. FL-FLd	73,918.44	45.59%	125,261.99	68.05%	141,580.88	76.56%	60,799.04	136.53%
03. FLd-FL	32,296.25	39.36%	62,870.39	81.16%	10,849.47	89.72%	2,423.28	124.71%
04. FL-GL	105,553.99	56.58%	105,663.25	69.08%	95,685.76	67.18%	152,031.71	92.93%
05. FL-CL	50,181.51	63.60%	35,471.78	48.16%	91,543.29	97.61%	96,399.94	119.33%
06. FL -S	19,113.37	152.05%	6,736.49	23.62%	4,417.72	116.13%	1,160.54	41.16%
07. FL-OL	311.92	52.84%	1,212.63	46.65%	1,223.76	48.67%	1,411.51	152.37%
08. FL-WL	894.38	18.44%	24,850.86	185.92%	446.91	50.38%	198.68	68.94%
09. CONVL-FL / FLd	131,594.29	51.27%	117,344.31	81.16%	156,638.70	79.48%	131,761.23	106.32%
10. GL-GL	61,879,502.17	4.21%	60,652,883.56	4.39%	63,670,123.13	3.99%	62,880,059.07	3.99%
11. GL-CL	119,315.07	48.86%	183,716.37	46.51%	108,804.71	82.72%	28,988.50	18.32%
12. GL -S	2,587.93	61.30%	30,556.44	167.60%	5,344.09	104.33%	1,570.19	56.97%
13. GL-OL	172.74	77.88%	3,443.66	34.65%	2,424.20	119.91%	486.89	48.79%
14. GL-WL	2,577.84	19.12%	3,761.03	20.57%	2,185.95	34.17%	993.87	33.40%
15. CONVL-GL	17,289.68	136.45%	111,040.89	75.56%	121,437.18	87.13%	130,778.40	105.39%
16. RCL-RCL	1,630,010.33	26.63%	1,500,693.44	30.21%	1,498,890.11	34.93%	1,586,442.48	38.32%
17. No aplica	26,756,190.07	6.87%	27,980,425.93	6.81%	28,487,426.22	6.41%	29,446,961.48	6.03%

OL= otras tierras; GL= pradera.; CL= tierras agrícolas; S= tierras de asentamientos humanos; CONVL= tierras convertidas.; FL= tierras forestales.; FLd= tierras forestales degradadas.; WL= tierras de humedal; Ui= incertidumbre; FL-FL= tierras forestales que permanecen; FL-FLd= degradación en tierras forestales; FLd-FL= recuperación en tierras forestales; FL-GL= tierras forestales que pasan a praderas; FL-CL= tierras forestales que pasan a tierras de cultivo; FL-S= tierras forestales que pasan a asentamientos humanos; FL-OL= tierras forestales a otras tierras; FL-WL= tierras forestales que pasan a humedal; CONVL-FL/FLd= tierras que se convierten en tierras forestales; GL-GL = praderas que permanecen; GL-CL= praderas que se convierten en tierras de cultivo; GL-S= praderas que se convierten en asentamientos humanos; GL-OL= praderas que se convierten en otras tierras; GL-WL= praderas que se convierten en humedales; CONVL-GL= tierras que pasan a praderas; RCL- RCL= tierras agrícolas que permanecen (cultivos perennes).

parables, ya que son para fines distintos. Dentro de las diferencias principales se cuenta la categorización de la vegetación: aunque la utilizan los insumos nacionales como INEGI, se agrupan de manera diferente de

acuerdo con los conceptos y lineamientos estipulados en sus metodologías. En el país se trabaja de manera institucional para homologar dicha categorización; esto se retoma en el apartado de mejoras.

## 5.2.2 Estimación de los factores de emisión/absorción

La obtención de los factores de emisión/absorción se realiza mediante la estimación de cambios en las existencias de carbono por emisiones y absorciones.

Para la estimación de los flujos de CO<sub>2</sub> de acuerdo con el capítulo 2.3 de las *Directrices del IPCC 2006* y al árbol de decisión para la identificación del nivel apropiado para estimar los cambios en las existencias de carbono en biomasa en una categoría de uso de la tierra del capítulo 2, Figura 2.2, el método de diferencia de existencias es el más adecuado para México pues requiere inventarios de las existencias de carbono en biomasa para una superficie dada de tierra en dos momentos diferentes. El cambio anual en la biomasa es la diferencia entre las existencias de biomasa en el momento  $t_2$  y en el momento  $t_1$ , dividida por la cantidad de años transcurridos entre las existencias. Por ello es que se utilizan datos de biomasa y factores de emisión/absorción específicos del país para el método de nivel 2.

### 5.2.2.1 Aspectos metodológicos

Los factores de emisión y absorción provienen principalmente del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS) que realiza CONAFOR. Aporta información para los cinco almacenes de carbono, la información cartográfica de INEGI, los valores de densidad, fracciones de carbono, etc. complementan la información necesaria para la estimación de carbono.

En general, el acopio de estos factores consiste en obtener, a través de ecuaciones alométricas, el contenido de carbono en árboles, sitios, parcelas, conglomerados y tipos de vegetación. Se aplica una ecuación alométrica por cada especie (árbol); así se obtiene el valor de emisión en cada tipo de vegetación y posteriormente se agrupan por tipo y categoría de vegetación.

Los factores de emisión existentes pertenecen a biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta, hojarasca y suelo. Cada uno de ellos se generó a partir de metodologías específicas, dependiendo de la información disponible. Para cada reservorio y transición se tienen tablas independientes que se asignan según el tipo de vegetación en la que sucedió el cambio, el tipo de transición y el periodo evaluado. Dicho proceso se describe de manera detallada en el **Anexo E**.

### 5.2.3 [3B1] Tierras forestales

En esta categoría se incluyen las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> debidas a cambios en la biomasa, en la materia orgánica muerta y en el suelo para las tierras forestales que permanecen como tales y aquellos usos del suelo que se convierten en tierras forestales.

Esta categoría comprende la superficie con vegetación leñosa coherente, con umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional, subdivididas, cultivadas y no cultivadas, y también por tipos de ecosistema, según se especifica en las *Directrices del IPCC 2006*. También abarca sistemas con vegetación con condiciones inferiores al umbral para la categoría de tierras forestales, pero que potencialmente podría alcanzar los valores utilizados por un país para definir la categoría de tierras forestales.

Uno de los principales indicadores para que sea considerada “tierra forestal”, según IPCC (2006), es que contenga condiciones leñosas, por lo que se clasificaron los distintos grupos de vegetación considerando su estado de la vegetación y su fase de acuerdo con lo descrito en el *Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación escala 1: 250 000 Serie V* (INEGI, 2013).

Las superficies para las tierras forestales que permanecen como tales [3B1a], incluyen tres tipos de transición:

#### Permanencia de tierras forestales

Son todas las clases de tierras forestales (FL) que permanecieron como tales al final del pe-

riodo de análisis, así como el conjunto de cambios de cualquier clase de FL a otra clase diferente de FL.

#### Degradación

Es el conjunto de cambios de una misma clase de vegetación de FL en fase primaria a la misma clase de vegetación en fase secundaria.

#### Recuperación

Se define como el proceso inverso a la degradación. Es entonces, el conjunto de cambios de una misma clase de vegetación de FL en fase secundaria a la misma clase de vegetación en fase primaria. (Ver **Anexo D [3B]**.)

En cuanto a las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O provenientes de incendios forestales se reportan en la categoría [3C1].

Para el año 2015 se reportan, en la categoría [3B1] Tierras forestales, -139,970.12 Gg de CO<sub>2</sub> [±15.78%]. De ese total, el rubro de tierras forestales que permanecen como tales contribuye con -138,504.68 Gg de CO<sub>2</sub>, que representan el 99% de estas emisiones (**Tabla 5.26**). Las absorciones de tierras forestales en 1990 fueron de -138,429.50 Gg de CO<sub>2</sub>; hubo entonces, en el periodo de referencia, un aumento de 1.1% en las emisiones de GEI, con una TCMA de 0.04 por ciento.

En la **Tabla 5.27** se desagregan por subcategoría las emisiones netas que corresponden a [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales y [3B1b] Tierras convertidas en tierras forestales.

Tabla 5.26. **Absorciones de la categoría [3B] Tierras forestales, 1990, 2005, 2010 y 2015**

Categoría	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> )			
	1990	2005	2010	2015
[3B1] Tierra forestales	-138,429.50	-140,551.87	-136,891.25	-139,970.12
[3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales	-134,150.52	-138,071.68	-134,360.44	-138,504.68
[3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales	-4,278.98	-2,480.19	-2,530.82	-1,465.44



Tabla 5.27. Emisiones netas por subcategoría de [3B1a] Tierras forestales 1990, 2005, 2010 y 2015

IPCC	Transición	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> e)			
		1990	2005	2010	2015
[3B1a]	FL-FL (Permanencia)	-135,742.02	-139,174.90	-136,611.23	-139,181.67
	FLd-FL (Recuperación)	-1,042.21	-1,410.44	-169.16	-27.78
	FL-FLd (Degradación)	2,633.71	2,513.65	2,419.95	704.77
[3B1bi], ii, iii, iv, v	CONVL-FL (Reforestación)	-4,278.98	-2,480.19	-2,530.82	-1,465.44
	Total 3B1 Tierras forestales	-138,429.50	-140,551.87	-136,891.25	-139,970.12

CONVL = tierras convertidas.

FL= tierras forestales.

FLd= tierras forestales degradadas.

Figura 5.36. Absorciones de la categoría [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales, 1990, 2005, 2010 y 2015

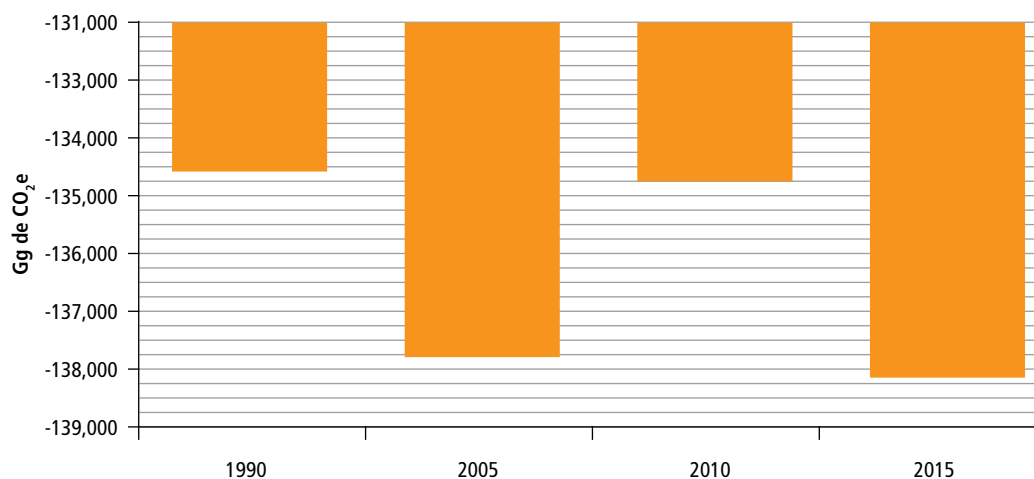
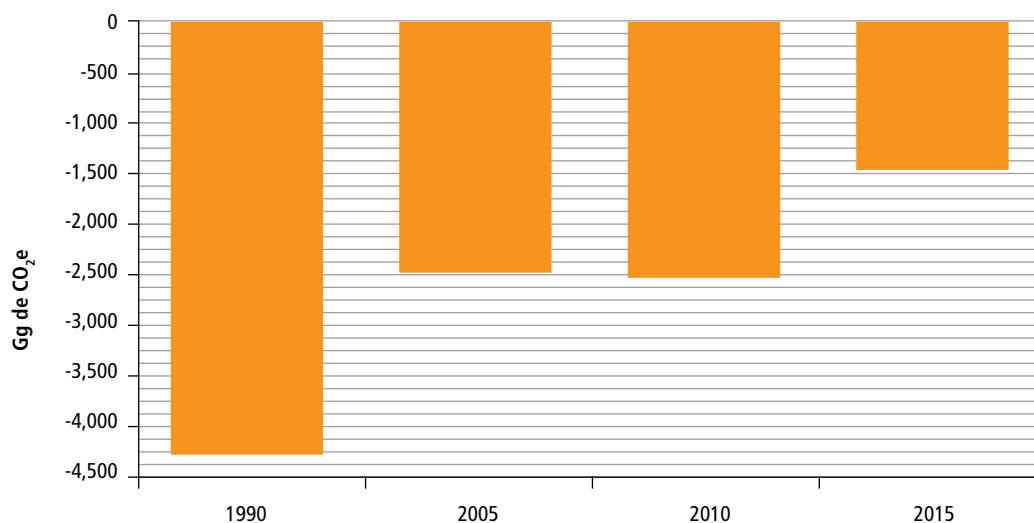


Figura 5.37. Absorciones de la categoría [3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales 1990, 2005, 2010 y 2015



## 5.2.4 [3B2] Tierras de cultivo

En esta categoría se reportan las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> procedentes de las tierras de cultivo. Comprende las tierras de cultivo y labranza, y sistemas agroforestales donde la vegetación no llega a la altura dominante definida en el umbral para la categoría de tierra forestal, con arreglo a la selección de definiciones nacionales (IPCC, 2006).

Como parte de las tierras de cultivo, en IPCC (2006) se incluyeron los terrenos agrícolas, clasificados en dos subcategorías: agricultura anual en todas las modalidades (riego, temporal y de humedal) y agricultura perenne con todas las variaciones de manejo.

En la categoría [3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tales, se estiman las absorciones de los cultivos perennes, ya que los cultivos anuales se consideran en equilibrio. De conformidad con el IPCC (2006), los cultivos anuales se cosechan todos los años, por lo que no hay un almacenamiento de largo plazo del carbono en la biomasa. En cambio, la vegetación leñosa perenne puede implicar significativos depósitos de carbono en biomasa de larga vida.

Dentro de las tierras convertidas a tierras de cultivo [3B2b] se estiman las emisiones derivadas de los cambios de uso de tierra, principalmente

de tierras forestales y praderas hacia tierras de cultivo.

En la sección correspondiente a la categoría [3C] se encuentran reportadas las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por la quema de biomasa en tierras de cultivo [3C1], las emisiones de CO<sub>2</sub> por encalado [3C2] y aplicación de urea [3C3] en suelos agrícolas, emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados [3C4, 3C5], así como las emisiones de CH<sub>4</sub> por el cultivo de arroz [3C7]. (Ver **Anexo D [3B].**)

En 2015 se reportaron, para [3B2] Tierras de cultivo, emisiones netas de -876.01 Gg de CO<sub>2</sub> [±1,489.25%], 45% menores que las de 1990 (-1,592.59 Gg de CO<sub>2</sub>), con una TCMA negativa de 2.4% (**Tabla 5.28**).

Del total de tierras de cultivo, las que permanecen como tales (agricultura perenne) contribuyen con absorciones de -12,215.61 Gg de CO<sub>2</sub>, mientras que los cambios de uso de suelo hacia tierras de cultivo alcanzaron 11,339.60 Gg de CO<sub>2</sub>, donde las tierras forestales que pasan a cultivos perennes representaron 91% de estas emisiones.

En la **Tabla 5.29** se desagregan por subcategoría las emisiones netas que corresponden a [3B2a] Tierras agrícolas que permanecen como tales y [3B2b] Tierras convertidas en tierras de cultivo.

**Tabla 5.28. Emisiones netas de la categoría [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015**

Categoría	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> )			
	1990	2005	2010	2015
[3B2] Tierra de cultivo	-1,592.59	-2,443.43	1,692.31	-876.01
[3B2a] Tierras de cultivo que permanecen como tales	-12,551.08	-11,555.34	-11,541.45	-12,215.61
[3B2b] Tierras convertidas a tierras de cultivo	10,958.49	9,111.91	13,233.76	11,339.60

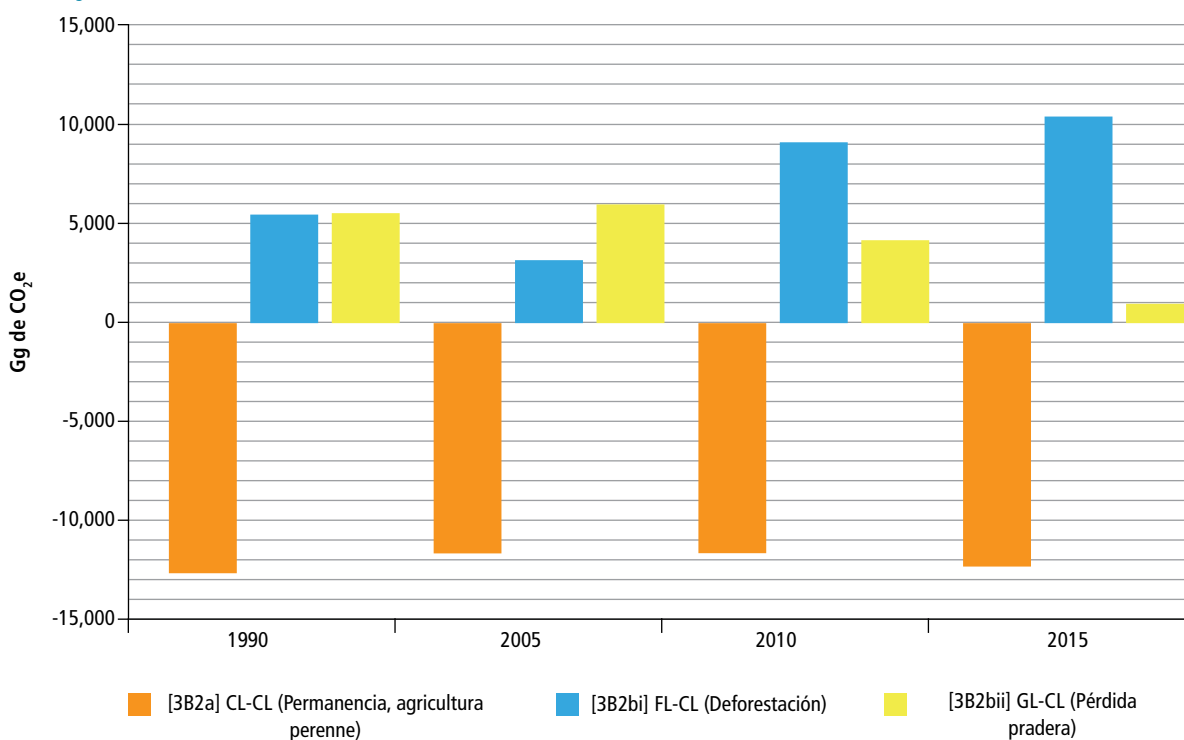
**Tabla 5.29. Emisiones netas por subcategoría de [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015**

IPCC	Transición	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> )			
		1990	2005	2010	2015
[3B2a]	CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	-12,551.08	-11,555.34	-11,541.45	-12,215.61
[3B2bi]	FL-CL (Deforestación)	5,442.51	3,157.09	9,074.93	10,365.58
[3B2bii]	GL-CL (Pérdida pradera)	5,515.98	5,954.82	4,158.83	974.02
	Total [3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59	-2,443.43	1,692.31	-876.01

GL = pradera.

CL= tierras agrícolas.

Figura 5.38. Emisiones netas por subcategoría de [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015



## 5.2.5 [3B3] Praderas

Esta categoría comprende los pastizales y la tierra de pastoreo que no se consideran tierras de cultivo. También comprende sistemas con vegetación inferior al umbral utilizado en la categoría de tierras forestales y no se espera que rebase, sin intervención humana, los umbrales utilizados en la categoría de tierras forestales. Uno de los principales indicadores para que sea considerada "pradera" (IPCC, 2006) es que contenga condiciones no leñosas, por lo que se clasificaron los distintos grupos considerando el estado de la vegetación y su fase de acuerdo con lo descrito en el *Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación escala 1: 250 000 Serie V* (INEGI 2013).

En esta categoría se reportan las emisiones y absorciones de  $\text{CO}_2$  procedentes de las praderas que permanecen como tales [3B3a] y las tierras convertidas en praderas [3B3b]. Las emisiones de

$\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  provenientes de incendios en praderas se reportan en la categoría 3C1.

En 2015, las emisiones netas reportadas en esta categoría ascendieron a -7,836.43 Gg de  $\text{CO}_2$ , [ $\pm 169\%$ ]. En 1990 las emisiones netas fueron -10,072.08 Gg de  $\text{CO}_2$ , lo que representa una disminución de 22% en las emisiones de GEI entre 1990 y 2015, con una TCMA negativa de 1% (Tabla 5.30).

Del total de praderas, las que permanecen como tales contribuyeron con absorciones de -16,422.92 Gg de  $\text{CO}_2$ . Mientras que los cambios de uso de suelo hacia praderas representaron 8,586.48 Gg de  $\text{CO}_2$ , donde las tierras forestales que se convierten a praderas representaron emisiones de 9,544.30 Gg de  $\text{CO}_2$  y se observan absorciones en aquellas tierras no forestales convertidas en praderas (-957.82 Gg de  $\text{CO}_2$ ) (Tabla 5.31).

Tabla 5.30. **Emisiones netas de la categoría [3B3] Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015**

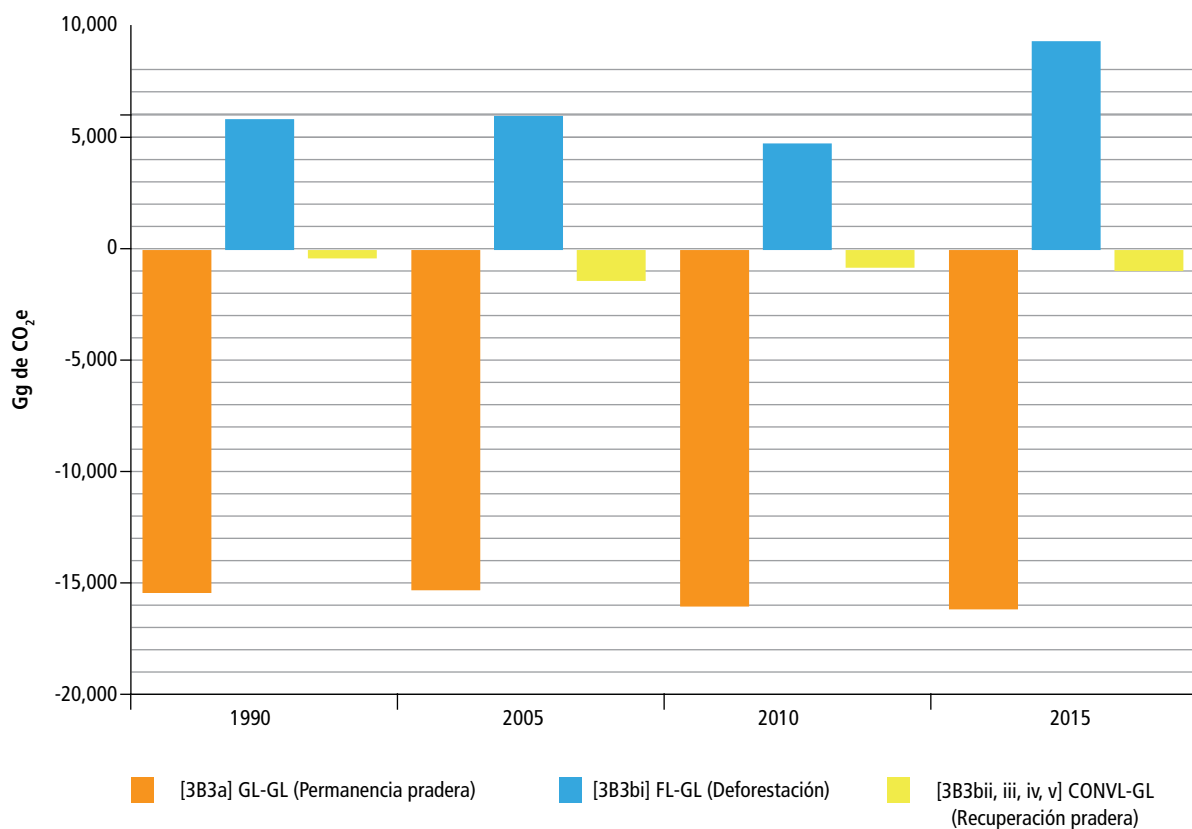
Categoría	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> e)			
	1990	2005	2010	2015
[3B3] Praderas	-10,072.08	-10,836.52	-12,236.04	-7,836.43
[3B3a] Praderas que permanecen como tales	-15,674.44	-15,551.33	-16,298.22	-16,422.92
[3B3b] Tierras convertidas en praderas	5,602.36	4,714.81	4,062.19	8,586.48

Tabla 5.31. **Emisiones netas por subcategoría de Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015**

IPCC	Transición	Emisiones netas (Gg de CO <sub>2</sub> e)			
		1990	2005	2010	2015
[3B3a]	GL-GL (Permanencia pradera)	-15,674.44	-15,551.33	-16,298.22	-16,422.92
[3B3bi]	FL-GL (Deforestación)	5,984.48	6,129.42	4,872.57	9,544.30
[3B3bii], iii, iv, v	CONVL-GL recuperación pradera)	-382.11	-1,414.62	-810.38	-957.82
	Total 3B3 Praderas	-10,072.08	-10,836.52	-12,236.04	-7,836.43

GL = pradera.  
 CONVL = tierras convertidas.  
 FL= tierras forestales.

Figura 5.39. **Emisiones y absorciones por subcategoría de Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015**



## 5.2.6 [3B4] Humedales

Esta categoría comprende la tierra cubierta o saturada por agua durante la totalidad o parte del año (p. ej., turbera) que no entra en las categorías de tierras forestales, tierras agrícolas, pastizales o asentamientos. Esta categoría puede subdividirse en gestionados y no gestionados, según las definiciones nacionales. Comprende embalses como subdivisión gestionada y ríos y lagos naturales como subdivisiones no gestionadas (IPCC, 2006). Para la categoría de humedales se consideraron tres subcategorías: acuícolas, presas y cuerpos naturales de agua.

Los grupos vegetales y tipos de vegetación como el manglar o vegetación halófila hidrófila se encuentran asignados a las categorías de "tierras forestales" y "praderas". (Anexo D [3B].)

Las emisiones de los humedales que permanecen como tales no se estiman dado que IPCC se refiere a estas tierras como turberas o tierras inundadas que permanecen como tales y que están gestionadas. No es clara la aplicación de esta categoría en México.

Se estiman aquellas tierras que se convierten en humedales. En 2015 se reportaron emisiones de 44.57 Gg de CO<sub>2</sub>, [±18.97%]; en 1990 fueron 171.63 Gg de CO<sub>2</sub>. La disminución en las emisiones de GEI en el periodo de referencia fue de 74.03%, con una TCMA negativa de 5.25% (Tabla 5.32). De ese total, los cambios de uso de suelo de praderas a humedales representan 69.2% de las emisiones (Tabla 5.33).

Tabla 5.32. Emisiones de la categoría [3B4] Humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015

Categoría	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
	1990	2005	2010	2015
[3B4] Humedales	171.63	1,270.41	111.76	44.57
[3B4a] Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-
[3B4b] Tierras convertidas en humedales	171.63	1,270.41	111.76	44.57

Tabla 5.33. Emisiones por tipo de transición de [3B4] Humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015

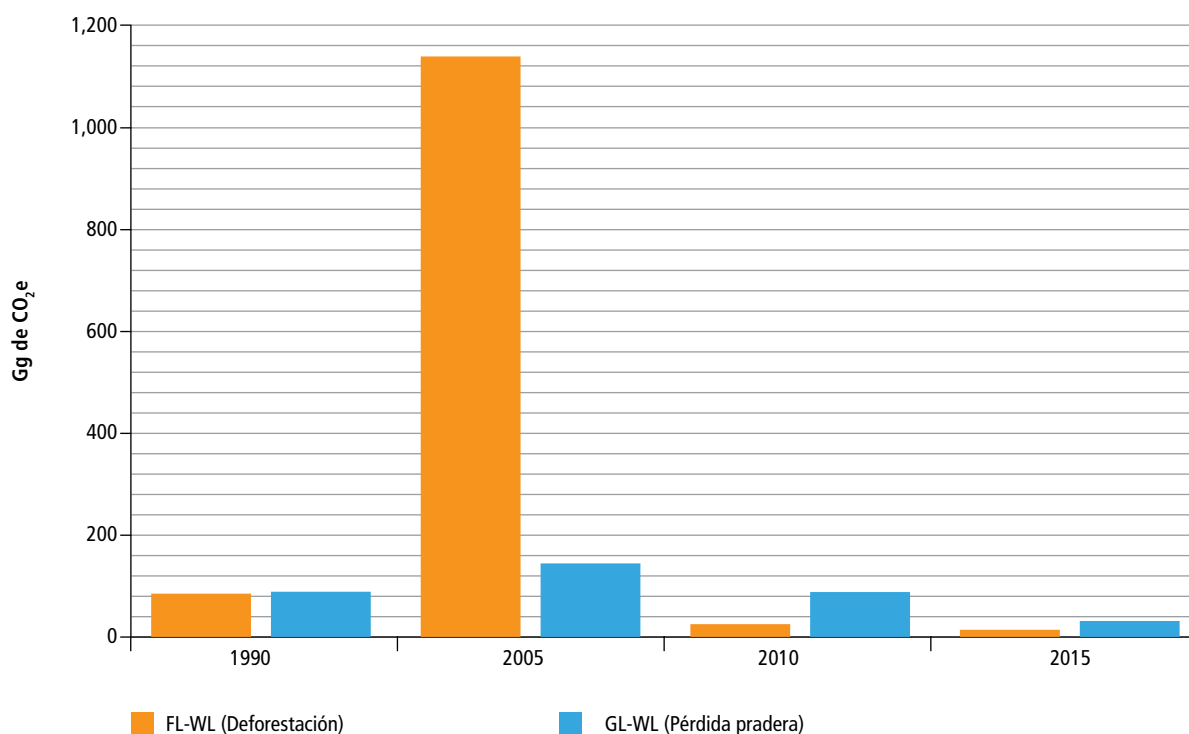
IPCC	Transición	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
		1990	2005	2010	2015
[3B4bii]	FL-WL (deforestación)	84.03	1,127.79	24.74	13.73
	GL-WL (pérdida pradera)	87.60	142.62	87.03	30.85
	Total 3B4 Humedales	171.63	1,270.41	111.76	44.57

GL = pradera.

FL= tierras forestales.

WL= tierras de humedal.

Figura 5.40. Emisiones por tipo de transición de humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015



## 5.2.7 [3B5] Asentamientos humanos

Esta categoría comprende toda la tierra en la que existe un desarrollo habitacional, construcciones para servicios y transporte. De acuerdo con la clasificación de INEGI, esta categoría única integra dos claves: los asentamientos humanos y las zonas urbanas.

La categoría de asentamientos que permanecen como tales [3B5a] incluye suelos, vegetación herbácea perenne, como el césped y las plantas de los jardines, los árboles de los asentamientos rurales, los jardines de las haciendas y áreas rurales (IPCC, 2006).

Para este inventario no se realizaron estas estimaciones [3B5a] pues se está recopilando información nacional sobre el arbolado y la vegetación dentro de las ciudades; sin embargo, dada la im-

portancia que tienen las áreas verdes y los espacios abiertos dentro de las zonas urbanas, se realiza un primer diagnóstico de estas áreas en todo el país y se identifica su potencial de captura de carbono para incluirlo en un futuro en los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. Los detalles de dicho diagnóstico se presentan en el **Anexo D [3B]**.

En 2015 las [3B5b] Tierras convertidas en asentamientos reportaron emisiones por 137.57 Gg de CO<sub>2</sub> [ $\pm 21.85\%$ ]; en 1990, 1,606.14 Gg de CO<sub>2</sub> lo que representa una disminución de -91.43% con una TCMA negativa de 9.36% (**Tabla 5.34**).

Del total, los cambios de uso de suelo de tierras forestales a asentamientos representan 63.4% de las emisiones (**Tabla 5.35**).

Tabla 5.34. Emisiones de la categoría [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015

Categoría	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
	1990	2005	2010	2015
[3B5] Asentamientos	1,606.14	1,240.48	552.78	137.57
[3B5a] Asentamientos que permanecen como tal	-	-	-	-
[3B5b] Tierras convertidas en asentamientos humanos	1,606.14	1,240.48	552.78	137.57

Tabla 5.35. Emisiones por subcategoría de [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015

IPCC	Transición	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
		1990	2005	2010	2015
[3B5bi]	FL-S (deforestación)	1,535.27	453.44	353.63	87.25
[3B5biii]	GL-S (pérdida pradera)	70.87	787.04	199.15	50.32
	Total [3B5] Humedales	1,606.14	1,240.48	552.78	137.57

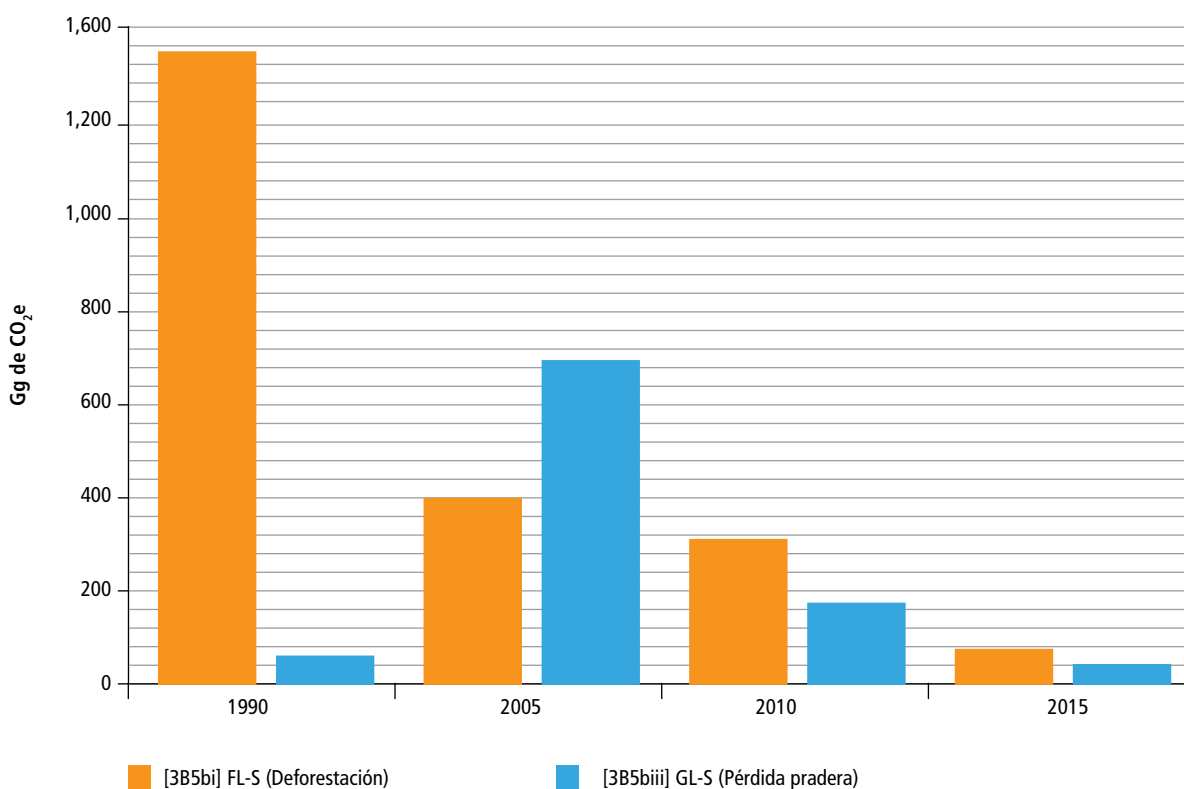
S= asentamientos humanos.

GL = pradera.

CL= tierras agrícolas.

S= tierras de asentamientos humanos

Figura 5.41. Emisiones por subcategoría y transición de [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015



## 5.2.8 [3B6] Otras tierras

Esta categoría comprende suelo desnudo, roca, hielo, bancos de arena, minas a cielo abierto, desiertos y todas las áreas de tierra no gestionadas desprovistas de vegetación que no entran en las otras categorías. De acuerdo a las clases de INEGI, en esta categoría se integran las áreas sin vegetación aparente y las desprovistas de vegetación.

De acuerdo con IPCC (2006), las superficies de otras tierras que permanecen como tales [3B6a] deben incluirse en la matriz de cambios de

uso de la tierra, sólo para la verificación de la superficie total.

Las emisiones de tierras convertidas en otras tierras [3B6b] fueron, en 2015, de 154.36 Gg de CO<sub>2</sub> [ $\pm 80.89\%$ ]. En 1990 fueron de 50.18 Gg de CO<sub>2</sub>. La diferencia representó un aumento de 207.61% en las emisiones de GEI en el periodo de referencia, con una TCMA de 4.60% (Tabla 5.36). De ese total, los cambios de uso de suelo de tierras forestales a otras tierras representaron 89.9% de las emisiones (Tabla 5.37).

Tabla 5.36. Emisiones para la categoría [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015

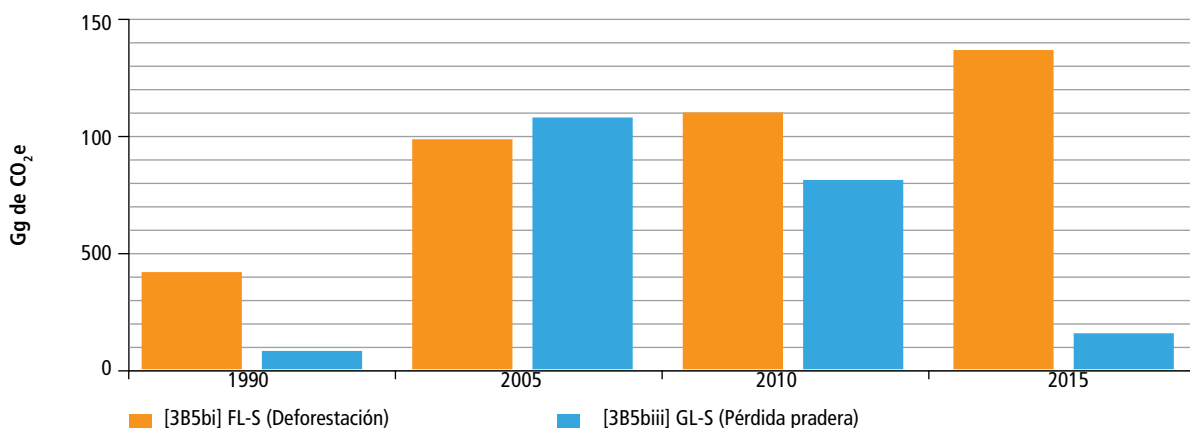
Categoría	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
	1990	2005	2010	2015
[3B6] Otras tierras	50.18	209.35	193.86	154.36
[3B6a] Otras tierras que permanecen como tal	-	-	-	-
[3B6b] Tierras convertidas en otras tierras	50.18	209.35	193.86	154.36

Tabla 5.37. Emisiones por subcategoría de [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015

IPCC	Transición	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )			
		1990	2005	2010	2015
[3B6bi]	FL-OL (deforestación)	42.22	99.95	111.59	138.73
[3B6biii]	GL-OL (pérdida pradera)	7.96	109.40	82.27	15.62
	Total [3B6] Otras tierras	50.18	209.35	193.86	154.36

OL= otras tierras.  
GL = pradera.  
FL= tierras forestales.

Figura 5.42. Emisiones por subcategoría de [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015





### Oportunidades de mejoras en la categoría [3B]

Dada la importancia de las estimaciones de datos de actividad, se requiere un análisis del impacto de las mejoras en los insumos de la cobertura de vegetación.

Se realizó por primera vez la evaluación de la exactitud temática de los datos de actividad; sin embargo, se requiere continuar la evaluación de los puntos de muestreo de manera interinstitucional (INEGI-CONAFOR-INECC) y con especialistas en el tema, sobre todo para ampliar los puntos de muestreo y determinar la incertidumbre no sólo por clase de transición, sino también para cada tipo de vegetación y transición.

Una vez que se obtengan los puntos máximos necesarios para acopiar los datos de actividad ajustados más desagregados, se debe implementar un enfoque dinámico para la evaluación de la matriz de cambio. Se requiere continuar la colaboración con las instituciones como CONAFOR, SIAP, CONANP, CONABIO, SAGARPA, entre

otras, para afinar las estimaciones respecto a: superficies y tipos de cultivos leñosos perennes; factores de crecimiento y pérdida de dichos cultivos; frontera agrícola; superficies espaciales de Áreas Naturales Protegidas; dinámica nacional del suelo de humedales; arbolado urbano nacional, y trazabilidad de la madera, entre otros temas de relevancia.

Se requiere asimismo dar seguimiento a las actualizaciones de los ciclos de INFYS y continuar la colaboración con INEGI y la academia para obtener parámetros que conduzcan a mejores estimaciones para los reservorios de madera muerta, hojarasca, mantillo y suelos.

Se requiere enfocar la atención sobre los refinamientos de las *Directrices del IPCC* que se publicarán en 2019 para aplicarlos en futuras actualizaciones del INEGYCEI.

## 5.3 [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra

En esta categoría se reportan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provenientes de actividades agrícolas en México. Los GEI cuantificados son:

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

Se origina por la quema de biomasa [3C1] y el cultivo de arroz [3C7].

### Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

Las emisiones directas e indirectas del óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) provenientes de la aplicación de fertilizantes sintéticos, la incorporación y transformación del nitrógeno acumulado en el suelo y la biomasa de los cultivos agrícolas y los procesos de nitrificación y desnitrificación de las excretas del ganado en pastoreo [3C4, 3C5], así como las emisiones indirectas de este gas generadas en los sistemas de manejo de estiércol [3C6].

### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Emitido por la incorporación de cal [3C2] y urea [3C3] en suelos agrícolas.

En 2015, las emisiones totales por este grupo de actividades fueron 31,491.90 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 63.75\%$ ] (**Tabla 5.38**), equivalentes a 4.5% de las emisiones totales de GEI (5.7% de las emisiones netas).

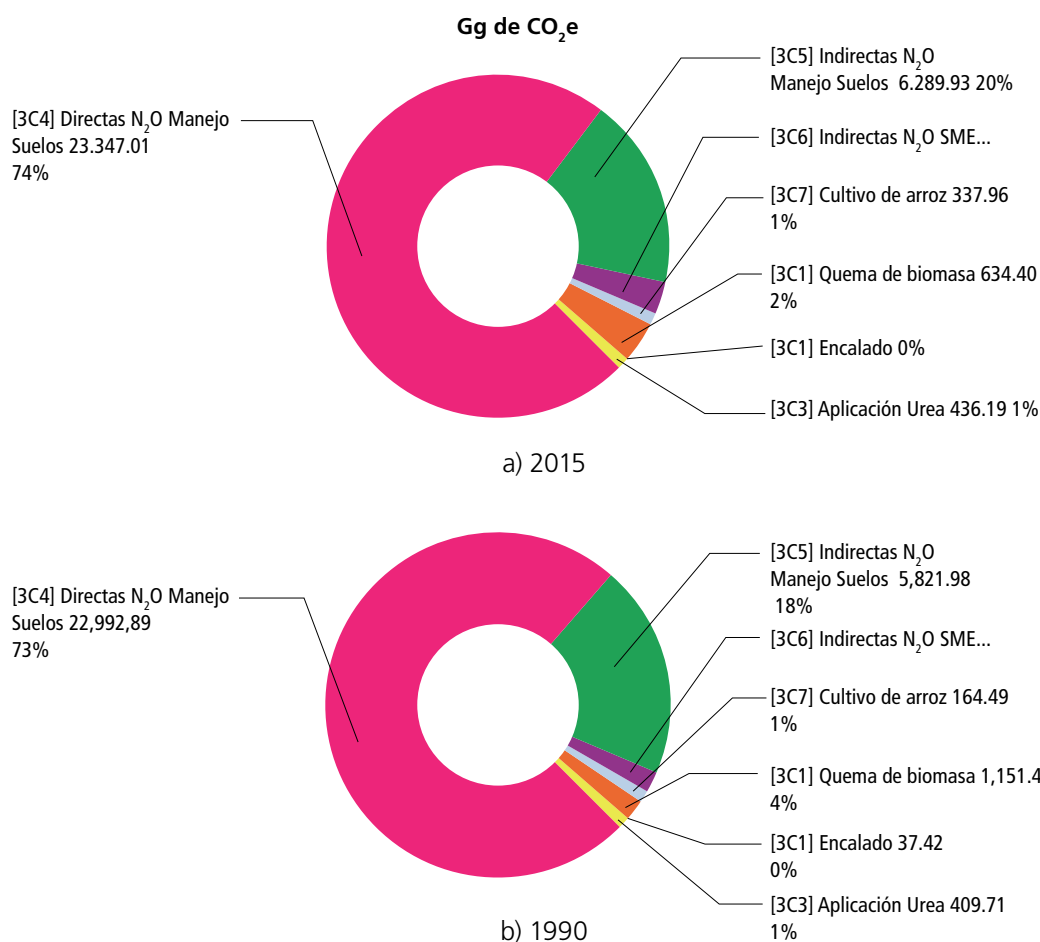
Las emisiones directas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) [3C4] fueron la fuente principal de GEI en esta categoría, con 73.0% del total (22,992.89 Gg de CO<sub>2</sub>e). Siguió en importancia las emisiones indirectas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) [3C5] con 18.5% (5,821.98 Gg de CO<sub>2</sub>e); el resto de las subcategorías –quema de biomasa [3C1], emisiones indirectas de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por sistemas de manejo de estiércol (SME) [3C6], aplicación de urea [3C3], cultivo de arroz [3C7] y encalado [3C2]– contribuyeron con una proporción menor al 5% del total de las emisiones (**Figura 5.43**).

En 1990, las emisiones totales en esta categoría fueron 31,599.18 Gg de CO<sub>2</sub>e, equivalentes a 7.1% de las emisiones totales de GEI (10.1% de las emisiones netas). En la **Figura 5.44** se observa la evolución de las emisiones de esta categoría en el periodo 1990-2015.

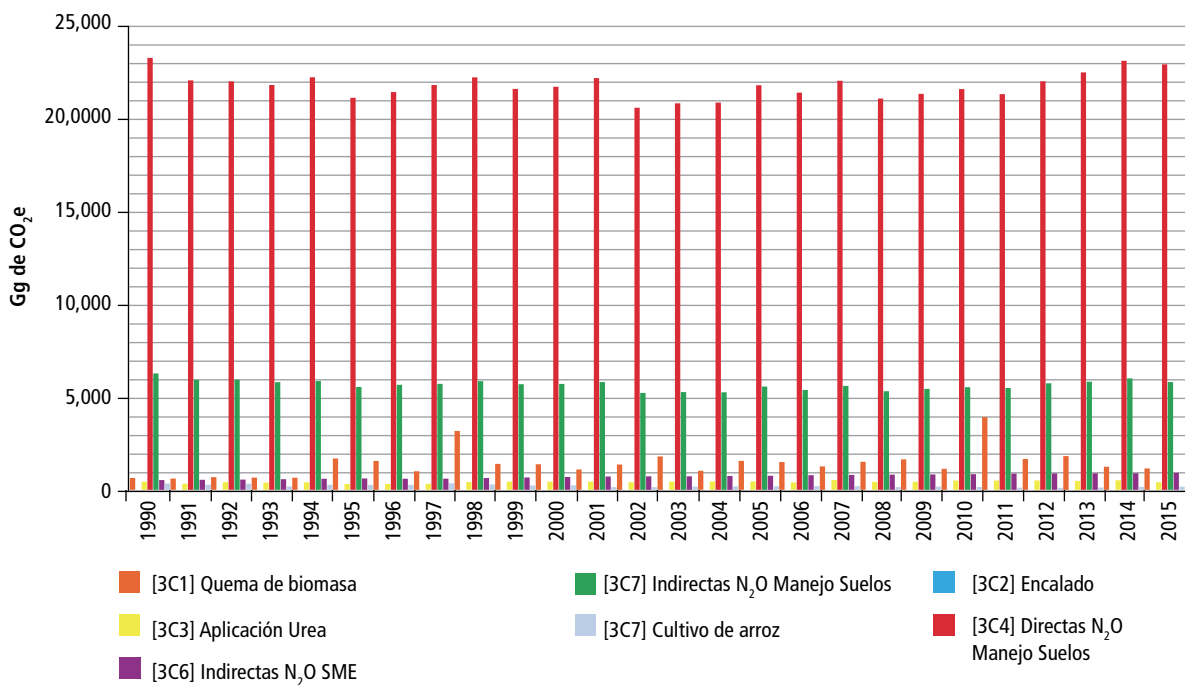
**Tabla 5.38. Emisiones de GEI de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra, 1990-2015**

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
Categoría	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
[3C1] Quema de biomasa	634.40	1,687.91	1,382.37	1,561.62	1,131.76	3,929.56	1,665.54	1,823.39	1,242.89	1,151.49	
[3C2] Encalado	30.93	31.85	34.60	34.49	35.75	41.81	43.88	38.59	37.59	37.42	
[3C3] Aplicación urea	436.19	312.40	440.00	451.00	498.67	498.67	506.00	479.60	513.33	409.71	
[3C4] Directas N <sub>2</sub> O Manejo Suelos	23,347.01	21,189.18	21,784.30	21,865.70	21,658.72	21,385.24	22,078.39	22,559.35	23,187.41	22,992.89	
[3C5] Indirectas N <sub>2</sub> O Manejo Suelos	6,289.93	5,553.68	5,722.70	5,579.31	5,541.45	5,503.95	5,755.97	5,843.04	6,018.93	5,821.98	
[3C6] Indirectas N <sub>2</sub> O SME	522.77	611.35	690.22	755.79	846.19	873.97	885.05	888.06	892.20	913.66	
[3C7] Cultivo de arroz	337.96	259.62	241.73	185.55	152.30	116.13	103.70	122.08	154.41	164.76	
<b>Total</b>	<b>31,599.18</b>	<b>29,646.00</b>	<b>30,295.92</b>	<b>30,433.47</b>	<b>29,864.84</b>	<b>32,349.34</b>	<b>31,038.54</b>	<b>31,754.12</b>	<b>32,046.77</b>	<b>31,491.90</b>	

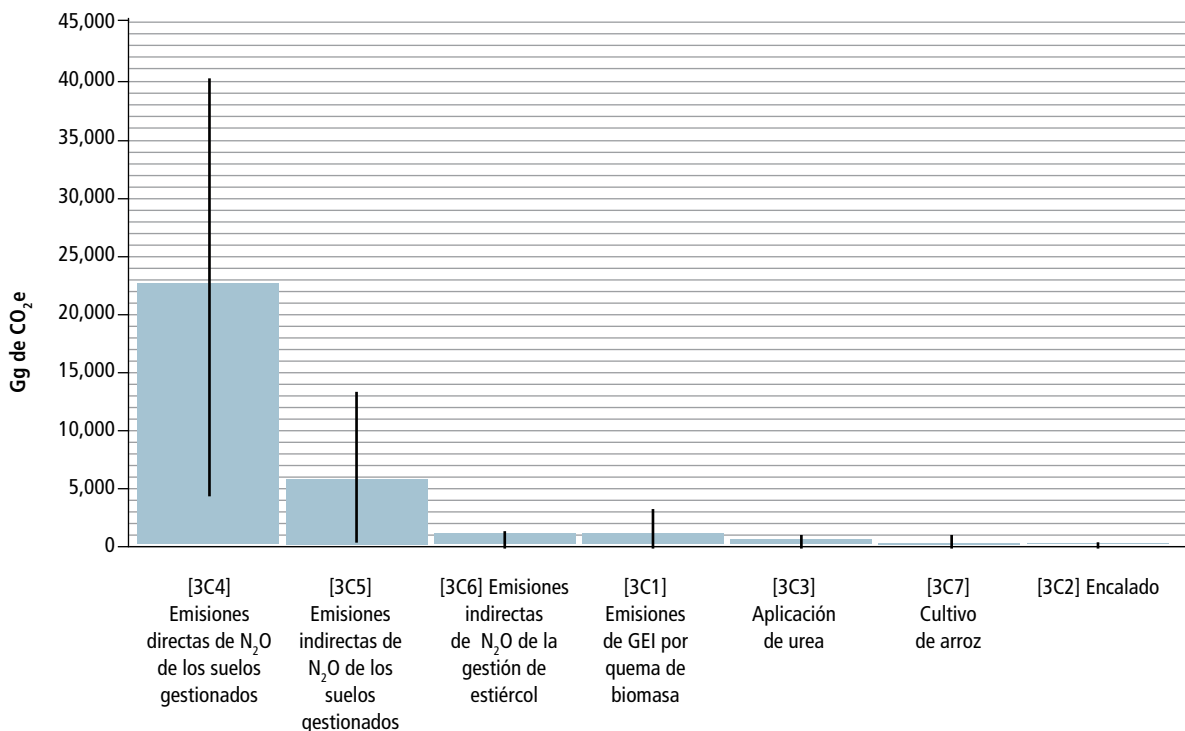
**Figura 5.43. Emisiones de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra. a) 2015, b) 1990.**



**Figura 5.44. Emisiones de GEI de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO<sub>2</sub> de la tierra, 1990-2015**



**Figura 5.45. Incertidumbres de las categorías [3C1] a [3C7]**



### 5.3.1 [3C1] Emisiones de GEI por quema de biomasa

La quema de biomasa es una actividad generadora de gases y compuestos contaminantes como monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), carbono negro, compuestos orgánicos volátiles (VOC por sus siglas en inglés) y GEI como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (Levine, 1994).

En las *Directrices del IPCC 2006* se proporcionan métodos para estimar los cambios en las existencias de carbono y las emisiones distintas al CO<sub>2</sub> provocadas por el fuego en tierras forestales (incluidas las provocadas por la conversión de bosques),

así como de las emisiones distintas al CO<sub>2</sub> en tierras de cultivo y pastizales (IPCC, 2006b).

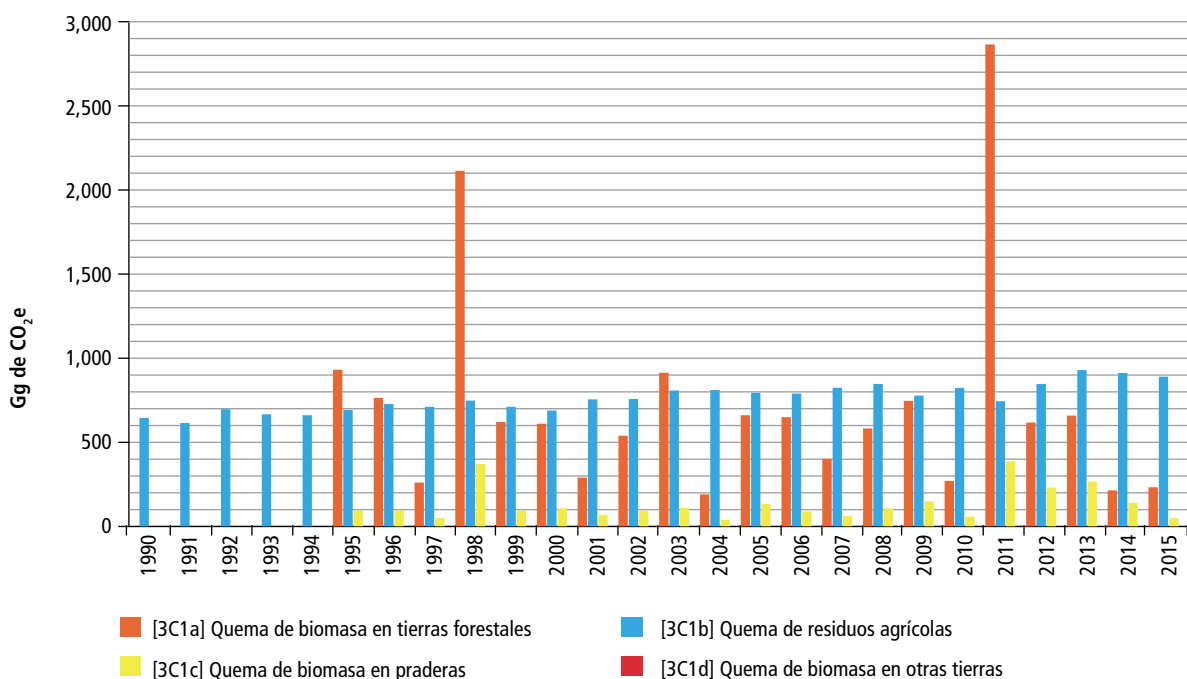
En esta categoría del inventario se consideran las emisiones distintas de CO<sub>2</sub> para: 1) quema de biomasa en tierras forestales; 2) quema de residuos agrícolas en campos de cultivo, y 3) quema de pastizales.

En 2015 se emitieron 1,151.49 Gg de CO<sub>2</sub>e; en 1990, las emisiones de GEI estimadas en esta categoría fueron 634.40 Gg de CO<sub>2</sub>e. En promedio, para el periodo 1990-2015, las emisiones anuales de GEI fueron 1,429.01 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 5.39**).

Tabla 5.39. Emisiones de GEI por quema de biomasa en México, 1990-2015

IPCC	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[3C1a]	0.00	915.50	600.10	649.59	265.45	2,817.44	606.96	647.48	210.18	228.76
[3C1b]	634.40	680.41	677.04	779.96	809.57	731.45	831.99	914.27	896.41	874.87
[3C1c]	0.00	92.00	105.23	132.07	56.74	380.68	226.58	261.64	136.30	47.86
Total	634.40	1,687.91	1,382.37	1,561.62	1,131.76	3,929.56	1,665.54	1,823.39	1,242.89	1,151.49

Figura 5.46. Emisiones de GEI, categoría [3C3] Quema de biomasa, 1990-2015



### 5.3.1.1 [3C1a] Emisiones de GEI por quema de biomasa en tierras forestales

En esta categoría se incluyen los incendios forestales que, de acuerdo con los datos oficiales de SEMARNAT-CONAFOR, fueron atendidos. En el periodo de 1995 a 2015 ocurrieron en promedio 8,141 incendios con una afectación promedio anual de 301,951 ha. El 99% de los incendios son de tipo superficial (SEMARNAT 2009, Estrada 2006; SEMARNAT 2015).

Las guías de buenas prácticas (GBP) de IPCC,<sup>2</sup> reconocen que es indispensable identificar las prin-

cipales fuentes de GEI, comprender la naturaleza de los incendios para calcular las fuentes de emisión por tipo de cobertura forestal.

En 2015, se generaron 228.76 Gg de CO<sub>2</sub>e; en 1995 –primer año para el que se cuenta con datos– las emisiones de GEI estimadas en esta categoría fueron 915.50 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 40). En promedio, para el periodo 1995-2015 las emisiones anuales de GEI en esta categoría fueron 708.42 Gg de CO<sub>2</sub>e.

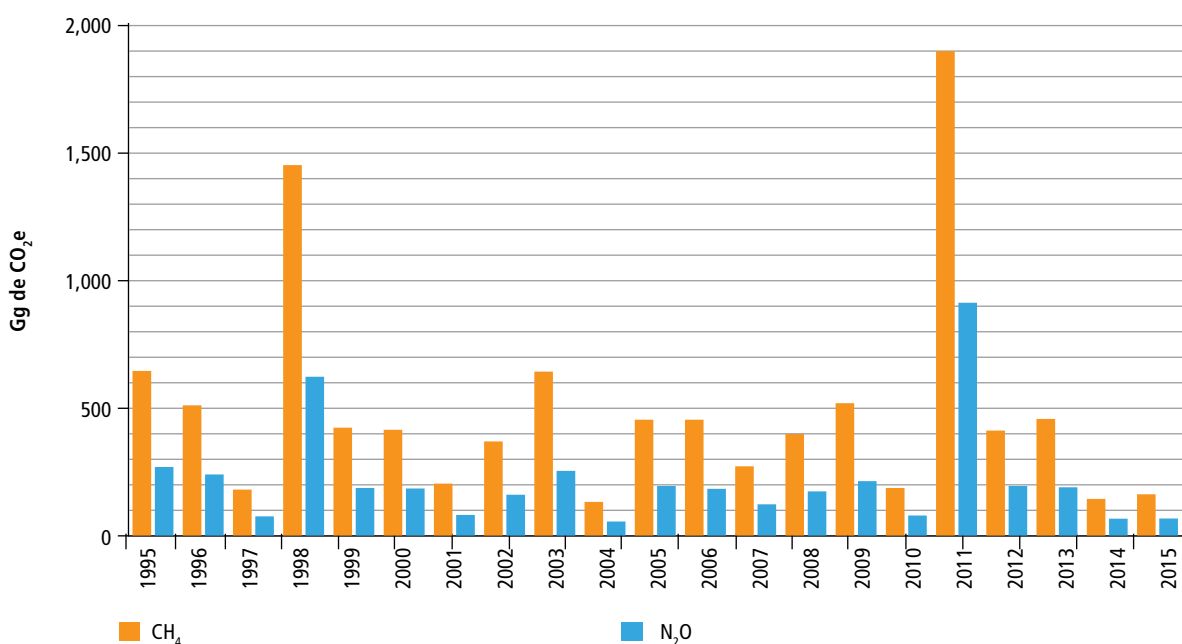
<sup>2</sup> Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de

efecto invernadero, o Informe sobre las buenas prácticas. En inglés: *Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*.

Tabla 5.40. Emisiones de GEI por quema de biomasa en tierras forestales, 1990-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e									
IPCC	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CH <sub>4</sub>	-	646.49	415.17	455.03	186.74	1,903.07	412.33	457.94	143.91	161.97	
N <sub>2</sub> O	-	269.01	184.94	194.55	78.71	914.37	194.63	189.54	66.27	66.79	
Total	-	915.50	600.10	649.59	265.45	2,817.44	606.96	647.48	210.18	228.76	

Figura 5.47. Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales, 1990-2015



### 5.3.1.1.1 Aspectos metodológicos

Para el cálculo de emisiones se utilizó la ecuación 2.27 correspondiente a las guías de buenas prácticas IPCC (2006), Volumen 4, capítulo 2. Para estimar la cantidad de GEI por incendios forestales, se requieren los datos del área quemada, la masa de combustible disponible, la fracción de biomasa consumida y los factores de emisión por especie química.

Los datos sobre incendios forestales provienen de los reportes mensuales de CONAFOR, y que registran las áreas afectadas por el fuego que fueron combatidas. La base de datos contiene información desde 1995 (**Anexo D [3C], Tablas 4 a 23**). Los reportes oficiales de áreas afectadas contienen registros históricos por entidad federativa, año y estrato de vegetación siniestrado, que puede ser arbóreo, arbustivo o herbáceo.

Para mantener la consistencia del inventario, se homologaron las subcategorías de vegetación de la categoría de Tierra [3B] mencionadas en el **Anexo D**, en todo el país y para todos los reportes tabulares por estrato dominante en función de la fase de desarrollo del tipo de vegetación. (**Anexo D [3C]**).

Al cuantificar el combustible se tomó como base la unidad de material vegetativo, que representa uno o varios ambientes de combustión (Riccardi *et al.* 2007). En el caso de los incendios superficiales, los estratos que la conforman son el horizonte de fermentación del suelo, la capa de hojas superficiales, el material leñoso caído (MLC), la vegetación de baja altura (estrato herbáceo) y los arbustos. (**Ver Anexo E, 3C**).

Para caracterizar y cuantificar la biomasa y materia orgánica muerta de estos estratos por tipo de vegetación, se usaron principalmente los métodos propuestos en el Sistema de Clasificación y Caracterización de Combustibles Forestales (FCCS, por sus siglas en inglés) (Ottmar *et al.* 2007, Riccardi *et al.* 2007) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por *United States Environmental Protection Agency*).

De la revisión de literatura, se obtuvieron 186 camas prototipo de combustibles para diferentes

tipos de vegetación en México. Con la finalidad de hacer generalizaciones nacionales, las camas prototipo de combustibles se agregaron según los métodos sugeridos por Hardy *et al.* (2000) para formar la clase de condición de combustible (CCC) que represente cada subcategoría.

Las tres categorías de combustibles que se establecieron fueron: horizonte de fermentación; hojas; MLC fino y pequeño (<7.62 cm); MLC grueso (>7.62 cm); hierbas, y arbustos.

Con el fin de asignar la biomasa potencial con la mayor cantidad de información empleada para su combustión se construyeron CCC por clase de cobertura en función del estrato afectado, de tal manera que, dependiendo del estrato afectado, se asigna la masa disponible para realizar el proceso de combustión.

Los factores de consumo fueron tomados por defecto de los valores usados en el *software* Consume 3.0. Éstos se aplicaron a tipos de vegetación similares de clima templado de las subcategorías de bosque de pino, encino, bosque mesófilo de montaña y matorrales xerófilos.

En selvas tropicales es escasa o inexistente la información sobre los factores de consumo y para México solo Kauffman *et al.* (2003) registran valores para selvas bajas caducifolias en quemas de conversión de uso del suelo; por ser la única fuente, se usaron para las selvas secas. En los otros grupos de combustibles de selvas tropicales se utilizaron los valores de proporción de biomasa consumida proporcionados por los lineamientos de IPCC en su sección de USCUS (IPCC 2003).

Los factores de consumo se asignaron a cada superficie de las subcategorías y su fase de desarrollo de vegetación, en función del ambiente de combustión que interviene y en correspondencia con su masa disponible según sea el componente.

Se seleccionaron para este informe los factores de emisión de Andreae y Merlet (2001), que comprenden una revisión exhaustiva y actualizada de publicaciones sobre factores de emisión de CO<sub>2</sub> y gases traza de CH<sub>4</sub>, CO, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> en bosques, y que proporcionan valores generales en categorías similares a las propuestas por IPCC para el sector USCUS.

### 5.3.1.2 [3C1b] Emisiones de GEI por quema de biomasa en tierras de cultivo

En esta categoría se incluyen las emisiones de GEI procedentes de las quemas precosecha en el cultivo de la caña de azúcar y de los residuos agrícolas de las cosechas. Se inventarían los gases metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) producidos por la combustión de un porcentaje de residuos agrícolas quemados *in situ*. Las emisiones de

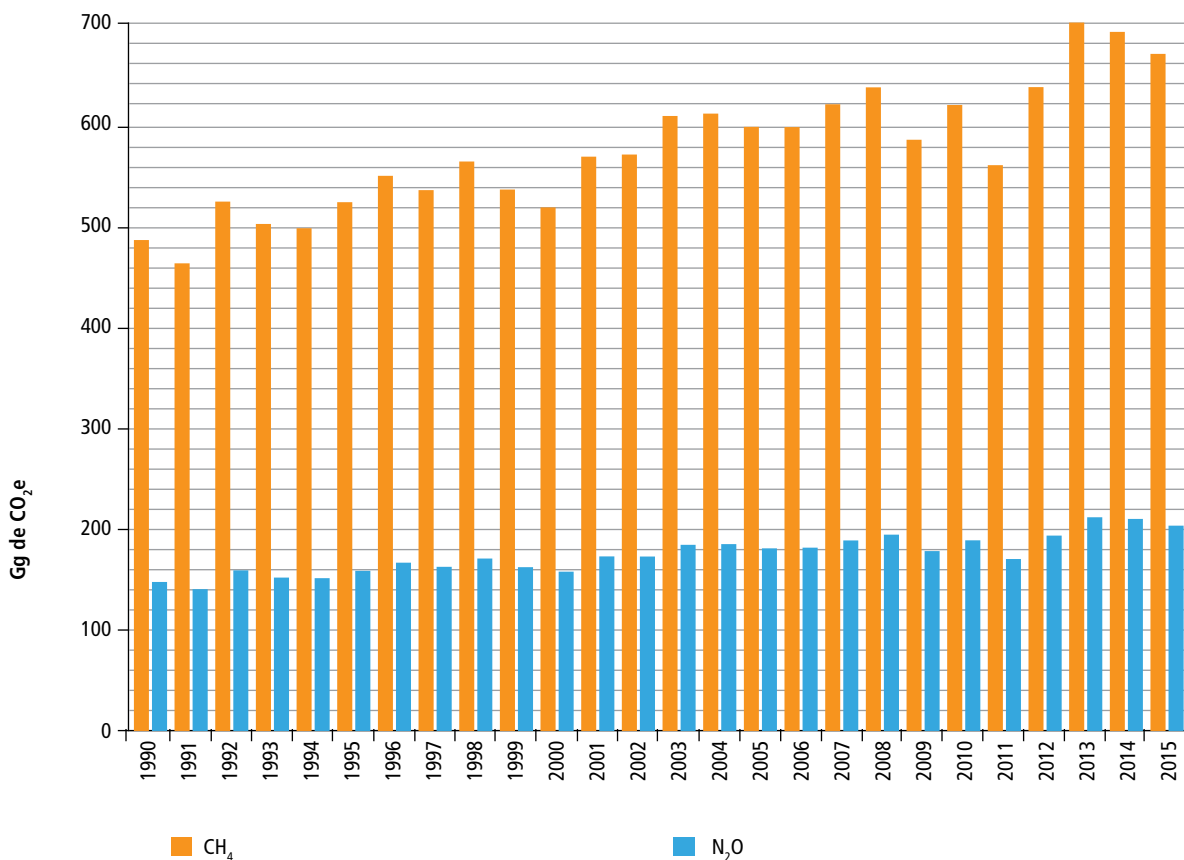
dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) no se contabilizan debido a que "...el carbono liberado a la atmósfera es reabsorbido en el siguiente ciclo agrícola" (IPCC, 1996).

En 2015 se generaron 874.87 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 192.79\%$ ]; de ese total, 671.34 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  correspondieron a  $\text{CH}_4$  (77%) y 203.53 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  a  $\text{N}_2\text{O}$  (23%). En 1990, las emisiones de GEI estimadas en esta categoría fueron 634.40 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  (Tabla 5.41). El aumento en las emisiones de GEI entre 1990 y 2015 fue 38 por ciento.

Tabla 5.41. Emisiones de GEI, categoría [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015

		Gg de $\text{CO}_2\text{e}$									
GEI	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
$\text{CH}_4$	486.69	522.29	519.12	598.92	620.61	560.99	638.37	702.38	688.09	671.34	
$\text{N}_2\text{O}$	147.71	158.13	157.92	181.03	188.96	170.46	193.63	211.89	208.32	203.53	
Total	634.40	680.41	677.04	779.96	809.57	731.45	831.99	914.27	896.41	874.87	

Figura 5.48. Emisiones de GEI, categoría [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015



### 5.3.1.2.1 Aspectos metodológicos

En las *Directrices* del IPCC 2006 se describen métodos de carácter general para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de la quema de residuos agrícolas; se eligió el nivel 1, más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones genérico aplicable a las emisiones de GEI procedentes de la quema de residuos agrícolas (Figura 2.6, Volumen 4, IPCC, 2006).<sup>3</sup>

La quema de residuos agrícolas en los campos de cultivo es una práctica común. La superficie quemada y la cantidad de biomasa disponible para la combustión son datos de actividad clave en esta categoría, requeridos en la ecuación 2.27 de IPCC 2006.<sup>4</sup>

Como fuente oficial de información para obtener los datos de actividad correspondientes al país, se empleó la publicada en el *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*, publicado por SIAP-SAGARPA<sup>5</sup> para el periodo 1990-2015 (SIAP, 2017) (Figura 5.48). (Anexo D [3C], Tablas 29 y 30.)

<sup>3</sup> Figura 2.6. Árbol de decisiones genérico para la identificación del nivel apropiado para estimar las emisiones de GEI provocadas por incendios en una categoría de uso de la Tierra. Capítulo 2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la Tierra. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la Tierra (AFOLU).

<sup>4</sup> Ecuación 2.27, Ibid. Ver Anexo.

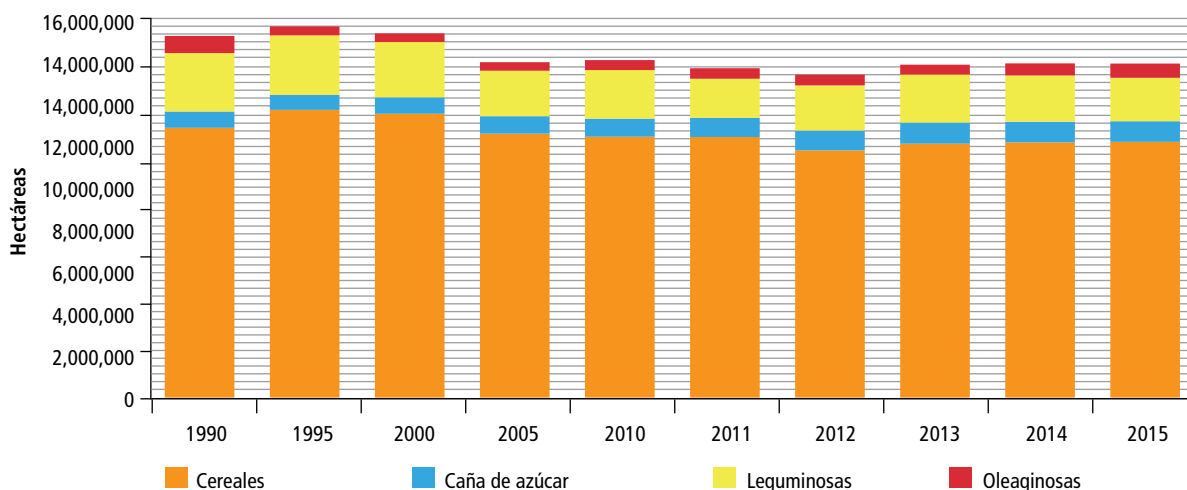
<sup>5</sup> <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Los cultivos enlistados se clasificaron de la siguiente manera:

Cereales	(C)	Leguminosas	(L)
Maíz	(Cm)	Frijol	
Sorgo	(Cs)	Garbanzo	
Trigo	(Ct)	Haba	
Cebada	(Cc)	Chícharo	
Avena	(Cav)	Lenteja	
Arroz	(Car)	Arvejón	
Oleaginosas	(O)	Caña de Azúcar	(AzC)
Soya			
Cártamo			
Ajonjolí			
Cacahuete			
Girasol			
Canola/Colza			

El resto de los cultivos –forrajes, perennes, frutales, industriales, tubérculos, hortalizas, ornamentales y medicinales (FPFITHOM)– no se incluyeron en la estimación de la biomasa quemada bajo el supuesto de que sus residuos no están disponibles para la combustión.

Figura 5.49. Superficie sembrada por tipo de cultivo en México, 1990-2015





En su GBP 2000, IPCC afirmó que: ...se estima que en los países desarrollados se quema en los campos el 10% del total de los residuos agrícolas, mientras que en los países en desarrollo ese porcentaje asciende a 25%. Estas cifras pueden ser excesivas. La buena práctica sugiere que una estimación del 10% puede resultar más acertada para los países en desarrollo.<sup>6</sup>

Con base en esta recomendación, complementada con el supuesto de que “al asumir una distribución equitativa del rendimiento, se puede considerar que el 10% de la superficie cosechada se quema” (FAO, 2017),<sup>7</sup> se multiplicó la superficie cosechada (ha) reportada por SIAP (Figura 5.49), por el porcentaje indicado (10%) para cada uno de los cultivos seleccionados.

La proporción de residuos agrícolas quemados establecida por IPCC 2000, aplicada por FAO (2017), es consistente con lo reportado para México, don-

de “...85% del rastrojo de maíz producido en el país, se utiliza para la alimentación de animales”<sup>8</sup> (Borja Bravo, Reyes Muro, Espinosa García, y Vélez Izquierdo, 2013).

La biomasa quemada (t MS) se determinó mediante el producto de la superficie quemada (ha), el rendimiento (ton/ha) (Tabla 5.42) y el índice cultivo residuo (ICR) utilizado por Valdez-Vázquez, Acevedo-Benítez y Hernández-Santiago (2010) para estimar el potencial de aprovechamiento energético de los residuos agrícolas para diversos cultivos en México. En los casos específicos de la avena y el girasol, se empleó el ICR reportado por Rosillo-Calle, de Groot, Hemstock, y Woods (2007). Para el cultivo de la caña de azúcar, en el que se practican quemaduras previas a la cosecha; se utilizó el ICR publicado por Ordóñez y Hernández (2006) y los valores (%) de “caña quemada” publicados en los informes anuales estadísticos del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar<sup>9</sup> (CONADESUCA, 2016). (Ver Anexo D [3C].)

<sup>6</sup> Apéndice 4A.2. Emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes de la quema de residuos agrícolas. Capítulo 4. Agricultura.

<sup>7</sup> Lección 2.5. Página 8 de 26. [<http://www.fao.org/learning/#/elc/es/course/NGHGI>]

<sup>8</sup> Capítulo 1. “Producción y consumo de rastrojos en México”.

<sup>9</sup> Cifras históricas a nivel nacional, indicadores de campo. Porcentaje de caña quemada.

Figura 5.50. Superficie cosechada por tipo de cultivo en México, 1990-2015

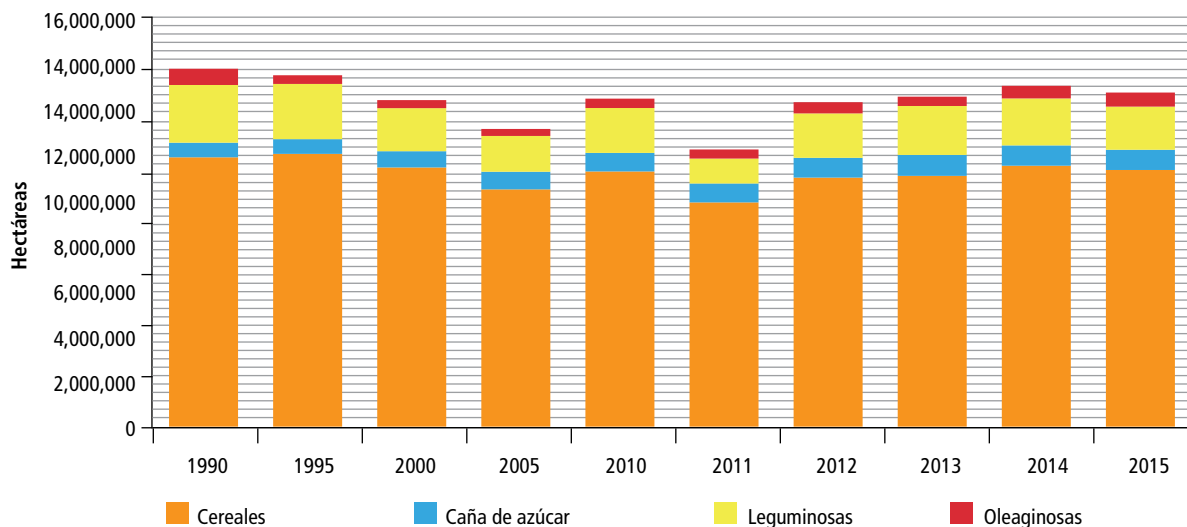


Tabla 5.42. Rendimiento de los cultivos 1990-2015

Cultivo/Año	ton/ha									
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cereales										
Maíz	1.99	2.29	2.46	2.93	3.26	2.91	3.19	3.19	3.30	3.48
Sorgo	3.29	3.04	3.08	3.45	3.92	3.72	3.83	3.74	4.17	3.13
Trigo	4.21	3.73	4.94	4.75	5.42	5.48	5.66	5.29	5.19	4.53
Cebada	1.87	1.98	2.45	2.48	2.51	2.23	3.14	2.00	2.70	2.34
Avena	1.57	1.79	1.41	1.66	1.66	0.98	1.79	1.84	1.77	1.79
Arroz	3.74	4.68	4.18	5.06	5.19	5.10	5.62	5.43	5.71	5.81
Caña de azúcar	69.87	77.65	68.53	77.11	71.63	69.67	69.30	78.16	74.39	73.02
Leguminosas										
Frijol	0.62	0.62	0.59	0.66	0.71	0.63	0.69	0.74	0.76	0.62
Garbanzo	1.33	1.47	1.73	1.37	1.48	1.50	2.04	1.82	1.61	1.71
Haba	0.90	0.81	0.72	1.10	1.01	0.66	1.00	1.33	1.25	1.30
Chícharo	4.40	4.15	4.72	4.74	4.94	4.75	4.80	4.83	4.75	5.17
Lenteja	1.96	1.03	1.02	0.89	0.70	1.21	0.86	0.29	0.98	0.53
Arvejón	0.85	0.90	1.07	1.02	0.96	1.08	1.10	1.16	1.27	1.33
Oleaginosas										
Soya	2.01	1.41	1.46	1.95	1.09	1.32	1.74	1.52	1.88	1.36
Cártamo	1.01	1.17	1.14	1.09	1.16	2.08	1.49	1.14	1.26	0.98
Ajonjolí	0.54	0.58	0.58	0.53	0.53	0.57	0.71	0.65	0.67	0.65
Cacahuete	1.24	1.32	1.55	1.52	1.55	1.30	1.99	1.77	1.63	1.60
Girasol	0.13	1.77	0.70	1.45	2.02	1.53	1.02	1.26	1.12	0.94
Canola/Colza	50.00	10.36	2.38	1.32	1.23	1.24	1.17	1.60	1.30	1.06
Total cultivos	204	264	288	309	311	317	308	328	319	326

Como factor de combustión ( $C_f$ ) se aplicó la fracción de oxidación por defecto (90%) establecida en las *Directrices del IPCC* 2006.<sup>10</sup>

En 1990 se calculó la quema de 7.9 millones de toneladas de materia seca de la biomasa, en los campos agrícolas de México; en 2015, la estimación de biomasa quemada en campos agrícolas fue de 10.9 millones de toneladas de materia seca.

Se descartó el uso de los valores por defecto de IPCC 2006 de biomasa disponible para la combustión ( $M_b$ ) del Cuadro 2.4, por implicar rendimientos superiores a los de los cultivos en México (p. ej., en maíz, los residuos generados reportados en la tabla 2.4, se originan con rendimientos superiores a 8 ton/ha; mientras que el rendimiento promedio de este cultivo en México fue de 3.5 ton/ha en 2015).

Para el cálculo de las emisiones de metano se emplearon los valores obtenidos por el estudio comisionado por el INECC a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) para la determinación de fac-

<sup>10</sup> “[Para] la fracción oxidada correspondiente a cada tipo de cultivo (el valor por defecto es de 0.90).” Paso 3. Estimación del total de biomasa quemada. Sección 4.5. Capítulo 4. Volumen 2. Libro de trabajo.

tores de emisión de este GEI por quema de los cultivos de maíz (Cm), sorgo (Cs), trigo (Ct), cebada (Cc) y caña de azúcar (AzC) (Múgica-Álvarez, 2017). Para el resto de los cultivos se usó el factor de emisión por defecto de este GEI para residuos agrícolas (2.7 g CH<sub>4</sub>/kg MS quemada), indicado en el Cuadro 2.5. En las estimaciones de óxido nitroso se empleó el valor por defecto para este gas (0.07 g N<sub>2</sub>O/kg MS quemada) para todos los cultivos.<sup>11</sup> (Anexo D [3C].)

<sup>11</sup> Los valores del Cuadro 2.5 están basados en la revisión publicada por Andreae y Merlet, (2001).

### 5.3.1.3 [3C1c] Emisiones de GEI por quema de biomasa en praderas

En 2015 se generaron 47.86 Gg de CO<sub>2</sub>e; en 1995 –primer año para el que se cuenta con datos– las emisiones de GEI estimadas en esta categoría fueron 92.00 Gg de CO<sub>2</sub>e (Tabla 5.43). En promedio, para el periodo 1995-2015, las emisiones anuales de GEI fueron 130.62 Gg de CO<sub>2</sub>e.

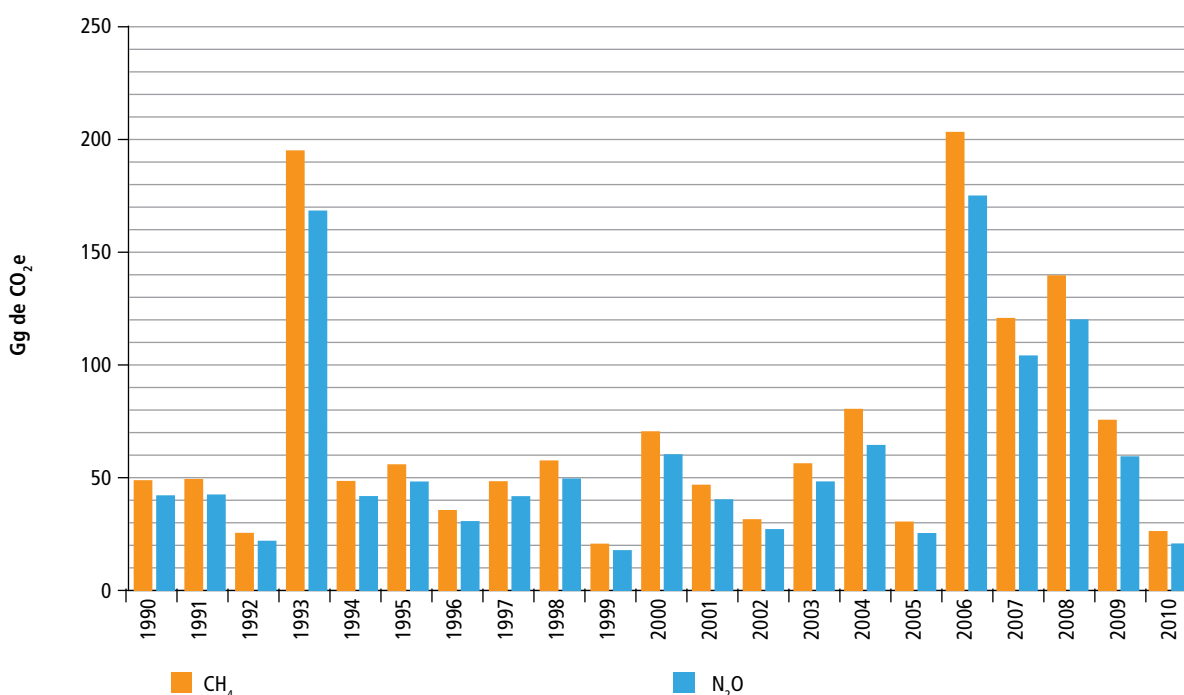
#### 5.3.1.3.1 Aspectos metodológicos

La metodología utilizada corresponde a aquella referida en el apartado 5.3.1.1 [3C1a] Emisiones de GEI por quema de biomasa en tierras forestales.

Tabla 5.43. Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en praderas, 1995-2015

		Gg de CO <sub>2</sub> e								
GEI	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CH <sub>4</sub>	49.36	56.46	71.15	30.93	204.52	121.65	140.64	76.28	26.69	
N <sub>2</sub> O	42.64	48.77	60.93	25.81	176.16	104.93	121.00	60.01	21.17	
Total	92.00	105.23	132.07	56.74	380.68	226.58	261.64	136.30	47.86	

Figura 5.51. Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en praderas, 1995-2015



### 5.3.2 [3C2] Encalado de suelos

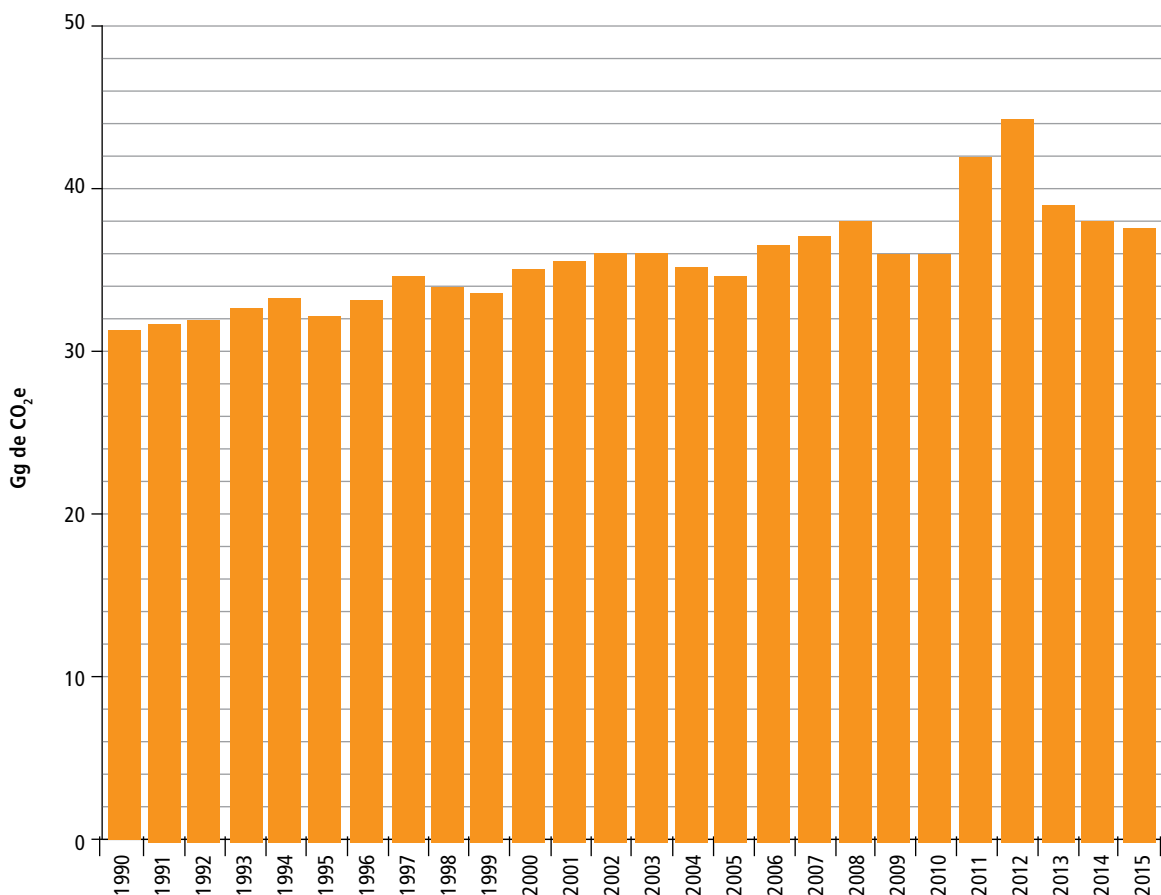
El encalado se emplea para reducir la acidez del suelo y mejorar el crecimiento de los cultivos en tierras agrícolas y bosques bajo manejo forestal. El agregado de carbonatos a los suelos, en forma de cal (p. ej., piedra caliza cálcica  $\text{CaCO}_3$  o dolomita  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), que, en presencia de humedad, por hidrólisis, origina bicarbonato y éste genera emisiones de  $\text{CO}_2$  (IPCC, 2006).

En 2015 se generaron 37.42 Gg de  $\text{CO}_2$  [ $\pm 49.30\%$ ] (18.90-55.80 Gg de  $\text{CO}_2$ ) por el encalado de suelos; en 1990, las emisiones estimadas de  $\text{CO}_2$  por esta práctica fueron 30.93 Gg. En el periodo 1990-2015, las emisiones anuales por esta fuente aumentaron 21% (Tabla 5.44).

Tabla 5.44. Emisiones de  $\text{CO}_2$  por encalado de suelos, 1990-2015

Gg									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
30.93	31.85	34.60	34.49	35.75	41.81	43.88	38.59	37.59	37.42

Figura 5.52. Emisiones de  $\text{CO}_2$  por encalado de suelos



### 5.3.2.1. Aspectos metodológicos

En las *Directrices del IPCC 2006* se describen los métodos para estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) originadas por el encalado de suelos; se eligió el más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones para la identificación del nivel apropiado para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del encalado (**Figura 11.4**, IPCC, 2006).<sup>12</sup>

Se elaboraron las estimaciones, nivel 1, conforme a la ecuación 11.12.<sup>13</sup> El encalado de suelos no

es una práctica común en las tierras de cultivo en México; la Asociación Nacional de Fabricantes de Cal (ANFACAL) estima que 2% de la producción nacional de estos minerales se destina a usos agrícolas (Lee-Godínez, 2017).<sup>14</sup>

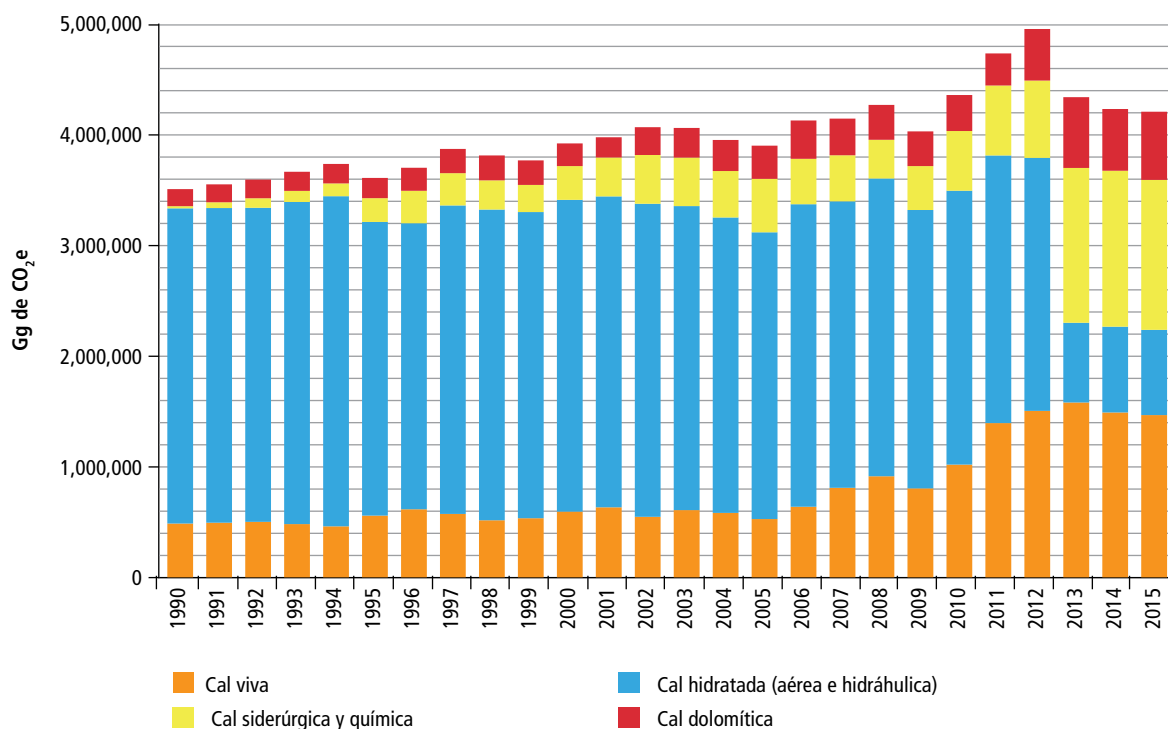
Con base en este juicio de expertos, se procesaron los datos de producción nacional de cal viva, cal hidratada, cal química/siderúrgica y cal dolomítica del Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el periodo 1990-2015 (**Figura 5.52**). Esta fuente de información es la misma que se utilizó para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> por producción de cal en la categoría [2A2] (INEGI, 2017). (**Anexo D [3C], Tabla 31.**)

<sup>12</sup> Figura 11.4. Árbol de decisiones para la identificación del nivel apropiado para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del encalado. Capítulo 11. Sección 3. Emisiones de CO<sub>2</sub> por encalado de suelos. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

<sup>13</sup> Ecuación 11.12. Ibid.

<sup>14</sup> Salvador Lee Godínez, Representante de la ANFACAL, comunicación personal.

**Figura 5.53. Producción de cal viva, cal hidratada, cal química/siderúrgica y cal dolomítica en México, 1990-2015**



Bajo estos supuestos, se estimó que en 1990 se aplicaron 66,971 toneladas de cal y 3,073 toneladas de dolomita en los suelos agrícolas del país. En 2015, se incorporarían 71,720 toneladas de cal y 12,293 toneladas de dolomita en los campos agrícolas de México.

Se emplearon los factores de emisión de dióxido de carbono por defecto para cal y dolomita, equivalentes a los contenidos de carbono de los

carbonatos en ambos minerales [12%, en  $\text{CaCO}_3$  y 13%, en  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ].<sup>15</sup> No se derivaron factores de emisión de  $\text{CO}_2$  propios para México debido a que esta no es una categoría clave de emisiones. **(Anexo E [3C])**

<sup>15</sup> Sección 11.3.1. Capítulo 11. Sección 3. Emisiones de  $\text{CO}_2$  por encalado de suelos. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

### 5.3.3 [3C3] Aplicación de urea

La incorporación de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de  $\text{CO}_2$  que se fija en el proceso de producción industrial. La urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) se convierte en amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), ion hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ) y bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) en presencia de agua y de la enzima ureasa. De manera similar a la reacción del suelo cuando se le agrega cal, el bicarbonato que se forma se convierte en  $\text{CO}_2$  y agua. Esta categoría de fuente se incluye porque la absorción de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera durante la fabricación de urea se estima en la categoría [2B1] Producción de amoníaco, del sector de procesos industriales y uso de productos (IPPU).<sup>16</sup>

El amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es uno de los principales productos químicos industriales y el compuesto nitrógeno sintético más importante. Se utiliza directamente como fertilizante y es materia prima de diversos compuestos orgánicos como la urea. La producción de urea es un proceso secundario asociado a las plantas de producción de amoníaco. La urea se produce mediante la reacción de  $\text{NH}_3$  con

$\text{CO}_2$ ; la cantidad de  $\text{CO}_2$  incorporado en su fabricación debe restarse de la cantidad total de  $\text{CO}_2$  generado. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  generadas por el uso de la urea deben contabilizarse en los sectores correspondientes. En específico, las emisiones provenientes del uso de la urea como fertilizante deben incluirse en el sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (IPCC, 2006).<sup>17</sup>

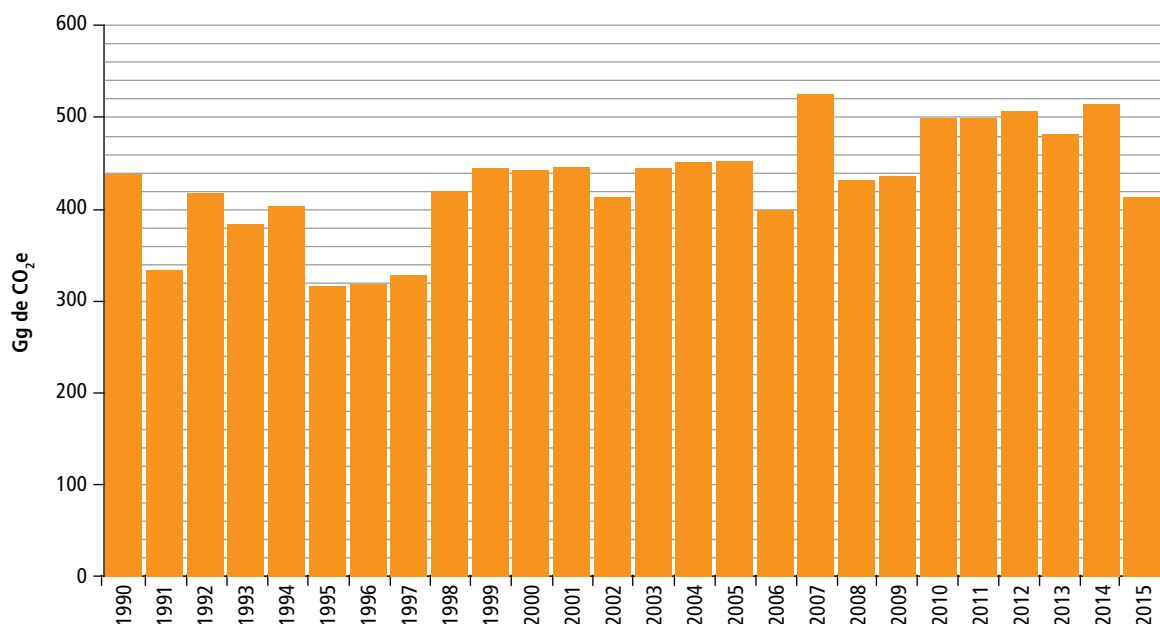
En 2015 se generaron 409.71 Gg de  $\text{CO}_2$  [ $\pm 50.2\%$ ] (203.83-615.59 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ ) por la aplicación de urea en México; en 1990, las emisiones estimadas de  $\text{CO}_2$  por esta práctica fueron 436.19 Gg. En el periodo 1990-2015, las emisiones promedio por esta categoría fueron 426.80 Gg. **(Tabla 5.45).**

<sup>16</sup> Sección 3.2. Capítulo 3: Emisiones de la industria química. Volumen 3: IPPU.

<sup>17</sup> Recuadro 3.2. Sección 3.2.2.3. Mismo capítulo y volumen que la nota anterior.

Tabla 5.45. **Emisiones de  $\text{CO}_2$  por aplicación de UREA, 1990-2015**

Gg									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
436.19	312.40	440.00	451.00	498.67	498.67	506.00	479.60	513.33	409.71

Figura 5.54. Emisiones de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea, 1990-2015

### 5.3.3.1. Aspectos metodológicos

En las *Directrices del IPCC 2006* se describen los métodos para estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) originadas por la fertilización de suelos con urea; se eligió el más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones para la identificación del nivel apropiado para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> del encalado (Figura 11.5, IPCC, 2006).<sup>18</sup>

Se elaboraron las estimaciones, nivel 1, conforme a la ecuación 11.13.<sup>19</sup> De acuerdo con la Interna-

tional Fertilizer Industry Association (IFA), el consumo de urea en México fue de 558,700 toneladas en 2015 (**Figura 5.55**), 1.1% del consumo mundial (IFA, 2017).

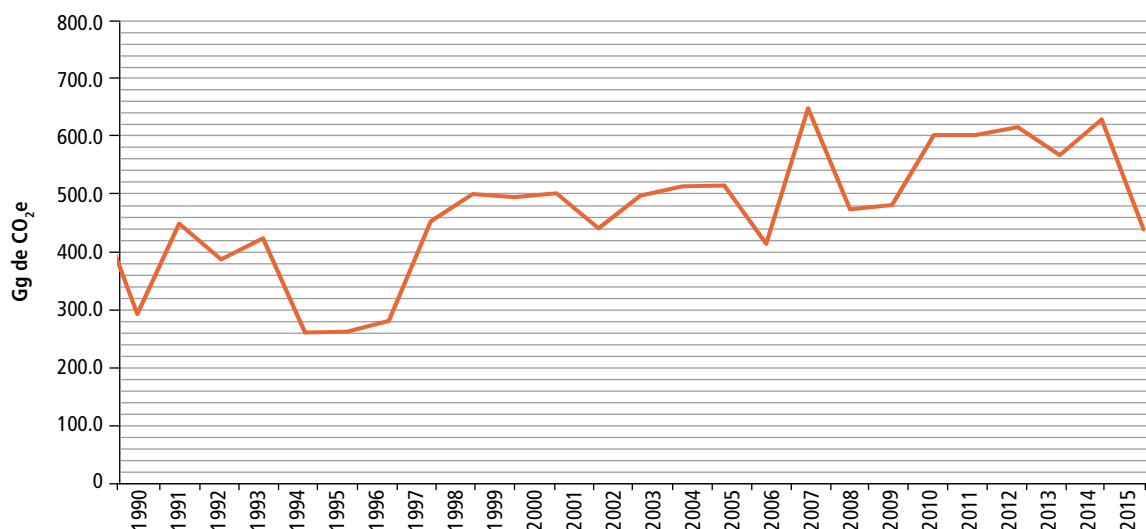
Entre 1990 y 2015, el consumo mundial anual de urea pasó de 27.8 a 51.8 millones de toneladas, lo que representó un incremento de 86%; mientras que el consumo en México disminuyó 6% en ese periodo. Se aplicó el factor general de emisión de dióxido de carbono (0.20 para urea), equivalente a la proporción de carbono en su peso molecular [CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> PM = 60; 12/60 = 20%].<sup>20</sup> No se derivaron factores de emisión de CO<sub>2</sub> propios para México debido a la falta de información y a que no es una categoría clave de emisiones.

<sup>18</sup> Figura 11.5. Árbol de decisiones para la identificación del nivel apropiado para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por fertilización de suelos con urea. Capítulo 11. Sección 4. Emisiones de CO<sub>2</sub> por fertilización con urea. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

<sup>19</sup> Ecuación 11.13. Ibid.

<sup>20</sup> Sección 11.4.2. Capítulo 11. Sección 4. Emisiones de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

Figura 5.55. Consumo de urea en México, 1990-2015



### 5.3.4 [3C4] Emisiones directas de óxido nitroso de los suelos gestionados

El óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se produce en forma natural en los suelos a través de los procesos microbianos de nitrificación<sup>21</sup> y desnitrificación<sup>22</sup>. Algunas actividades agrícolas aportan nitrógeno a los suelos, aumentando la disponibilidad de este elemento químico para la nitrificación y desnitrificación y, por tanto, la cantidad de N<sub>2</sub>O emitido (IPCC, 2000).<sup>23</sup>

Actualmente se reconoce el papel de los suelos como fuente principal de emisiones de óxido nitroso, aunque queda por comprender la complejidad de los procesos microbianos subyacentes y su relación con factores bióticos, como la diversidad de la comunidad microbiana, la interacción entre las plantas y los microorganismos, etc., y factores

abióticos, como elementos del clima (temperatura, humedad, etc.), propiedades fisicoquímicas, etc. (Butterbach-Bahl, Baggs, Dannenmann, Kiese, y Zechmeister-Boltenstern, 2013).

La metodología desarrollada por IPCC para el nivel 1 no toma en cuenta las diferentes clases de uso de suelo, tipos de suelo o condiciones climáticas (IPCC, 2006),<sup>24</sup> mientras que sí considera las diversas vías de incorporación de nitrógeno a los suelos como aplicación de fertilizantes sintéticos, abonos de origen animal, fijación biológica de nitrógeno y mineralización de los residuos de cultivos en campos agrícolas (IPCC, 2002).

<sup>21</sup> La nitrificación es la oxidación aerobia microbiana de iones de amonio a nitratos.

<sup>22</sup> La desnitrificación es la reducción anaerobia microbiana de nitratos a nitrógeno molecular (N<sub>2</sub>); el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se forma en una etapa intermedia de las reacciones bioquímicas.

<sup>23</sup> Sección 4.7.1. Capítulo 4. Agricultura.

<sup>24</sup> Sección 11.2. Emisiones N<sub>2</sub>O de suelos gestionados. Capítulo 11. Sección 2. Emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).



En la metodología –y en la actualización 1990-2015 de este inventario– se incluyen las siguientes fuentes de nitrógeno para estimar las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos: fertilizantes sintéticos nitrogenados (F<sub>SN</sub>); estiércol depositado en pasturas y praderas por animales en pastoreo (F<sub>PRP</sub>), y residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) de cultivos, incluidos fijadores de N y forrajes (F<sub>CR</sub>) reincorporados al suelo en campos agrícolas (IPCC, 2006).<sup>25</sup>

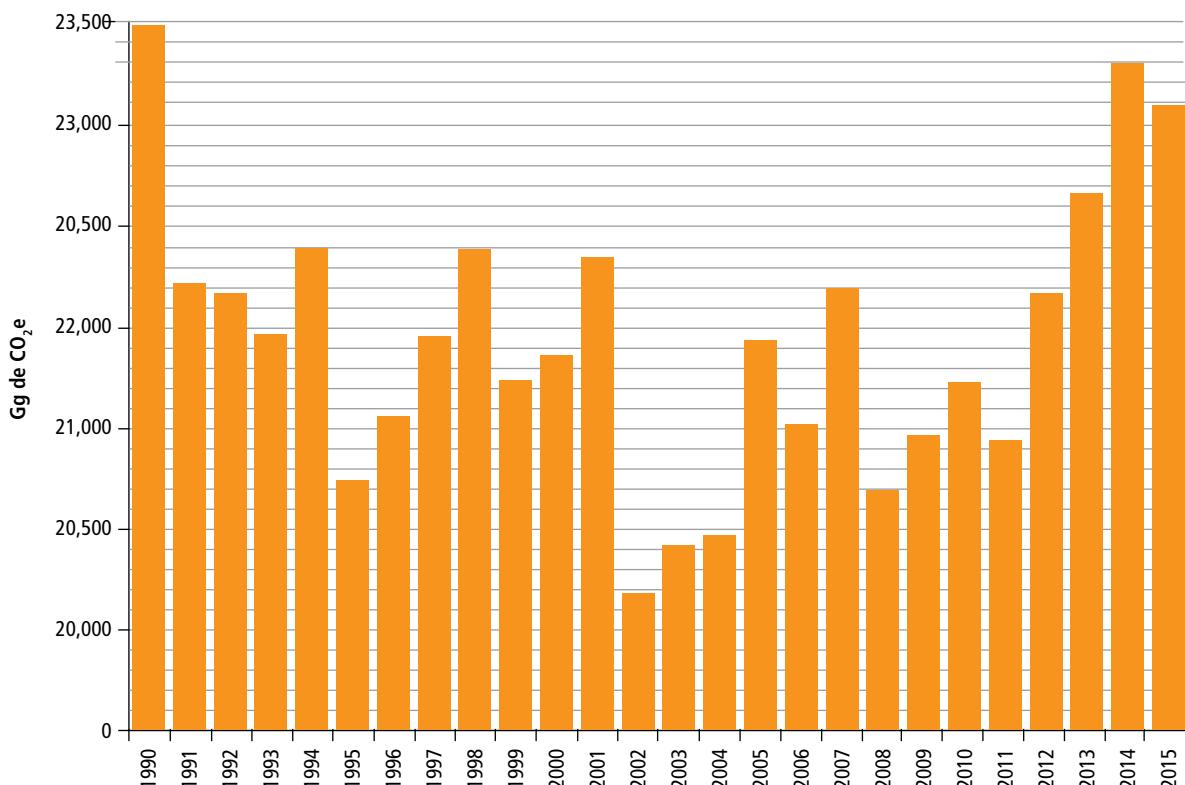
En 2015, los suelos gestionados emitieron 22,992.89 Gg de CO<sub>2</sub>e [±79.7%] (4,649.10-41,336.60 Gg de CO<sub>2</sub>e) de óxido nitroso en forma directa; esta cantidad representó 3.3% de las emisiones totales de GEI (4.3% de las emisiones netas). En 1990, las emisiones estimadas en esta categoría fueron 23,347.01 Gg de CO<sub>2</sub>e. El promedio anual de emisiones de N<sub>2</sub>O para el periodo 1990-2015 fue de 21,869.36 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 5.46**).

<sup>25</sup> Sección 11.2.1. *Ibid.*

**Tabla 5.46. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, 1990-2015**

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
23,347.01	21,189.18	21,784.30	21,865.70	21,658.72	21,385.24	22,078.39	22,559.35	23,187.41	22,992.89

**Figura 5.56. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, 1990-2015**



### 5.3.4.1 Aspectos metodológicos

En las *Directrices del IPCC 2006* se describen métodos para estimar las emisiones directas de óxido nitroso ( $N_2O$ ) procedentes de los suelos gestionados; se eligió el nivel 1, más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones aplicable a esta categoría (Figura 11.2, Volumen 4, IPCC, 2006).<sup>26</sup>

La cantidad de nitrógeno incorporado anualmente en los suelos es el componente clave para la estimación de las emisiones de  $N_2O$ , conforme a la ecuación 11.1 de IPCC 2006.<sup>27</sup>

En los cálculos de esta categoría se emplearon los factores de emisión de  $N_2O$  por defecto de IPCC 2006 (Cuadro 11.1, Volumen 4, IPCC 2006). (**Anexo E [3C].**)

### 5.3.4.2 Fertilizantes sintéticos nitrogenados (FSN)

Este término se refiere a la cantidad anual de fertilizantes sintéticos nitrogenados ( $F_{SN}$ ) aplicados a los suelos. Los datos del consumo anual de fertilizante en México para el periodo 1990-2014 se tomaron de la base de datos estadísticos FAOSTAT. El consumo del 2015 se estimó con base en los datos reportados en el periodo referido (FAO, 2016).

Consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados (FSN) en México, 1990-2015

<sup>26</sup> Figura 11.2. Árbol de decisiones para emisiones directas de  $N_2O$  de suelos gestionados. Mismo capítulo, sección y volumen que la nota anterior

<sup>27</sup> Ecuación 11.1. *Ibid.* Ver Anexo.

### 5.3.4.3 Estiércol depositado en pasturas y praderas por animales en pastoreo ( $F_{PRP}$ )

El término se refiere a la cantidad de nitrógeno que proviene del manejo de las excretas de los animales (IPCC, 2006).

El  $F_{PRP}$  se estimó a partir de las estadísticas de SIAP-SAGARPA. Se utilizaron los pesos de finalización publicados por la misma dependencia. Los pesos iniciales se tomaron de publicaciones oficiales de SAGARPA para el caso de ganados bovino, caprino y ovino, y aves de corral; en el caso de los cerdos se utilizó la publicación del *Benchmark Latam, Pig Improvement Company* (PIC), 2013 y 2014. Finalmente, para el caso del ganado equino –caballos, mulas y asnos– se utilizó el juicio de experto.

Los factores de excreción de nitrógeno se obtuvieron de la tabla 10.19 del Volumen 4 de las *Directrices del IPCC 2006*. El nitrógeno contabilizado fue el proveniente de bovinos de la etapa de hembras adultas; cerdos de las etapas de hembras y engorda en producción familiar, y ovejas, cabras, caballos, mulas y asnos que se encontraban en pastoreo. (**Anexo D [3A].**)

### 5.3.4.3 Residuos agrícolas (aéreos y subterráneos) reincorporados al suelo en tierras de cultivo ( $F_{cr}$ )

Este término se refiere a la cantidad de nitrógeno contenida en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos cultivos fijadores de nitrógeno atmosférico, que se devuelve a los suelos anualmente; también incluye el nitrógeno de

Tabla 5.47. Miles de toneladas de nitrógeno 1990-2015

1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1,346.3	1,049.0	1,342.0	1,219.5	1,074.7	1,100.7	1,291.1	1,290.2	1,361.6	1,126.9

forrajes fijadores y no fijadores de nitrógeno que se mineraliza durante la renovación del forraje o las pasturas (IPCC, 2006).

El  $F_{cr}$  se estimó a partir de estadísticas de superficies cosechadas, rendimiento de cultivos y factores por defecto de relaciones residuo: rendimiento aéreo/subterráneo, fracción de materia seca y contenido de nitrógeno de los residuos, como se expresa en el cuadro 11.2 y las ecuaciones 11.7 y 11.7A,<sup>28</sup> para una estimación nivel 1.

Como fuente oficial de información para obtener los datos de actividad correspondientes al país, se empleó la publicada en el *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* del SIAP-SAGARPA<sup>29</sup> para 69

<sup>28</sup> Capítulo 11. Sección 2. Emisiones de  $N_2O$  de suelos gestionados. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

<sup>29</sup> <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

cultivos en el periodo 1990-2015 (SIAP, 2017), clasificados en los siguientes grupos, establecidos en las directrices metodológicas (IPCC, 2006):

- Cereales (cultivos no fijadores de nitrógeno).
- Cultivos fijadores de nitrógeno (leguminosas).
- Tubérculos y raíces.
- Forrajes fijadores de nitrógeno.
- Forrajes no fijadores de nitrógeno.
- Gramíneas perennes (caña de azúcar).

El cálculo resta la biomasa quemada, estimada en la categoría [3C1b] y la fracción de residuos aprovechados para la alimentación del ganado y otros usos. En cereales (C) se determinó una tasa de remoción de 85%, estimada para maíz por Borja Bravo *et al.* (2013). Se aplicó una tasa de remoción de 95% para cultivos forrajeros. En el resto de los cultivos se asumió que no hubo retiro de residuos de los campos agrícolas.

**Tabla 5.48. Nitrógeno de residuos agrícolas reincorporado al suelo en tierras de cultivo en México, 1990-2015**

Toneladas									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
542,628	620,124	768,454	980,535	1,090,439	1,008,807	1,134,976	1,164,453	1,186,630	1,172,424

### 5.3.5 [3C5] Emisiones indirectas de óxido nitroso de los suelos gestionados

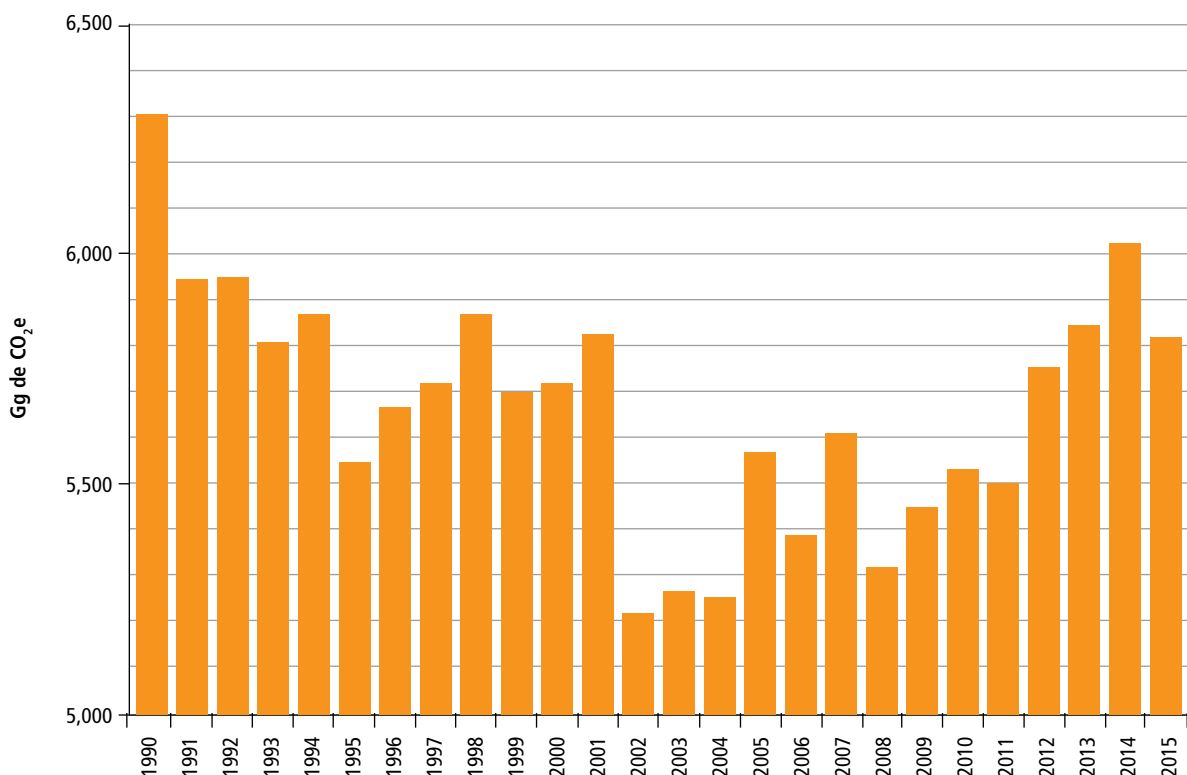
Las emisiones indirectas de óxido nitroso ( $N_2O$ ) representan una tercera parte del total de las emisiones globales de este gas generado por fuentes agropecuarias (IPCC, 2002); se originan a partir de la pérdida del nitrógeno aplicado en los suelos por dos vías principales: 1) volatilización y posterior deposición de compuestos nitrogenados como amoníaco ( $NH_3$ ) y óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), y 2) lixiviación y escorrentía (IPCC, 1996),

En 2015, las emisiones estimadas de óxido nitroso en esta categoría fueron 5,821.98 Gg de  $CO_2e$  [ $\pm 129.10\%$ ]; en 1990, las emisiones estimadas de óxido nitroso en esta categoría fueron 6,289.93 Gg de  $CO_2e$ . Las emisiones promedio de esta categoría para el periodo 1990-2015 fueron 5,676.63 Gg de  $CO_2e$  (Tabla 5.49).

Tabla 5.49. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de suelos agrícolas, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
6,289.93	5,553.68	5,722.70	5,579.31	5,541.45	5,503.95	5,755.97	5,843.04	6,018.93	5,821.98

Figura 5.57. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por manejo de suelos agrícolas 1990-2015



### 5.3.5.1 Aspectos metodológicos

En las *Directrices* del IPCC 2006 se describen métodos para estimar las emisiones indirectas de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) procedentes de los suelos gestionados; se eligió el nivel 1, más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones aplicable a esta categoría (Figura 11.3, Volumen 4, IPCC, 2006).<sup>30</sup>

Al igual que en la categoría 3C4, la cantidad de nitrógeno incorporado anualmente en los suelos es el componente clave para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O, como se expresa en las ecuaciones 11.9 y 11.10 de IPCC 2006.<sup>31</sup>

En los cálculos de esta categoría se emplearon los factores de emisión de N<sub>2</sub>O por defecto de IPCC 2006 (Cuadro 11.3, Volumen 4, IPCC 2006).

<sup>30</sup> Figura 11.3. Árbol de decisiones para emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados. Capítulo 11. Sección 2. Emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos gestionados. Volumen 4: AFOLU.

<sup>31</sup> Ecuaciones 11.9 y 11.10. Ibid. Ver Anexo.

## 5.3.6 [3C6] Emisiones indirectas de óxido nitroso por sistemas de manejo de estiércol

Las emisiones estimadas de  $N_2O$  en esta categoría fueron 913.66 Gg de  $CO_2e$  [ $\pm 42.35\%$ ] en 2015. En 1990, las emisiones de óxido nitroso en esta categoría fueron 522.77 Gg de  $CO_2e$ ; la diferencia representa un aumento de 75% en las emisiones de GEI entre 1990 y 2015. (Tabla 5.50).

### 5.3.5.1 Aspectos metodológicos

Para estimar las emisiones de  $N_2O$  se utilizaron las *Directrices* del IPCC 2006, donde se describen los métodos para estimar las emisiones de  $N_2O$  procedentes del manejo de las excretas; se eligió el nivel 1, de acuerdo al árbol de decisiones de la

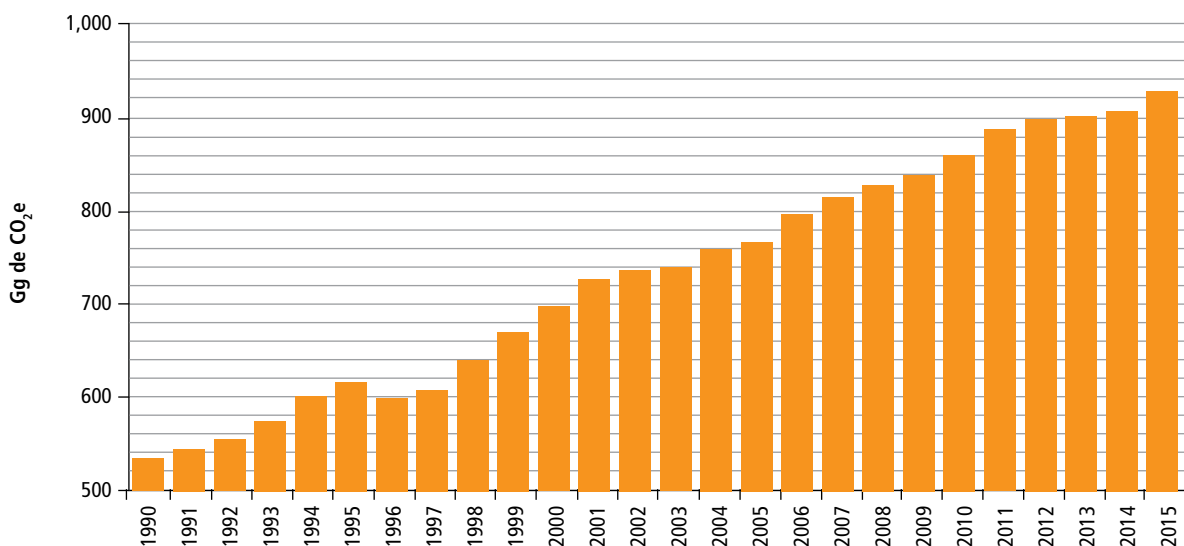
Figura 10.4 del Volumen 4 de las *Directrices* del IPCC 2006 para el caso del  $N_2O$ .

Los factores de emisión se obtuvieron de la Tabla 10.25 del Volumen 4 de las *Directrices* del IPCC 2006, para el caso del  $CH_4$ , y de las Tablas 10.19, 10.21, 10.22 y 10.23 de las mismas *Directrices...* para el caso de  $N_2O$ . Los manejos de excretas utilizados fueron pisos de rejilla, lagunas de oxidación, biodigestores y pastoreo para los cerdos; corral de engorda, estercolero, manejo líquido, lagunas de oxidación y biodigestores para el ganado bovino; para las aves de corral, cama con y sin materia orgánica y estercoleros, y para ganados ovino, caprino y equino se asumió que toda la población se encontraba en pastoreo. (Anexo D [3A])

Tabla 5.50. Emisiones indirectas de  $N_2O$  por sistemas de manejo de estiércol, 1990-2015

Gg de $CO_2e$									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
522.77	611.35	690.22	755.79	846.19	873.97	885.05	888.06	892.20	913.66

Figura 5.58. Emisiones indirectas de  $N_2O$  por sistemas de manejo de estiércol 1990-2015



### 5.3.7 [3C7] Cultivo de arroz

La descomposición anaeróbica de la materia orgánica en los arrozales genera escapes de metano ( $\text{CH}_4$ ) hacia la atmósfera durante la estación de crecimiento. La cantidad anual de este gas que se emite desde una superficie dedicada a este cultivo depende de la variedad sembrada, el número y la duración de los cultivos, el tipo de suelo y la temperatura, las prácticas de manejo del agua y el uso de fertilizantes y otros aditivos orgánicos e inorgánicos (IPCC, 2000).

El proceso implicado en las emisiones de metano, incluye la producción de este gas en los suelos por bacterias metanógenas y su transporte del suelo hacia la atmósfera (IPCC, 2002a).

La superficie anual de tierras dedicadas al cultivo de arroz en todo el mundo fue cercana a 160 millones de hectáreas en 2015 (IRRI, 2017). En México, las superficies sembradas de arroz se redujeron de ca. 120,000 ha en 1990 a poco más de 42,000 ha en 2015 (SIAP, 2017) como consecuencia de la apertura comercial y el aumento de importaciones (Gómez-Merino, Tucuch-Haas, Trejo-Téllez, y García-Morales, 2017).

En 2015, se originaron 164.76 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 55.7\%$ ]; (72.87-256.65 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ ) de  $\text{CH}_4$  a partir de este cultivo en México. En 1990, las emisiones estimadas de este gas, en esta categoría, fueron 337.96 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ ; una disminución del 51% en las emisiones de  $\text{CH}_4$  en el periodo (**Tabla 5.51**).

#### 5.3.7.1 Aspectos metodológicos

En las *Directrices del IPCC 2006* se describen los métodos para estimar las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) procedentes del cultivo de arroz; se eligió el más adecuado para México, con base en la aplicación del árbol de decisiones aplicable a las emisiones de metano por producción de arroz (Figura 5.2, IPCC, 2006).<sup>32</sup>

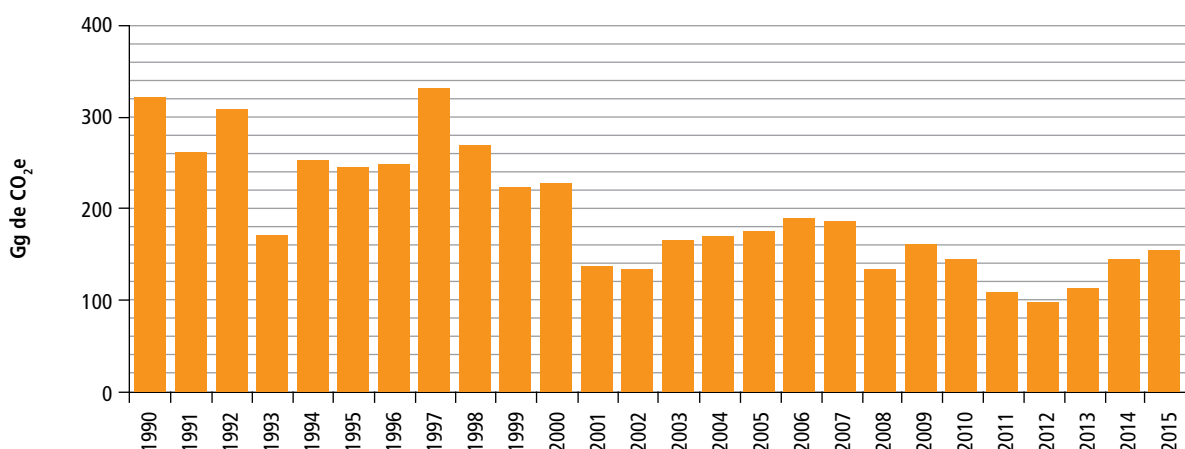
Se aplicó el cálculo básico, nivel 1, para esta categoría, en la que la superficie cosechada y la du-

<sup>32</sup> Figura 5.2. Árbol de decisiones para las emisiones de  $\text{CH}_4$  resultantes de la producción de arroz. Capítulo 5: Tierras de cultivo. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU).

Tabla 5.51. Emisiones de metano por el cultivo de arroz, 1990-2015

Gg de $\text{CO}_2\text{e}$									
1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
337.96	259.62	241.73	185.55	152.30	116.13	103.70	122.08	154.41	164.76

Figura 5.59. Emisiones de metano por el cultivo de arroz, 1990-2015



ración del cultivo son datos de actividad clave, expresados en la ecuación 5.1 de las *Directrices del IPCC 2006*.<sup>33</sup> (**Anexo E [3C]**)

Como fuente oficial de información para obtener los datos de actividad correspondientes al país, se empleó la publicada en el *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*, SIAP-SAGARPA para el periodo 1990-2015 (SIAP, 2017). (**Anexo D [3C], Tabla 36.**)

En el caso del arroz se identificaron las superficies cosechadas por modalidad hídrica: riego y temporal para el periodo 1990-2015. En 1990, se cosecharon 52,781 hectáreas de riego y 52,621 hectáreas de temporal; en 2015, se cosecharon 31,422 hectáreas de riego y 9,215 de temporal (**Tabla 5.52**).

La duración del cultivo por variedad, en días; se obtuvo de la publicación *Paquetes tecnológicos para el cultivo de arroz en México* (INIFAP, 2015)

En las estimaciones se incorporaron los factores de ajuste de emisiones de metano por modali-

dad hídrica ( $SF_w$ ) indicados para cultivos de riego y de temporal. En ambos tipos de cultivo se aplicó el mismo factor de ajuste de emisiones de metano por modalidad hídrica previa al cultivo ( $SF_p$ ).<sup>34</sup>

Los factores de ajuste de emisiones de metano por agregados orgánicos ( $F_o$ ), tipo de suelo ( $SF_s$ ) y variedad ( $SF_v$ ) no se integraron en los cálculos debido a la falta de información; no se profundizó en la investigación de estos factores, por no tratarse de una categoría clave de emisiones.

### 5.3.7.2 Factores de emisión

Se empleó el factor de emisión de metano por defecto establecido en el Cuadro 5.11.<sup>35</sup> (**Anexo E [3C].**)

<sup>34</sup> Cuadros 5.12 y 5.13. Sección 5.5.2. Capítulo 5. Tierras de Cultivo. Volumen 4: AFOLU.

<sup>35</sup> Los valores de los Cuadros 5.11 al 5.13 están basados en Yan, Yagi, Akiyama, y Akimoto, (2005).

<sup>33</sup> Ecuación 5.1. Ibid.

Tabla 5.52. Superficie cosechada por modalidad hídrica, 1990-2015

	Hectáreas									
Arroz	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Riego	52,781	41,887	33,159	29,184	26,831	19,292	16,486	21,679	28,093	31,422
Temporal	52,621	36,552	50,909	28,296	14,916	14,745	15,309	11,458	12,549	9,215
Total	105,402	78,439	84,068	57,479	41,747	34,037	31,795	33,137	40,642	40,637

#### Oportunidades de mejoras en la categoría [3C]

El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) publica anualmente datos estadísticos de producción agrícola, que son un insumo para los cálculos de emisiones de GEI en las subcategorías más relevantes de la categoría [3C].

Se requiere concretar un convenio con SIAP para formalizar la relación interinstitucional y facilitar el flujo de información pertinente con el INECC, entidad responsable de la actualización del INEGYCEI.

Respecto a la quema de biomasa, en esta actualización del INEGYCEI se continuó la revisión de literatura y consulta con especialistas en el tema de generación, disposición y aprovechamiento de residuos agrícolas en campo, tareas que deben mantenerse para mejorar la estimación de biomasa quemada en campos agrícolas.

Un estudio de campo que integre un diseño estadístico robusto

con trabajo de laboratorio, permitiría obtener datos más precisos sobre la calidad y cantidad de residuos agrícolas generados en campo, así como de factores de emisión adecuados para los cultivos del país.

La ausencia de información sobre la distribución de fertilizantes sintéticos al interior del país se solventó a través de las bases de datos de organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Asociación Internacional de la Industria del Fertilizante (IFA). Conviene propiciar un acercamiento para convencer a las instituciones de gobierno y organismos del sector privado sobre la conveniencia de proporcionar información para la elaboración del INEGYCEI.

Se requiere estar atentos a los refinamientos de las *Directrices del IPCC* que se publicarán en 2019 para su aplicación en futuras actualizaciones del INEGYCEI.

## Referencias

- Andreae, M. O., & Merlet, P. (2001). Emissions of trace gases and aerosols from biomass burning. *Global Biogeochemical Cycles*, 15(4), 955-966. <http://doi.org/10.1029/2000GB001382>
- Borja Bravo, M., Reyes Muro, L., Espinosa García, J. A., & Vélez Izquierdo, A. (2013). *Producción y consumo de rastrojos en México. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México*.
- Butterbach-Bahl, K., Baggs, E. M., Dannenmann, M., Kiese, R., & Zechmeister-Boltenstern, S. (2013). Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1621), 20130122-20130122. <http://doi.org/10.1098/rstb.2013.0122>
- CONADESUCA. (2016). *Informe Estadístico del Sector Agroindustrial de la Caña de Azúcar en México Zafra 2015\_2016*.
- CONAFOR. (2012). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos: Informe de Resultados*. CONAFOR-SEMARNAT. Zapopan, Jalisco, México. 173 p.
- CONAGUA. (2016). Reporte del Clima en México. Servicio Meteorológico Nacional, 1-27. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>
- Estrada C. I. (2006). *Identificación de áreas susceptibles de incendio forestal en el parque nacional "El Chico", Hidalgo*. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. 90 p.
- FAO. (2016). FAOSTAT.
- \_\_\_\_\_(2017). Curso: El inventario nacional de GEI para la agricultura.
- Gómez-Merino, F., Tucuch-Haas, C., Trejo-Téllez, L., & García-Morales, S. (2017). Producción y Consumo de Arroz en México. *Agro-Síntesis*, (Julio), 22-28.
- Hardy C. C., Burgan R. E. y R. D. Ottmar. (2000). A database for Spatial Assesments of Fire Characteristics, Fuel Profiles, and PM10 Emissions. En: Sampson R. N., Atkinson R. D. y J. W. Lewis (eds). *Mapping Wildfire Hazards and Risks*. Food Products Press, NY, USA.
- IFA. (2017). IFADATA.
- INEGI. Toda las referencias de INEGI sustituirlas por lo siguiente:
- INEGI. (1991). Censo Agrícola-Ganadero 1991. [http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca1991/Resultados\\_Agricola/default.aspx](http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/Agro/ca1991/Resultados_Agricola/default.aspx)
- \_\_\_\_\_(1993). Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie IV. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- \_\_\_\_\_(2002). Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie III. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- \_\_\_\_\_(2007). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.
- \_\_\_\_\_(2007). Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie IV. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- \_\_\_\_\_(2009). Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1: 250 000 Serie III. México. 77 p.
- \_\_\_\_\_(2011). Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie V. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- \_\_\_\_\_(2013). Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación Serie V: escala 1: 250 000. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- \_\_\_\_\_(2016). Marco Geoestadístico Nacional. México.
- \_\_\_\_\_(2017). Banco de Información Económica.
- INIFAP. (2015). *Paquetes Tecnológicos para el Cultivo de Arroz en México*.
- IPCC (1996). Chapter 4 Agriculture Volume 3: Reference Manual. In *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Reference Manual* (p. 140). IPCC.
- \_\_\_\_\_(2000). IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. In *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (p. 94).
- \_\_\_\_\_(2002a). CH<sub>4</sub> Emissions from Rice Agriculture. In *Background Papers IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (pp. 399-417).
- \_\_\_\_\_(2002b). Indirect N<sub>2</sub>O Emissions from Agriculture. In *Background Papers IPCC Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* (pp. 381-397).
- \_\_\_\_\_(2003). *Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*. Editado por Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, RiittaPipatti, Leandro



- Buendía, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe y Fabian Wagner. Publicado por IGES para IPCC.
- \_\_\_\_\_. (2006a). Chapter 1 Introduction Volume 4: AFOLU. In 2006 IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (pp. 1-21). IPCC.
- \_\_\_\_\_. (2006b). IPCC Chapter 2 Generic Methodologies Applicable to Multiple Land. In IPCC *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (pp. 1-59).
- IRRI. (2017). World Rice Statistics.
- Kauffman J. B., Steele M. D., Cummings D. L., Jaramillo V. J. 2003. Biomass dynamics associated with deforestation, fire, and conversion to cattle pasture in a Mexican tropical dry forest. *Forest Ecology Management*, 176 (2003) 1-12.
- Levine, J. S. (1994). Biomass Burning and the Production of Greenhouse Gases. In *Climate Biosphere Interaction: Biogenic Emissions and Environmental Effects of Climate Change* (pp. 1-13).
- Múgica-Álvarez, V. (2017). *Determinación de factores de emisión de dióxido de carbono, partículas en suspensión de 2.5 y 10 micras y contaminantes de vida corta, metano y carbono negro por prácticas de quema agrícola.*
- Olofsson, P., G. M. Foody, M. Herold, S. V. Stehman, C. E. Woodcock and M. A. Wulder. 2014. Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change. *Remote Sensing of Environment* 148: 42-57.
- \_\_\_\_\_. 2013. Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation. *Remote Sensing of Environment* 129: 122-131.
- Ordóñez, B., & Hernández, T. (2006). *Obtención de factores de emisión nacionales en el sector agrícola para disminuir incertidumbre en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.*
- Ottmar R. D., Sandberg D. V., Riccardi C. L. y S. J. Prichard. (2007). An Overview of the Fuel Characteristic Classification System: Quantifying, classifying, and creating fuelbeds for resource planning. *Canadian Journal of Forest Research*. 37: pp. 2383-2393.
- \_\_\_\_\_. Burns, M.F., Hall, J.N. and Hanson, A.D. 1993. *Consume user's guide*. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-304. Portland, Oregon: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 118 p.
- PIC. (2013). *Análisis de la industria porcina en Latinoamérica 2013.*
- \_\_\_\_\_. (2014). *Análisis de la industria porcina en Latinoamérica 2014.*
- Riccardi C. L., Ottmar R. D., Sandberg D. V., Andreu A., Elman E., Kopper K., y J. Long. 2007. The fuelbed: a key element of the fuel Characteristic Classification System. *Canadian Journal of Forest Research*. 37: pp. 2394-2412.
- Rosillo-Calle, F., de Groot, P., Hemstock, S. L., & Woods, J. (2007). *The Biomass Assessment Handbook.*
- SAGARPA, Gallardo, J. L., Villamar, L., & Barrera, M. (2006). Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2006. México Distrito Federal. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios de situación actual y perspectiva/Attachments/14/sitpor06d.pdf>
- SEMARNAT 2009. <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/index-sniarn.aspx>. (1 de abril de 2009).
- SIAP. (2017). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.*
- Valdez-Vázquez, I., Acevedo-Benitez, J. A., & Hernández-Santiago, C. (2010). Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(7), 2147-2153. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2010.03.034>

**6**

**[4] Residuos**



Este sector contempla las emisiones del tratamiento y eliminación de residuos. De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*, las fuentes incluyen la disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU) [4A], el tratamiento biológico de residuos sólidos [4B], la incineración de residuos peligrosos industriales (RPI) y biológico-infecciosos (RPBI), la quema a cielo abierto de residuos [4C] y el tratamiento y descargas de aguas residuales [4D].

En los sitios de disposición final y en el tratamiento de aguas residuales se generan principalmente: metano ( $\text{CH}_4$ ), debido a la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas; dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), en la incineración de residuos y en la quema a cielo abierto de residuos que contienen carbono fósil, como los plásticos, y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), que varía según las condiciones del tipo de tratamiento de aguas residuales.

El sector residuos contribuyó con 6.6% al total de emisiones del inventario en 2015. Las emisiones de GEI (**Tabla 6.1**) derivadas de los residuos se incrementaron 265.8%, pasando de 12,550.11 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  en 1990 a 45,909.01 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 101.5\%$ ]

en 2015 (**Figura 6.1**) con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 5.3% para este periodo.

Las principales emisiones en este sector provienen del tratamiento y descargas de aguas residuales, con una participación de 48.6 por ciento. Les siguen las emisiones provenientes de la disposición final de residuos, con una participación de 47.7%, las emisiones de incineración y quema de residuos a cielo abierto, con 3.2%, y el tratamiento biológico con 0.4 por ciento.

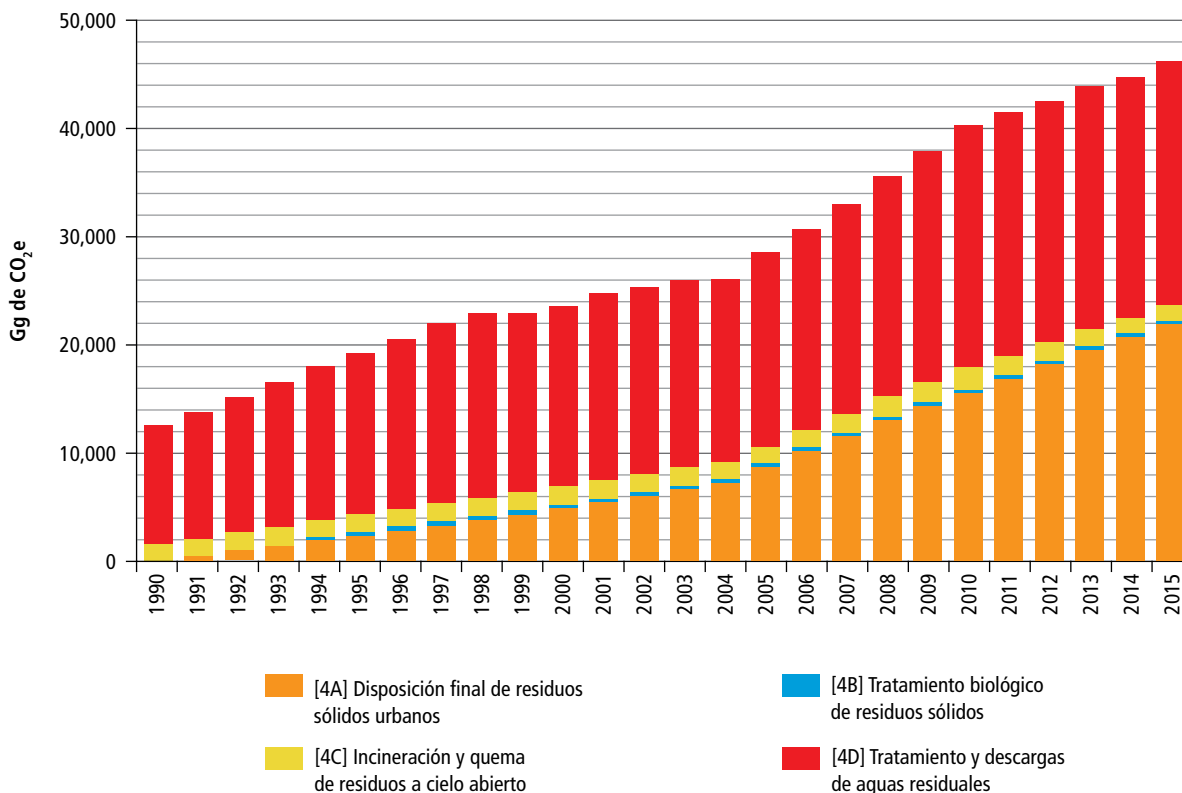
Por tipo de gas, las principales emisiones en 2015 en el sector residuos fueron de  $\text{CH}_4$ , con una aportación de 43,093.23 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 2.91\%$ ], que representa 93.9% de las emisiones totales del sector, proveniente principalmente de la disposición final y las aguas residuales. La segunda aportación corresponde a las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ , con 2,085.57 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 2,232.83\%$ ], que representa 4.5% de las emisiones del sector, provenientes principalmente de aguas residuales. Las emisiones de  $\text{CO}_2$  en 2015 fueron de 730.23 Gg [ $\pm 95.48\%$ ], que representaron el 4.5% restante, provenientes de la incineración y quema de residuos a cielo abierto.

Tabla 6.1. Emisiones en el sector residuos, 1990-2015

Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[4A] Disposición final de residuos sólidos urbanos	129.67	2,518.36	5,091.46	8,899.39	15,640.21	16,945.89	18,241.54	19,540.02	20,779.81	21,920.61
[4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos	–	163.28	163.29	167.50	208.40	213.44	199.46	199.51	199.46	199.51
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	1,588.60	1,803.62	1,778.68	1,689.50	2,070.14	1,877.10	1,817.96	1,706.16	1,604.99	1,487.15
[4D] Tratamiento y descargas de aguas residuales	10,831.83	14,706.15	16,482.94	17,757.61	22,029.59	22,253.37	22,067.99	22,107.23	21,850.96	22,301.74
Total	12,550.11	19,191.40	23,516.37	28,514.00	39,948.34	41,289.80	42,326.95	43,552.92	44,435.22	45,909.01

Figura 6.1. Emisiones de GEI en el sector residuos 1990-2015



## 6.1 [4A] Disposición final de residuos sólidos urbanos

La disposición final de RSU se refiere a su depósito o confinamiento permanente en sitios de disposición final (SDF). Para fines de la contabilidad de GEI, en México se consideran tres tipos de SDF:

1. Rellenos sanitarios que constituyen una infraestructura en la que se involucran métodos y obras de ingeniería que básicamente controlan la fuga de lixiviados y la generación de biogás (SEMARNAT, 2012) y que están regidos por la norma NOM-083-SEMARNAT-2003;
2. Sitios controlados que tienen cierto nivel de ingeniería sin llegar a contar con lo estipulado por la NOM-083, y
3. Sitios no controlados o tiraderos a cielo abierto, que son lugares carentes de ingeniería y que habitualmente representan focos de infección y generan problemas ambientales como contaminación de mantos freáticos y suelos.

Cuando los residuos sólidos municipales se depositan por primera vez en un SDF, se desarrolla un proceso de descomposición aeróbica (en presencia de oxígeno); en esta etapa se genera poco metano. Posteriormente, en condiciones anaeróbicas, las bacterias productoras de metano comienzan a establecerse y ese gas se produce a un ritmo estable, por lo general durante 20 años (EPA, 2017).

El metano ocupa el segundo lugar como el GEI más abundante y representa 14% de las emisiones mundiales (GMI, 2010). Aunque emitido a la atmósfera en cantidades menores que las del dióxido de carbono, su potencial para el calentamiento global es 28 veces mayor.

En México se ha observado un incremento considerable de las emisiones de metano para esta categoría. En 1990 se estimó una emisión de 129.6 Gg de CO<sub>2</sub>e, mientras que en 2015 se estimaron 21,920.6 Gg de CO<sub>2</sub>e, siendo esta última cifra aproximadamente 169 veces mayor con respecto a la de 1990; lo anterior representa que las emisiones tuvieron una TCMA del 22.8% (**Tabla 6.2**).

Esta tendencia puede deberse principalmente al incremento de rellenos sanitarios y al aumento en las cantidades de residuos que se disponen en los SDF, atribuible principalmente a cambios en los hábitos de consumo de la población, que provocan una mayor generación de residuos.

**Tabla 6.2. Emisiones de metano por la eliminación de residuos sólidos urbanos, 1990-2015**

		Gg CO <sub>2</sub> e									
Año	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
CH <sub>4</sub>	129.6	2,518.3	5,091.4	8,899.3	15,640.2	16,945.8	18,241.5	19,540.0	20,779.8	21,920.6	

## 6.1.1 Aspectos metodológicos

El metano emitido por los SDF se debe a la descomposición de la materia orgánica de los residuos bajo condiciones anaeróbicas. Debido a que el material orgánico de los residuos que se eliminan en un año determinado decrece gradualmente a través de las décadas siguientes, la emisión de metano a partir de esa cantidad específica de residuos también decrece gradualmente. Dicho decaimiento se describe por un modelo de descomposición de primer orden, que utiliza un factor exponencial para describir la fracción de material degradable anaeróbicamente que se descompone cada año en metano y dióxido de carbono. El procedimiento detallado (**Ecuaciones 1-5, Anexo E [4]**) y las constantes utilizadas se desglosan en el **Anexo E [4A]**.

En este contexto los datos básicos para el cálculo de las emisiones de metano en los SDF fueron los siguientes:

- Masa total de residuos eliminados ( $W_r$ ) en cada uno de los 2,637 SDF del país en 2015 (**Tabla 6.2, Anexo D [4]**). Para ello, se consultó a los gobiernos estatales y los Programas Estatales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (**Tabla 6.1, Anexo D [4]**). La serie histórica fue estimada con base en una correlación de las proyecciones de crecimiento poblacional a nivel nacional (**Ecuación 1 y Tabla 6.3, Anexo D [4]**).
- Composición estatal de residuos ( $C_r$ ) establecida por el Modelo Mexicano de Biogás (MMB) versión 2.0, considerando las siguientes seis categorías: residuos de comida, jardinería, papel, madera y paja, textiles y pañales (Ludwing, 2009) (**Tabla 6.2, Anexo E [4]**).
- Fracción de carbono orgánico degradable ( $DOC_r$ ) para cada categoría de residuos y la

fracción de carbono orgánico degradable que se descompone bajo condiciones anaeróbicas ( $DOC_p$ ) de acuerdo a los valores propuestos por el IPCC 2006.

- Tasas de descomposición ( $k$ ) propuestas en el MMB para cada categoría de residuos (**Tabla 6.3, Anexo E [4]**).
- Factor de Corrección de Metano ( $MCF$ ) para cada SDF. De acuerdo al IPCC 2006, los SDF se clasifican en cinco tipos, según su infraestructura: sitio gestionado anaeróbico; sitio gestionado semi aeróbico; sitio no gestionado profundo (mayor que 5 m de residuos); sitio no gestionado poco profundo (menor que 5 m de residuos), y SDF no categorizados (Ludwing, 2009) (**Tabla 6.2, Anexo E [4]**). Se consideró que la mayor parte de los SDF en México corresponden a la categoría de "Sitio no gestionado profundo" (60%) y sólo 12% podrían considerarse como sitios gestionados anaeróbicos (**Tabla 6.3**).

- Tiempo de retardo ( $M$ ). El IPCC 2006 proporciona un valor por defecto de seis meses para el tiempo de retardo. Equivale a un tiempo de comienzo de reacción al 1 de enero del año posterior a la disposición, cuando el tiempo promedio de residencia de los residuos en el SDF ha sido de seis meses.

**Tabla 6.3. Distribución porcentual de los tipos de SDF en México**

Tipo de Sitio	Porcentaje
Sitio gestionado anaeróbico	12%
Sitio gestionado semiaeróbico	8%
Sitio no gestionado profundo	60%
Sitio no gestionado poco profundo	20%
Total	100%

## 6.2 [4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos

El tratamiento biológico de residuos sólidos considera el proceso para la producción de composta (abono orgánico) y la digestión anaeróbica de residuos orgánicos como los de alimentos, jardines y parques, y los de lodos de aguas residuales. Entre las ventajas del tratamiento biológico se incluye la reducción del volumen de los materiales que componen los residuos, la estabilización de éstos, la destrucción de los agentes patógenos contenidos en ellos y la producción de biogás como energético. Los productos finales del tratamiento biológico pueden reciclarse, según su calidad, como mejoradores de suelos o abono orgánico, o bien disponerse en los SDF.

La fabricación de composta es un proceso aeróbico y, por ello, una fracción grande del carbono orgánico degradable ( $DOC$ ) de los materiales de desecho se convierte en  $CO_2$ . El  $CH_4$  se forma en las secciones anaeróbicas de la composta, pero una gran proporción se oxida en las secciones aeróbicas del abono. Se estima que el  $CH_4$  liberado a la atmósfera varía entre menos del 1% del contenido de carbono inicial del material (IPCC, 2006).

En 2015 las emisiones por el tratamiento biológico de residuos sólidos fueron de 199.5 Gg de  $CO_2e$  [ $\pm 72.48\%$ ]. De esta cifra, 58.5% corresponde a emisiones de  $CH_4$  y 41.5% a emisiones de  $N_2O$ . Las emisiones de 1991 a 2015 presentaron un incre-

mento 367 veces mayor, al pasar de 0.55 a 199.5 Gg de CO<sub>2</sub>e con una TCMA de 28% para este periodo; esto fue debido a un incremento en el volumen de residuos sólidos llevados a compostaje (Tabla 6.4, Figura 6.2).

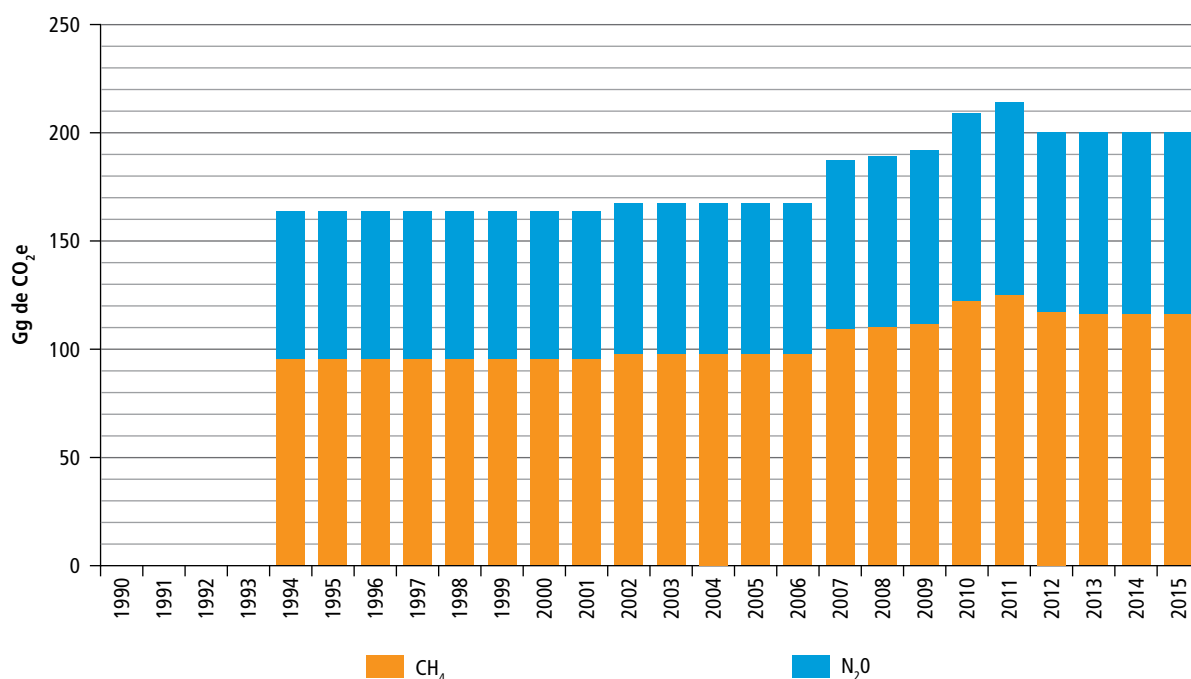
La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del tratamiento biológico de residuos sólidos se realizó con base en la metodología del

IPCC 2006, volumen 5, capítulo 4; el enfoque de la estimación es bajo un nivel 1 empleando factores de emisión por defecto (Ecuaciones 6 y 7 y Tabla 6.4, Anexo E [4]). Los datos de actividad fueron el volumen de la capacidad instalada en las diferentes plantas de compostaje para los años 1991 a 2015 y las fechas de inicio de operaciones de las mismas (Tabla 6.4, Anexo D [4]).

Tabla 6.4. Emisiones de GEI por el tratamiento biológico de residuos 1990-2015

Año	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Gg de CO<sub>2</sub>e</b>														
CH <sub>4</sub>	-	95.50	95.50	97.96	97.96	109.41	110.10	111.82	121.88	124.83	116.65	116.69	116.66	116.69
N <sub>2</sub> O	-	67.78	67.79	69.53	69.53	77.66	78.15	79.37	86.51	88.61	82.80	82.83	82.81	82.83
Total	-	163.28	163.29	167.50	167.50	187.08	188.25	191.19	208.40	213.44	199.46	199.51	199.46	199.51

Figura 6.2. Emisiones de GEI por el tratamiento biológico de residuos, 1990-2015





## 6.3 [4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos

A diferencia de las emisiones por la incineración con recuperación de energía (declaradas en el sector de Energía), las emisiones procedentes de la incineración sin recuperación de energía se declaran en el Sector Residuos, ya que la incineración considerada en este apartado se refiere a la eliminación por la combustión de los residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos en instalaciones y condiciones controladas, y a la quema al aire libre de RSU en viviendas.

Los incineradores modernos de residuos peligrosos poseen grandes chimeneas y cámaras de combustión especialmente diseñadas para producir altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los residuos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa. Los incineradores generan  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  por este proceso.

La quema de RSU a cielo abierto puede definirse como la combustión, al aire libre, de materiales

tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, aceites y otros residuos. Generalmente se lleva a cabo en sitios de disposición final no controlados o como una práctica en traspatios de casas en algunas zonas rurales, donde las emisiones se liberan directamente a la atmósfera sin pasar por una chimenea o columna.

En 2015 las emisiones de la categoría por la incineración de residuos peligrosos y quema de residuos a cielo abierto fue de 1,487 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 62.73\%$ ]. Del total de emisiones de esta categoría, 98% corresponde a las emisiones por quema a cielo abierto y 2% a las emisiones por incineración. Las emisiones del periodo 1990-2015 tuvieron una TCMA negativa de 0.3% al pasar de 1,588 a 1,487 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ .

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones se puede consultar en el **Anexo E [4C]**.

### 6.3.1 [4C1] Incineración de residuos peligrosos

Las emisiones por incineración de residuos en 2015 fueron de 24.85 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$  [ $\pm 17.90\%$ ], equivalentes a 0.1% de las emisiones de la subcategoría. Esta fuente de emisión se compone por la incineración de RPBI y RPI. En el periodo 1994-2015, las emisiones aumentaron 174 veces, de 0.14 a 24.85 Gg de  $\text{CO}_2\text{e}$ , con una TCMA de 29 por ciento (**Tabla 6.5** y **Figura 6.3**).

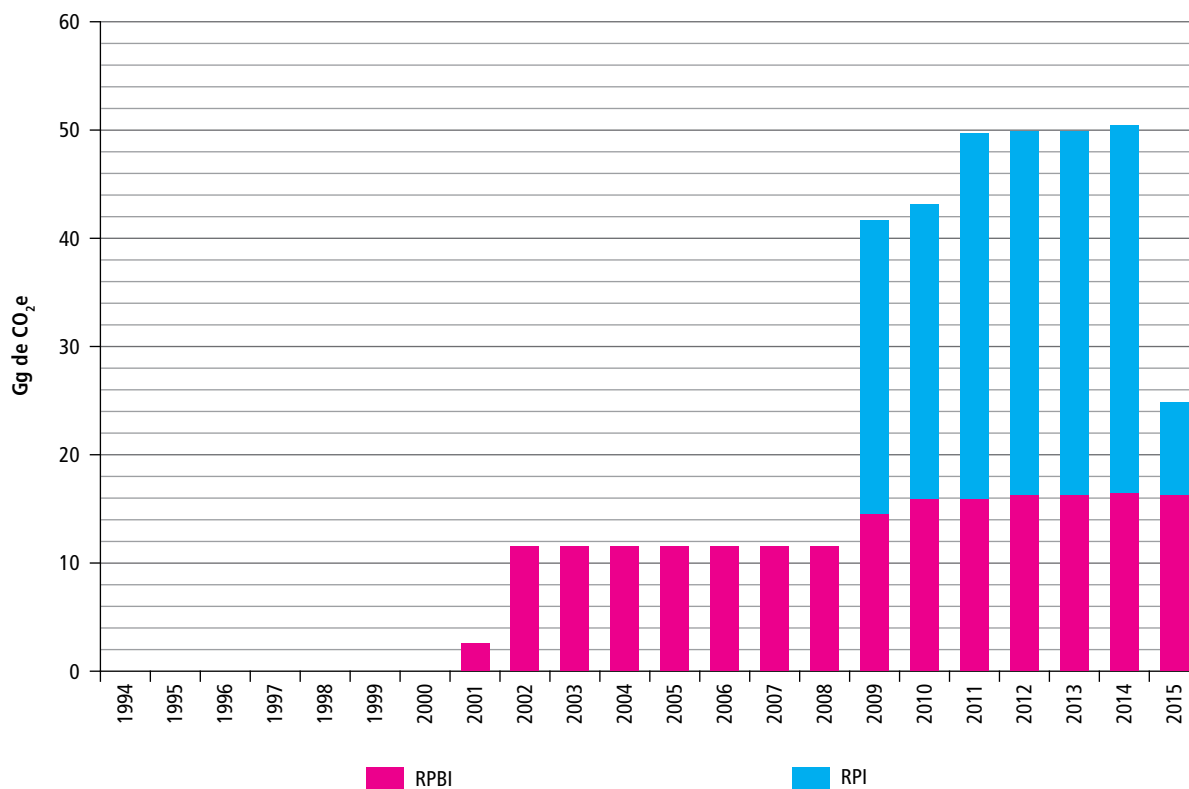
La metodología empleada para el cálculo de las emisiones fue IPCC 2006, la cual estima la cantidad de  $\text{CO}_2$  emitido y está en función del contenido de carbono y carbono fósil de los residuos incinerados (**Ecuación 8, Anexo E [4]**), empleando los fac-

tores de emisión por defecto bajo un nivel 1 (**Tabla 6.5, Anexo E [4]**). Para el caso de los datos de actividad se utilizaron los volúmenes de residuos incinerados, obtenidos a partir de información de la capacidad instalada en las empresas autorizadas por SEMARNAT bajo los rubros 6 "empresas autorizadas para la incineración de RPBI" y 12 "empresas autorizadas para la incineración de RPI" (de acuerdo con datos de las Cédulas de Operación Anual de 2013, se consideró 50% del volumen de la capacidad instalada de las incineradoras autorizadas) (SEMARNAT, 2015) (**Tabla 6.5 y Figura 6.1 Anexo D [4]**).

Tabla 6.5. Emisiones por la incineración de residuos peligrosos, 1990-2015

Año	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Gg de CO<sub>2</sub>e</b>														
CO <sub>2</sub>	-	0.14	0.14	10.90	10.90	10.90	10.90	40.60	41.99	48.56	48.92	48.92	49.28	23.72
CH <sub>4</sub>	-	-	-	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11
N <sub>2</sub> O	-	-	-	0.73	0.73	0.73	0.73	0.90	0.99	0.99	1.01	1.01	1.02	1.03
Total	-	0.14	0.14	11.70	11.70	11.70	11.70	41.60	43.08	49.65	50.04	50.04	50.41	24.85

Figura 6.3. Emisiones de GEI por fuente de emisión por incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos, 1994-2015



## 6.3.2 [4C2] Quema de residuos a cielo abierto

En 2015, las emisiones por quema de residuos a cielo abierto fueron de 1,462 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 63.79\%$ ], equivalentes a 3.2% de las emisiones totales de esta subcategoría que está compuesta por la quema de residuos en viviendas. Los resultados fueron obtenidos a partir de los datos de actividad estatal (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2013) sobre viviendas (**Tablas 6.6 a la 6.17, Anexo D [4]**), en el periodo 1990-2015. Las emisiones tuvieron un decremento de 126 Gg de CO<sub>2</sub>e con una TCMA negativa de 0.3% al pasar de 1,588.6 a 1,462.3 Gg de CO<sub>2</sub>e (**Tabla 6.6 y Figura 6.4**).

Para la cuantificación de las emisiones sólo se contemplan, según el IPCC, aquellos residuos que contengan carbono fósil, y se excluyen biogénicos como son residuos de jardinería y alimentos (**Figura 6.5**) (IPCC, 2006).

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones fue IPCC 2006, la cual estima la cantidad de CO<sub>2</sub> emitido y está en función del contenido de carbono y carbono fósil de los residuos quemados a cielo abierto (**Ecuación 9, Anexo E [4]**), empleando los factores de emisión por defecto bajo un nivel 1 (**Tabla 6.6, Anexo E [4]**), en viviendas (**Tablas 6.15 y 6.16, Anexo D [4]**).

Tabla 6.6. **Emisiones de GEI por la quema de residuos en viviendas, 1990-2015**

Año	Gg de CO <sub>2</sub> e			Total
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
1990	463.5	923.5	201.7	1,588.6
1995	526.1	1,048.4	229.0	1,803.5
2000	553.3	1,005.6	219.6	1,778.5
2005	618.7	869.3	189.9	1,677.8
2006	616.0	865.1	188.9	1,670.1
2007	608.6	860.3	187.9	1,656.8
2008	982.8	862.9	188.5	2,034.2
2009	980.6	861.0	188.1	2,029.7
2010	979.4	859.9	187.8	2,027.1
2011	913.7	802.2	175.2	1,891.1
2012	854.2	750.0	163.8	1,767.9
2013	800.2	702.5	153.4	1,656.1
2014	751.1	659.5	144.0	1,554.6
2015	706.5	620.3	135.5	1,462.3

Figura 6.4. Emisiones de GEI, viviendas habitadas y viviendas que queman residuos, 1990-2015

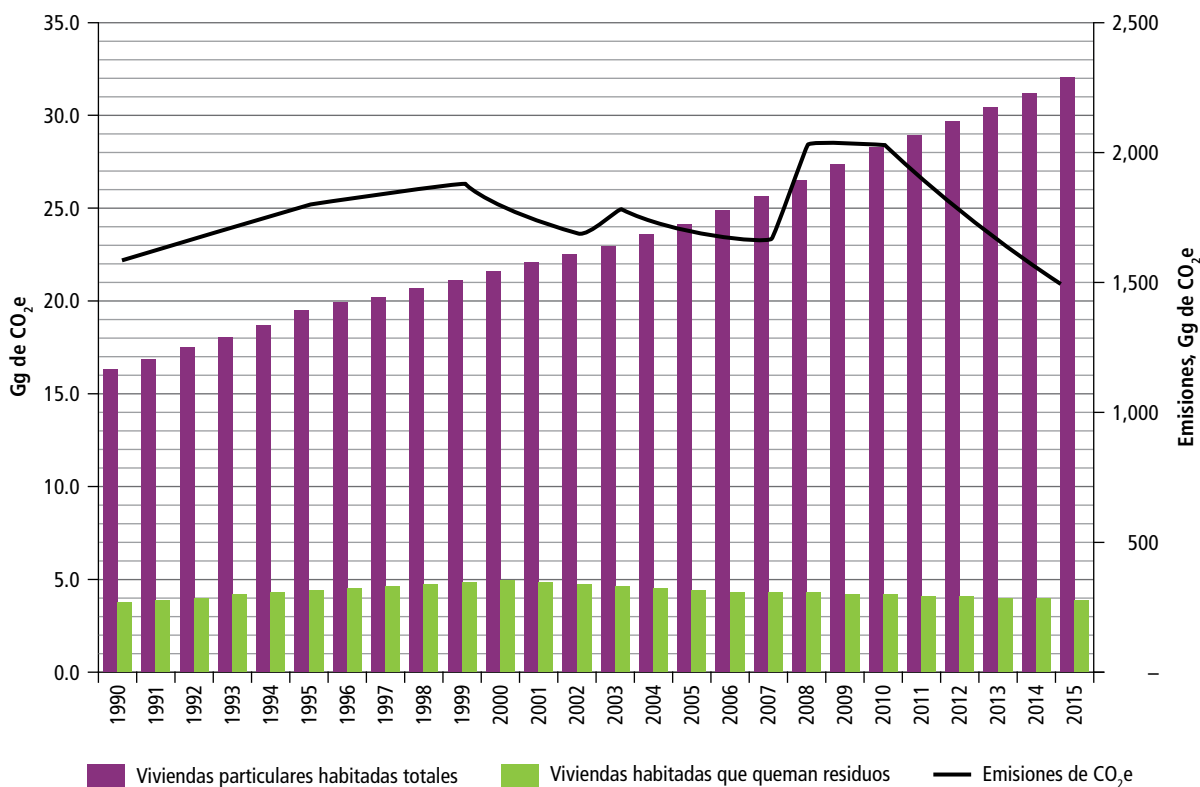


Figura 6.5. Composición de la quema de residuos en viviendas, 1990 y 2015

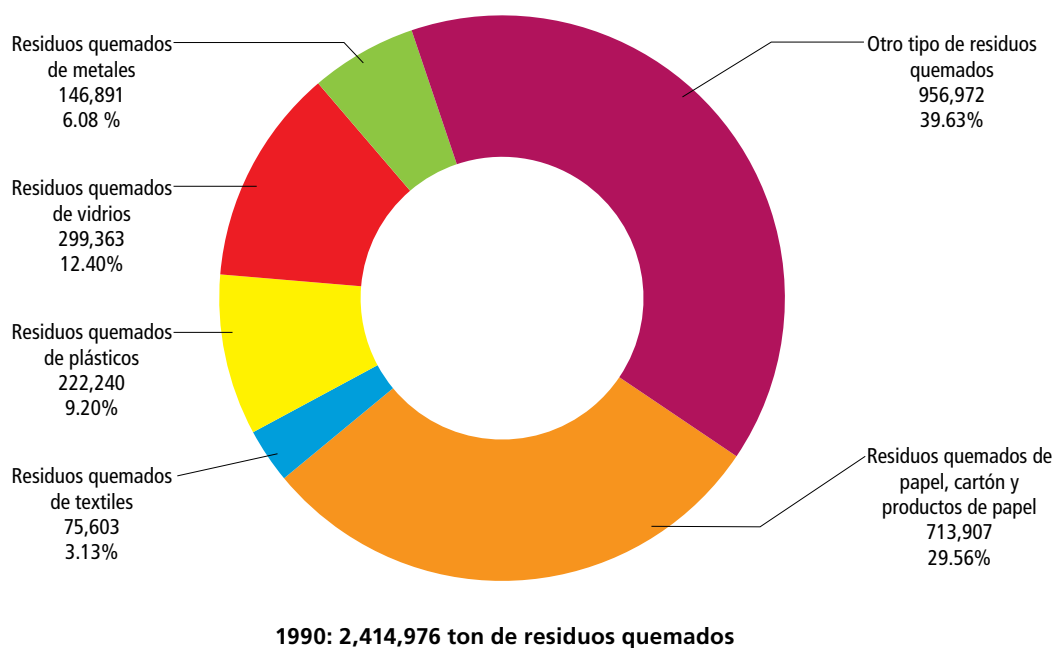
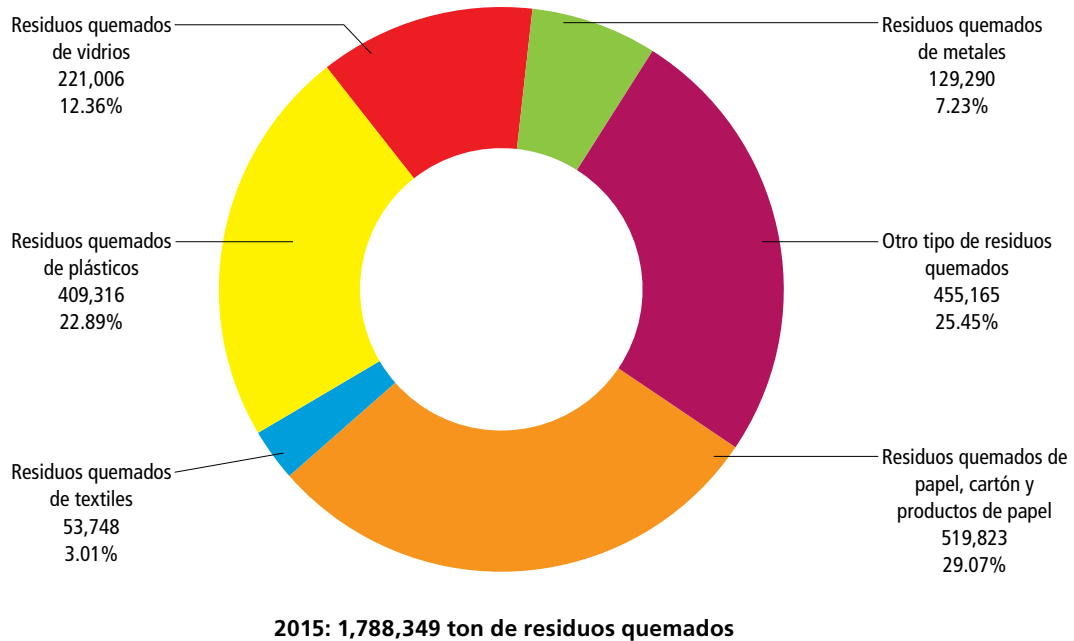


Figura 6.5. (Continuación)



## 6.4 [4D] Tratamiento y descarga de aguas residuales

Las aguas residuales son fuente de metano (CH<sub>4</sub>) cuando se las trata o descarga en medio anaeróbico. También pueden ser una fuente de emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) procedentes de aguas residuales no se consideran en este inventario porque son biogénicas y no deben incluirse en el total nacional de emisiones. Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes municipales, comerciales e industriales y pueden tratarse *in situ* (no recolectadas), transportarse por drenaje a una planta de tratamiento (recolectadas), o descargarse sin tratamiento a cuerpos de agua (IPCC, 2006). Para fines de este inventario, en particular para aguas residuales municipales se cuantificaron las emisio-

nes de las colectadas en alcantarillado, que en 2015 alcanzaron 92 por ciento.

Las aguas residuales municipales provienen de aguas utilizadas en los hogares (para fines de limpieza, cocina, baños o regaderas), mientras que las aguas residuales industriales derivan de las prácticas de procesos de transformación o uso industrial.

Los sistemas de tratamiento son de distintos tipos, según el origen del agua residual; la diferencia primordial entre ellos depende de si se aplican en un medio aeróbico o uno anaeróbico, pues de ello depende la generación de metano, que es mayor en los sistemas anaerobios.

En 2015 las emisiones totales de la categoría [4D] fueron 22,301 Gg de CO<sub>2</sub>e [± 208.84%], equi-

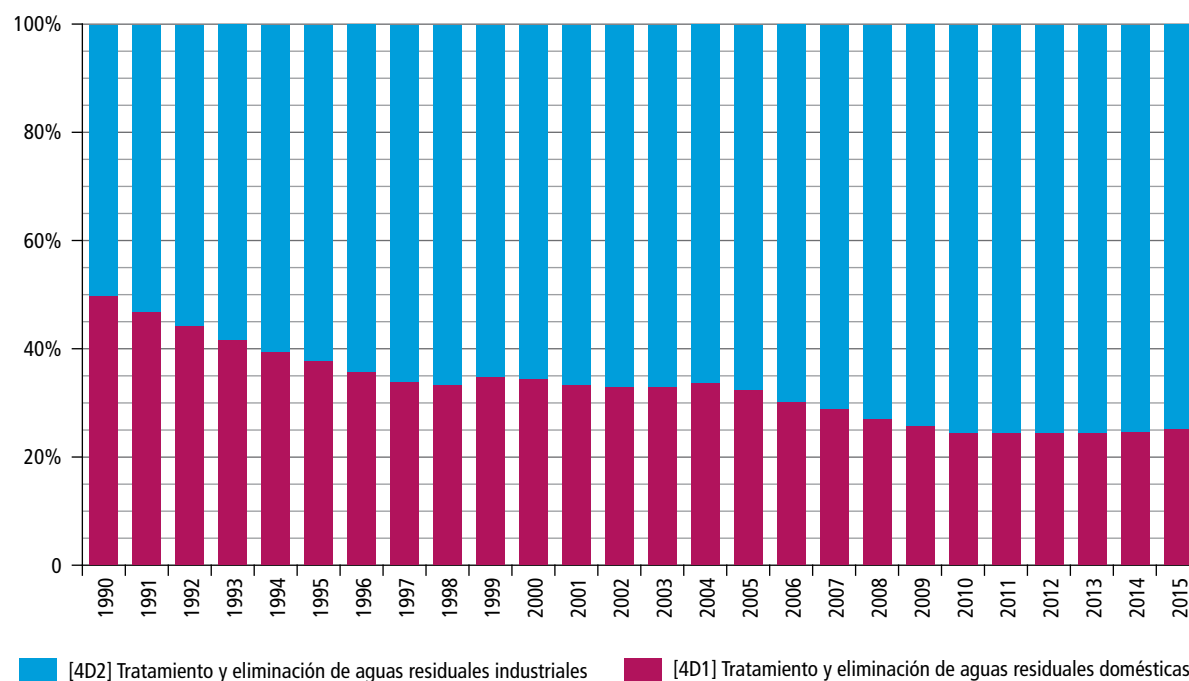
valentes a 48.6% de las emisiones totales del sector [4], en la que las aguas residuales industriales contribuyeron con 36.4% y las aguas residuales municipales con 12.2 por ciento. Por tipo de GEI, las emisiones de CH<sub>4</sub> contribuyen, en promedio, con 91.6% de las

emisiones, mientras que el restante 8.4% corresponde a emisiones de N<sub>2</sub>O. Las emisiones del periodo 1990 y 2015 se duplicaron al pasar de 10,832 a 22,301 Gg de CO<sub>2</sub>e con una TCMA de 2.9% (Tabla 6.7 y Figura 6.6).

Tabla 6.7. Emisiones por el tratamiento y descarga de aguas residuales, 1990-2015

Gg de CO <sub>2</sub> e										
Año	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015
[4D1] Aguas residuales municipales	5,372	5,506	5,648	5,721	5,372	5,394	5,379	5,396	5,401	5,592
[4D2] Aguas residuales industriales	5,460	9,200	10,835	12,037	16,658	16,859	16,689	16,711	16,450	16,709
Total	10,832	14,706	16,483	17,758	22,030	22,253	22,068	22,107	21,851	22,301

Figura 6.6. Participación por fuente en las emisiones por tratamiento y descarga de aguas residuales, 1990-2015



## 6.4.1 [4D1] Tratamiento y descarga de aguas residuales municipales

Las emisiones atribuibles a aguas residuales municipales incluyen las de metano generadas por procesos de tratamiento y descarga de aguas residuales colectadas y las generadas de óxido nitroso a partir de los residuos orgánicos que van al drenaje; en 2015 se estimaron con información de los caudales y procesos de las 2,477 plantas de tratamiento de aguas residuales que hay en el país (CONAGUA, 2015b) (Tablas 6.18-20, Anexo D [4]). Según CONAGUA, durante 2015 se produjeron 10,977,681,600 m<sup>3</sup> de agua y de ese volumen se generaron 6,768,887,040 m<sup>3</sup> de aguas residuales colectadas en alcantarillado (Tabla 6.21, Anexo D [4]); este valor representa en promedio 91.4% de cobertura del alcantarillado de aguas residuales municipales en el país y una cobertura de tratamiento de 57 por ciento.

En 2015, según la información proporcionada por CONAGUA, se aplicaron alrededor de 26 procesos de tratamiento de agua residual municipal (Tabla 6.8). El volumen total de aguas tratadas durante ese año fue de 3,815,673,432 m<sup>3</sup>. Las emisiones por el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales fueron de 5,592.44 Gg de CO<sub>2</sub>e [± 832.69%], equivalente a 12.20% de las emisiones totales del sector.

Del total de emisiones, 64% corresponde a aguas no tratadas y 34% a emisiones por tratamiento. En el periodo 1990-2015, las emisiones pasaron de 5,371.55 a 5,592.44 Gg de CO<sub>2</sub>e con una TCMA de 0.2 por ciento (Tabla 6.9 y Figura 6.7). Por tipo de GEI, las emisiones de metano representaron 67% [±7.63%], mientras que el óxido nitroso representó 33 por ciento [±2,495.23], ésta última incertidumbre resulta del intervalo del factor de emisión del óxido nitroso [0.0005-0.25] (IPCC, 2006) y de la Ecuación 1.

En la Tabla 6.8 se muestran las emisiones por tipo de tratamiento, así como la cobertura de cada una. Se observa que el proceso de tratamiento de lodos activados es la más representativa (55.5%), seguido por el de lagunas de estabilización (11.7%) y duales (11.6%).

### Ecuación 1

$$U = \frac{L_{UPP} - L_{LOW}}{2 \times EF_{AV}}$$

Donde:

U = incertidumbre.

L<sub>UPP</sub> = límite superior.

L<sub>LOW</sub> = límite inferior.

EF<sub>AV</sub> = factor de emisión promedio, por defecto.

Tabla 6.8. Emisiones por proceso de tratamiento en aguas residuales municipales en 2015

Proceso de tratamiento	Gg de CO <sub>2</sub> e	% de cobertura
Aerobio	0.7	0.1%
Anaerobio	34.6	0.5%
Biológico	13.4	0.6%
Discos biológicos o biodiscos	10.1	0.7%
Dual	492.0	11.6%
Filtros biológicos o rociadores o percoladores	92.0	4.4%
Fosa séptica + filtro biológico	2.2	0.0%
Fosa séptica + <i>wetland</i>	13.4	0.1%
Humedales ( <i>wetland</i> )	16.7	0.4%
Lagunas aireadas	84.1	6.0%
Lagunas de estabilización	245.1	11.7%
Lodos activados	745.8	55.5%
Otro	4.6	0.1%
Primario avanzado	50.2	3.6%
Primario o sedimentación	36.6	1.3%
RAFA* + filtro biológico	24.2	0.4%
RAFA	86.5	1.3%
RAFA + humedal	11.6	0.2%
Reactor enzimático	1.6	0.1%
Sedimentación + <i>wetland</i>	0.9	0.0%
Tanque Imhoff	19.0	0.3%
Tanque Imhoff + filtro biológico	5.8	0.1%
Tanque Imhoff + <i>wetland</i>	0.4	0.0%
Tanque séptico o fosa séptica	9.8	0.1%
Terciario	0.4	0.2%
Zanjas de oxidación	22.3	0.8%
Total	2,023.97	100%

\* Reactor aerobio de flujo ascendente, o UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*).

En la **Tabla 6.9** se muestran las emisiones por tipo de GEI para aguas residuales municipales recolectadas tratadas y no tratadas.

En el método para calcular las emisiones de metano (IPCC, 2006) (**Ecuaciones 10 y 11, Anexo E [4]**) se emplearon parámetros por defecto para los factores de emisión, como son la capacidad máxima de producción de metano y el factor de corrección de metano, tanto para aguas tratadas como para no tratadas (**Tabla 6.7, Anexo E [4]**). En el caso de los datos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) se empleó información nacional de los años 2004 a 2015 (CONA-

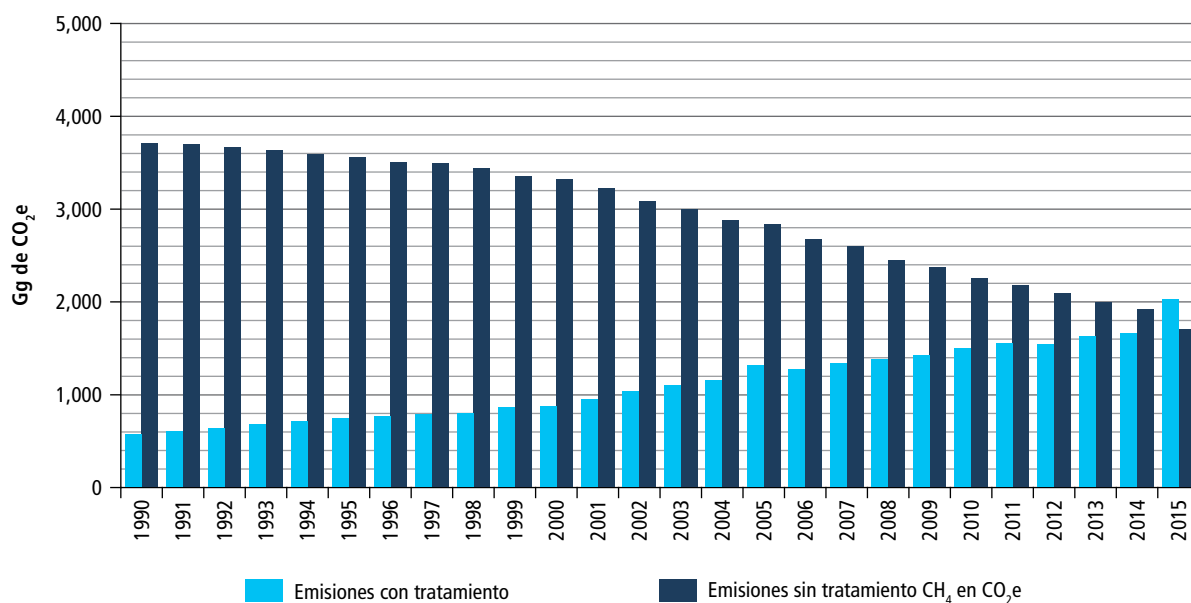
GUA, 2015a); los de años anteriores se estimaron (para mayor detalle ver **Tablas 6.21 y 6.24, Anexo D [4]**).

Para calcular las emisiones de óxido nitroso (**Ecuación 12, Anexo E [4]**) se empleó, por defecto, el factor de emisión de N<sub>2</sub>O proveniente de la eliminación en aguas y, la cantidad de N en el efluente eliminado en el drenaje (N<sub>e</sub>) se determinó calculando la cantidad de N a partir de los restos orgánicos, en particular los de contenido proteico, publicados por la FAO (**Tabla 6.26, Anexo D[4]**) por otros factores contenidos en la **Ecuación 13, Anexo E [4]** (**Tabla 6.8, Anexo E [4]**).

**Tabla 6.9. Emisiones de GEI por el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 1990-2015**

Gg de CO <sub>2</sub> e														
Año	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Con tratamiento CH <sub>4</sub>	572	730	865	1,320	1,263	1,323	1,367	1,412	1,485	1,556	1,540	1,625	1,652	2,024
Sin tratamiento CH <sub>4</sub>	3,709	3,554	3,316	2,824	2,658	2,593	2,439	2,373	2,244	2,175	2,086	1,987	1,907	1,702
Sin tratamiento NO <sub>2</sub>	1,091	1,222	1,468	1,577	1,595	1,615	1,619	1,623	1,643	1,663	1,752	1,784	1,843	1,866
Total	5,372	5,506	5,648	5,721	5,516	5,532	5,424	5,408	5,372	5,394	5,379	5,396	5,401	5,592

**Figura 6.7. Emisiones de GEI por el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 1990-2015**





## 6.4.2 [4D2] Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales

Para los fines de este inventario, las emisiones resultantes del tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales incluyen a las de metano generadas en los procesos de producción de los giros siguientes: alimenticio; bebidas alcohólicas y no alcohólicas; beneficio del café; celulosa y papel; industria cervecera; ingenios azucareros; jabón y detergentes; petrolero; plásticos y resinas, y sustancias químicas orgánicas. Estos giros se homologaron según las metodologías del IPCC (IPCC, 2006) y, a partir de información proporcionada por CONAGUA, se discriminó por actividad industrial y sólo se seleccionaron aquellos giros que IPCC considera fuentes clave de generación de GEI.

Para 2015 se contó con información de los caudales de 1,020 plantas que, en conjunto trataron 1,405,283,879 m<sup>3</sup> (para ver el caudal de años anteriores, ver **Tablas 27 y 28, Anexo D [4]**). Los tipos de tratamiento se clasifican en primario, secundario y terciario. En los casos de plantas que se refieren a sus procesos de tratamiento como “no especificado”, en el cálculo de las emisiones se consideró un promedio de los factores de emisión para tratamientos primario y secundario (CONAGUA, 2015b).

Los valores de volúmenes de agua residual no tratada se tomaron de los datos de CONAGUA en el portal Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA, 2015a), que para 2015 reportó que de los 6,769,745,600 m<sup>3</sup> generados de aguas residuales industriales, se trataron sólo 33%; el 67% restante (4,546,175,600 m<sup>3</sup>) no fue tratado (**Tabla 6.29, Anexo D [4]**).

En 2015, las emisiones por el tratamiento y descarga de aguas residuales industriales fueron 16,709 Gg de CO<sub>2</sub>e [ $\pm 5.18$  %]; de estas emisiones, 75% corresponde a aguas no tratadas. La TCMA fue 2.9% y, en 2015, su contribución al total de las emisiones de la subcategoría fue de 48.6 por ciento.

En la **Tabla 6.10** se muestran las emisiones, el número de plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) y el caudal de operación de los principales giros industriales entre 2013 y 2015. En ese mismo lapso, el giro alimenticio representó, en promedio, 43% de las emisiones totales por tratamiento de aguas residuales industriales seguido de sustancias químicas orgánicas (24.6%), petrolero (14.4%) e ingenios azucareros (10.5%). El resto contribuyó con 7.5 por ciento.

En la serie histórica 1990-2012, al no contar con información desagregada por giro industrial y planta de tratamiento, el método para la estimación de emisiones fue la superposición parcial del IPCC (los datos agregados, *Top down*, bajo un nivel 1, se ajustan con la serie de datos desagregados). Es importante destacar que muchos de los parámetros empleados en la estimación de emisiones agregadas fueron lo más cercano posible a los empleados en la serie 2013-2015 (**Tabla 6.11 y Figura 6.8**).

La metodología para el cálculo de emisiones se basó en IPCC 2006 (**Ecuación 14, Anexo E [4]**). Se emplearon parámetros por defecto para el cálculo de los factores de emisión como son la capacidad máxima de producción de metano y el factor de corrección de metano tanto para aguas tratadas como para no tratadas (ver **Ecuación 15 y Tabla 9, Anexo E [4]**). En el caso de los datos de la demanda química de oxígeno (COD, por *chemical oxygen demand*) se emplearon datos proporcionados de CONAGUA (ver **Tablas 21 y 24, Anexo D [4]**), así como para el porcentaje de eficiencia de remoción de lodos para los giros alimenticio, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, beneficio del café, celulosa y papel, cervecera, ingenios azucareros, jabón y detergentes y petrolero (ver **Tabla 23, Anexo D [4]**); para el resto de los giros se emplearon parámetros por defecto del IPCC.

Tabla 6.10. Emisiones, número y caudales de PTAR industriales en operación, 2013-2015

Giro	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Número de PTAR en operación	Caudal en operación (m)
<b>2013</b>			
Alimenticio	995	866	645,397,984
Bebidas alcohólicas	38	36	2,994,045
Bebidas no alcohólicas	64	85	39,473,513
Beneficio del café	14	34	4,504,996
Celulosa y papel	27	49	61,297,170
Cervecera	30	11	16,906,301
Ingenios azucareros	227	51	307,078,900
Jabón y detergentes	0	1	252,288
Petrolero	253	311	135,271,212
Plásticos y resinas	9	23	1,626,430
Sustancias químicas orgánicas	521	53	101,547,666
<b>2014</b>			
Alimenticio	785	437	504,985,923
Bebidas alcohólicas	37	30	3,004,767
Bebidas no alcohólicas	38	75	24,164,835
Beneficio del café	15	22	5,543,918
Celulosa y papel	30	47	62,496,484
Cervecera	32	11	16,906,301
Ingenios azucareros	209	46	341,299,875
Jabón y detergentes	0	1	252,288
Petrolero	334	243	175,337,166
Plásticos y resinas	6	19	1,405,745
Sustancias químicas orgánicas	515	52	101,461,793
<b>2015</b>			
Alimenticio	951	466	654,607,059
Bebidas alcohólicas	20	33	1,798,074
Bebidas no alcohólicas	31	79	19,758,459
Beneficio del café	12	20	4,490,027
Celulosa y papel	29	48	61,528,390
Cervecera	37	11	19,512,468
Ingenios azucareros	231	50	372,246,938
Jabón y detergentes	0	1	252,288
Petrolero	319	242	165,497,336
Plásticos y resinas	6	20	1,286,299
Sustancias químicas orgánicas	524	49	104,306,541

Tabla 6.11. Emisiones de aguas residuales industriales tratadas y no tratadas, 1990-2015

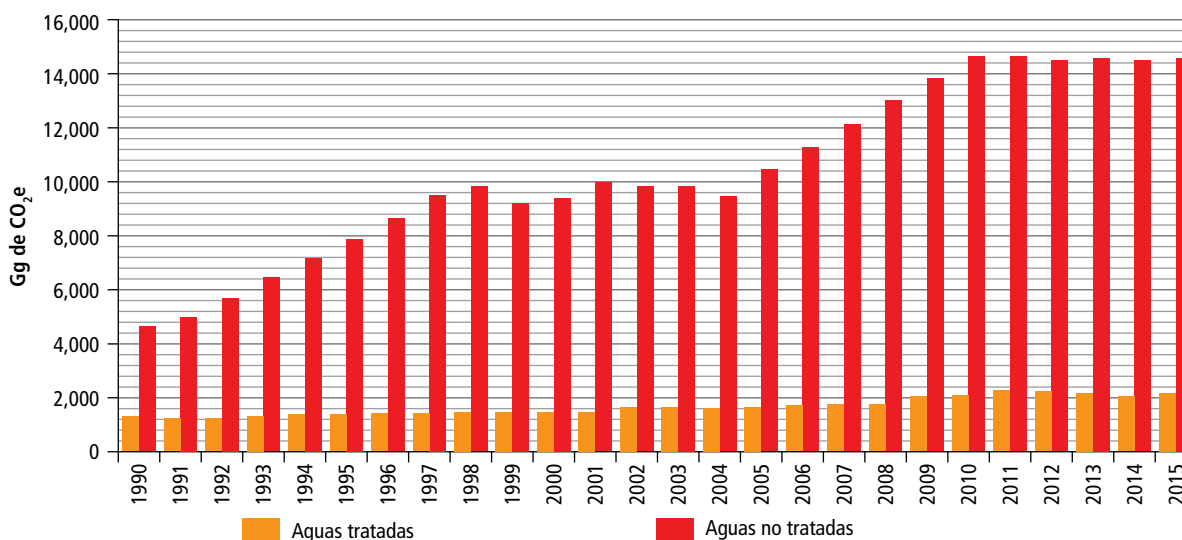
Gg de CO<sub>2</sub>e

Año	Aguas tratadas	Aguas no tratadas	Total
1990	1,184.42	4,276	5,460.28
1995	1,358.99	7,841	9,200.02
2000	1,460.36	9,374	10,834.76
2005	1,617.20	10,420	12,036.73
2006	1,672.74	11,229	12,901.63
2007	1,712.32	12,095	13,807.21
2008	1,734.30	12,978	14,711.82
2009	1,903.13	13,798	15,701.16
2010	2,041.69	14,616	16,657.69

Tabla 6.11. (Continuación)

Año	Aguas tratadas	Aguas no tratadas	Total
2011	2,242.89	14,616	16,858.89
2012	2,207.72	14,482	16,689.32
2013	2,179	14,532	16,710.93
2014	2,002	14,448	16,450.16
2015	2,161	14,549	16,709.30

Figura 6.8. Evolución de emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, 1990-2015



## Referencias

- CONAGUA. (2015a). Sistema Nacional de Información del Agua. <http://sina.CONAGUA.gob.mx/sina/>
- \_\_\_\_\_. (2015b). Volúmenes de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales (Información proporcionada vía oficio).
- EPA. (2017). *Landfill Methane Outreach Program (LMOP). Chapter 1, Landfill Gas Energy Basics 2017*. [https://www.epa.gov/sites/production/files/201607/documents/pdh\\_chapter1.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/201607/documents/pdh_chapter1.pdf)
- INEGI. (1990). *Censo de Población y Vivienda 1990*. <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/1990/>
- \_\_\_\_\_. (1995). *Censo de Población y Vivienda 1995*. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo95/Viviendas.asp?s=est&c=11886&proy=cpv00\\_viviendas](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo95/Viviendas.asp?s=est&c=11886&proy=cpv00_viviendas)
- \_\_\_\_\_. (2000). *Censo de Población y Vivienda 2000*. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2000/Viviendas.asp?s=est&c=10259&proy=cpv00\\_viviendas](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/censos/cpv2000/Viviendas.asp?s=est&c=10259&proy=cpv00_viviendas)
- \_\_\_\_\_. (2005). *Censo de Población y Vivienda 2005*. [http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo2005/Viviendas.asp?s=est&c=17357&proy=cpv05\\_viviendas](http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/conteos/conteo2005/Viviendas.asp?s=est&c=17357&proy=cpv05_viviendas)
- \_\_\_\_\_. (2013). *Censo de Población y Vivienda 2010*. <http://www.beta.inegi.org.mx/datos/?init=2>
- IPCC, Eggleston, S., Buendía, L., Miwa, K., Ngara, T., & Tanabe, K. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Waste, 5*.
- Ludwing. (2009). *Landfill Methane Outreach Program. Manual del Usuario Modelo Mexicano de Biogás. Versión 2.0*. Washington, D.C.
- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México, Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental, edición 2012*.
- \_\_\_\_\_. (2015). Empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos. <https://www.gob.mx/semarnat/documentos/empresas-autorizadas-para-el-manejo-de-residuos-peligrosos>.

**7**

# **Carbono negro**



El carbono negro es importante desde una perspectiva global dentro del sistema climático de la Tierra. Se le considera un contaminante climático de vida corta (CCVC) debido a que su tiempo de vida media en la atmósfera puede ser de algunos días o semanas. En general, los CCVC contribuyen con aproximadamente 40% del forzamiento radiativo global (**Figura 7.1**) (IGSD-2013). Las fuentes principales de emisión de carbono negro están relacionadas con el uso de los combustibles fósiles en los sectores transporte, energía y la industria. La leña para uso residencial y la quema abierta de biomasa en la agricultura también son importantes fuentes de emisión de carbono negro.

Se considera que el carbono negro es un aerosol carbonoso, un contaminante atmosférico y hay evidencias de que las emisiones de carbono negro participan en el forzamiento radiativo positivo, es decir, propiciando un aumento en la temperatura de la atmósfera (Bond *et al.*, 2013). El último reporte del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) *Fifth Assessment Report AR5* (IPCC, 2013), estima que el carbono negro contribuye al forzamiento climático de manera signifi-

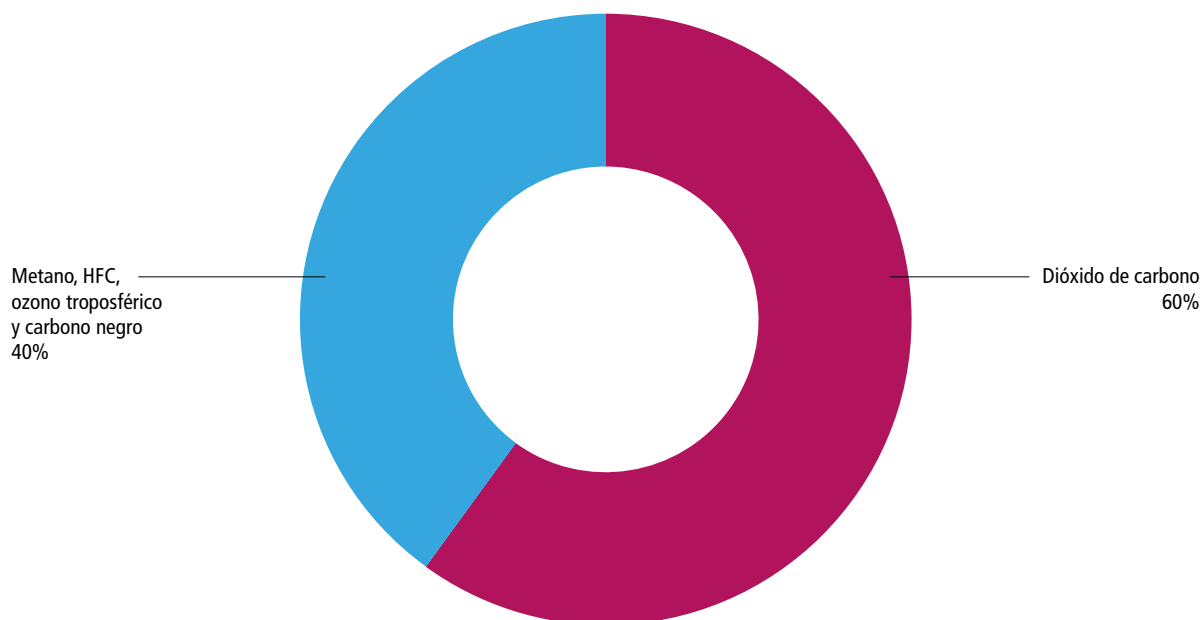
cativa, siendo la segunda emisión antropogénica más importante en términos del forzamiento climático global –sólo superada por la del dióxido de carbono–.

El carbono negro es un contaminante troposférico que afecta a la salud humana debido a los compuestos asociados con su emisión, que se encuentran contaminando el aire en la mayor parte del material particulado (PM, por *Particulate Matter*) de diámetro menor que 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>), y que representan una de las principales causas de enfermedades y muertes prematuras: cada año, se estima que en el mundo mueren entre 3.2 y 3.5 millones de personas debido a la exposición a PM<sub>2.5</sub> en exteriores e interiores (Lim S. *et al.*, 2012).

Los forzamientos climáticos de las especies emitidas simultáneamente, como el carbono orgánico, son relevantes desde una óptica climática, ya que pueden enfriar o calentar la atmósfera (**Figura 7.2**) y, de manera conjunta con los gases de efecto invernadero (GEI), alteran el balance radiativo e impactan directamente en el calentamiento global.

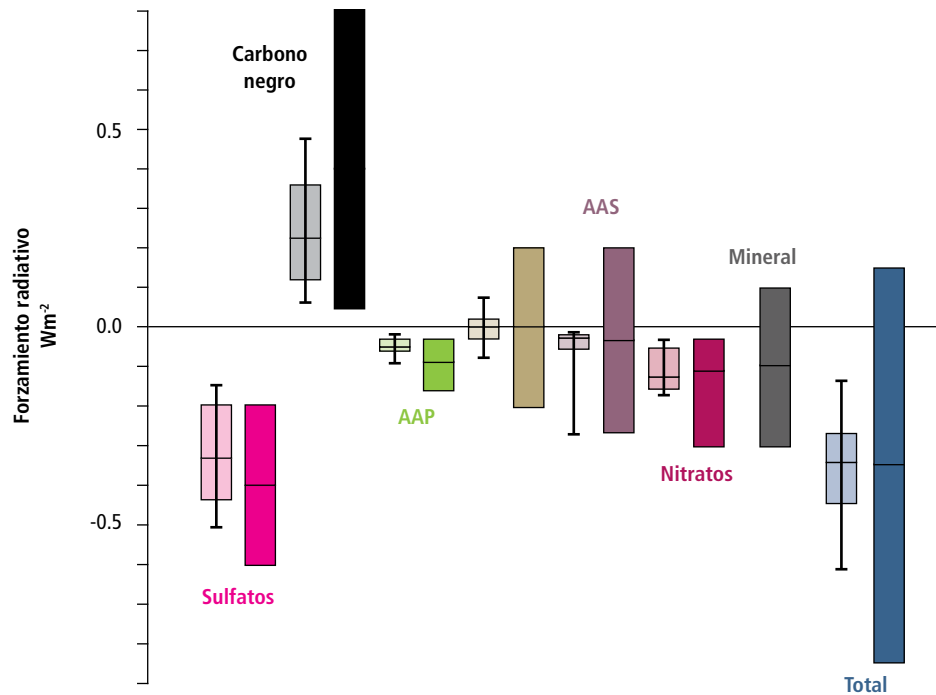
En el ámbito regional, el carbono negro altera los procesos fisicoquímicos de formación de nubes

**Figura 7.1. Distribución de las emisiones nacionales**



Fuente: Primer on Short-lived Climate Pollutants IGSD, 2013.

Figura 7.2. **Media anual del forzamiento radiativo debido a la interacción de los diferentes aerosoles, incluido el carbono negro**



AAP: Aerosol atmosférico primario; AAS: Aerosol atmosférico secundario  
Fuente: IPCC, 2013.

y, por tanto, los ciclos hídricos como las lluvias, además de los patrones de circulación que pueden incrementar los efectos destructivos de las tormentas, como sucede con los ciclones tropicales. Adicionalmente, el carbono negro se deposita sobre los cuerpos glaciares, los oscurece y así aumenta la absorción de luz solar y favorece su derretimiento, particularmente en el Ártico, próximo a zonas de explotación petrolera y otras regiones con glaciares cubiertas de nieve e impactadas por el efecto del transporte de masas de aire continental.

Con respecto a los ecosistemas, el carbono negro es considerado un contaminante que puede afectar de manera directa a las plantas, bosques y los ecosistemas en general, y reducir su productividad y los beneficios ambientales, principalmente por el efecto de la dispersión de radiación, creando condiciones no favorables para la vegetación (Maione *et al.*, 2015). Otro importante efecto negativo es que, al depositarse sobre las hojas, propicia el in-

cremento en su temperatura, lo cual daña la superficie de éstas y afecta a las plantas y árboles en general, reduciendo su productividad y la captura de dióxido de carbono.

Es relevante establecer, cuantificar y dimensionar las principales fuentes de emisión de carbono negro a través de instrumentos como los inventarios de emisiones, con la finalidad de comprender las actividades relacionadas con cada sector y el uso de tecnologías, y así promover y priorizar escenarios de mitigación del carbono negro y el diseño de políticas, con una adecuada relación de costo y beneficio. Sin embargo, las principales fuentes de emisión de carbono negro aún se encuentran en diferentes etapas de evaluación con respecto a la viabilidad técnica para la mitigación efectiva.

## 7.1 Emisiones nacionales de carbono negro, 2015

En 2015 se contabilizaron 131.56 Gg de carbono negro en el país: 6.46 Gg mas que en 2013, año en el que se publicó el primer *Informe Bienal de Actualización* (IBA, 2015).

De acuerdo con la clasificación del IPCC, los sectores, categorías y fuentes que participaron con emisiones de carbono negro en el periodo al que se refiere este documento se enlistan en la **Tabla 7.1**.

**Tabla 7.1. Sector, categoría, subcategoría y fuentes que generan emisiones de carbono negro, de acuerdo con la clasificación del IPCC**

Sector	Categoría o subcategoría	Fuente de emisión
[1] Energía	[1A] Actividades de quema de combustible	[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor
		[1A1b] Refinación de petróleo
		[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía
	[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	[1A2a] Hierro y acero
		[1A2c] Sustancias químicas
		[1A2d] Pulpa, papel e imprenta
		[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco
		[1A2g] Equipo de transporte
		[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería
		[1A2k] Construcción
	[1A3] Transporte	[1A2m] Industria no especificada
		[1A3a] Aviación civil
		[1A3b] Autotransporte
		[1A3c] Ferrocarriles
[1A4] Otros sectores	[1A3d] Navegación marítima y fluvial	
	[1A4a] Comercial / institucional	
	[1A4b] Residencial	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	[1A4c] Agropecuario / silvicultura / pesca / piscifactorías	
	[1B2c] Quema en petróleo y gas	
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra	[3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales
		[3C1b] Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo
		[3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas
[4] Residuos	[4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos	[4C2] Quema a cielo abierto de residuos sólidos



El sector [1] Energía aporta 125.97 Gg de carbono negro (95.75%) seguido por el sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, que contribuye con 4.44 Gg de carbono negro (3.38%), y el sector [4] Residuos, que tributa con 1.15 Gg de carbono negro (0.88%) (Tabla 7.2). En la Figura 7.3 se representa la contribución de cada uno de los sectores (sólo se reportan los sectores y actividades que emiten carbono negro).

La Figura 7.4 muestra la contribución de cada una de las tres subcategorías que en conjunto aportan 73% de las emisiones de carbono negro:

[1A4] Otros sectores, que contribuye con 24.4%, y que equivale a 32.16 Gg de carbono negro; [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción, con 24.1% correspondiente a 31.67 Gg de carbono negro, y [1A3] Transporte, que tributa 24.3%, asociado a 31.97 Gg de carbono negro. El 15% restante lo aportan cuatro subcategorías: [1A1] Industrias de la energía, [3C1] Emisiones de GEI por quema de biomasa, [1B2] Petróleo y gas natural, y [4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto, con contribuciones de 19.8%, 3.38%, 3.07% y 0.9%, respectivamente.

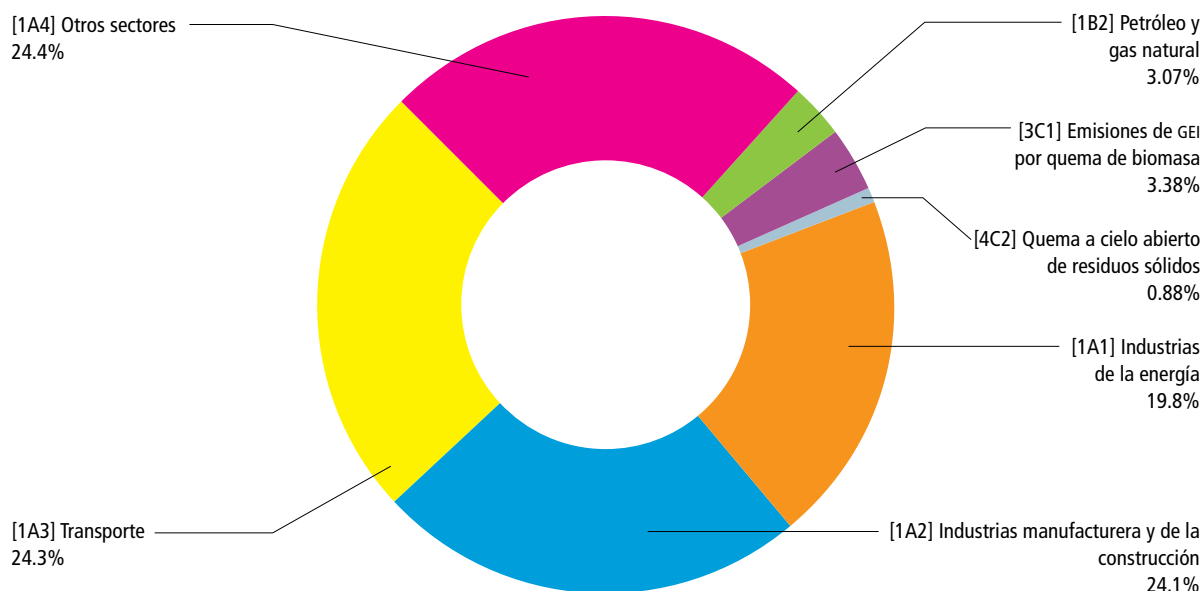
Tabla 7.2. Emisiones de carbono negro en 2015

Sector	Carbono negro Gg
[1] Energía	125.67
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	4.44
[4] Residuos	1.15
Total	131.56

Figura 7.3. Distribución de las emisiones de carbono negro por sector en 2015



Figura 7.4. Distribución de las emisiones de carbono negro por subcategoría, 2015



## 7.1.1 Tendencia histórica de las emisiones nacionales de carbono negro, 1990-2015

Como se aprecia en la **Tabla 7.3**, la mayor parte de las emisiones nacionales de carbono negro se ha generado históricamente en el sector [1] Energía, como consecuencia de la combustión de combustibles fósiles en procesos industriales y transporte. La segunda contribución corresponde al sector [3] AFOLU, por la quema de cultivos; y el menor contribuyente es el sector [4] Residuos, por la quema de los mismos en su desecho.

De 1990 a 2015, las emisiones de carbono negro han aumentado de 91.38 a 131.56 Gg, lo que representa un incremento de 43.97% y una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.47 por ciento.

La **Figura 7.5** muestra las emisiones de carbono negro, en Gg, a lo largo del periodo 1990-2015, por fuentes de emisión, según la clasificación del IPCC. Los años con los mayores volúmenes de emisiones fueron: 2008, con 145.45 Gg de carbono negro; 2013, con 136.92 Gg de carbono negro, y 1998, con 125.11 Gg de carbono negro. La TCMA se calculó mediante las **Ecuaciones 1 y 2**.

Para la subcategoría [3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales y [3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas, sólo se consideró la serie del periodo 1995-2015 (n=20) porque no hay estimaciones de 1990 a 1994.

La **Tabla 7.4** muestra la tasa de crecimiento media anual de los sectores, categorías y subcategorías de emisiones de carbono negro de 1990 a 2015. La fuente de emisión [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco tiene la mayor TCMA (22.26%), seguida por [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías que tiene una TCMA de 4.81 por ciento. Son varias las fuentes de emisión que presentaron una TCMA negativa. La fuente de emisión con la TCMA que más decreció fue [1A2m] Industria no especificada,<sup>1</sup> con una tasa negativa de 10.43 por ciento.

<sup>1</sup> Incluye Del Balance Nacional de Energía: Otras ramas económicas, fabricación de vidrio y fabricación productos de hule.

Tabla 7.3. Emisiones de carbono negro por sector, 1990 a 2015

		<b>Gg</b>									
Sectores	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1 Energía	86.73	94.74	105.57	117.06	122.47	119.69	125.68	128.37	127.55	125.97	
3 AFOLU	3.09	5.82	5.07	5.38	4.26	9.91	6.41	7.24	5.30	4.44	
4 Residuos	1.56	1.77	1.86	1.68	1.60	1.49	1.40	1.31	1.23	1.16	
<b>Total</b>	<b>91.38</b>	<b>102.33</b>	<b>112.50</b>	<b>124.12</b>	<b>128.33</b>	<b>131.09</b>	<b>133.49</b>	<b>136.92</b>	<b>134.08</b>	<b>131.56</b>	

**Ecuación 1**

$$TCMA = \left( \left( \frac{E_{A_f}}{E_{A_i}} \right)^{\frac{1}{A_f - A_i}} - 1 \right) \times 100$$

Donde:  
 TCMA = tasa de crecimiento media anual (%).  
 E<sub>Af</sub> = emisiones del año final.  
 E<sub>Ai</sub> = emisiones del año inicial.  
 A<sub>f</sub> = año final (2015).  
 A<sub>i</sub> = año inicial (1990).

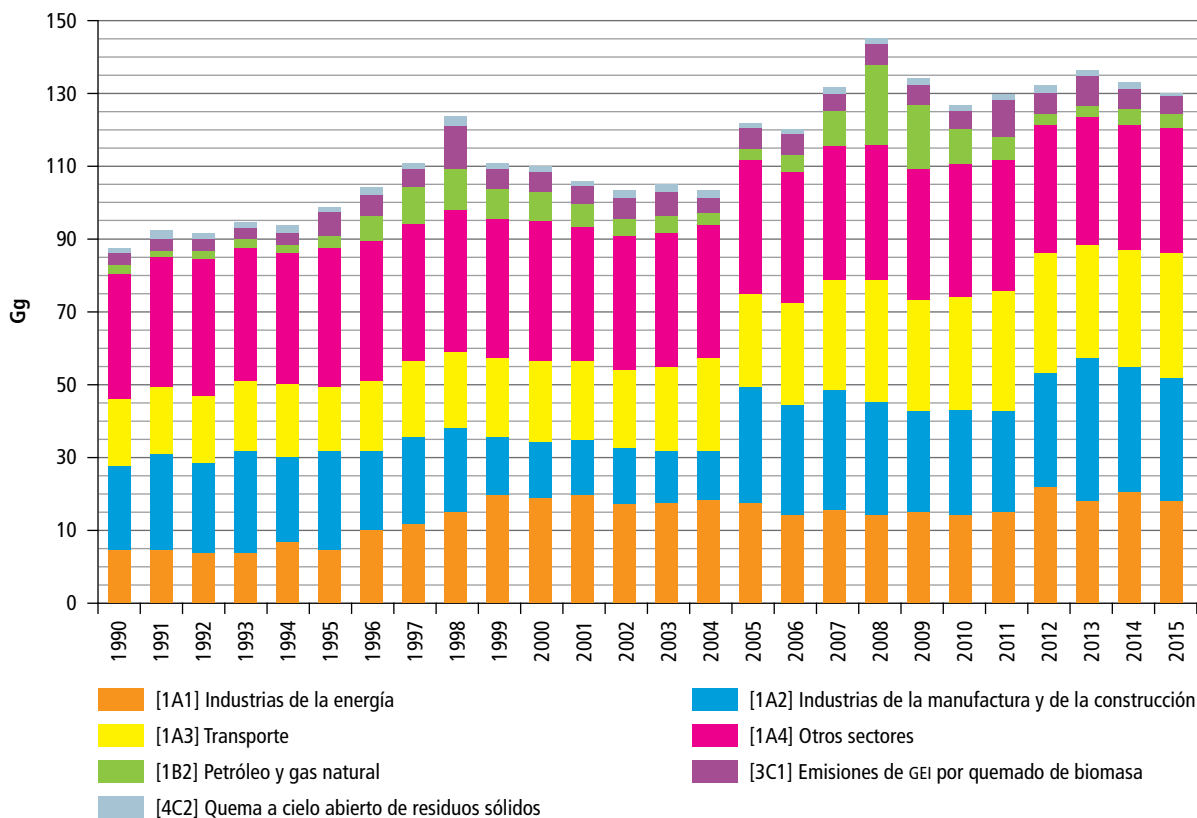
---

**Ecuación 2**

$$U = \frac{E_{A_f} - E_{A_i}}{E_{A_i}} \times 100$$

Donde:  
 TC = porcentaje de crecimiento.

Figura 7.5. Emisiones de carbono negro por fuente de emisión, 1990-2015



**Tabla 7.4. Tasa de crecimiento anual de los sectores categorías y subcategorías de emisiones de carbono negro, 1990 y 2015**

Sector / Categoría / Fuente	1990 Gg	2015 Gg	TCMA %
[1] Energía	86.73	125.97	1.50
[1A] Actividades de quema de combustible	84.90	121.92	1.46
[1A1] Industrias de la energía	13.62	26.11	2.64
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	11.12	24.93	3.28
[1A1b] Refinación de petróleo	2.19	0.87	-3.63
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0.31	0.31	0.12
[1A2] Industrias manufactura y de la construcción	21.97	31.67	1.47
[1A2a] Hierro y acero	0.12	0.02	-7.10
[1A2c] Sustancias químicas	0.19	0.03	-7.77
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	0.14	0.03	-6.10
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	0.20	30.10	22.26
[1A2g] Equipo de transporte	0.00*	0.00*	1.96
[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	0.20	0.15	-1.21
[1A2k] Construcción	0.00*	0.00*	3.90
[1A2m] Industria no especificada	21.12	1.35	-10.43
[1A3] Transporte	16.58	31.97	2.66
[1A3a] Aviación civil	0.05	0.09	2.59
[1A3b] Autotransporte	15.99	31.75	2.78
[1A3c] Ferrocarriles	0.05	0.05	0.57
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	0.50	0.08	-6.84
[1A4] Otros sectores	32.73	32.16	-0.07
[1A4a] Comercial / institucional	1.31	2.38	2.41
[1A4b] Residencial	31.33	29.49	-0.24
[1A4c] Agropecuario / silvicultura / pesca / piscifactorías	0.09	0.30	4.81
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1.83	4.05	3.23
[1B2] Petróleo y gas natural	1.83	4.05	3.23
[1B2a] Quema en petróleo y gas	1.83	4.05	3.23
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3.09	4.44	1.46
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> de la tierra	3.09	4.44	1.46
[3C1] Emisiones de GEI por quema de biomasa	3.09	4.44	1.46
[3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales	2.52	0.62	-6.75
[3C1b] Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	3.09	3.69	0.71
[3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas	0.25	0.13	-3.27
[4] Residuos	1.56	1.16	-1.19
[4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos	1.56	1.16	-1.19
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	1.56	1.16	-1.19
<b>Total</b>	<b>91.38</b>	<b>131.56</b>	<b>1.47</b>

\* Los valores de las actividades [1A2g] Equipo de transporte y [1A2k] Construcción, aparecen como 0.00 en la tabla por cifras significativas. En 2015 sus emisiones fueron de 0.0013 Gg y 0.0039 Gg, respectivamente.

## 7.2 Emisiones de carbono negro del sector [1] Energía

En el sector [1] Energía se analizan las emisiones provenientes de las actividades [1A] Quema de combustibles y [1B] Emisiones fugitivas. Únicamente emiten carbono negro las que se presentan en la **Tabla 7.5**. Para la estimación de las emisiones de carbono negro se utilizan los mismos datos de actividad que los empleados en la determinación del inventario de gases de efecto invernadero, para mayor información consultar los apartados 3 (Energía) y 6 (Residuos).

Las emisiones de carbono negro generadas por combustibles fósiles dependen de las características y el contenido de carbono de éstos, la tecnología empleada, el contenido de humedad, la fracción de carbono y la eficiencia de la combustión. Las emisiones fugitivas provienen del combustible enviado a quema en antorcha, que genera carbono negro.

### 7.2.1 Emisiones de carbono negro en el sector [1] Energía en 2015

En 2015, el sector [1] Energía fue la principal fuente nacional de carbono negro, con una contribución de 95.01% de las emisiones (106.65 Gg); (**Tabla 7.5**). Los combustibles que dieron origen a la mayor cantidad de emisiones de carbono negro fueron diésel, bagazo de caña y madera (leña).

Dentro de este sector, las actividades de quema de combustible generaron 96.79% de las emisiones y la diferencia correspondió a las emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles por la quema de combustible en antorcha en petróleo y gas. (**Figura 7.6**).

Las fuentes que contribuyeron con mayores volúmenes de emisión fueron: [1A3b] Autotransporte, que aportó 31.75 Gg de carbono negro por el consumo de diésel; [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, con 30.10 Gg de carbono negro, por la quema de bagazo en ingenios azucareros, y [1A4b] Residencial, con 29.49 Gg de carbono negro por la quema de leña en hogares. (**Figura 7.7**).

#### 7.2.1.1 [1A] Actividades de quema de combustible

En la categoría [1A] Actividades de quema de combustible, la subcategoría [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción contribuyó con 31.67 Gg (25.16%); [1A3] Transporte lo hizo con 31.97 Gg (25.38%), y [1A4] Otros sectores, con 32.16 Gg que representan 25.53% de las emisiones de carbono negro. La subcategoría [1A1] Industrias de la energía contribuyó con 26.11 Gg (20.73%). (**Figura 7.8**).

##### 7.2.1.1.1 [1A1] Industrias de la energía

En 2015, la generación de emisiones de carbono negro en la subcategoría [1A1] fue de 26.11 Gg de carbono negro, que representó 21.42% de la categoría [1A] Actividades de quema de combustible.

La distribución de las emisiones de carbono negro en las actividades de [1A1] Industria de la

Tabla 7.5. Emisiones de carbono negro en el sector [1] Energía, 2015

Gg

Categoría / subcategoría / fuentes de emisión	2015 Gg	% contribución
[1A] Actividades de quema de combustible	121.92	96.79
[1A1] Industrias de la energía	26.11	20.73
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	24.93	19.79
[1A1b] Refinación de petróleo	0.87	0.69
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0.31	0.25
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	31.68	25.15
[1A2a] Hierro y acero	0.02	0.02
[1A2c] Sustancias químicas	0.03	0.02
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	0.03	0.02
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	30.10	23.90
[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	0.15	0.12
[1A2m] Industria no especificada	1.35	1.07
[1A3] Transporte	31.97	25.38
[1A3a] Aviación civil	0.09	0.08
[1A3b] Autotransporte	31.75	25.20
[1A3c] Ferrocarriles	0.05	0.04
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	0.08	0.07
[1A4] Otros sectores	32.17	25.53
[1A4a] Comercial / institucional	2.38	1.89
[1A4b] Residencial	29.49	23.41
[1A4c] Agropecuario / silvicultura / pesca / piscifactorías	0.30	0.23
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	4.05	3.21
[1B2] Petróleo y gas natural	4.05	3.21

Figura 7.6. Distribución del sector [1] Energía por subcategorías, 2015

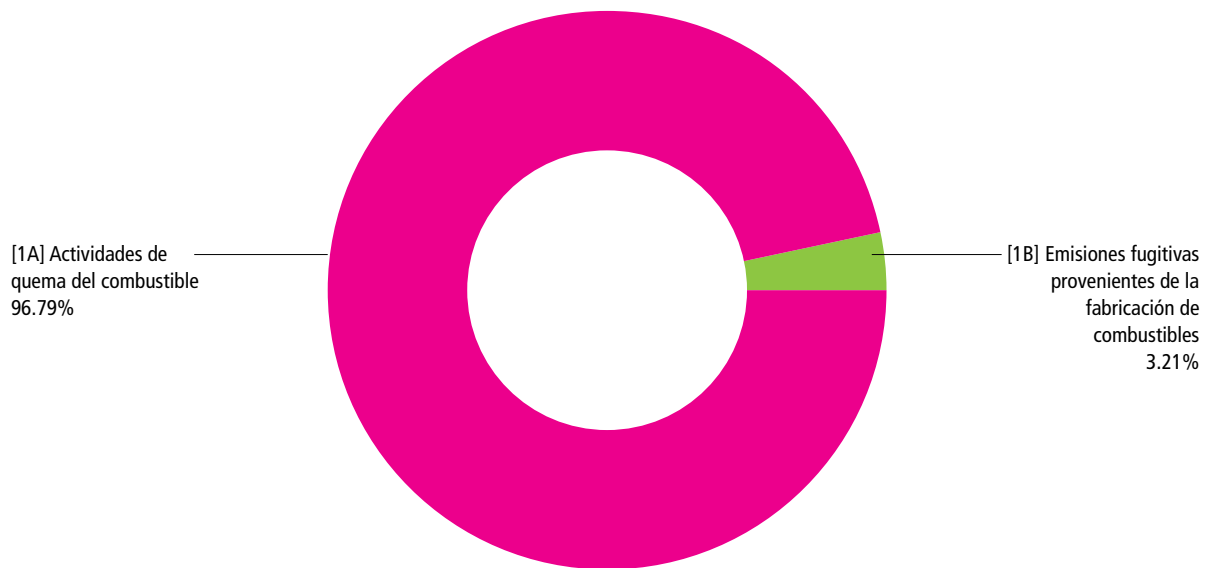


Figura 7.7. Distribución de las emisiones de carbono negro por fuentes del sector [1] Energía en 2015

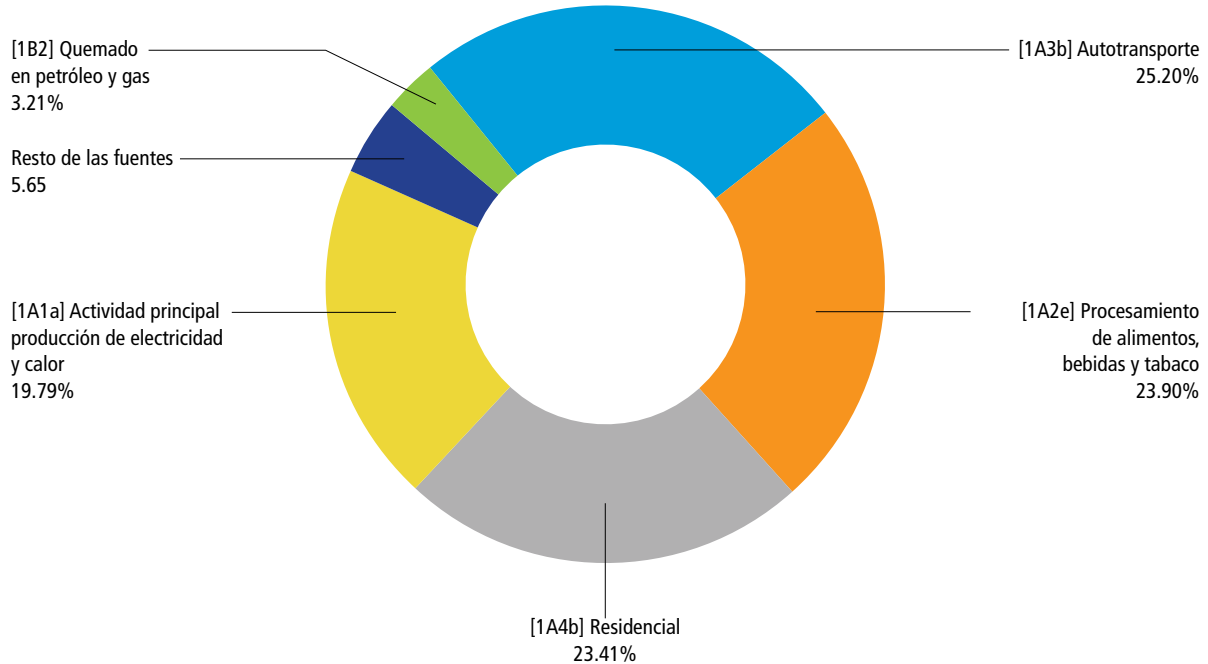
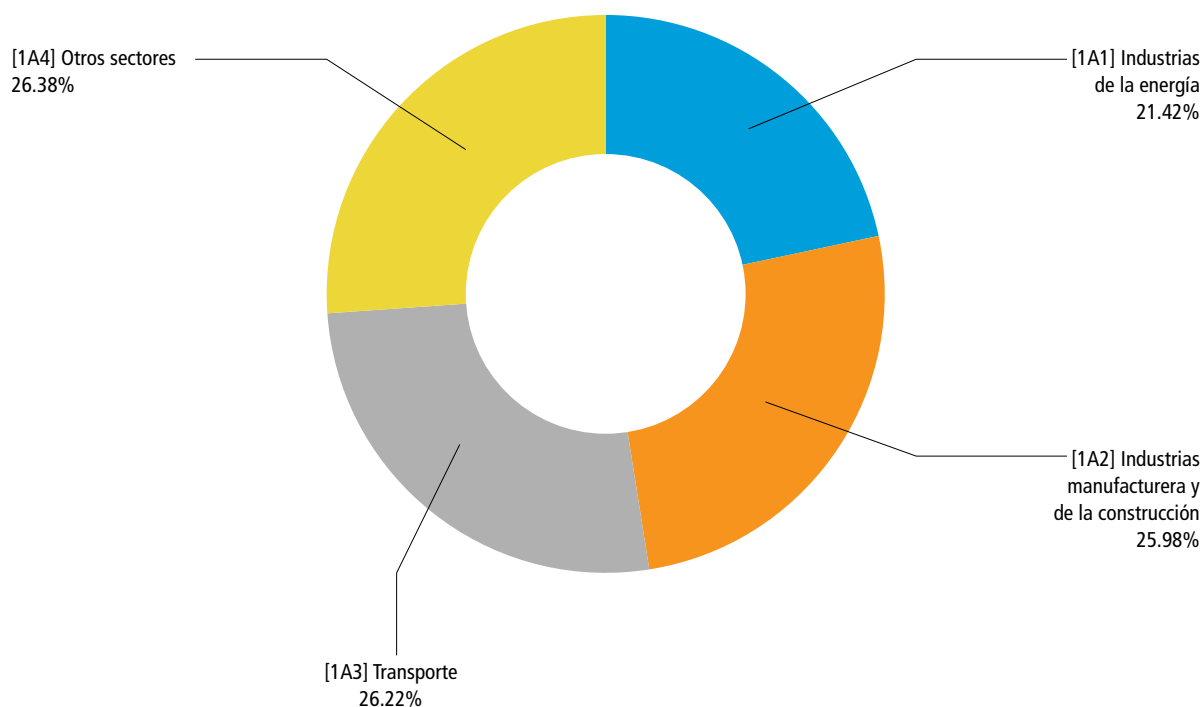


Figura 7.8. Distribución de las emisiones de carbono negro por la categoría [1A] Quema de combustible, 2015



energía en 2015 (**Figura 7.9**) muestra que la mayor parte de ellas procedió de [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor (95.47%), seguida por la fuente de emisión [1A1b] Refinación de petróleo (3.33%). El resto de las emisiones provino de [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía (1.20%).

#### 7.2.1.1.2 [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción

En 2015, las emisiones de carbono negro en esta subcategoría alcanzaron 31.67 Gg, equivalentes a 31% de las de la categoría [1A] Actividades de quema de combustible.

Del total de emisiones de [1A2], 95.06% se originó en [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, debido a la utilización de bagazo para la generación de electricidad en la industria azucarera (**Figura 7.10**). Las fuentes de emisión [1A2a] Industrias del hierro y acero, [1A2c] Sustancias químicas, [1A2d] Pulpa, papel e imprenta,

[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y [1A2m] Industria no especificada contribuyeron, en conjunto, con 1.57 Gg de carbono negro; es decir, 5% (**Tabla 7.5**).

#### 7.2.1.1.3 [1A3] Transporte

El consumo de combustibles en la subcategoría [1A3] Transporte contribuyó con 31.97 Gg de carbono negro en 2015. La mayor aportación (**Figura 7.11**) corresponde a la fuente de emisión [1A3b] Autotransporte, que contribuyó con 99.30% de las emisiones. Las fuentes [1A3a] Aviación civil, [1A3c] Ferrocarriles y [1A3d] Navegación marítima y fluvial sólo contribuyeron con 0.23 Gg de carbono negro (0.70%).

#### 7.2.1.1.4 [1A4] Otros sectores

En 2015, la aportación a las emisiones nacionales de la subcategoría [1A4] Otros sectores fue de 32.16 Gg de carbono negro; en particular, la fuente de emisión [1A4b] Residencial contribuyó con



Figura 7.9. Distribución de las emisiones de carbono negro por la quema de combustible de las [1A1] Industrias de la energía, 2015

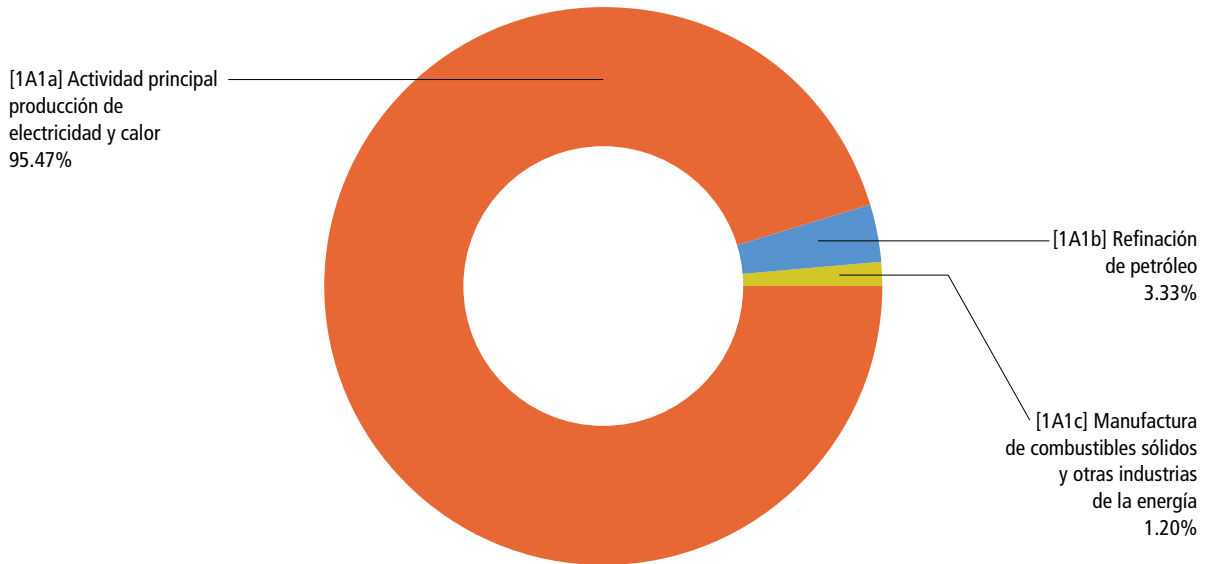
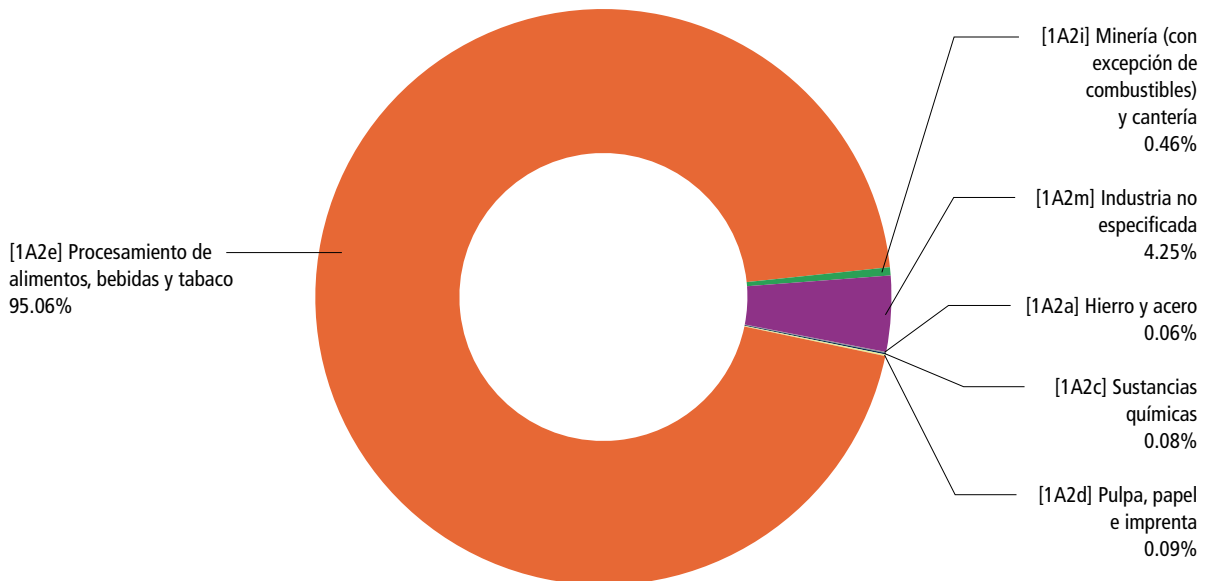
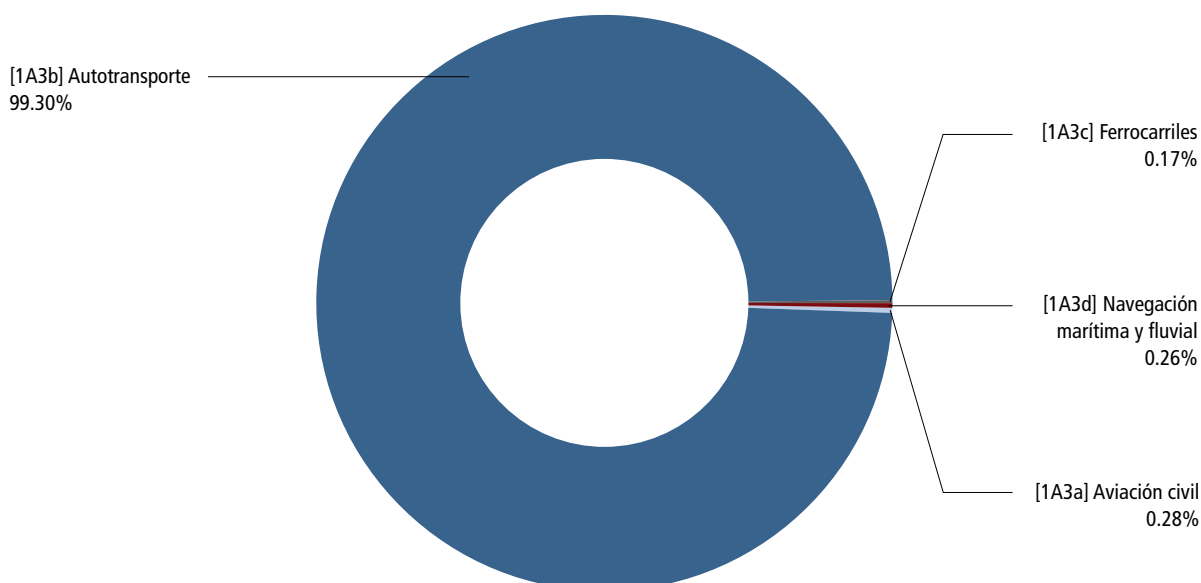


Figura 7.10. Distribución de las emisiones de carbono negro por la quema de combustibles en [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción, 2015



La mayor parte de las emisiones se debió a la quema de bagazo en los ingenios azucareros.

Figura 7.11. **Distribución de las emisiones de carbono negro por fuente de la subcategoría [1A3] Transporte, 2015**



91.69% (29.49 Gg), producto de la quema de leña para cocinar, principalmente en las zonas rurales. El 7.39% de las emisiones provienen de la fuente [1A4a] Comercial e institucional, con 2.38 Gg. El 0.92% restante (0.30 Gg) provino de la fuente [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías. (Figura 7.12).

### 7.2.1.2. [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

Las emisiones de esta categoría durante 2015 ascendieron a 4.04 Gg de carbono negro, cantidad que corresponde a 3.79% del total de emisiones generadas en el sector [1] Energía (Figura 7.6). Las emisiones fugitivas se debieron únicamente a la subcategoría [1B2] Petróleo y gas natural, por la quema de gases residuales en antorcha (*gas flaring*, en inglés).

## 7.2.2 Tendencia histórica de emisiones de carbono negro, sector [1] Energía, 1990-2015

La Tabla 7.6 relaciona las emisiones nacionales de carbono negro (Gg) del sector [1] Energía a lo largo del tiempo. En 1990 se emitieron 86.73 Gg de carbono negro, mientras que en 2015 fueron 125.97Gg de lo que representa un incremento de 39.24 Gg de (45.3% entre los extremos), con una TCMA de 1.50 por ciento.

El año con más emisiones de carbono negro fue 2008, con 138.61 Gg (Figura 7.13), porque las emisiones fugitivas provenientes de la quema de gases residuales en antorcha tuvieron un incremento significativo.

Figura 7.12. Distribución de las aportaciones por [1A4] Otros sectores, 2015

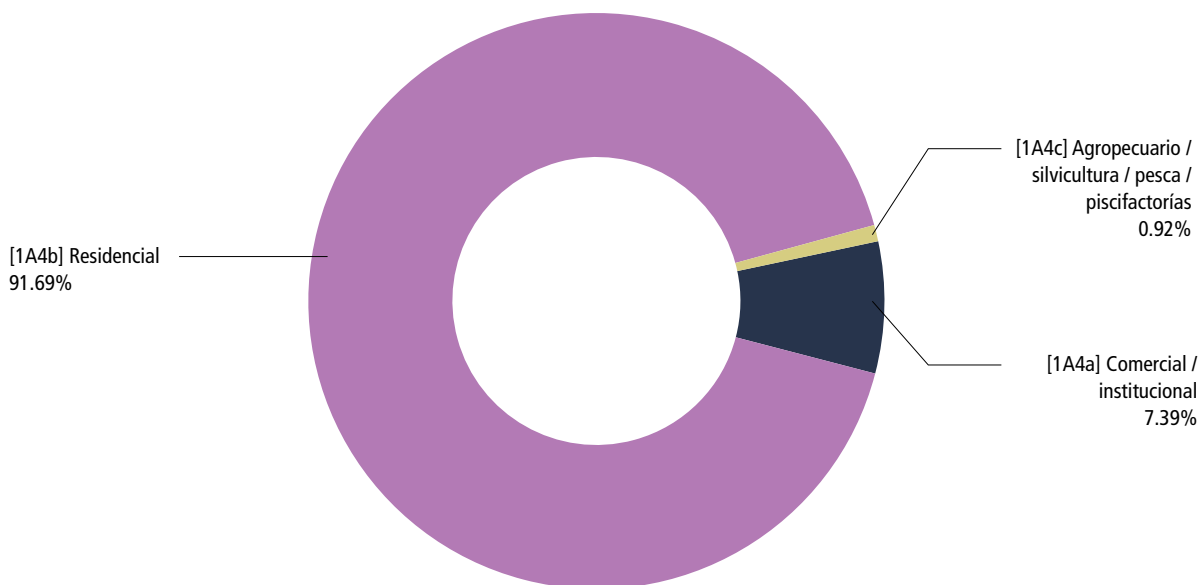


Figura 7.13. Comportamiento de las emisiones de carbono negro del sector [1] Energía, 1990-2015

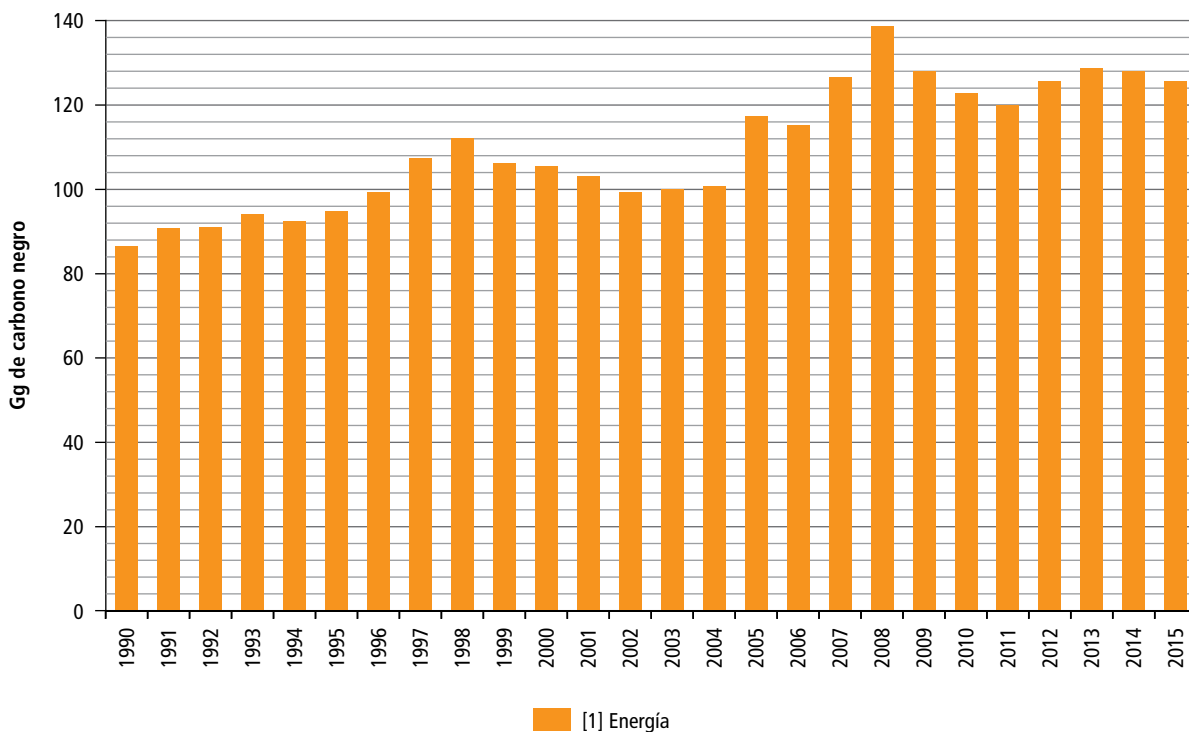


Tabla 7.6. Emisiones nacionales de carbono negro en el sector [1] Energía por categoría y fuente, 1990-2015

Gg

[1] Energía	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA	Diferencia 1990-2015
[1A] Actividades de quema de combustible	84.90	91.28	98.28	113.71	112.93	113.88	123.05	125.19	122.96	121.92	1.46	37.02
[1A1] Industrias de la energía	13.62	13.84	26.78	25.58	22.16	23.19	29.74	26.24	28.32	26.11	2.64	12.49
[1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor	11.12	11.86	25.32	24.00	20.57	21.52	28.30	24.72	26.78	24.93	3.28	13.81
[1A1b] Refinación de petróleo	2.19	1.73	1.22	1.32	1.28	1.38	1.11	1.19	1.20	0.87	-3.63	-1.32
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0.31	0.25	0.23	0.27	0.31	0.29	0.33	0.33	0.34	0.31	0.12	0.01
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	21.97	25.15	14.60	29.87	27.27	26.40	29.52	36.44	32.63	31.68	1.47	9.70
[1A2a] Hierro y acero	0.12	0.09	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	-7.10	-0.10
[1A2c] Sustancias químicas	0.19	0.20	0.19	0.09	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	-7.77	-0.17
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	0.14	0.04	0.07	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	-6.10	-0.11
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	0.20	0.18	13.12	28.69	25.09	25.50	26.80	34.89	30.71	30.10	22.26	29.91
[1A2j] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	0.20	0.19	0.17	0.13	0.09	0.09	0.11	0.12	0.13	0.15	-1.21	-0.05
[1A2m] Industria no especificada	21.12	24.45	0.97	0.84	1.98	0.71	2.51	1.35	1.74	1.35	-10.43	-19.77
[1A3] Transporte	16.59	16.90	20.68	24.27	29.33	30.63	30.47	29.94	29.61	31.97	2.66	15.39
[1A3a] Aviación civil	0.05	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	2.59	0.04
[1A3b] Autotransporte	15.99	16.72	20.33	24.03	29.13	30.41	30.29	29.77	29.42	31.75	2.78	15.76
[1A3c] Ferrocarriles	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.57	0.01
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	0.50	0.07	0.23	0.13	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.08	-6.84	-0.41
[1A4] Otros sectores	32.73	35.40	36.20	34.01	34.15	33.67	33.33	32.57	32.40	32.17	-0.07	-0.57
[1A4a] Comercial / institucional	1.31	1.94	2.38	2.28	2.37	2.42	2.45	2.45	2.38	2.38	2.41	1.07
[1A4b] Residencial	31.33	33.38	33.50	31.37	31.47	30.92	30.59	29.83	29.73	29.49	-0.24	-1.84
[1A4c] Agropecuario / silvicultura / pesca / piscifactorías	0.09	0.08	0.32	0.36	0.31	0.33	0.29	0.29	0.29	0.30	4.81	0.20
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	1.83	3.45	7.29	3.35	9.54	5.81	2.63	3.18	4.60	4.05	3.23	2.22
[1B2] Petróleo y gas natural	1.83	3.45	7.29	3.35	9.54	5.81	2.63	3.18	4.60	4.05	3.23	2.22
[1B2a] Quema en petróleo y gas	1.83	3.45	7.29	3.35	9.54	5.81	2.63	3.18	4.60	4.05	3.23	2.22
Total de emisiones de carbono negro (Gg) sector [1] Energía	86.74	94.74	105.57	117.06	122.47	119.69	125.68	128.37	127.55	125.97	1.50	39.24

### 7.2.2.1 Tendencia histórica del carbono negro por [1A] Actividades de quema de combustible

En la **Figura 7.14** se representa la contribución de los subsectores de esta categoría en el lapso 1990-2015. En el gráfico se aprecia que los valores de cada uno y la proporción global se mantuvieron dentro de un rango prácticamente constante.

El año con mayor cantidad de emisiones fue 2013, cuando se alcanzaron 125.19 Gg de carbono negro. En segundo lugar, 2012 con 123.05 Gg y en tercero, 2014, con 122.96 Gg. Esto se debió principalmente a la contribución de la subcategoría [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción.

#### 7.2.2.1.1 Tendencia histórica del carbono negro por [1A1] Industrias de la energía

En 1990, la subcategoría [1A1] Industrias de la energía contribuyó con 13.62 Gg de carbono negro. A lo largo de 25 años, con una TCMA de 2.64%, las emisiones aumentaron a 26.11 Gg de carbono negro (**Tabla 7.4**); es decir, entre los extremos, 92 por ciento. Las proporciones de las fuentes se han mantenido sin gran variación a lo largo de ese tiempo. (**Figura 7.15**).

#### Tendencia histórica del carbono negro por [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor

En 1990, este subsector generó 11.12 Gg de carbono negro, y en 2015, generó 24.93 Gg. La TCMA,

Figura 7.14. Comportamiento de las fuentes que contribuyeron a las emisiones nacionales de carbono negro, por [1A] Actividades de quema de combustible, 1990-2015

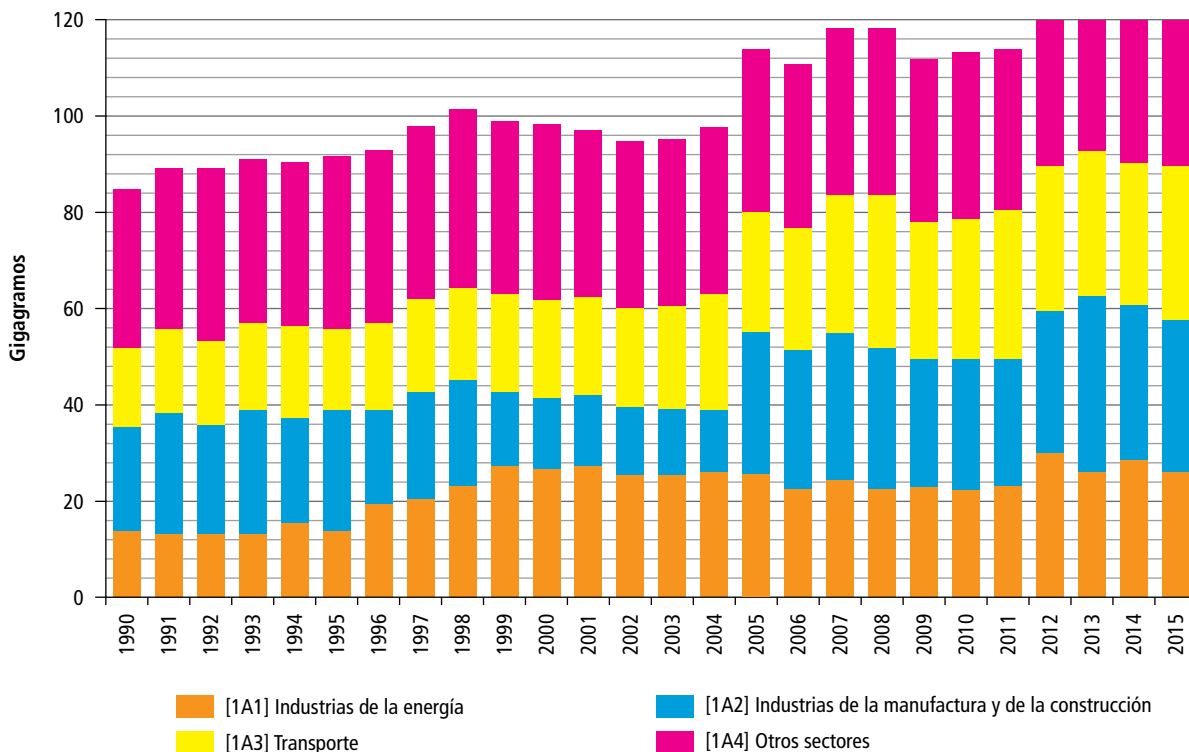
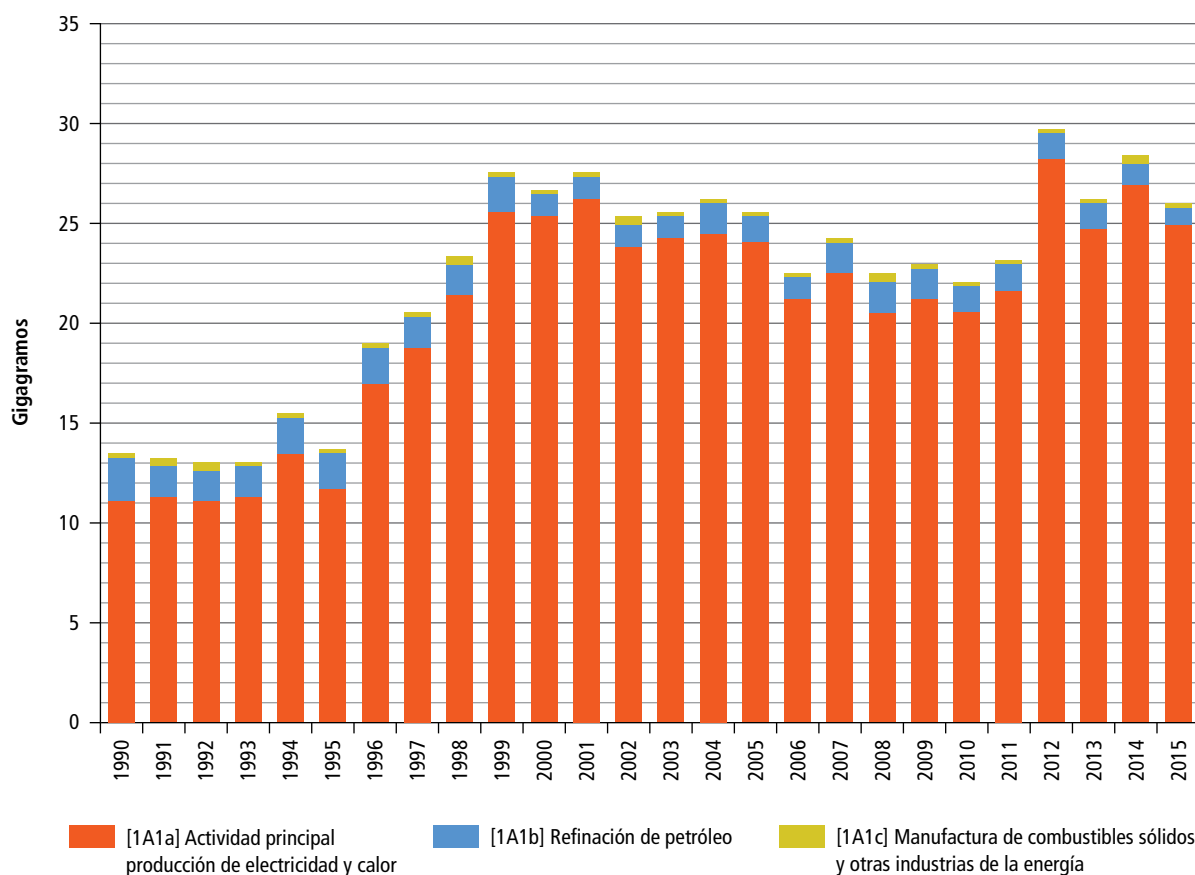


Figura 7.15. **Distribución de las fuentes que contribuyen a las emisiones de carbono negro con respecto a la subcategoría [1A1] Industrias de la energía, 1990-2015**



fue de 3.28% (Tabla 7.4). El año en el que hubo mayor cantidad de emisiones de carbono negro en esta fuente de emisión fue 2012, con 28.30 Gg. (Figura 7.16).

#### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A1b] Refinación de petróleo**

Las emisiones de carbono negro procedentes de la quema del combustible en la refinación de petróleo (Tabla 7.4) disminuyeron 60% al pasar de 2.19 Gg en 1990 a 0.87 Gg en 2015, la TCMA negativa fue de 3.63 por ciento.

En la Figura 7.17 se presenta la evolución histórica de las emisiones de carbono negro en esta fuente de emisión. En 1990 se generó la mayor cantidad de emisiones (2.19 Gg).

#### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía**

Las emisiones de carbono negro (Figura 7.18) por esta fuente de emisión tanto en 1990 como en 2015 fueron de 0.31 Gg con una TCMA de 0.11% (Tabla 7.4). Los valores máximos de emisión se dieron en 1991 y 1992 (0.35 Gg de carbono negro).

#### **7.2.2.1.2 Tendencia histórica de carbono negro por [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción**

Las emisiones de carbono negro en esta categoría se incrementaron de 21.97 Gg a 31.68 Gg entre 1990 y 2015 con una TCMA de 1.47% (Tabla 7.7).

La principal contribución a estas emisiones entre 1990 y 1999 fue de la de [1A2m] Industria no

Figura 7.16. Emisiones de carbono negro por [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor, 1990-2015

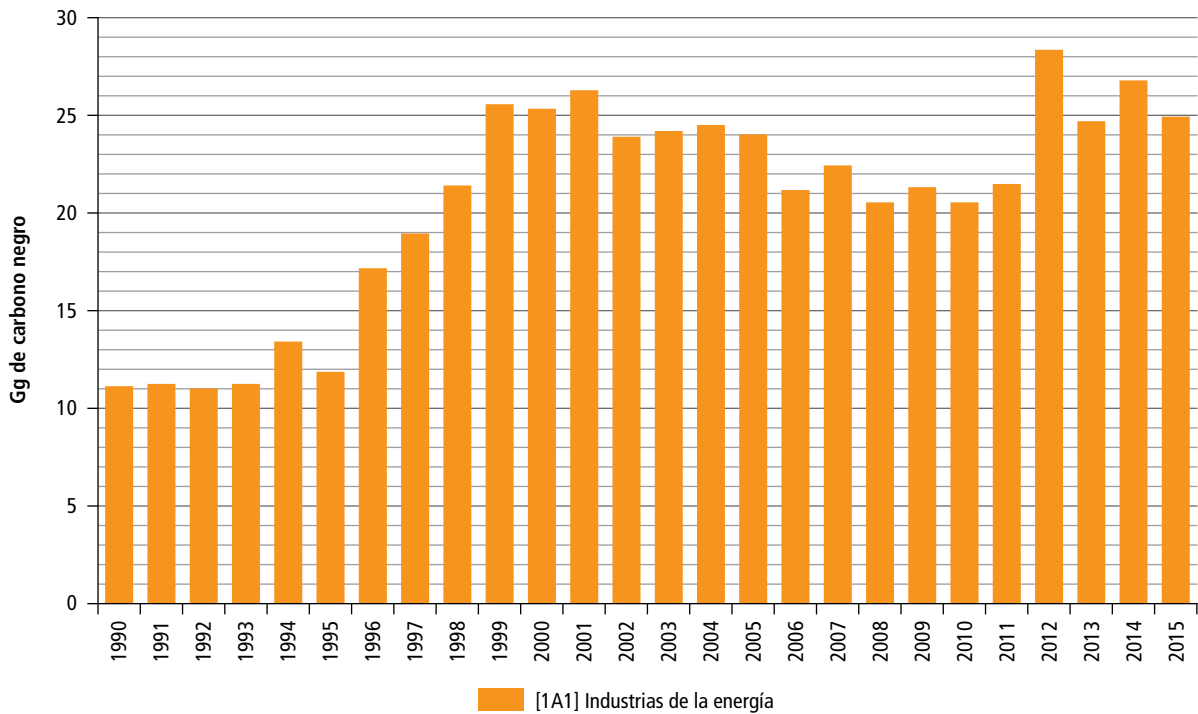


Figura 7.17. Evolución anual de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A1b] Refinación de petróleo, 1990-2015 (Gg)

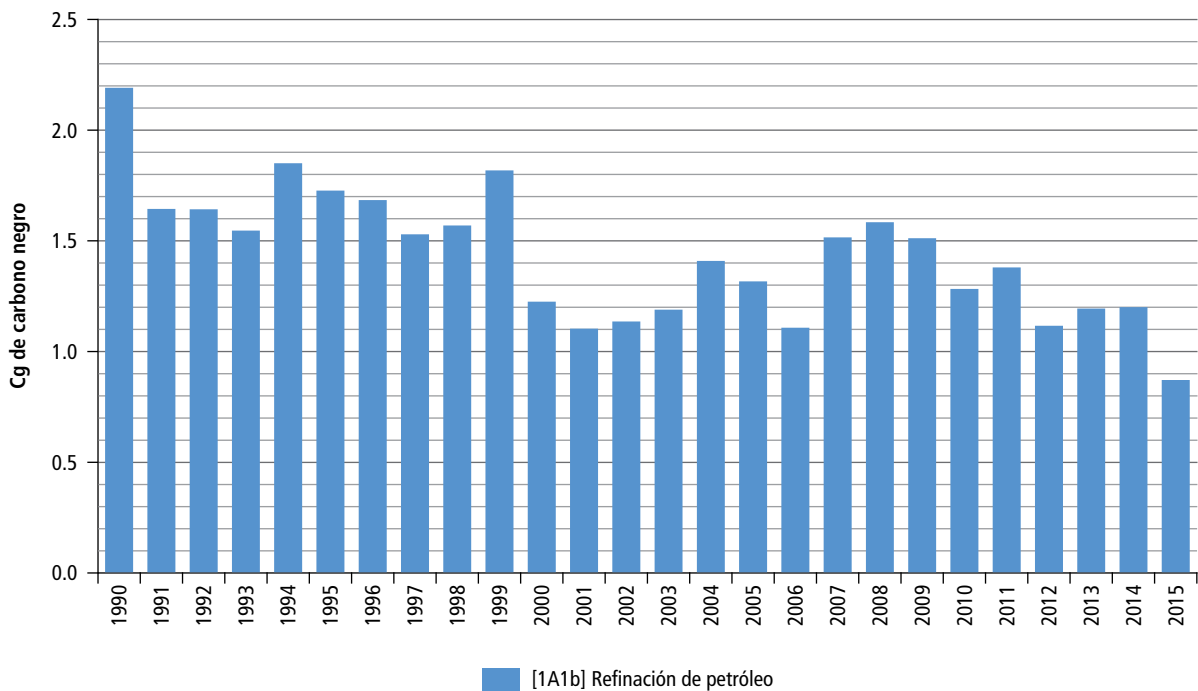


Figura 7.18. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía, 1990-2015

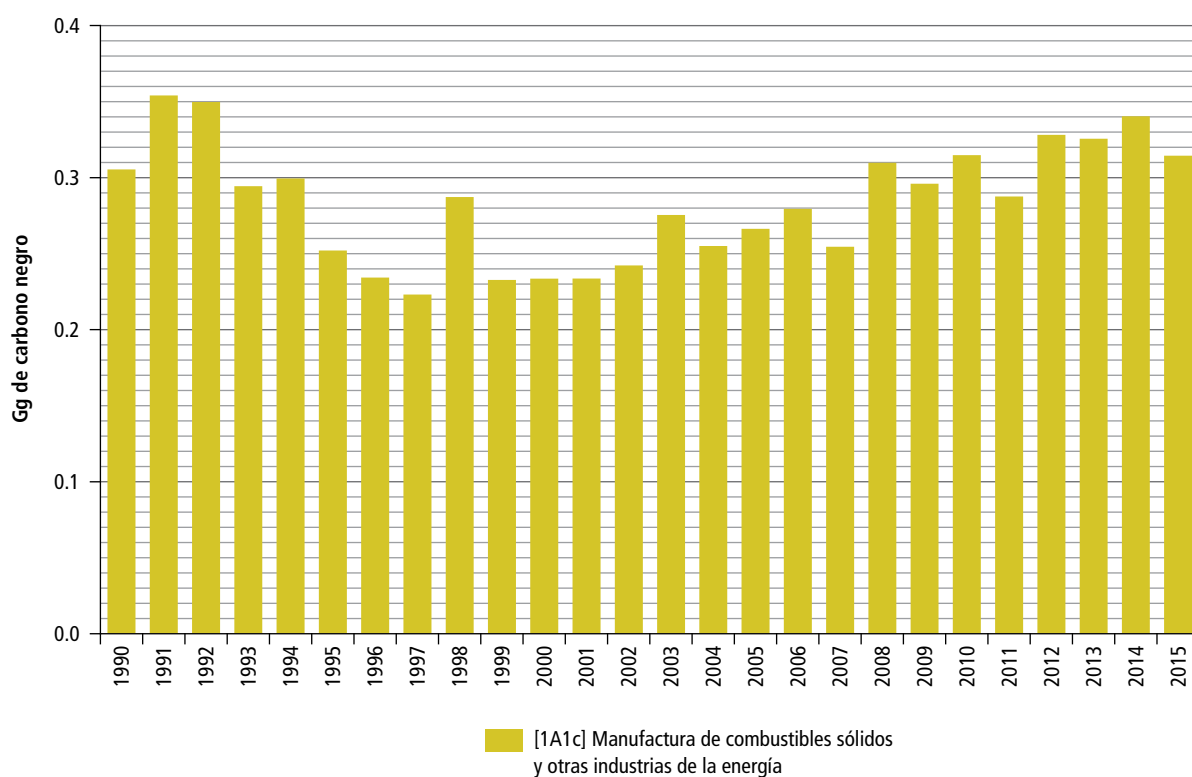


Tabla 7.7. Emisiones de carbono negro en la actividad [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción 1990-2015

		Gg											
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA	1990-2015	
[1A2a] Hierro y acero	0.12	0.09	0.08	0.05	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	-7.10	-0.10	
[1A2c] Sustancias químicas	0.19	0.20	0.19	0.09	0.04	0.04	0.04	0.03	0.02	0.03	-7.77	-0.17	
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	0.14	0.04	0.07	0.07	0.04	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03	-6.10	-0.11	
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	0.20	0.18	13.12	28.69	25.09	25.50	26.80	34.89	30.71	30.10	22.26	29.91	
[1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería	0.20	0.19	0.17	0.13	0.09	0.09	0.11	0.12	0.13	0.15	-1.21	-0.05	
[1A2m] Industria no especificada	21.12	24.45	0.97	0.84	1.98	0.71	2.51	1.35	1.74	1.35	-10.43	-19.77	
<b>Total</b>	<b>21.97</b>	<b>25.15</b>	<b>14.60</b>	<b>29.87</b>	<b>27.27</b>	<b>26.40</b>	<b>29.52</b>	<b>36.44</b>	<b>32.63</b>	<b>31.68</b>	<b>1.47</b>	<b>9.70</b>	



especificada (Figura 7.19). Entre 2000 y 2015, la principal contribución fue de [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, por la quema de bagazo de caña. Este cambio notorio se debe a que, a partir del año 2000, en el Balance Nacional de Energía, la SENER comenzó a reportar la quema del bagazo de caña, como actividad de la subcategoría [1A2e], la cual se encontraba reportada en la subcategoría [1A2m].

**Tendencia histórica de carbono negro por [1A2a] Industria del hierro y acero**

En 1990 la generación de carbono negro en por la quema de combustibles en la [1A2a] Industria del hierro y del acero fue de 0.12 Gg de carbono negro; en 2015 se presentó una reducción significativa

(0.02 Gg de carbono negro), la TCMA, negativa, fue de 6.92% (Tabla 7.4).

En el primer año de la serie histórica se presenta un pico de generación de 0.12 Gg. (Figura 7.20).

**Tendencia histórica de carbono negro por la [1A2c] Industria de sustancias químicas**

En 1990 las emisiones de carbono negro por la quema de combustibles en la [1A2c] industria de sustancias químicas fueron de 0.19 Gg; en 2015 se estimaron en 0.03 Gg lo que representó una reducción de 0.16 Gg. La TCMA negativa fue de 7.12% (Tabla 7.4).

La Figura 7.21 muestra la evolución de las emisiones de carbono negro en esta subcategoría. Los años en que se generaron más emisiones fueron 1997 y 1998, 0.24 Gg de carbono negro.

Figura 7.19. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción, 1990-2015

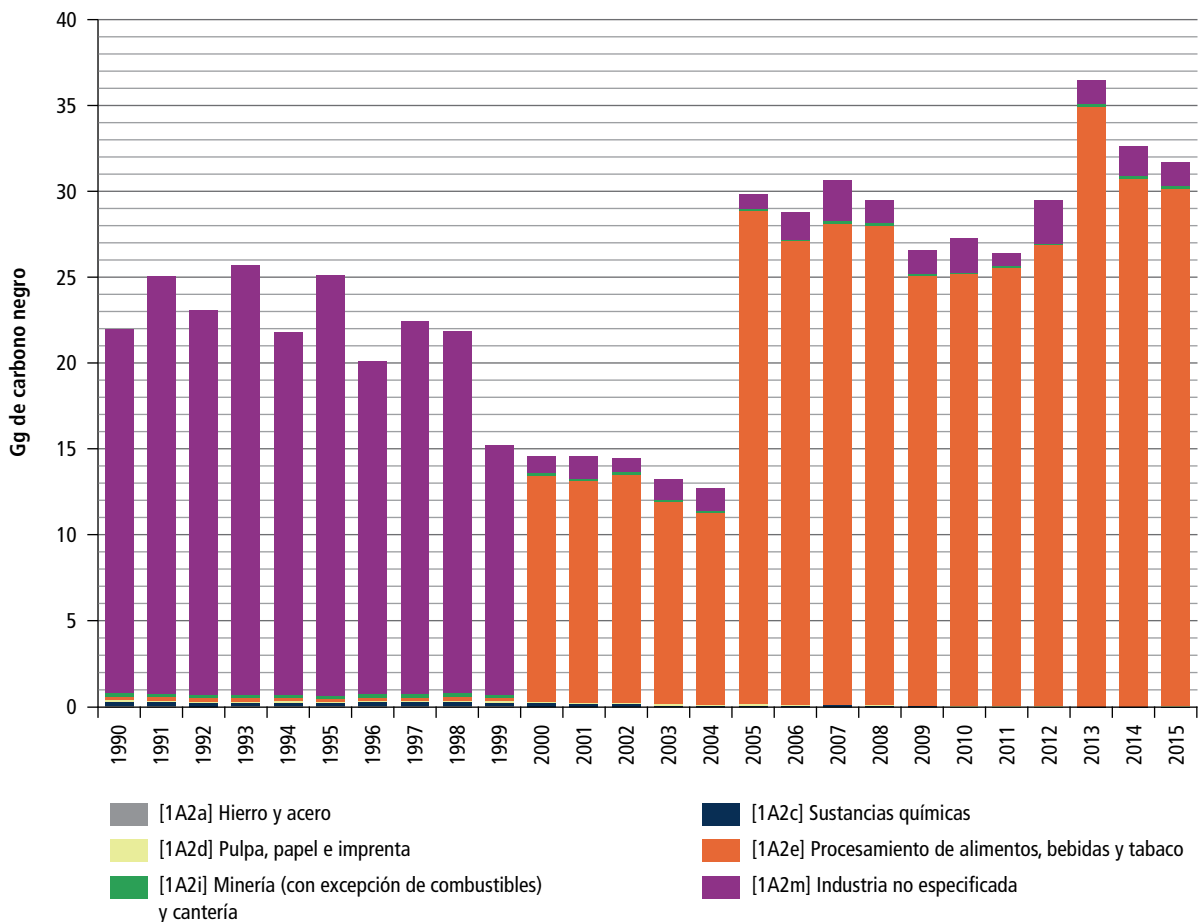


Figura 7.20. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A2a] Industria del hierro y el acero, 1990-2015

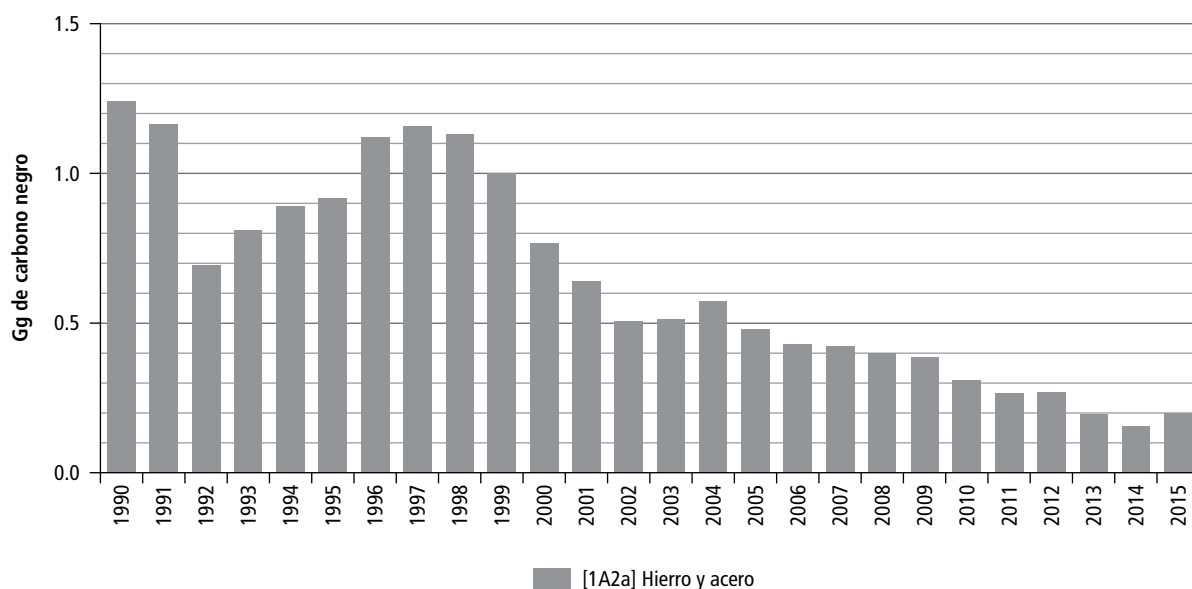
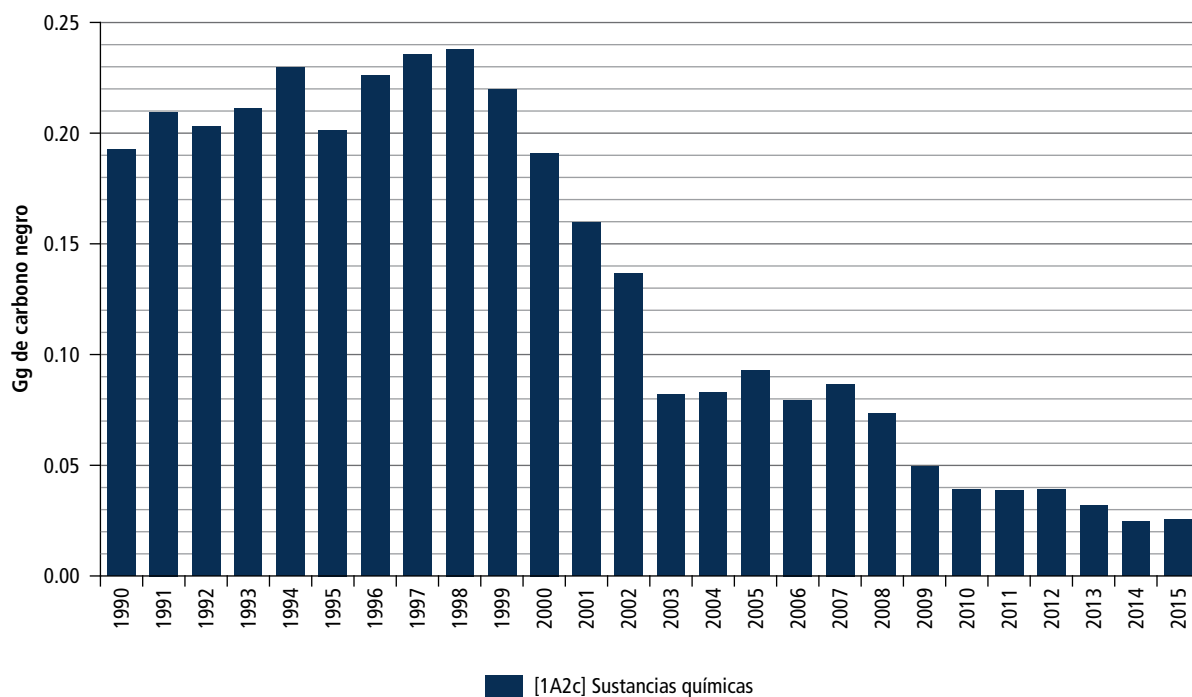


Figura 7.21. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2c] Industria de sustancias químicas, 1990-2015



### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A2d] Industria de pulpa, papel e imprenta**

Las emisiones de carbono negro por la quema de combustibles fósiles en la [1A2d] Industria de la pulpa, papel e imprenta en 1990 fueron de 0.14 Gg y en 2015, de 0.03 Gg. Esto representa un decremento con una TCMA negativa de 5.98% (Tabla 7.4); la reducción fue de 0.11 Gg de carbono negro.

La Figura 7.22 muestra que 1990 fue el año en el que más emisiones de carbono negro se generaron, 0.14 Gg el mínimo ocurrió en 2014 y fue de 0.01 Gg.

### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco**

De 1990 a 1999, las emisiones de carbono negro por la quema de combustible por [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco fueron del orden de 0.19 Gg; entre 2000 y 2015, el promedio fue de 23.24 Gg con un máximo de 34.89 Gg en 2013 (Figura 7.23). En 1990, la generación de carbono negro fue de 0.20 Gg mientras que en 2015 fue de 30.10 Gg; la TCMA fue de 22.21% y el incremento fue de 29.90 Gg (Tabla 7.4).

### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A2i] Industria de la minería (con excepción de combustibles) y cantería**

En 1990, las emisiones generadas en esta actividad fueron de 0.20 Gg en 2015, 0.15 Gg. El decremento de 0.05 Gg de carbono negro se dio con TCMA negativa de 1.14% (Tabla 7.4).

En la Figura 7.24 se distinguen los años con mayores emisiones: 1992, 1993, 1994 y 1998, con 0.22 Gg.

### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A2m] Industria no especificada<sup>2</sup>**

En este subsector se generaron 21.12 Gg de carbono negro durante 1990, y 1.35 Gg en 2015. La diferencia, 19.77 Gg de carbono negro, se asoció con una TCMA negativa de 10.42% (Tabla 7.4).

En la Figura 7.25 se aprecia que el año con mayores emisiones de carbono negro fue 1993 (24.94 Gg), y el mínimo se registró en 2011 (0.71 Gg).

<sup>2</sup> Incluye, del Balance Nacional de Energía, "Otras ramas económicas, fabricación de vidrio y fabricación productos de hule".

Figura 7.22. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2d] Industria de pulpa, papel e imprenta, 1990-2015

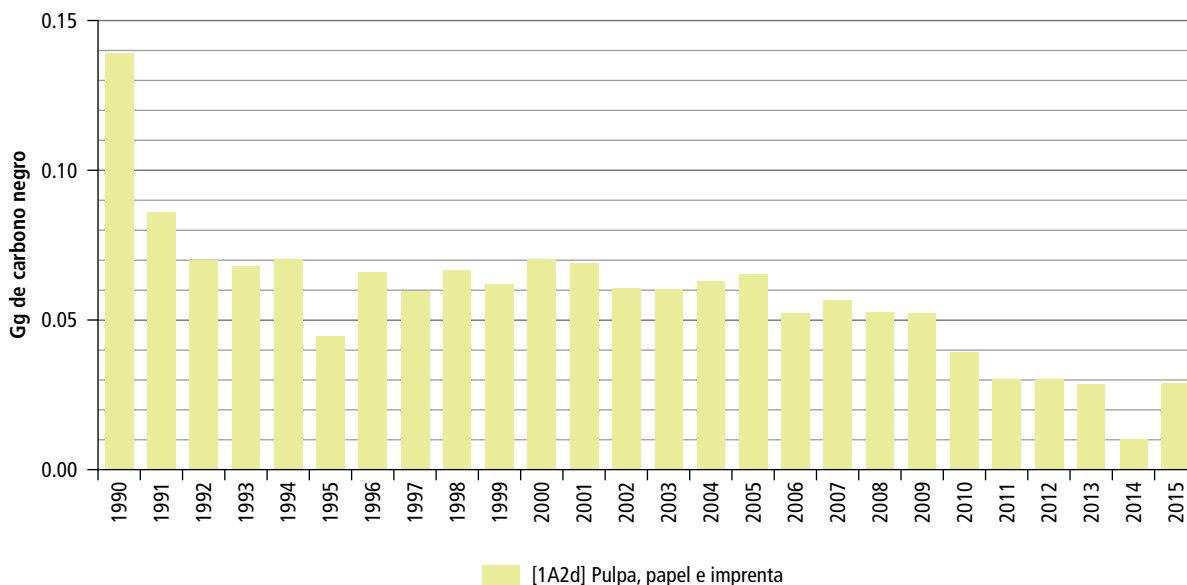


Figura 7.23. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, 1990-2015

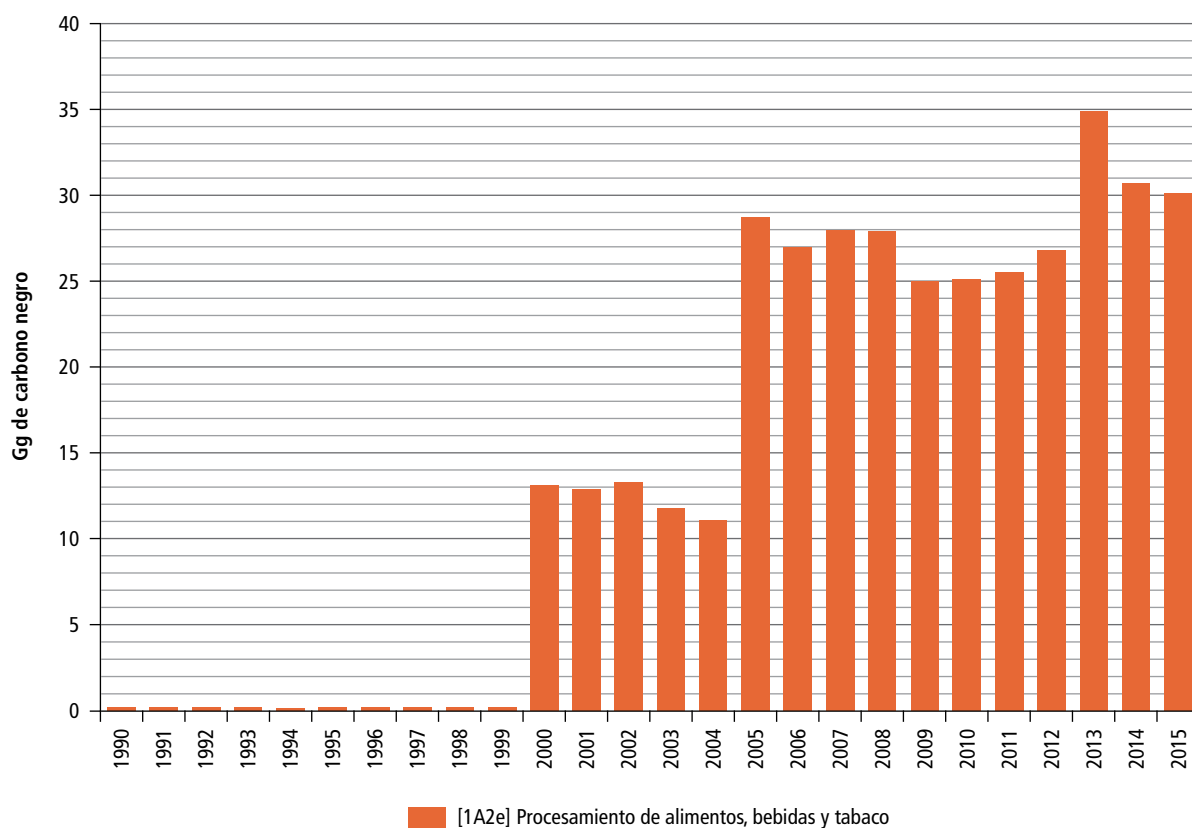


Figura 7.24. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2i] Minería (con excepción de combustibles) y cantería, 1990-2015

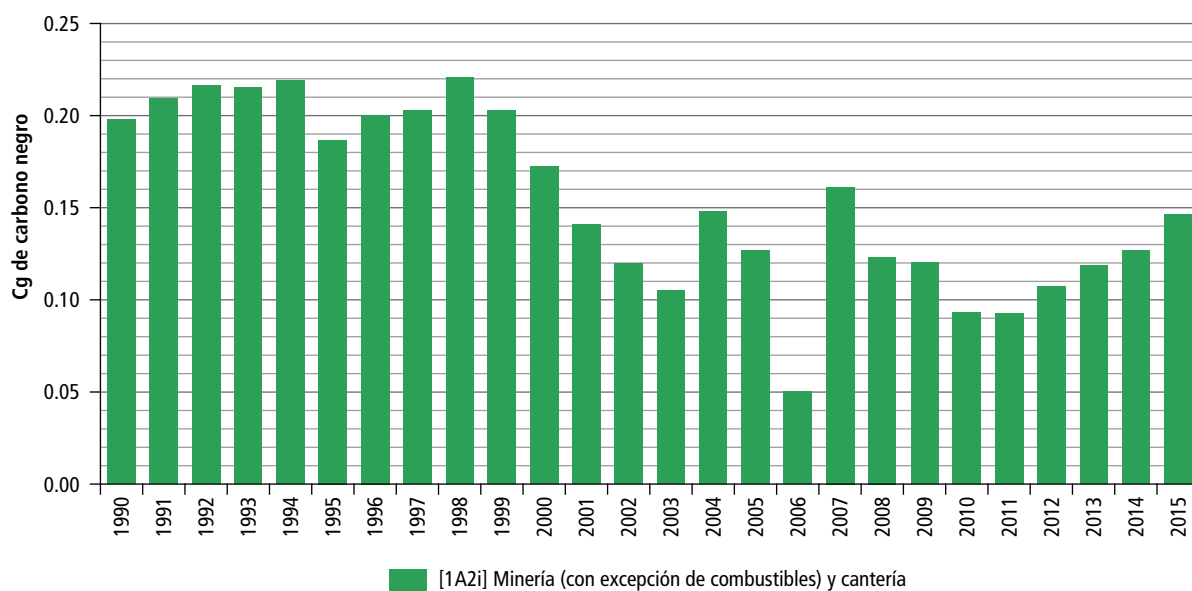
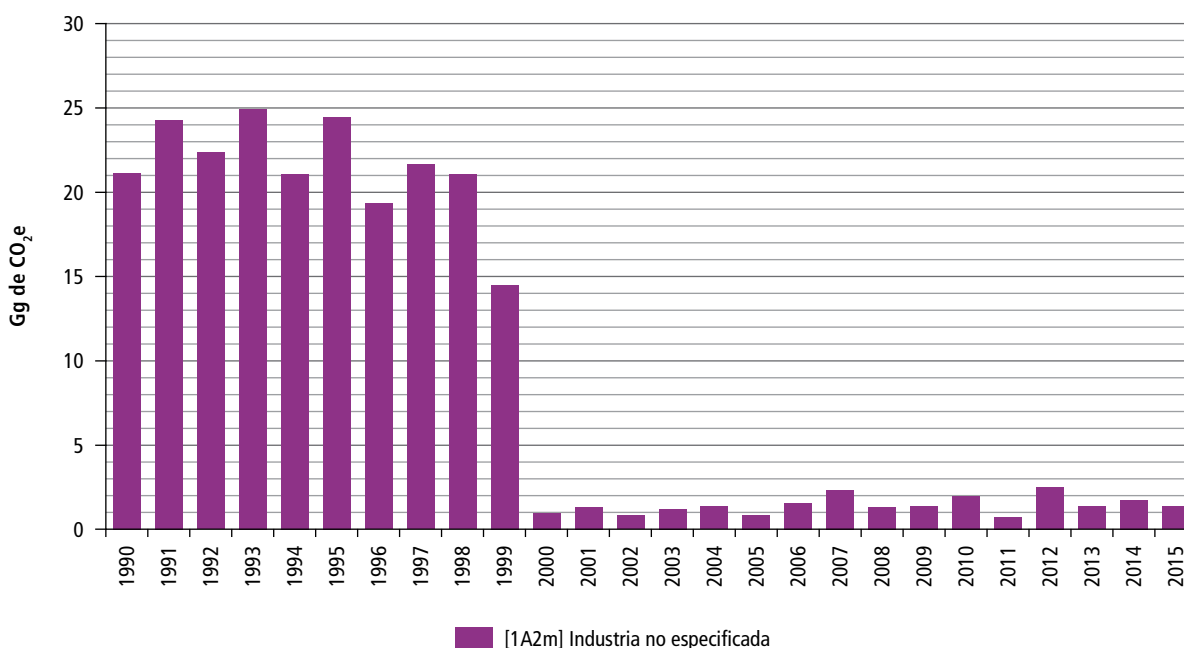


Figura 7.25. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2m] Industria no especificada, 1990-2015



### 7.2.2.1.3 Tendencia histórica de carbono negro por [1A3] Transporte

La subcategoría [1A3] Transporte está conformada por cuatro fuentes de emisión de CN: [1A3a] Aviación civil, [1A3b] Autotransporte, [1A3c] Ferrocarriles y [1A3d] Navegación marítima y fluvial. En conjunto, generaron 16.58 Gg de carbono negro durante 1990, valor que se duplicó en 2015 (31.97 Gg). La TCMA fue de 2.66% y el incremento fue de 15.39 Gg de carbono negro (Tabla 7.8).

La Figura 7.26 muestra la evolución de las emisiones de carbono negro de la subcategoría [1A3] Transporte según fuente de actividad. Los años con mayor cantidad de emisiones fueron 2015 y 2008, cuando alcanzaron 31.97 Gg y 31.59 Gg respectivamente. La fuente que más contribuyó fue [1A3b] Autotransporte.

### 7.2.2.1.4 Tendencia histórica de carbono negro por [1A3a] Aviación civil

En 1990, la fuente Aviación civil emitió 0.05 Gg de carbono negro, y en 2015, 0.09 Gg, con una TCMA de 2.38% (Tabla 7.8). La Figura 7.27, muestra que

2003, 2007 y 2015 fueron los años con mayores emisiones: 0.09 Gg.

### 7.2.2.1.5 Tendencia histórica de carbono negro por [1A3b] Autotransporte

En 1990, la fuente [1A3b] Autotransporte generó 15.99 Gg de carbono negro, y en 2015 alcanzó 31.75 Gg; la TCMA fue 2.78% (Tabla 7.10). El año en que se presentó el máximo fue en 2015 (un poco más que en 2008, cuando se generaron 31.34 Gg). (Figura 7.28).

### 7.2.2.1.6 Tendencia histórica de carbono negro por [1A3c] Ferrocarriles

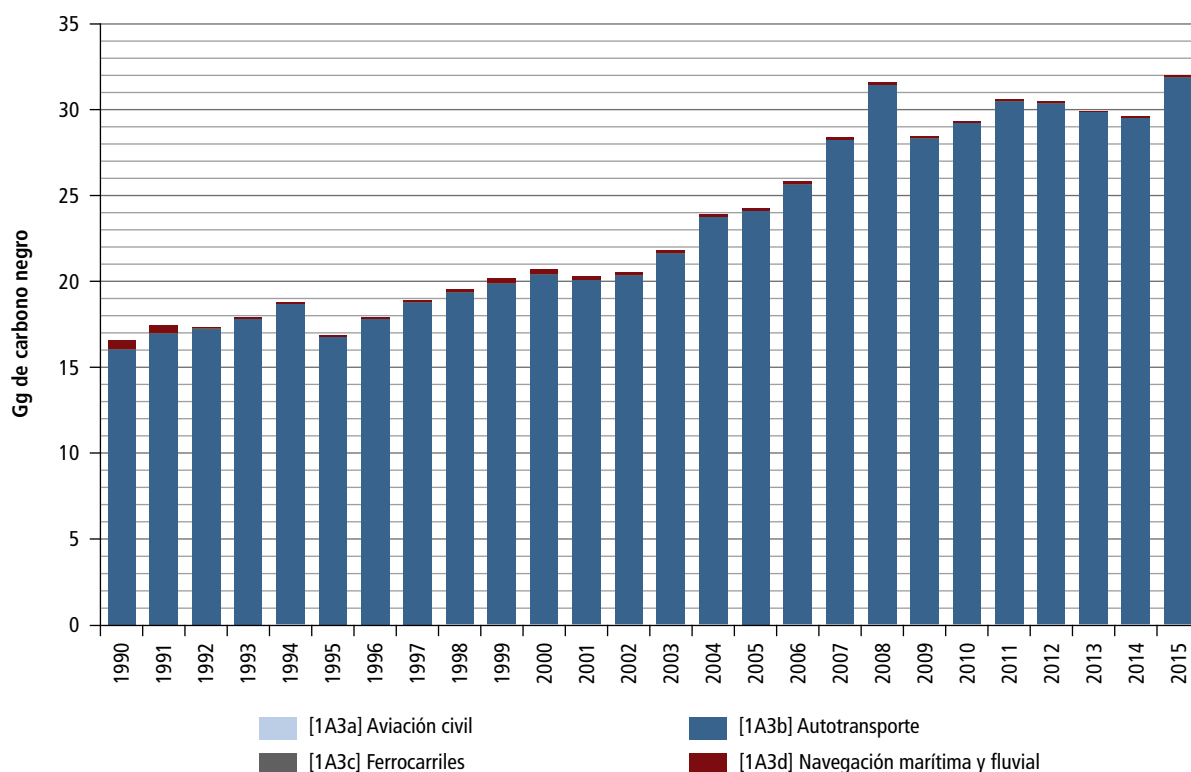
Las emisiones por la quema de combustibles en [1A3c] Ferrocarriles en 1990 fueron 0.05 Gg de carbono negro, contribución que en términos generales se mantuvo a lo largo del periodo de referencia hasta 2015. La TCMA fue de 0.57% (Tabla 7.8). El año con mayor emisión fue 1992, con 0.08 Gg de carbono negro. (Figura 7.29).

Tabla 7.8. Emisiones de carbono negro en la actividad [1A3] Transporte, 1990-2015

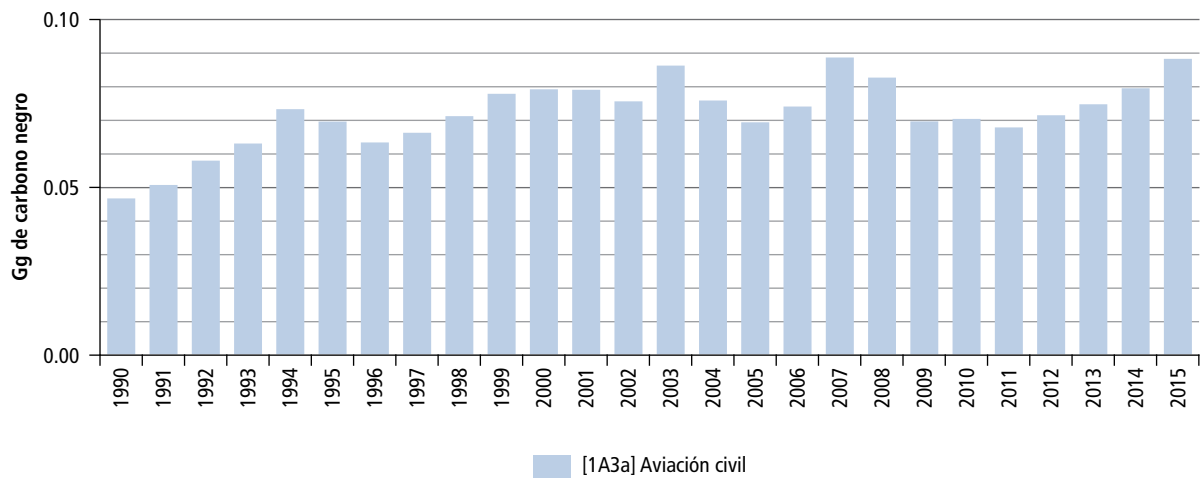
**Gg**

[1A3] Transporte	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA	Diferencia 1990-2015
[1A3a] Aviación civil	0.05	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.09	2.59%	0.04
[1A3b] Autotransporte	15.99	16.72	20.33	24.03	29.13	30.41	30.29	29.77	29.42	31.75	2.78%	15.76
[1A3c] Ferrocarriles	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.57%	0.00
[1A3d] Navegación marítima y fluvial	0.50	0.07	0.23	0.13	0.09	0.10	0.06	0.05	0.06	0.08	-6.84%	-0.42
<b>Total</b>	<b>16.58</b>	<b>16.90</b>	<b>20.68</b>	<b>24.27</b>	<b>29.33</b>	<b>30.63</b>	<b>30.47</b>	<b>29.94</b>	<b>29.61</b>	<b>31.97</b>	<b>2.66%</b>	<b>15.39</b>

Figura 7.26. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A3] Transporte, según fuente de emisión, 1990-2015



**Figura 7.27. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A3a] Aviación civil, 1990-2015**



**Figura 7.28. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en el [1A3b] Autotransporte, 1990-2015**

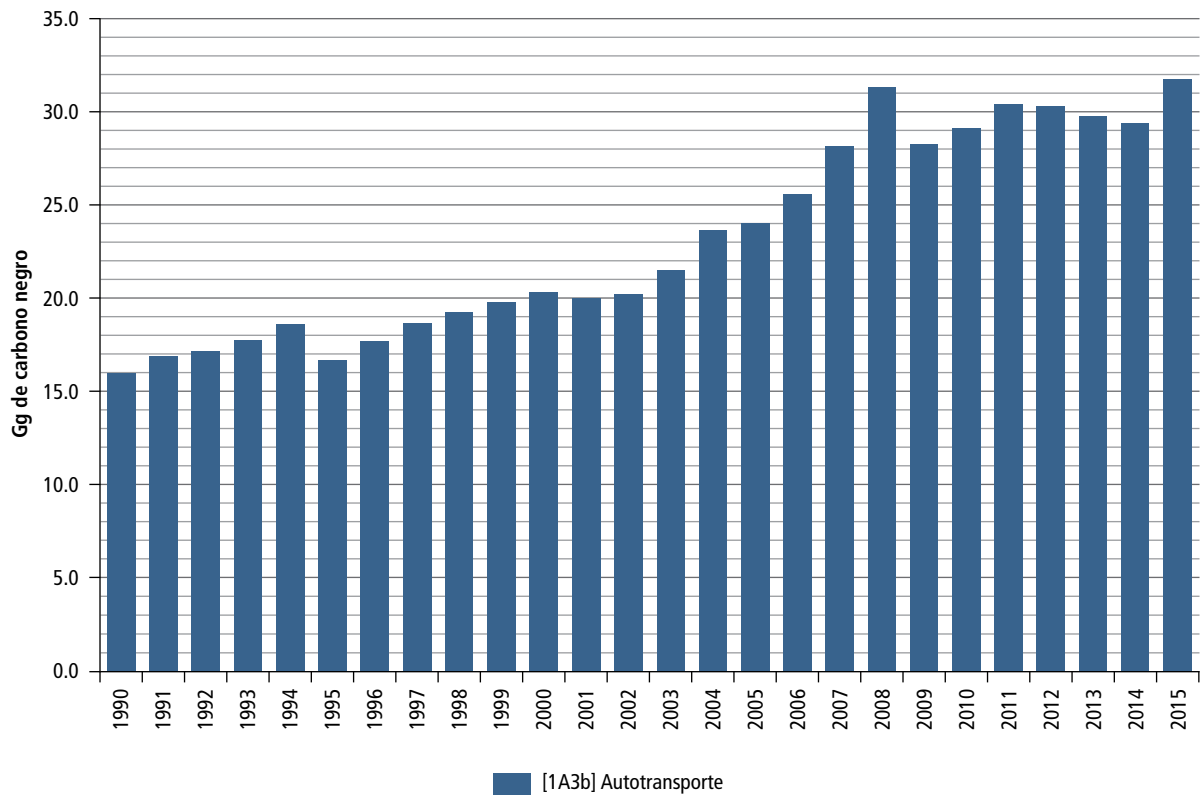
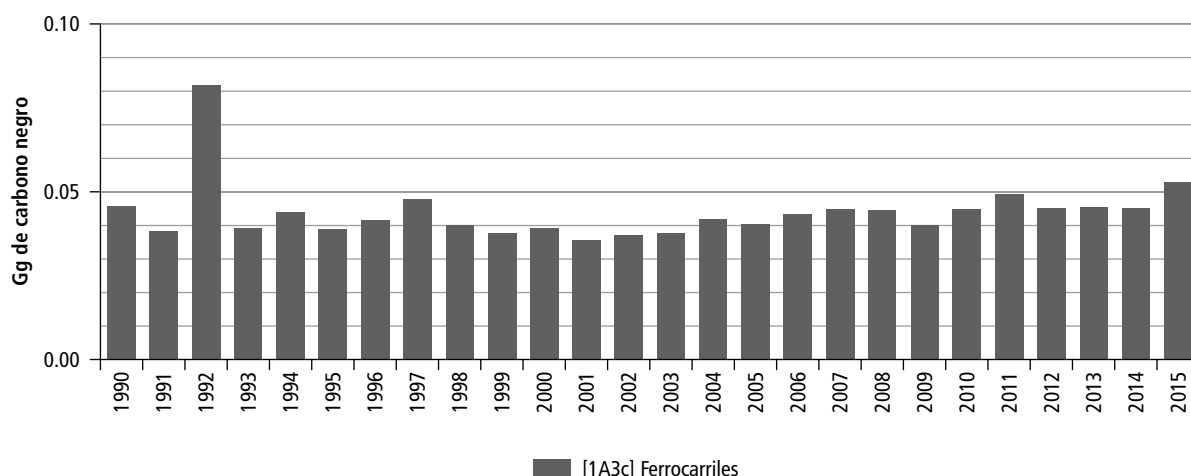


Figura 7.29. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A3c] Ferrocarriles, 1990-2015



### 7.2.2.1.7 Tendencia histórica de carbono negro por [1A3d] Navegación marítima y fluvial

La contribución por la quema de combustibles en la [1A3d] Navegación marítima y fluvial a las emisiones de carbono negro en 1990 fue de 0.50 Gg, la más alta reportada en la serie 1990-2015 (Figura 7.30). La TCMA fue negativa (7.07%) y en 2015 la contribución fue de 0.08 Gg (Tabla 7.8).

### 7.2.2.1.8 Tendencia histórica del carbono negro por [1A4] Otros sectores

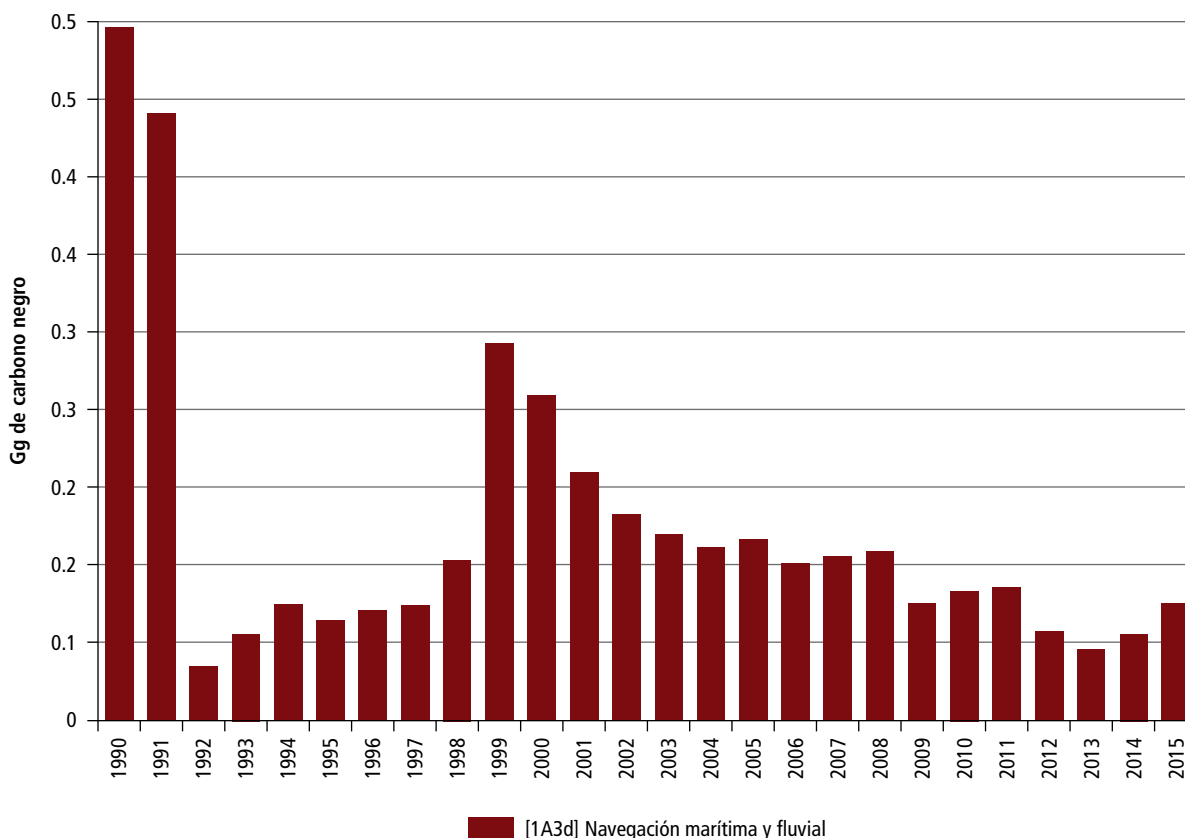
Esta subcategoría, conformada por las fuentes [1A4a] Comercial e institucional, [1A4b] Residencial y [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías, contribuyó con 32.73 Gg de carbono negro en 1990 y, con 32.17 Gg en 2015; el decremento fue de 0.56 Gg y la TCMA, negativa, de 0.07% (Tabla 7.9).

Tabla 7.9. Emisiones de carbono negro en [1A4] Otros sectores, 1990-2015

	Gg											
[1A4] Otros sectores	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA	1990-2015
[1A4a] Comercial / institucional	1.31	1.94	2.38	2.28	2.37	2.42	2.45	2.45	2.38	2.38	2.41	1.07
[1A4b] Residencial	31.33	33.38	33.50	31.37	31.47	30.92	30.59	29.83	29.73	29.49	-0.24	-1.84
[1A4c] Agropecuario/ silvicultura/ pesca/ piscifactorías	0.09	0.08	0.32	0.36	0.31	0.33	0.29	0.29	0.29	0.30	4.81	0.20
Total	32.73	35.40	36.20	34.01	34.15	33.67	33.33	32.57	32.40	32.17	-0.07	-0.57



Figura 7.30. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A3d] Navegación marítima y fluvial, 1990-2015



La Figura 7.31 muestra las emisiones de carbono negro a lo largo del periodo de referencia para las diferentes fuentes de emisión. Las emisiones provenientes de [1A4b] Residencial contribuyeron con más de 85% del total de esta categoría, debido principalmente a la quema de leña para uso doméstico.

#### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A4a] Comercial e institucional**

En 1990, al comienzo del periodo de referencia, las actividades por la quema de combustibles en [1A4a] Comercial e institucional generaron 1.31 Gg de carbono negro y ascendieron con una TCMA de 2.42% hasta alcanzar, en 2015, 2.38 Gg de carbono negro (Tabla 7.4). Durante ese lapso, el máximo se registró en 2002, con 2.47 Gg de carbono negro. (Figura 7.32).

#### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A4b] Residencial**

Las emisiones de carbono negro por la quema de combustibles de [1A4b] Residencial, principalmente por uso de leña en hogares, contribuyó, en 1990, con 31.33 Gg, y en 2015 estas emisiones se redujeron a 1.84 Gg de carbono negro; la TCMA negativa fue de 0.24% (Tabla 7.4). De la serie histórica, el año en que hubo mayores emisiones fue 1998, con 34.39 Gg de carbono negro. (Figura 7.33).

#### **Tendencia histórica de carbono negro por [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías**

En 1990, las emisiones de esta fuente de emisión por la quema de combustibles sumaron 0.09 Gg de carbono negro; a partir de ahí ascendieron, con una TCMA de 4.93%, hasta 0.21 Gg de carbono negro en 2015 (Tabla 7.4).

Figura 7.31. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4] Otros sectores, por fuente de actividad, 1990-2015

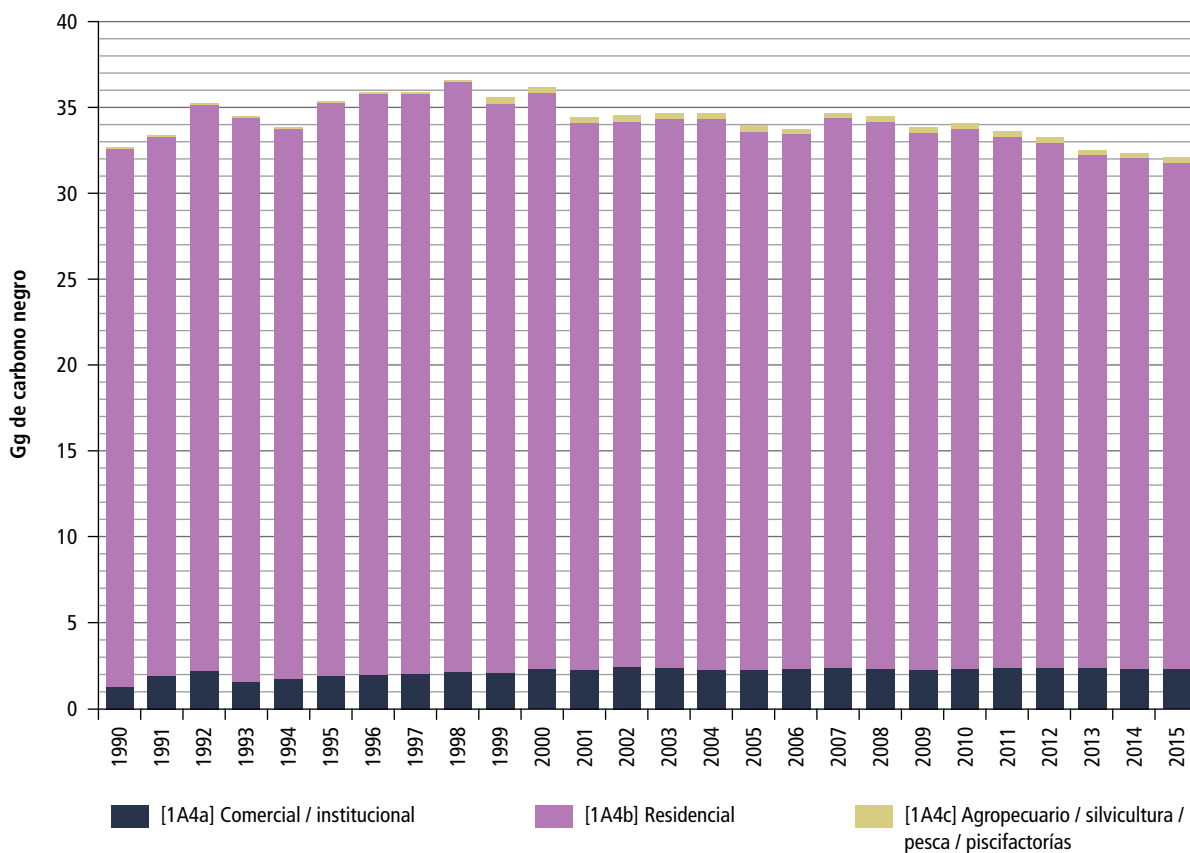


Figura 7.32. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4a] Comercial e institucional, 1990-2015

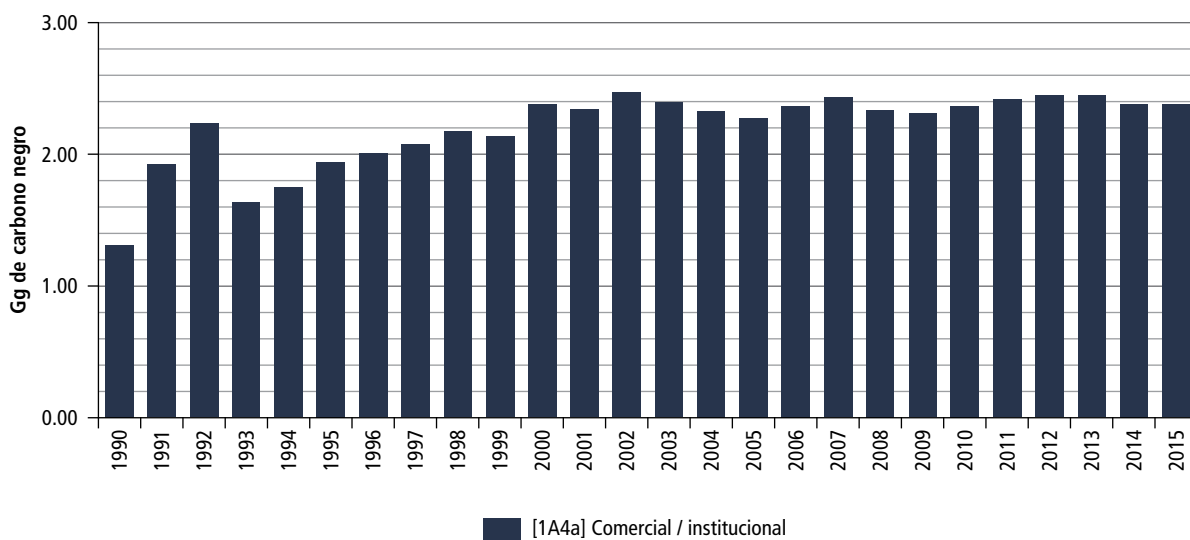
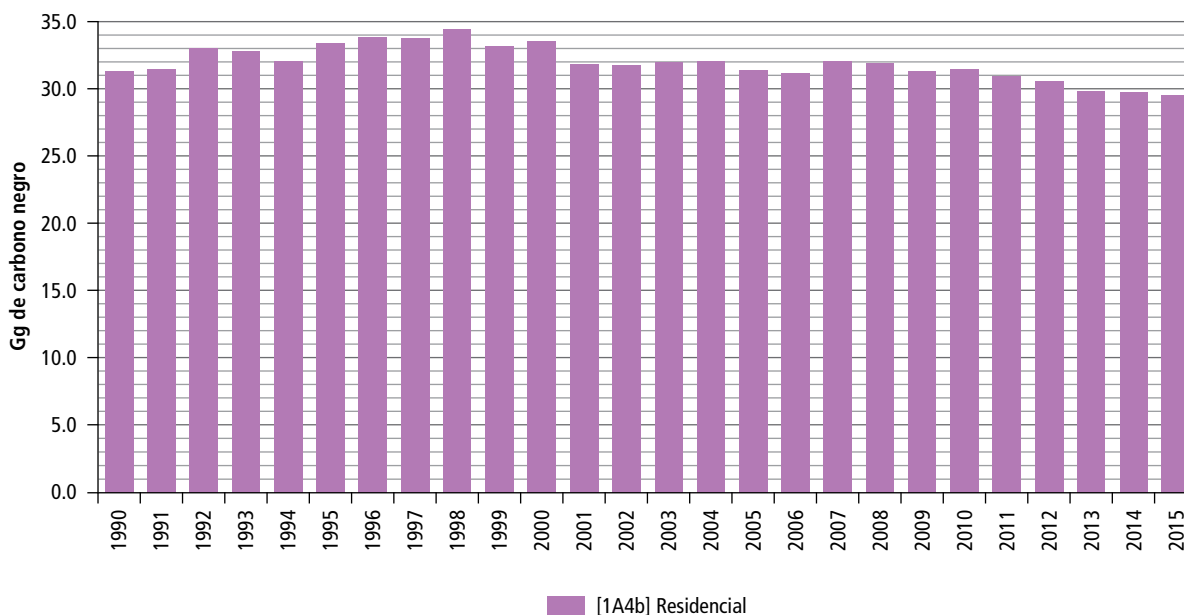


Figura 7.33. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4b] Residencial, 1990-2015



En la **Figura 7.34** se aprecia que las emisiones de 1990 a 1998 fueron de menos de 0.10 Gg de carbono negro, mientras que, a partir de 1999 y hasta 2015, rebasaron 0.24 Gg de carbono negro. El valor más alto reportado se presentó en 1999, con 0.36 Gg de carbono negro.

### 7.2.2.2 [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles, 2015

Según la clasificación de IPCC, dentro de esta categoría, la única fuente de emisión de carbono negro es la [1B2a] Quema en petróleo y gas.

### 7.2.2.2.1 Tendencia histórica de carbono negro por [1B2a] Quema en petróleo y gas

En 1990 las emisiones de carbono negro provenientes de la quema de gas en procesos de fabricación de combustibles fueron 1.83 Gg de carbono negro, y en 2015, 4.05 Gg. La TCMA fue 3.23% (**Tabla 7.10**).

El máximo histórico de emisiones de carbono negro fue de 20.53 Gg, en 2008, y el mínimo, 1.83 Gg en 1990. (**Figura 7.35**).

Tabla 7.10. Carbono negro en emisiones fugitivas provenientes de [1B] Fabricación de combustibles, 1990-2015

Emisiones fugitivas provenientes de [1B] Fabricación de combustibles	Gg											TCMA	1990-2015
	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015			
[1B2a] Quema en petróleo y gas	1.83	3.45	7.29	3.35	9.54	5.81	2.63	3.18	4.60	4.05	3.23%	2.22	
Total	1.83	3.45	7.29	3.35	9.54	5.81	2.63	3.18	4.60	4.05	3.23%	2.22	

Figura 7.34. Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías, 1990-2015

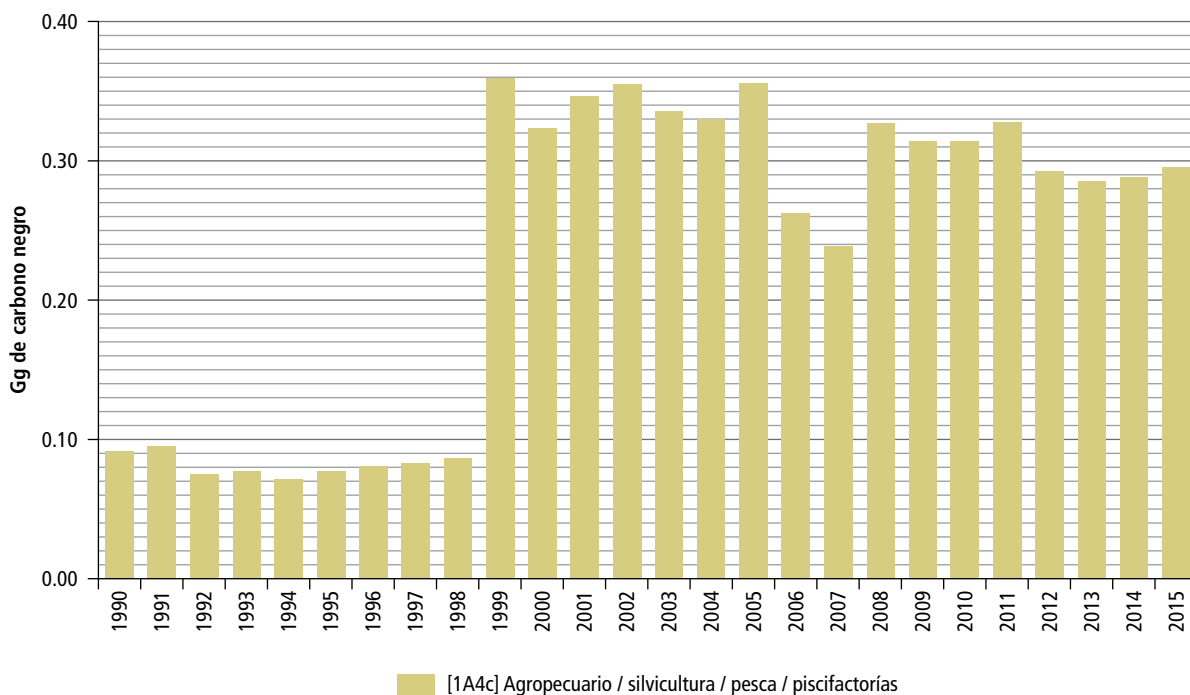
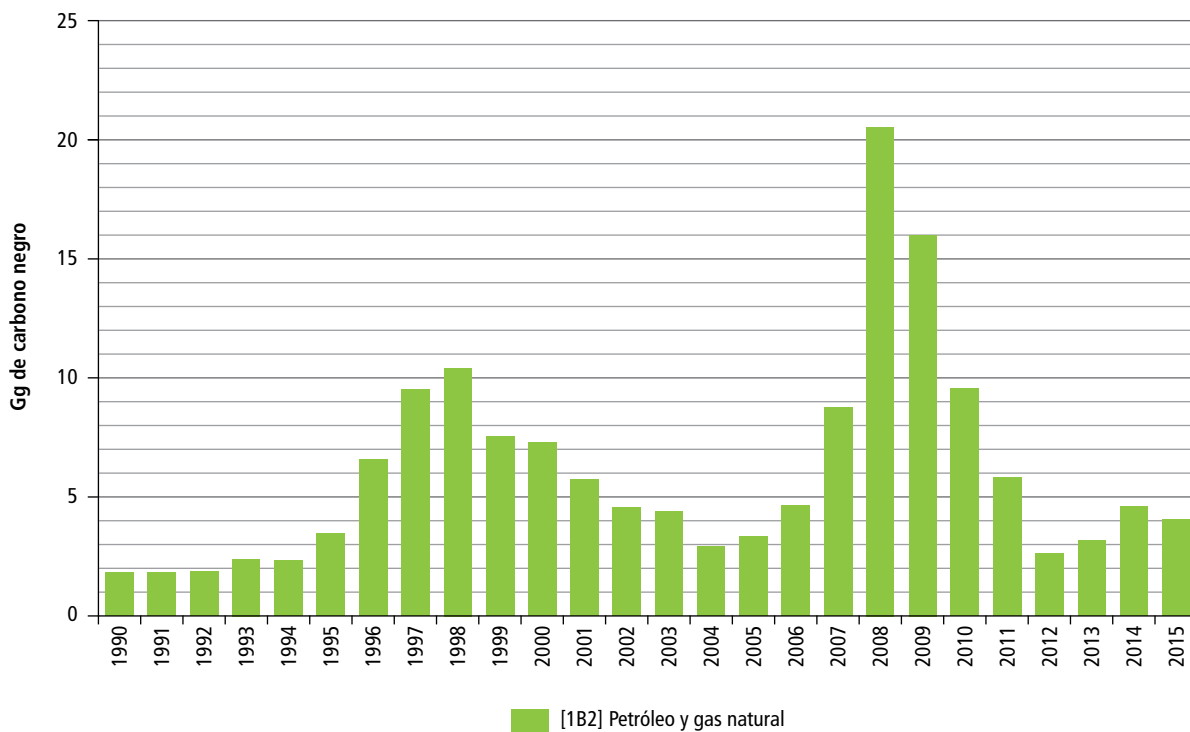


Figura 7.35. Evolución de las emisiones de carbono negro en la fuente de emisión [1B2a] Quema en petróleo y gas, 1990-2015



## 7.3 Emisiones de carbono negro en el sector [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)<sup>3</sup>

### 7.3.1 Emisiones de [3] AFOLU en 2015

Este sector contribuyó con el 4% de las emisiones nacionales de carbono negro durante 2015, cuando alcanzó 4.44 Gg (**Figura 7.3**).

El 100% de las emisiones de carbono negro en el sector AFOLU ocurre en la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra y, dentro de ésta, provienen específicamente de actividades de la subcategoría [3C1] Quema de biomasa (**Tabla 7.11**). En 2015 la principal fuente de emisión fue [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, que contribuyó con 83.08% de las emisiones de carbono negro (3.69 Gg), según se lee en la **Tabla 7.11**. Por su parte, la contribución de [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales representó 13.96% (0.62 Gg de carbono negro), y finalmente [3C1c] Quema de biomasa en tierras praderas, con 0.13 Gg, contribuyó con 2.93% de las emisiones. (**Figura 7.36**).

#### 7.3.1.1 Tendencia histórica de carbono negro del sector [3] AFOLU, 1990-2015

En 1990, las emisiones fueron de 3.09 Gg de carbono negro y en 2015 ascendieron a 4.44 Gg. Sin embargo, dado que no se pudieron estimar las emisiones en 1990 de [3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales y de [3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas, se hace el análisis de la TCMA entre 1995 (cuyas emisiones fueron de 5.82Gg) y 2015, resultando 1% (**Tabla 7.12**).

La **Figura 7.37** muestra las emisiones de carbono negro del sector [3] AFOLU, por fuente de emisión. En el periodo 1990-1994 no se calcularon las emisiones de las fuentes [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales y [3C1c] Quema de biomasa en tierras praderas, porque se excluyó la información de años anteriores a 1995 sobre superficies afectadas por incendios, debido a las diferencias entre los formatos de los datos de actividad y para tener consistencia en la información de la serie histórica. Ver **Anexo D [3C]**.

Durante el periodo de referencia, 1998 fue el año con la mayor contribución de emisiones de carbono negro (11.53 Gg); el mínimo correspondió a 1993 (2.99 Gg).

##### 7.3.1.1.1 Tendencia histórica de carbono negro por [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales

Las emisiones de esta fuente de emisión se estimaron a partir de 1995, año en el que se generaron 2.52 Gg de carbono negro. En 2015 la aportación fue de 0.62 Gg, lo que significó un decremento de 1.90 Gg con una TCMA negativa de 6.77% (**Tabla 7.12**).

En 1998 y 2001 las emisiones alcanzaron un máximo histórico con 7.00 Gg y de 6.07 Gg de carbono negro respectivamente. (**Figura 7.38**).

##### 7.3.1.1.2 Tendencia histórica de carbono negro por [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo

En 1990, las emisiones provenientes de actividades en esta fuente de emisión fueron de 3.09 Gg de carbono negro, y en 2015 de 3.69 Gg. Estas emisiones

<sup>3</sup> Siglas de *Agriculture, Forestry, and Other Land Use*.

Tabla 7.11. Emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 2015

Gg		
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	2015 Gg	Contribución %
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> de la tierra	4.44	100%
[3C1] Quema de biomasa	4.44	100%
[3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales	0.62	13.96%
[3C1b] Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo	3.69	83.08%
[3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas	0.13	2.93%
Total	4.44	100%

Figura 7.36. Distribución de las emisiones de carbono negro generadas en el sector [3] AFOLU, 2015

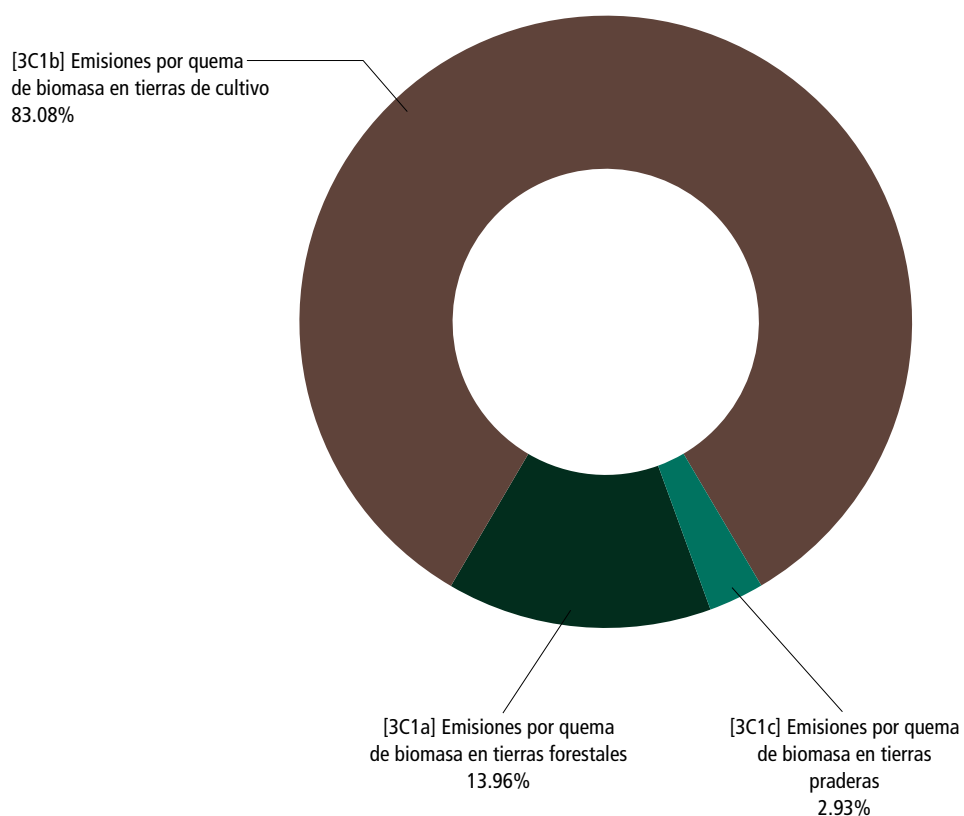
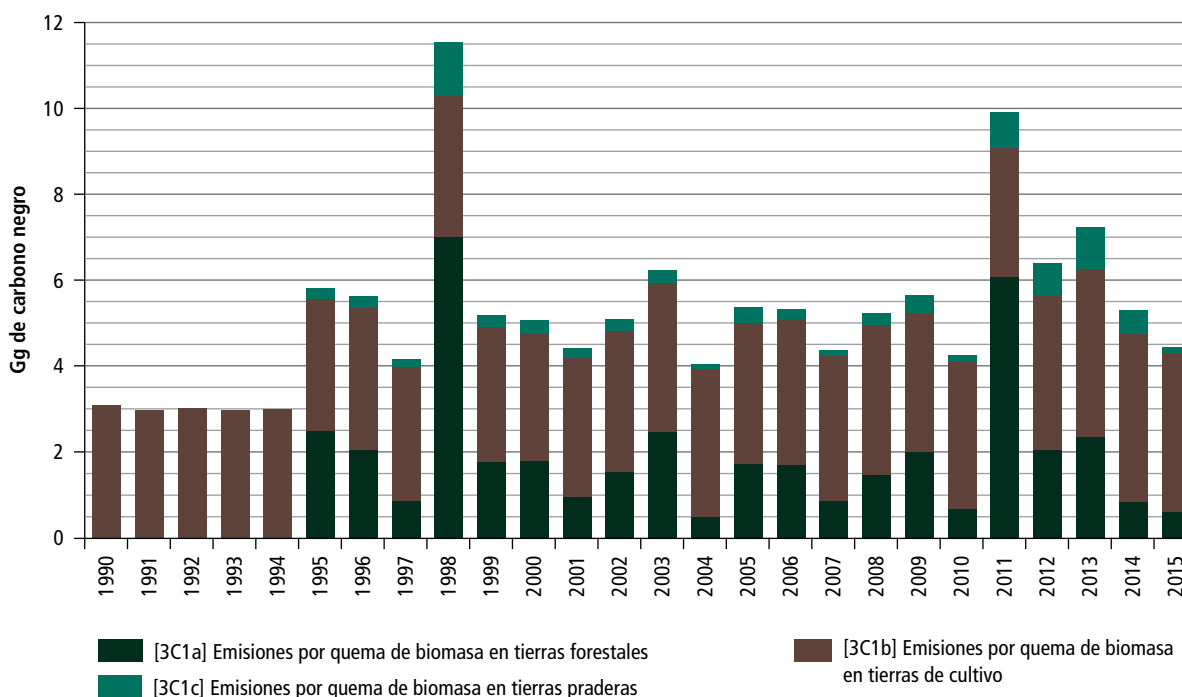


Tabla 7.12. Emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 1990-2015

		Gg										
[3] AFOLU		1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA* %
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> de la tierra		3.09	5.82	5.07	5.38	4.26	9.91	6.41	7.24	5.30	4.44	-1.34
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		3.09	5.82	5.07	5.38	4.26	9.91	6.41	7.24	5.30	4.44	-1.34
[3C1a] Emisiones por quema de biomasa en tierras forestales		NE	2.52	1.81	1.73	0.70	6.07	2.05	2.36	0.85	0.62	-6.77
[3C1b] Emisiones por quema de biomasa en tierras de cultivo		3.09	3.05	2.95	3.30	3.41	3.02	3.60	3.92	3.90	3.69	0.96
[3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas		NE	0.25	0.32	0.35	0.15	0.82	0.77	0.96	0.55	0.13	-3.22
Total		3.09	5.82	5.08	5.38	4.26	9.91	6.42	7.24	5.30	4.44	-1.34

\* La TCMA está calculada con referente a 1995.

Figura 7.37. Evolución de las emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 1990-2015



se han mantenido prácticamente constantes a lo largo del periodo de referencia, con una TCMA de 0.96% (Tabla 7.12).

El máximo de emisiones en el periodo se presentó en 2013, con 3.92 Gg de carbono negro, y el mínimo en 2000, con 2.95 Gg (Figura 7.39).

### 7.3.1.1.3 Tendencia histórica de carbono negro por [3C1c] Quema de biomasa en tierras praderas

Las emisiones generadas por la [3C1c] quema de biomasa en praderas se estimaron a partir de 1995

y hasta 2015; en esos extremos, los registros fueron 0.25 Gg y 0.13 Gg de carbono negro respectivamente, con una TCMA negativa de 3.22% (Tabla 7.12).

La Figura 7.40 muestra que el pico de emisión se presentó en 1998 (1.23 Gg de carbono negro), del mismo modo que en tierras forestales, en ese año se presentan condiciones meteorológicas específicas de sequía y de disponibilidad de biomasa; los matorrales xerófilos y pastizales presentan mayor superficie quemada. La menor aportación fue en 2004 con 0.11 Gg.

Figura 7.38. Emisiones de carbono negro por [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales 1990 a 2015

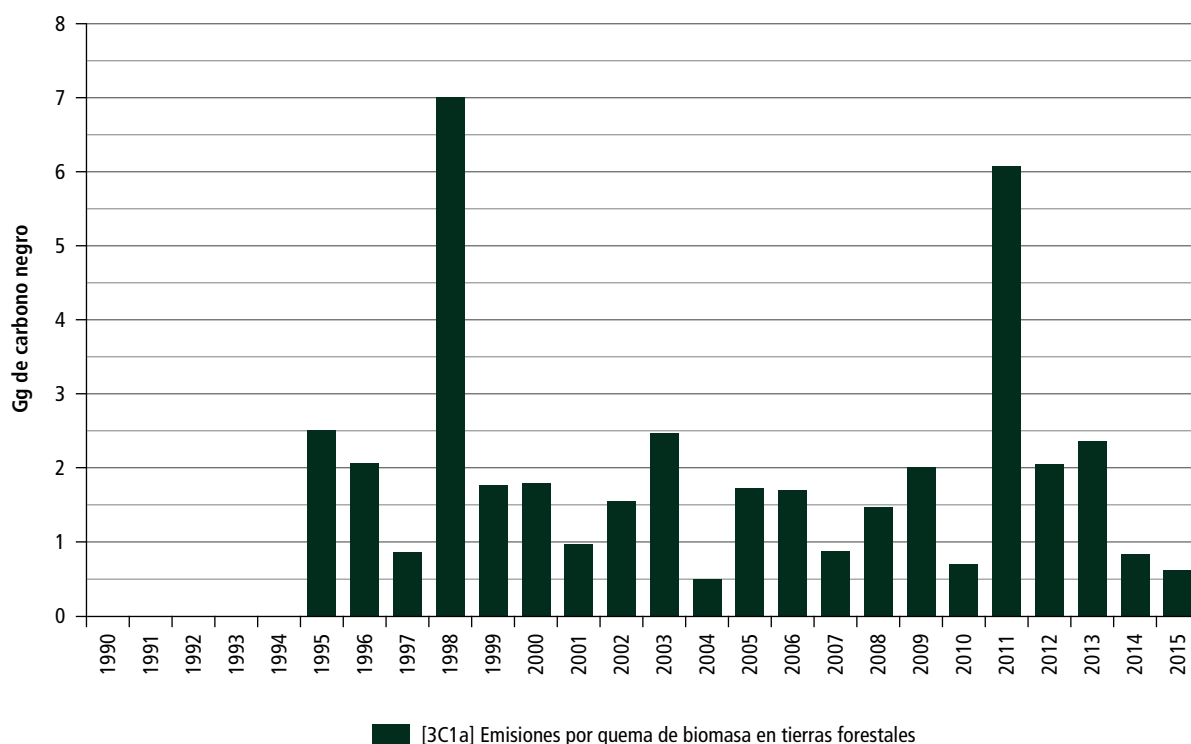




Figura 7.39. Emisiones de carbono negro provenientes de la [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015

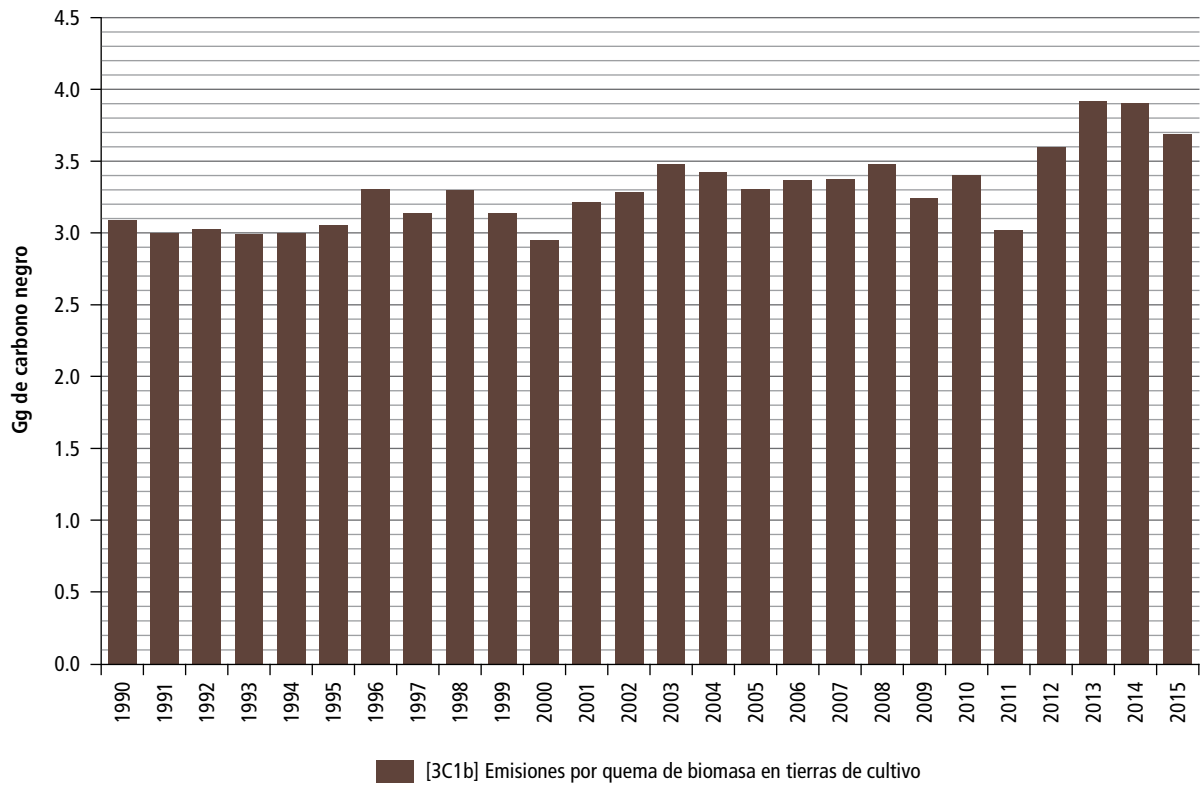
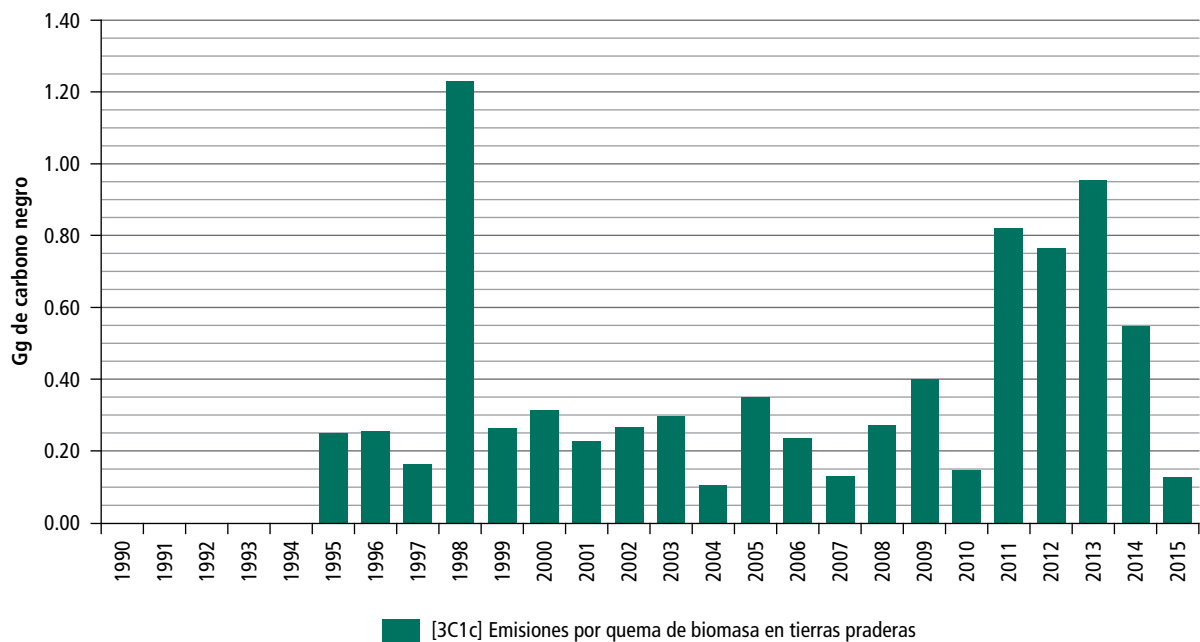


Figura 7.40. Emisiones de carbono negro por [3C1c] Quema de biomasa en tierras praderas, 1990-2015



## 7.4 Emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos

El sector [4] Residuos, que contempla las emisiones del tratamiento y eliminación de residuos, contribuyó con 1% al total de emisiones de carbono negro en 2015 (**Figura 7.3**). De acuerdo con las *Directrices del IPCC* 2006, las fuentes incluyen el desecho final de: [4A] Residuos sólidos urbanos; [4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos; [4C] Incineración de residuos peligrosos y quema de residuos a cielo abierto, y [4D] Tratamiento y descargas de aguas residuales. El carbono negro solo se produce en la subcategoría [4C2] Quema de residuos a cielo abierto, a consecuencia de la combustión incompleta.

La quema de residuos urbanos a cielo abierto se define como la combustión, al aire libre, de materiales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, residuos de aceites y otros residuos. Por lo general se realiza en sitios de disposición final no controlados o en traspatios de casas, principalmente en zonas rurales, donde las emisiones se liberan directamente al aire, sin pasar por una chimenea o columna.

Para la cuantificación de las emisiones sólo se contemplan, de acuerdo con el IPCC, aquellos resi-

duos que contengan en su composición carbono fósil; se excluyen para términos de emisiones aquellos residuos de origen biogénico como son los de jardinería y alimentos (IPCC *et al.*, 2006).

Para el inventario 2015 se consideraron los datos de quema a cielo abierto de los residuos quemados en viviendas particulares habitadas (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2013) y las quemadas en sitios de disposición final de residuos sólidos sólo para 2015. Para mayor detalle consultar el capítulo 6.

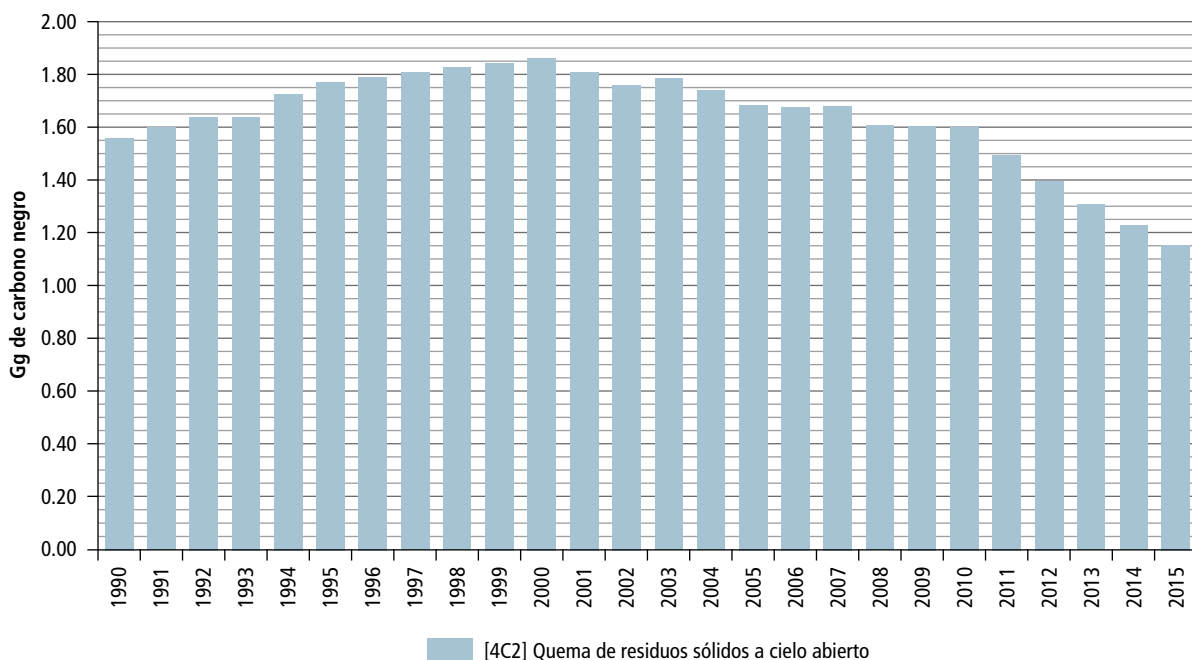
Las emisiones de carbono negro (**Tabla 7.13**) derivadas de la [4C] Incineración y quema a cielo abierto de residuos fueron de 1.56 Gg en 1990; en 2015 se redujeron 0.405 Gg. La TCMA negativa fue de 1.19%. Este decremento se debe a que disminuyó la cantidad de residuos quemados: en 1990 se quemaron 2,414,976 ton mientras que en el 2015 sólo se quemaron 1,788,349 toneladas.

La **Figura 7.41** muestra que un máximo en la generación de emisiones en 2000 (1.863 Gg de carbono negro) y un mínimo en 2015.

Tabla 7.13. Emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos, 1990-2015

	Gg											
[4] Residuos	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	TCMA	1990-2015
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	1.56	1.77	1.86	1.68	1.60	1.49	1.39	1.30	1.23	1.16	-1.19	-0.40

Figura 7.41. Evolución de las emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos, 1990-2015



## Referencias

- Bond, T.C., S.J. Doherty, D.W. Fahey, P.M. Forster, T. Berntsen, B.J. DeAngelo, M.G. Flanner, S. Ghan, B. Kärcher, D. Koch, S. Kinne, Y. Kondo, P.K. Quinn, M.C. Sarofim, M.G. Schultz, M. Schulz, C. Venkataraman, H. Zhang, S. Zhang, N. Bellouin, S.K. Guttikunda, P.K. Hopke, M.Z. Jacobson, J.W. Kaiser, Z. Klimont, U. Lohmann, J.P. Schwarz, D. Shindell, T. Storelmo, S.G. Warren, and C.S. Zender, (2013): Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, no. 11, 5380-5552, doi: 10.1002/jgrd.50171.
- IGSD, 2013, Primer on Short-Lived Climate Pollutants, Slowing the rate of global warming over the near term by cutting short-lived climate pollutants to complement carbon dioxide reductions for the long term. Institute for Governance & Sustainable Development IGSD Working Paper: November 2013.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2015. Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INECC/Semarnat, México. <http://unfccc.int/resource/docs/natc/mexbur1.pdf>
- IPCC, 2013: *Climate Change 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. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi: 10.1017/CBO9781107415324.
- Lim S.S. et al. 2012 A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the global burden of disease study 2010 *Lancet* 380 2224–60.
- Maione, M., Graziosi F., Arduini, J., Furlani, F., Giostra U., Marinoni, A., Duchi, R., Black Carbon and Agriculture - Source and Impacts, WMO-IMD International Conference Atmospheric Chemistry and Agricultural Meteorology 2-4 November 2015 – Pune. [https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/CAS\\_CAMS\\_Maione\\_2015.pdf](https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/documents/CAS_CAMS_Maione_2015.pdf)
- SIE/SENER Balance por producto.

**8**

# Anexos



# Anexo A:

## Identificación de categorías principales

### Introducción

Las *Directrices del IPCC 2006* llaman categoría principal a aquella que es prioritaria en el sistema de inventarios nacionales y cuya estimación influye significativamente sobre el inventario total de gases de efecto invernadero de un país, en cuanto al nivel absoluto, la tendencia o la incertidumbre de emisiones y absorciones. El término categoría principal incluye siempre a las de emisión y a las de absorción (IPCC, 2006).

La identificación de categorías principales es importante para priorizar de manera más eficiente los recursos disponibles al elaborar los inventarios

nacionales y concentrar esfuerzos para mejorar las estimaciones de emisiones. Además, se sugiere que, en los árboles de decisiones para esas categorías, se empleen métodos de nivel superior (2 o 3) para la estimación de emisiones o absorciones.

Por consistencia con las metodologías de estimación de emisiones, para la identificación de categorías principales se decidió utilizar las metodologías establecidas en las guías de las buenas prácticas de IPCC 2006.

### Método 1

El Método 1 evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de emisión y absorción sobre el nivel y la tendencia de las fuentes de emisión en el inventario. Consiste en la evaluación de la estimación de emisiones o absorciones de una categoría frente al aporte total del año, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones.

La evaluación del aporte que representa cada categoría sobre el nivel se calcula con la **Ecuación 1**:

Las categorías principales, según el Método 1 de nivel, son aquellas que, al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95% de la suma de todos los  $L_{x,t}$ . El Método 1 de nivel, al año 2015, se muestra en la **Tabla 1**.

Asimismo, el Método 1 de evaluación de la tendencia, tiene por objeto identificar categorías cuya tendencia difiere significativamente de la ge-

neral del inventario y que tienen una mayor variación con respecto al año base. Aquellas donde la tendencia es más divergente deben identificarse como principales, cuando tal diferencia se pondere por el nivel de emisiones o absorciones de la categoría del año base.

La evaluación de tendencia se estima con la **Ecuación 2**.

Para aquellas categorías cuyas estimaciones del año base son cero, la **Ecuación 1** puede reformularse para evitar el cero en el denominador:

Las categorías principales, según el Método 1 de tendencia, son aquellas que, al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95% de la suma de todos los  $T_{x,t}$ . El Método 1 para la tendencia al año 2015 se muestra en la **Tabla 2**.

**Ecuación 1**

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

Donde:

$L_{x,t}$  = evaluación de nivel para x de emisión o absorción del año t del inventario.

$|E_{x,t}|$  = valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría x.

$\sum_y |E_{y,t}|$  = aporte total, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones del año t. Puesto que se introducen tanto las emisiones como las absorciones con signo positivo, el aporte / nivel total puede ser mayor que el total de emisiones del país, menos las absorciones.

**Ecuación 2**

$$L_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} \times \frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|}$$

Donde:

$T_x$  = evaluación de la tendencia de la categoría x de emisión o absorción del año t, en comparación con el año base (año cero).

$|E_{x,0}|$  = valor absoluto de las estimaciones de emisión o absorción de la categoría x de fuente o sumidero del año cero.

$E_{x,t}$  y  $E_{x,0}$  = valores reales de las estimaciones de la categoría x de fuente o absorción de los años t y cero, respectivamente.

$\sum_y E_{y,t}$  y  $\sum_y E_{y,0}$  = estimaciones totales del inventario de los años t y cero, respectivamente.

**Ecuación 3**

$$T_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,0}|$$

Tabla 1. Evaluación de nivel (Método 1)

A	B	C	D	E	F	G
Código IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes	GEI	Emissiones en el año 2015, $E_{x,t}$ (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Emissiones en el año 2015 en valor absoluto, $ E_{x,t} $	Evaluación de nivel, $L_{x,t}$	Total acumulativo de la columna F
[1A3b]	Autotransporte	CO <sub>2</sub>	156,754.35	156,754.35	17.98%	17.98%
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	CO <sub>2</sub>	141,301.14	141,301.14	15.90%	33.55%
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-138,504.68	138,504.68	15.59%	49.14%
[3A1a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	50,121.38	50,121.38	5.64%	54.78%
[1A2m]	Industria no especificada	CO <sub>2</sub>	28,563.88	28,563.88	3.22%	57.99%
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	27,660.88	27,660.88	3.11%	61.11%
[3C4]	Emissiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	22,992.89	22,992.89	2.59%	63.70%
[2A1]	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	19,159.98	19,159.98	2.16%	65.85%
[1A4b]	Residencial	CO <sub>2</sub>	18,838.28	18,838.28	2.12%	67.97%
[4A1]	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	CH <sub>4</sub>	17,007.47	17,007.47	1.91%	69.89%
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	16,709.30	16,709.30	1.88%	71.77%
[3B3a]	Praderas que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-16,422.92	16,422.92	1.85%	73.62%
[1A2j]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CO <sub>2</sub>	14,612.36	14,612.36	1.64%	75.26%
[2C1]	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	12,922.69	12,922.69	1.45%	76.72%
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-12,215.61	12,215.61	1.37%	78.09%
[1A1b]	Refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	11,796.92	11,796.92	1.33%	79.42%
[3B2b]	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	11,339.60	11,339.60	1.28%	80.70%
[1A4c]	Agropecuaria / silvicultura / pesca / piscifactorías	CO <sub>2</sub>	10,360.10	10,360.10	1.17%	81.86%
[1B2b]	Gas natural	CH <sub>4</sub>	8,892.59	8,892.59	1.00%	82.86%



Tabla 1. (Continuación)

A	B	C	D	E	F	G
Código IPCC	Categorías, subcategorías y fuentes	GEI	Emisiones en el año 2015, $E_{x,t}$ (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Emisiones en el año 2015 en valor absoluto, $ E_{x,t} $	Evaluación de nivel, $L_{x,t}$	Total acumulativo de la columna F
[1A2c]	Sustancias químicas	CO <sub>2</sub>	8,876.68	8,876.68	1.00%	83.86%
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	CO <sub>2</sub>	8,774.05	8,774.05	0.99%	84.85%
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	8,586.48	8,586.48	0.97%	85.82%
[3A2a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	7,970.28	7,970.28	0.90%	86.71%
[1B1ai]	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	7,716.09	7,716.09	0.87%	87.58%
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	CH <sub>4</sub>	7,054.02	7,054.02	0.79%	88.37%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-410A	6,475.35	6,475.35	0.73%	89.10%
[1A3a]	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	6,238.15	6,238.15	0.70%	89.81%
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	5,821.98	5,821.98	0.66%	90.46%
[1A4a]	Comercial / Institucional	CO <sub>2</sub>	5,262.21	5,262.21	0.59%	91.05%
[1B2a]	Petróleo	CH <sub>4</sub>	5,181.16	5,181.16	0.58%	91.64%
[1B2a]	Petróleo	CO <sub>2</sub>	5,162.17	5,162.17	0.58%	92.22%
[3A2h]	Porcinos	CH <sub>4</sub>	4,431.18	4,431.18	0.50%	92.72%
[1A2a]	Hierro y acero	CO <sub>2</sub>	4,330.93	4,330.93	0.49%	93.20%
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	3,726.20	3,726.20	0.42%	93.62%
[3A2a]	Bovinos	N <sub>2</sub> O	3,630.27	3,630.27	0.41%	94.03%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-404a	3,407.89	3,407.89	0.38%	94.42%
[2A2]	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	3,086.55	3,086.55	0.35%	94.76%
[1A3b]	Autotransporte	N <sub>2</sub> O	2,872.01	2,872.01	0.32%	95.09%

Tabla 2. Evaluación de tendencia (Método 1)

A	B	C	D1	D2	E	F	G	H
Código IPCC	Categoría, subcategoría o fuente	GEI	Emisiones en año base 1990, $E_{x,0}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Emisiones en año base 1990 en valor absoluto, $ E_{x,0} $	Emisiones en año 2015, $E_{x,t}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Evaluación de tendencia, $T_{x,t}$	% de aporte a la tendencia	Total acumulado de la columna G
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-134,150.52	134,150.52	-138,504.68	0.184872	26.44%	26.44%
[3A1a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	47,959.40	47,959.40	50,121.38	0.060188	8.61%	35.04%
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	CO <sub>2</sub>	65,000.53	65,000.53	141,301.14	0.034927	4.99%	40.04%
[1A2c]	Sustancias químicas	CO <sub>2</sub>	16,715.48	16,715.48	8,876.68	0.034621	4.95%	44.99%
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	23,347.01	23,347.01	22,992.89	0.031595	4.52%	49.50%
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	25,911.45	25,911.45	27,660.88	0.031533	4.51%	54.01%
[4A1]	Sitios gestionados de eliminación de residuos (reellenos sanitarios)	CH <sub>4</sub>	129.67	129.67	17,007.47	0.026627	3.81%	57.82%
[1A4b]	Residencial	CO <sub>2</sub>	18,832.14	18,832.14	18,838.28	0.024972	3.57%	61.39%
[3B3a]	Praderas que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-15,674.44	15,674.44	-16,422.92	0.021981	3.14%	64.54%
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-12,551.08	12,551.08	-12,215.61	0.016117	2.30%	66.84%
[1A1b]	Refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	11,550.92	11,550.92	11,796.92	0.014932	2.14%	68.98%
[3B2b]	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	10,958.49	10,958.49	11,339.60	0.013932	1.99%	70.97%
[2B1]	Producción de amoníaco	CO <sub>2</sub>	4,593.20	4,593.20	1,004.21	0.011792	1.69%	72.65%
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	5,460.28	5,460.28	16,709.30	0.010618	1.52%	74.17%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-404	0.00	0.00	6,475.35	0.010282	1.47%	75.64%
[1A2m]	Industria no especificada	CO <sub>2</sub>	12,189.83	12,189.83	28,563.88	0.009829	1.41%	77.05%
[1A2e]	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO <sub>2</sub>	4,031.01	4,031.01	1,570.99	0.009253	1.32%	78.37%
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	6,289.93	6,289.93	5,821.98	0.009087	1.30%	79.67%
[1B2a]	Petróleo	CH <sub>4</sub>	5,629.99	5,629.99	5,181.16	0.008181	1.17%	80.84%

Tabla 2. (Continuación)

A	B	C	D1	D2	E	F	G	H
Código IPCC	Categoría, subcategoría o fuente	GEI	Emisiones en año base 1990, $E_{k,0}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Emisiones en año base 1990 en valor absoluto, $ E_{k,0} $	Emisiones en año 2015, $E_{k,t}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Evaluación de tendencia, $T_{k,t}$	% de aporte a la tendencia	Total acumulado de la columna G
[3A2h]	Porcinos	CH <sub>4</sub>	5,197.36	5,197.36	4,431.18	0.008111	1.16%	82.00%
[1A2a]	Hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5,050.96	5,050.96	4,330.93	0.007844	1.12%	83.12%
[1B2a]	Petróleo	CO <sub>2</sub>	5,120.22	5,120.22	5,162.17	0.006726	0.96%	84.08%
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	4,280.63	4,280.63	3,726.20	0.006559	0.94%	85.02%
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta	CO <sub>2</sub>	3,347.00	3,347.00	2,392.70	0.005955	0.85%	85.87%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-4404a	0.00	0.00	3,407.89	0.005411	0.77%	86.65%
[2C1]	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	8,666.78	8,666.78	12,922.69	0.004739	0.68%	87.32%
[3B5b]	Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	1,606.14	1,606.14	137.57	0.004462	0.64%	87.96%
[1B2b]	Gas natural	CH <sub>4</sub>	3,438.27	3,438.27	8,892.59	0.004100	0.59%	88.55%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	CO <sub>2</sub>	2,257.25	2,257.25	1,579.06	0.004071	0.58%	89.13%
[1A2i]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CO <sub>2</sub>	6,605.83	6,605.83	14,612.36	0.003950	0.56%	89.70%
[4A3]	Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos	CH <sub>4</sub>	0.00	0.00	2,456.85	0.003901	0.56%	90.25%
[4A2]	Sitios no controlados de eliminación de residuos	CH <sub>4</sub>	0.00	0.00	2,456.29	0.003900	0.56%	90.81%
[3A1f]	Caballos	CH <sub>4</sub>	1,513.52	1,513.52	439.92	0.003712	0.53%	91.34%
[1A2b]	Metales no ferrosos	CO <sub>2</sub>	2,105.78	2,105.78	1,605.76	0.003587	0.51%	91.86%
[1A4b]	Residencial	CH <sub>4</sub>	2,364.45	2,364.45	2,165.30	0.003453	0.49%	92.35%
[1A3b]	Autotransporte	CO <sub>2</sub>	84,230.61	84,230.61	156,754.35	0.003420	0.49%	92.84%
[3A2a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	5,482.66	5,482.66	7,970.28	0.003323	0.48%	93.31%
[1B1ai]	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	3,200.47	3,200.47	7,716.09	0.002924	0.42%	93.73%
[1A4a]	Comercial / Institucional	CO <sub>2</sub>	3,859.67	3,859.67	5,262.21	0.002893	0.41%	94.15%
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	5,602.36	5,602.36	8,586.48	0.002694	0.39%	94.53%
[3A1d]	Caprinos	CH <sub>4</sub>	1,461.46	1,461.46	1,221.50	0.002320	0.33%	94.86%
[1A3c]	Ferrocarriles	CO <sub>2</sub>	1,941.40	1,941.40	2,238.66	0.002103	0.30%	95.16%

## Método 2

El Método 2 para identificar categorías principales de fuentes y sumideros se basa en los resultados del análisis de incertidumbre del presente anexo. Se alienta a los compiladores del inventario a utilizar, de ser posible, el Método 2 además del 1, debido a que aporta un conocimiento extra de los motivos por los cuales las categorías evaluadas son principales y así, priorizar las actividades para mejorar la calidad del inventario y reducir la incertidumbre general.

## Evaluación por nivel

La **Ecuación 4** describe la evaluación de nivel del Método 2, incluida la incertidumbre:

Tras calcular la evaluación de nivel con incertidumbre, deben clasificarse los resultados por orden de magnitud descendente, de forma similar al Método 1. Las categorías principales son aquellas que, en este caso, totalizan 90% de la suma de todas las  $LU_{x,t}$ , como se muestra en la **Tabla 3**. Las categorías identificadas por la evaluación de nivel con incertidumbre, que son diferentes de las categorías identificadas por el Método 1, también deben ser tratadas como categorías principales. Además, el orden de las categorías principales identificado por el Método 2 puede ser útil para quienes tienen pensado mejorar los inventarios.

### Ecuación 4

$$LU_{x,t} = (L_{x,t} \times U_{x,t}) / \sum_y (L_{y,t} \times U_{y,t})$$

Donde:

$LU_{x,t}$  = evaluación de nivel para la categoría x del último año del inventario (año t) con incertidumbre.

$L_{x,t}$  = se computa como en la Ecuación por nivel en el Método 1.

$U_{x,t}$  = porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año t, calculado como se describe en el Capítulo 3 de IPCC 2006 Volumen 1, y se declara en la Columna G del Cuadro 3.3. Si la incertidumbre declarada en el Cuadro 3.3 es asimétrica, debe utilizarse la incertidumbre mayor. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

Tabla 3. Evaluación de nivel (Método 2)

A	B	C	D	E	1	2	3	F	G
Código IPCC	Categoría, subcategoría o fuente	GEI	Emisiones en año 2015, $E_{x,t}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Emisiones en año 2015 en valor absoluto, $ E_{x,t} $	Incertidumbre de la categoría en el año 2015, $U_{x,t}$	Evaluación de nivel, $L_{x,t}$	$L_{x,t} * U_{x,t}$	Evaluación de nivel (Método 2), $LU_{x,t}$	Total acumulado de la columna F
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	5,592.44	5,592.44	832.691%	0.641%	0.0534	24.44%	24.44%
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-138,504.68	138,504.68	15.913%	15.887%	0.0253	11.57%	36.00%
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	22,992.89	22,992.89	79.780%	2.637%	0.0210	9.63%	45.63%
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-12,215.61	12,215.61	84.221%	1.401%	0.0118	5.40%	51.03%
[3B3a]	Praderas que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-16,422.92	16,422.92	57.677%	1.884%	0.0109	4.97%	56.00%
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	8,586.48	8,586.48	107.791%	0.985%	0.0106	4.86%	60.86%
[3B2b]	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	11,339.60	11,339.60	70.743%	1.301%	0.0092	4.21%	65.06%
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	5,821.98	5,821.98	129.097%	0.668%	0.0086	3.94%	69.01%
[1A3b]	Autotransporte	CO <sub>2</sub>	159,944.08	159,944.08	4.322%	18.346%	0.0079	3.63%	72.64%
[2A1]	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	19,159.98	19,159.98	32.505%	2.198%	0.0071	3.27%	75.90%
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	CO <sub>2</sub>	141,729.59	141,729.59	3.381%	16.080%	0.0054	2.53%	78.80%
[1B2b]	Gas natural	CH <sub>4</sub>	10,460.69	10,460.69	33.825%	1.200%	0.0041	1.87%	80.67%
[3A1a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	50,121.38	50,121.38	6.501%	5.749%	0.0037	1.72%	82.39%
[1B2a]	Petróleo	CH <sub>4</sub>	10,343.33	10,343.33	28.952%	1.186%	0.0034	1.58%	83.96%
[1B1ai]	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	7,716.09	7,716.09	37.621%	0.885%	0.0033	1.53%	85.50%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-410A	9,888.63	9,888.63	26.969%	1.134%	0.0031	1.41%	86.90%
[2C1]	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	12,922.69	12,922.69	17.313%	1.482%	0.0026	1.18%	88.08%
[1A2i]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CO <sub>2</sub>	14,653.28	14,653.28	14.738%	1.681%	0.0025	1.14%	89.22%
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	27,696.99	27,696.99	6.801%	3.142%	0.0021	0.99%	90.21%

## Evaluación de tendencia

La **Ecuación 5** muestra cómo se puede expandir la evaluación de tendencia del Método 2 para incluir la incertidumbre.

Después de estimar la evaluación de tendencia con la incertidumbre, deben clasificarse los resultados por orden de magnitud descendente. Las cate-

gorías principales son aquellas que suman 90% del valor total de  $TU_{x,t}$  (**Tabla 4**). Las categorías principales según la evaluación de tendencia con incertidumbre deben ser tratadas como categorías principales y agregadas a la lista de categorías principales del Método 1, si son diferentes de las categorías identificadas por éste.

### Ecuación 5

$$TU_{x,t} = (T_{x,t} \times U_{x,t})$$

Donde:

$TU_{x,t}$  = evaluación de tendencia para la categoría  $x$  del último año del inventario (año  $t$ ) con incertidumbre.

$T_{x,t}$  = evaluación de tendencia computada como en la ecuación de incertidumbres para el Método 1.

$U_{x,t}$  = porcentaje de incertidumbre de la categoría en el año  $t$  calculado como se describe en este anexo. Nótese que es la misma incertidumbre que en el total de la Columna G del Cuadro 3.3 del Capítulo 3 de IPCC 2006, no la evaluación de incertidumbre para la tendencia. La incertidumbre relativa siempre tiene un signo positivo.

Tabla 4. Evaluación de tendencia (Método 2)

A	B	C	D1	D2	E	1	2	F	G	H
Código IPCC	Categoría, subcategoría o fuente	GEI	Emisiones en año base 1990, $E_{x,0}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Emisiones en año base 1990 en valor absoluto, $ E_{x,0} $	Emisiones año 2015, $E_{x,t}$ Gg de CO <sub>2</sub> e	Incertidumbre de la categoría en año 2015, $U_{x,t}$	Evaluación de tendencia, $T_{x,t}$	Evaluación de tendencia con incertidumbre, $TU_{x,t}$	% de aporte a la tendencia	Total acumulado de la columna G
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	5,371.55	5,371.55	5,592.44	832.69%	0.0068	0.056	27.88%	27.88%
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-134,150.52	134,150.52	-138,504.68	15.91%	0.1849	0.029	14.54%	42.41%
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	23,347.01	23,347.01	22,992.89	79.78%	0.0315	0.025	12.43%	54.85%
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-12,551.08	12,551.08	-12,215.61	84.22%	0.0161	0.014	6.71%	61.55%
[3B3a]	Praderas que permanecen como tales	CO <sub>2</sub>	-15,674.44	15,674.44	-16,422.92	57.68%	0.0220	0.013	6.26%	67.82%
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	6,289.93	6,289.93	5,821.98	129.10%	0.0091	0.012	5.80%	73.61%
[3B2b]	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	10,958.49	10,958.49	11,339.60	70.74%	0.0139	0.010	4.87%	78.48%
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-410A	0.00	0.00	9,888.63	26.97%	0.0157	0.004	2.09%	80.58%
[1B2a]	Petróleo	CH <sub>4</sub>	10,750.21	10,750.21	10,343.33	28.95%	0.0149	0.004	2.13%	82.71%
[3A1a]	Bovinos	CH <sub>4</sub>	47,959.40	47,959.40	50,121.38	6.50%	0.0602	0.004	1.93%	84.64%
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	5,602.36	5,602.36	8,586.48	107.79%	0.0027	0.003	1.43%	86.08%
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	25,957.11	25,957.11	27,696.99	6.80%	0.0317	0.002	1.06%	87.14%
[1A2c]	Sustancias químicas	CO <sub>2</sub>	16,739.73	16,739.73	8,886.47	5.50%	0.0347	0.002	0.94%	88.08%
[4C2]	Incineración abierta de desechos	CO <sub>2</sub>	1,588.60	1,588.60	1,462.30	63.79%	0.0023	0.001	0.73%	88.81%
[1B1ai]	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	3,200.47	3,200.47	7,716.09	37.62%	0.0029	0.001	0.54%	89.36%
[1A4b]	Residencial	CO <sub>2</sub>	21,498.64	21,498.64	21,279.70	3.97%	0.0289	0.001	0.57%	89.92%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	CO <sub>2</sub>	2,515.21	2,515.21	1,760.85	23.91%	0.0045	0.001	0.54%	90.46%

## Evaluación de las fuentes principales

Los resultados de las evaluaciones de nivel y tendencia con ambos métodos se presentan en las **Tablas 3 y 4**. De acuerdo con la evaluación de nivel por el Método 1, se identificaron 38 fuentes principales. Las tres primeras son las emisiones y absorciones por CO<sub>2</sub> de autotransporte, tierras forestales que permanecen como tales y la generación de energía eléctrica, con 48.19 por ciento. Les siguen las emisiones de metano generadas por bovinos con 5.75% adicional (un acumulado de 53.9%). Las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por industria no especificada, clasificada en el balance nacional de energía como otras ramas, contribuye con 3.28% adicional (acumulado de 57.2%), seguida por la manufactura de combustibles, con 3.17% adicional. El séptimo lugar lo ocupa el óxido nitroso generado por las emisiones directas de los suelos gestionados, con 2.64% adicional. Las emisiones de las siete primeras fuentes, las de CO<sub>2</sub> corresponden a [1] Energía con la excepción de tierras forestales; las de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O corresponden a [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (ASOUT o, en inglés, AFOLU, por *Agriculture, Forestry and Other Land Use*).

La evaluación por tendencia con el Método 1 encontró 42 fuentes principales. Tierras forestales, que permanecen como tales, encabeza la lista por absorciones de CO<sub>2</sub> con 26.59% del total del inventario, seguida de emisiones de CH<sub>4</sub> generada por bovinos, con una contribución del 8.62 por ciento.

De las diez primeras fuentes principales, el 45.21% corresponden a [3] AFOLU, 15.29% a [1] Energía y 3.98% a [4] Residuos.

En la evaluación de nivel con el Método 2 se encontraron 19 fuentes principales. Las tres primeras son: tratamiento de aguas residuales municipales por emisiones de metano, con 24.4%; tierras forestales que permanecen como tales, por absorciones de CO<sub>2</sub>, con 11.6%, y emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, con 9.63 por ciento. Las primeras fuentes de emisiones ([3] AFOLU), alcanzan 44.6%; tratamiento de aguas residuales municipales ([4] Residuos), 24.4%; autotransporte ([1] Energía), 3.63%, y producción de cemento ([2] Procesos industriales), 3.27 por ciento.

La evaluación por tendencia con el Método 2 arrojó 17 fuentes principales, de las cuales destacan tres: 1) tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales, con 27.62%; 2) tierras forestales que permanecen como tales, con 14.45%, y 3) emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, con 12.35 por ciento. Suman 54.42 por ciento. Las fuentes de [3] AFOLU en las diez primeras estimadas representan 50.28 por ciento.

Se observa que tierras forestales como tales aparece entre las primeras fuentes principales en los cuatro tipos de evaluaciones, así como emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados, entre otras pertenecientes al sector [3] AFOLU. Les siguen las emisiones fugitivas, el tratamiento de aguas residuales municipales y la refrigeración y aires acondicionados.



Tabla 5. Fuentes principales del inventario

Código IPCC	Categoría, subcategoría o fuente	Nivel Método 1	Tendencia Método 1	Nivel Método 2	Tendencia Método 2
[1A1a]	Actividad principal producción de electricidad y calor	✓	✓	✓	
[1A1b]	Refinación de petróleo	✓	✓		
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	✓	✓		✓
[1A2a]	Hierro y acero	✓	✓		
[1A2b]	Metales no ferrosos		✓		
[1A2c]	Sustancias químicas	✓	✓		✓
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta		✓		
[1A2e]	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco		✓		
[1A2i]	Minería (con excepción de combustible) y cantería	✓	✓	✓	
[1A2m]	Industria no especificada	✓	✓		
[1A3a]	Aviación civil	✓			
[1A3b]	Autotransporte	✓	✓	✓	
[1A4a]	Comercial / Institucional	✓	✓		
[1A4b]	Residencial	✓	✓		✓
[1A4c]	Agropecuario / silvicultura / pesca / piscifactorías	✓			
[1B1ai]	Minas subterráneas	✓	✓	✓	✓
[1B2]	Quemado en petróleo y gas	✓	✓	✓	✓
[1B2a]	Petróleo	✓	✓	✓	✓
[1B2b]	Gas natural	✓	✓	✓	
[2A1]	Producción de cemento	✓		✓	
[2A2]	Producción de cal	✓			
[2B1]	Producción de amoníaco		✓		
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo		✓		
[2C1]	Producción de hierro y acero	✓	✓	✓	
[2F1]	Refrigeración y aire acondicionado	✓	✓	✓	✓
[3A1a]	Bovinos	✓	✓	✓	✓
[3A1d]	Caprinos		✓		
[3A1f]	Caballos		✓		
[3A2h]	Porcinos	✓	✓		
[3B1a]	Tierras forestales que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B2a]	Tierras de cultivo que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B2b]	Tierras convertidas a tierras de cultivo	✓	✓	✓	✓
[3B3a]	Praderas que permanecen como tales	✓	✓	✓	✓
[3B3b]	Praderas convertidas en praderas	✓	✓	✓	✓
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	✓	✓	✓	✓
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	✓	✓	✓	✓
[4A1]	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	✓	✓		
[4C2]	Incineración abierta de desechos				✓
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	✓	✓	✓	✓
[4A3]	Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		✓		
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	✓	✓		

# Anexo B: Incertidumbres

## Introducción

En este anexo se presenta la metodología basada en el método de propagación de errores conocido como Método 1 (IPCC *et al.*, 2006) que se utilizó para estimar y declarar las incertidumbres vinculadas tanto a las estimaciones anuales de emisiones

y absorciones, como a las tendencias de emisión y absorción entre el año de base (1990) y el año de interés (2015). Se incluye en este anexo un resumen de los resultados obtenidos y las tablas de cálculos.

## Generalidades del cálculo de incertidumbre

Las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial de un inventario de emisiones y absorciones de gases y compuestos de efecto invernadero. Se deben obtener tanto para las estimaciones anuales como para las tendencias, los factores de emisión, los datos de actividad y otros parámetros de estimación de cada categoría (IPCC *et al.*, 2006).<sup>1</sup>

El método de propagación de errores descrito en el capítulo 3 del volumen 1 de las *Directrices del IPCC 2006* se adoptó para el cálculo de incertidumbre. Una vez determinadas las incertidumbres de los datos de la actividad y de los factores de emisión, se estima la incertidumbre de la emisión por categoría y gas de efecto invernadero, y después, con esas cantidades, se calcula la incertidumbre general del inventario nacional por nivel para el año de interés y la incertidumbre de la tendencia de las emisiones nacionales entre el año de base y el año de interés. En el caso del presente inventario, el año de base es 1990 y el de interés, 2015.

### Metodología y fuentes de información

Según las *Directrices del IPCC 2006*, la incertidumbre de una variable estimada se define como la mitad del intervalo de confianza de 95%, dividido por el valor estimado de dicha variable. Esto se traduce matemáticamente en lo que muestra la **Ecuación 1**.

Por ejemplo, si la estimación de las emisiones de GEI da como resultado 150 Gg de CO<sub>2</sub>e, con una incertidumbre de 10%, eso significa 15 Gg de CO<sub>2</sub>e, que se expresa como: [150±10%].

Lo cual implica que el valor real de las emisiones se encuentra, con una probabilidad del 95%, en el rango que va desde 135 hasta 165 Gg de CO<sub>2</sub>e.

El recurso principal para determinar las incertidumbres de los datos de actividad son los cálculos directos a partir de las bases de datos o la deducción directa a partir de la información proporcionada por la metodología de IPCC 2006. En la mayoría de los casos se tomó la incertidumbre por defecto proporcionada por las *Directrices del IPCC 2006*. La determinación de las incertidumbres en los factores de emisión y otros parámetros depende principal-

<sup>1</sup> Esto se debe a que las dos estimaciones son nacionales y la verdadera diferencia entre ambas es que una es para el año de interés (2015) y la otra es para la tendencia entre el año inicial y el final (1990-2015).

mente de las *Directrices del IPCC 2006* o del cálculo a partir de las bases de datos. En algunos casos se cuenta con incertidumbres de los factores de emisión provenientes de los estudios propios del país; por ejemplo, INECC, 2014 y Múgica-Álvarez, 2017. La **Tabla 1** presenta el resumen sobre las fuentes de información para la determinación de incertidumbre.

## Ecuación de propagación de errores

La ecuación de propagación de errores arroja dos reglas para combinar las incertidumbres no correlacionadas bajo la suma y la multiplicación. En los casos en los que se deben combinar las cantidades inciertas por multiplicación, la incertidumbre del producto, expresada en términos porcentuales, se obtiene mediante la **Ecuación 2**.

En los casos en los que se deben combinar las cantidades inciertas por suma o resta, la incertidumbre de la suma o de la resta, expresada en términos porcentuales, se obtiene mediante la **Ecuación 3**.

Por lo general, la determinación de la emisión en el inventario de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero involucra el dato de actividad y el factor de emisión mediante la fórmula de multiplicación propuesta en la **Ecuación 4**.

Según la **Ecuación 2**, la correspondiente incertidumbre está dada por la **Ecuación 5**.

El inventario de gases de efecto invernadero es principalmente la suma de los productos de los factores de emisión, los datos de actividad y otros parámetros de estimación. Por lo tanto, es posible usar en forma repetida las **Ecuaciones 2 y 3** para estimar la incertidumbre del inventario total.

### Ecuación 1

$$U = \frac{|CI|}{\frac{2}{EV}}$$

Donde:

$U$  = incertidumbre del valor estimado de la variable.

$|CI|$  = magnitud del intervalo de confianza del valor estimado de la variable (en este documento, 95%).

$EV$  = valor estimado.

### Ecuación 2

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

$U$  = incertidumbre del producto de las cantidades.

$U_i$  = incertidumbre asociada con la cantidad  $i$ .

### Ecuación 3

$$U = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot x_1)^2 + (U_2 \cdot x_2)^2 + \dots + (U_n \cdot x_n)^2}}{x_1 + x_2 + \dots + x_n}$$

Donde:

$U$  = incertidumbre de la suma o resta de las cantidades  $x_i$ .

$U_i$  = incertidumbre asociada con la cantidad  $i$ .

Tabla 1. Fuentes de información para el cálculo de incertidumbre

Código	Categoría o subcategoría	Datos de actividad	Factores de emisión	Otros parámetros
[1A1]	Industrias de la energía	IPCC	IPCC, P	
[1A2]	Industrias de la manufactura y de la construcción	IPCC	IPCC, P	
[1A3]	Transporte	IPCC	IPCC, P	
[1A4]	Otros sectores	IPCC	IPCC, P	
[1B1]	Combustibles sólidos	IPCC	IPCC	
[1B2]	Petróleo y gas natural	P	P	
[2A]	Industria de los minerales	IPCC	IPCC	
[2B]	Industria química	IPCC	IPCC	
[2C]	Industria de los metales	IPCC	IPCC	
[2D]	Uso de productos no energéticos como combustibles y solventes	IPCC	IPCC	IPCC
[2F]	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		IPCC	
[2G]	Manufactura y utilización de otros productos	D		
[2H]	Otros	IPCC	IPCC	
[3A]	Ganado	IPCC, C	IPCC	C
[3B]	Tierra	P	IPCC, P	
[3C1]	Emisiones de quemado de biomasa en tierras	C	IPCC, P	C
[3C2]	Encalado	C	IPCC	
[3C3]	Aplicación de urea	D	IPCC	
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	D	IPCC	
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	D	IPCC, D	IPCC, D
[3C6]	Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión del estiércol	IPCC, C	IPCC	C
[3C7]	Cultivo de arroz	D	IPCC	C
[4A]	Eliminación de residuos sólidos	D, C		C
[4B]	Tratamiento biológico de residuos sólidos	IPCC	IPCC	IPCC
[4C1]	Incineración de desechos	IPCC	IPCC	
[4C2]	Incineración abierta de desechos	C	IPCC	C, D, P
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	IPCC	IPCC	IPCC, C
[4D2]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	IPCC, C	IPCC	IPCC, C

C = incertidumbre calculada.

D = incertidumbre deducida de la metodología de IPCC 2006.

IPCC = incertidumbre por defecto proporcionada por las *Directrices del IPCC 2006*.

P = incertidumbre dada por el estudio propio del país.

**Ecuación 4**

$$E = AD \times EF$$

Donde:  
 E = emisión.  
 AD = dato de actividad.  
 EF = factor de emisión.

**Ecuación 5**

$$U = \sqrt{U_{AD}^2 + U_{EF}^2}$$

Donde:  
 $U_e$  = incertidumbre de la emisión.  
 $U_{AD}$  y  $U_{EF}$  = incertidumbres del dato de actividad y del factor de emisión, respectivamente.

## Incertidumbre de la tendencia

La incertidumbre de la tendencia es un rango de punto porcentual relativo a la tendencia del inventario. Por ejemplo, si las emisiones del año actual son 10% mayores que las emisiones del año de base, y si la incertidumbre de la tendencia al pie de la columna **M** se declara como 5%, la incertidumbre de la tendencia es de  $10\% \pm 5\%$  (o un aumento de 5% a 15%) para las emisiones del año actual respecto de las emisiones del año de base (IPCC *et al.*, 2006).

Se estiman las incertidumbres en la tendencia por medio de dos sensibilidades:

Sensibilidad del tipo A: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año de interés, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1% de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas en el año de base y en el año de interés.

Sensibilidad del tipo B: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año de interés, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1% de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas solamente en el año de interés.

El procedimiento se desarrolla mediante una hoja de cálculo que reproduce los conceptos y fórmulas de las columnas A a la M de la Tabla 3.2,

Sección 3.2.3.1 de las *Directrices del IPCC* 2006. La hoja de trabajo para el cálculo de incertidumbre en el Método 1 se presenta en la **Tabla 2**.

### Información que proporciona la Tabla 2

- **A** y **B** muestran la categoría de IPCC y el gas de efecto invernadero.
- **C** y **D** son las estimaciones de las emisiones, expresadas en equivalentes de CO<sub>2</sub>, en el año de base y en el año de interés, respectivamente, para la categoría y el gas especificado en las columnas **A** y **B**.
- **E** y **F** contienen las incertidumbres para los datos de la actividad y los factores de emisión, respectivamente, expresadas como porcentaje.
- **G** es la incertidumbre combinada por categoría derivada de los datos de las columnas **E** y **F** mediante la ecuación de propagación de errores (**Ecuación 2**). Por lo tanto, la entrada de la columna **G** es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las entradas de las columnas **E** y **F**.
- La columna **H** fue modificada según la orientación de IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero en el capítulo 6, cuadro 6.1, columna **H** (IPCC *et al.*, 2000). En **H** se muestra la incertidumbre de la columna **G** como porcentaje de las emisiones na-

Tabla 2. Cálculo de incertidumbre en el Método 1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año t	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión/ parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre como % del total de emisiones nacionales en el año t	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por el factor de emisión/ parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones nacionales totales
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{\sum D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\sum C} \right]$	I · F Nota C	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ Nota D	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg de CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg de CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Por ejemplo [1A1] Energía Industrias Combustible 1	CO <sub>2</sub>											
Por ejemplo [1A1] Energía Industrias Combustible 2	CO <sub>2</sub>											
Etcétera												
Total		$\sum C$	$\sum D$				$\sum H^2$					$\sum M^2$
					Porcentaje de incertidumbre del inventario total		$\sqrt{\sum H^2}$				Incertidumbre de la tendencia	$\sqrt{\sum M^2}$

cionales totales en el año en curso. Esta es una medida del grado de incertidumbre introducida en el total de emisiones nacionales por la categoría de fuentes en cuestión. La entrada en cada línea de la columna **H** es la entrada en la columna **G** multiplicada por la entrada en la columna **D**, dividida por el total de la columna **D**. La expresión al pie de la columna **H** es una estimación de la incertidumbre en las emisiones nacionales totales en el año en curso. Esta estimación de la incertidumbre total se obtiene sumando los cuadrados de todas las entradas en la columna **H** y calculando la raíz cuadrada.

- **I** muestra el porcentaje de diferencia de las emisiones entre los cambios del año de base y del año actual, en respuesta a un incremento de 1% de las emisiones/absorciones de la categoría para el año de base y para el año de interés. Muestra la sensibilidad de la tendencia en las emisiones a una incertidumbre sistemática en la estimación, es decir, una que se correlaciona entre el año de base y el año de interés. Es la sensibilidad del tipo **A**.
- **J** muestra el porcentaje de diferencia de las emisiones entre los cambios del año de base y del año actual, en respuesta a un incremento del 1% de las emisiones/absorciones de la categoría solo para el año de interés. Muestra la sensibilidad de la tendencia de las emisiones al error aleatorio de la estimación, es decir, una que no se correlaciona entre el año de base y el año de interés. Es la sensibilidad del tipo **B**.
- **K** utiliza la información de las columnas **I** y **F** para mostrar la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones por la incertidumbre del factor de emisión, según la hipótesis de que la incertidumbre de los factores de emisión se correlaciona entre los distintos años. Por el contrario, bajo la hipótesis de que las incertidumbres del factor de emisión no se correlacionan entre los distintos años, se usa la entrada de la columna **J** en vez de la entrada de la columna **I**, y el resultado se multiplica por  $\sqrt{2}$ .
- **L** utiliza la información de las columnas **J** y **E** para mostrar la incertidumbre introducida en la tendencia de emisiones por la incertidumbre de los

datos de la actividad, según la hipótesis de que la incertidumbre de los datos de la actividad no se correlaciona entre los distintos años. Por otro lado, bajo la hipótesis de que las incertidumbres de los datos de la actividad se correlacionan entre los distintos años, se usa la entrada de la columna **I** en vez de la entrada de la columna **J**, y no se aplica el factor  $\sqrt{2}$ .

- La columna **M** fue modificada según la orientación de IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero en el capítulo 6, cuadro 6.1, columna **H** (IPCC, 2000). La columna **M** es una estimación de la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales por la categoría en cuestión. Según el Método 1, se deriva de los datos de las columnas **K** y **L** mediante la **Ecuación 2**. Por lo tanto, la entrada de la columna **M** es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las entradas de las columnas **K** y **L**. La expresión al pie de la columna **M** es una estimación de la incertidumbre total de la tendencia, calculada a partir de las entradas precedentes por medio de la ecuación de propagación de errores. Dicha estimación de la incertidumbre se obtiene sumando los cuadrados de las entradas de la columna **M** y calculando la raíz cuadrada.

Las siguientes notas dan más información acerca de algunas particularidades en el uso de la **Tabla 2**.

- **Nota A:** si no se conocen las incertidumbres de los datos de actividad y del factor de emisión por separado, es decir, si se conoce únicamente la incertidumbre total para una categoría, entonces:
  - Si la incertidumbre está correlacionada a través de los años, la incertidumbre de la categoría se coloca en la columna **F**, y se escribe 0 en la columna **E**.
  - Si la incertidumbre no está correlacionada a través de los años, la incertidumbre se coloca en la columna **E** y se escribe 0 en la columna **F**.
- **Nota B:** la sensibilidad del tipo **A** está dada por la **Ecuación 6**.

- **Nota C:** si no se presupone correlación entre los factores de emisión, se usa la sensibilidad **B** y el resultado se multiplica por  $\sqrt{2}$  (**Ecuación 7**).
- **Nota D:** si se presupone la correlación entre los factores de la actividad, se usa la sensibilidad **A** y no se necesita  $\sqrt{2}$  (**Ecuación 8**).

**Ecuación 6**

$$\frac{(0.01 \cdot D_x + \sum D_i) - (0.01 \cdot C_x + \sum C_i)}{(0.01 \cdot C_x + \sum C_i)} \cdot 100 - \frac{\sum D_i - \sum C_i}{\sum C_i} \cdot 100$$

Donde:

$C_x$  y  $D_x$  son las entradas de la fila x de la tabla desde la columna correspondiente, que representa una categoría específica.

$\sum D_i$ ,  $\sum C_i$  son las sumas de todas las categorías (filas) del inventario de la columna correspondiente.

**Ecuación 7**

$$K_x = J_x \cdot F_x \cdot \sqrt{2}$$

**Ecuación 8**

$$L_x = I_x \cdot E_x$$

## Resultados

### Resumen de los resultados

El *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero* (INEGYCEI, 2015) comprende las incertidumbres de las emisiones y absorciones para los sectores: Energía, procesos industriales y uso de productos, residuos, y agricultura, silvicultura y uso de la tierra. El sector agricultura, silvicultura y uso de la tierra comprende a su vez las categorías: ganado, tierra y fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra. Los gases que se evaluaron son el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

La incertidumbre total de INEGYCEI 2015, considerando las emisiones netas, es de 10.86 por ciento. Dado que las emisiones netas del año 2015 son de 551,218.20 Gg de CO<sub>2</sub>e, la incertidumbre total del INEGYCEI 2015 corresponde a un rango de variabilidad de las emisiones de 491,374.6 a 611,061.8 Gg de CO<sub>2</sub>e.

La incertidumbre total del INEGYCEI 2015, sin considerar el sector [3B] Tierra, es de 7.49 por ciento. Dado que las emisiones del año 2015, sin considerar el sector Tierra, son de 699,564.269 Gg de CO<sub>2</sub>e, la incertidumbre total de INEGYCEI 2015 corresponde a un rango de variabilidad de las emisiones de 647,144.1 a 751,984.4 Gg de CO<sub>2</sub>e.

Las incertidumbres por orden creciente de las emisiones correspondientes a los gases se presentan en el siguiente orden: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 5.88%; hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), 3.89%; metano (CH<sub>4</sub>), 4.85%; hidrofluorocarbonos (HFC), 22.07%, y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), 123.29 por ciento. La **Tabla 3** presenta las incertidumbres de las emisiones en 2015 por gas.

La **Figura 1** presenta las emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones según el valor de la incertidumbre correspondiente a cada gas.

Considerando las incertidumbres de los sectores por orden creciente, el sector energía presenta una incertidumbre de 2.23%; el sector procesos



industriales y uso de productos tiene una incertidumbre de 13.32%; el sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, 76.10%, y el sector residuos, 101.48 por ciento. Las incertidumbres de las categorías del sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra se presentan en el siguiente orden creciente: la categoría ganado con una incertidumbre de 4.78%; 19.46% para la categoría tierra, y 63.19% para las fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra. La **Tabla 4** presenta las incertidumbres de las emisiones en 2015 por sector.

La **Figura 2** presenta las emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones según el valor de la incertidumbre correspondiente a cada sector.

La incertidumbre de la tendencia 1990-2015 del INEGYCEI total se determinó considerando solamente las categorías que cuentan con estimaciones de las emisiones para los años 1990 y 2015. Las emisiones del año 1990 y del año 2015 son 296,475.35 y 551,218.20 Gg de CO<sub>2</sub>e, respectivamente. La incertidumbre de las emisiones en el año 2015 es de

10.89 por ciento. Esto corresponde a un rango de variabilidad de las emisiones de 491,328.79 a 611,107.62 Gg de CO<sub>2</sub>e para el año 2015. La tendencia promedio en las emisiones de 1990 a 2015 es un incremento de 85.9 por ciento. La incertidumbre de la tendencia es 9.67% y corresponde a un rango de variabilidad para la tendencia de 76.22% a 95.58% respecto de las emisiones del año 1990.

Por no contar con datos de emisiones en el año 1990, las siguientes categorías no están incluidas en el cálculo de incertidumbre de la tendencia: [2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, [2H] Otros, [3C1a] Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales, [3C1c] Emisiones de quemado de biomasa en tierras praderas, [4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos y [4C1] Incineración de desechos. La **Tabla 5** presenta los detalles de cálculo de incertidumbre de la tendencia (1990-2015), y la **Tabla 6**, los detalles de cálculo de incertidumbre por nivel (2015).

**Tabla 3. Emisiones e incertidumbres por gas, 2015**

Gas	Emisiones Gg de CO <sub>2</sub> e	Incertidumbre ± (%)
CO <sub>2</sub>	503,473.80	5.88
CH <sub>4</sub>	142,143.76	4.85
N <sub>2</sub> O	41,134.72	123.29
HFC	12,616.742	22.07
SF <sub>6</sub>	195.246	3.89
CO <sub>2</sub> absorciones	-148,346.07	19.46
CO <sub>2</sub> neto	355,127.73	8.70

Figura 1. Emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones por gas

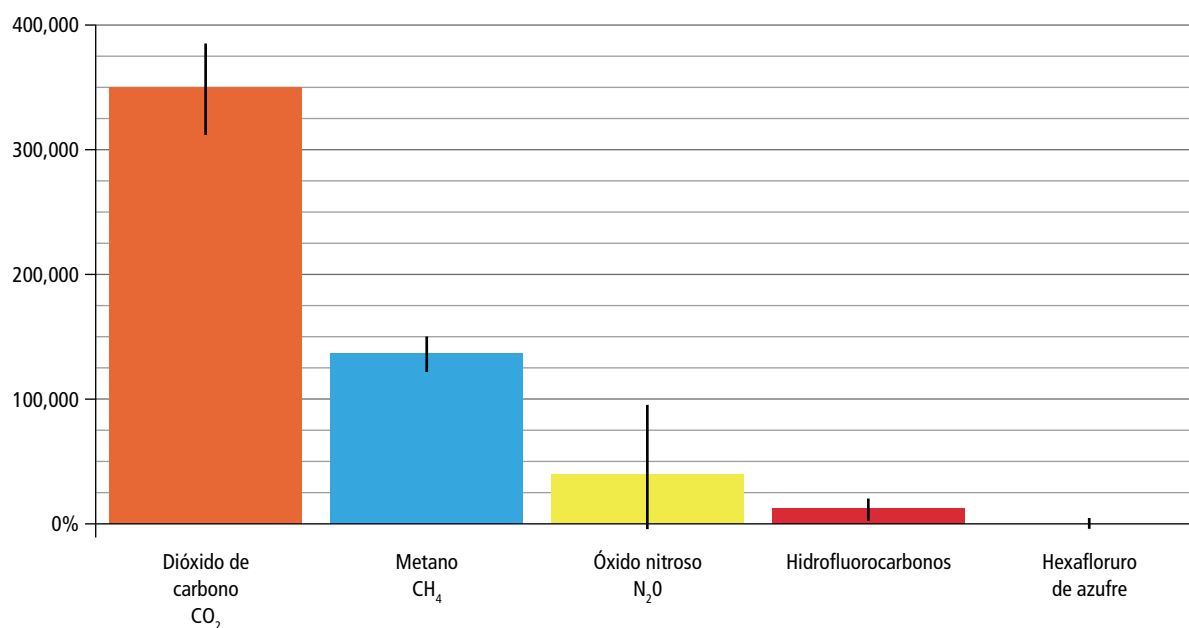
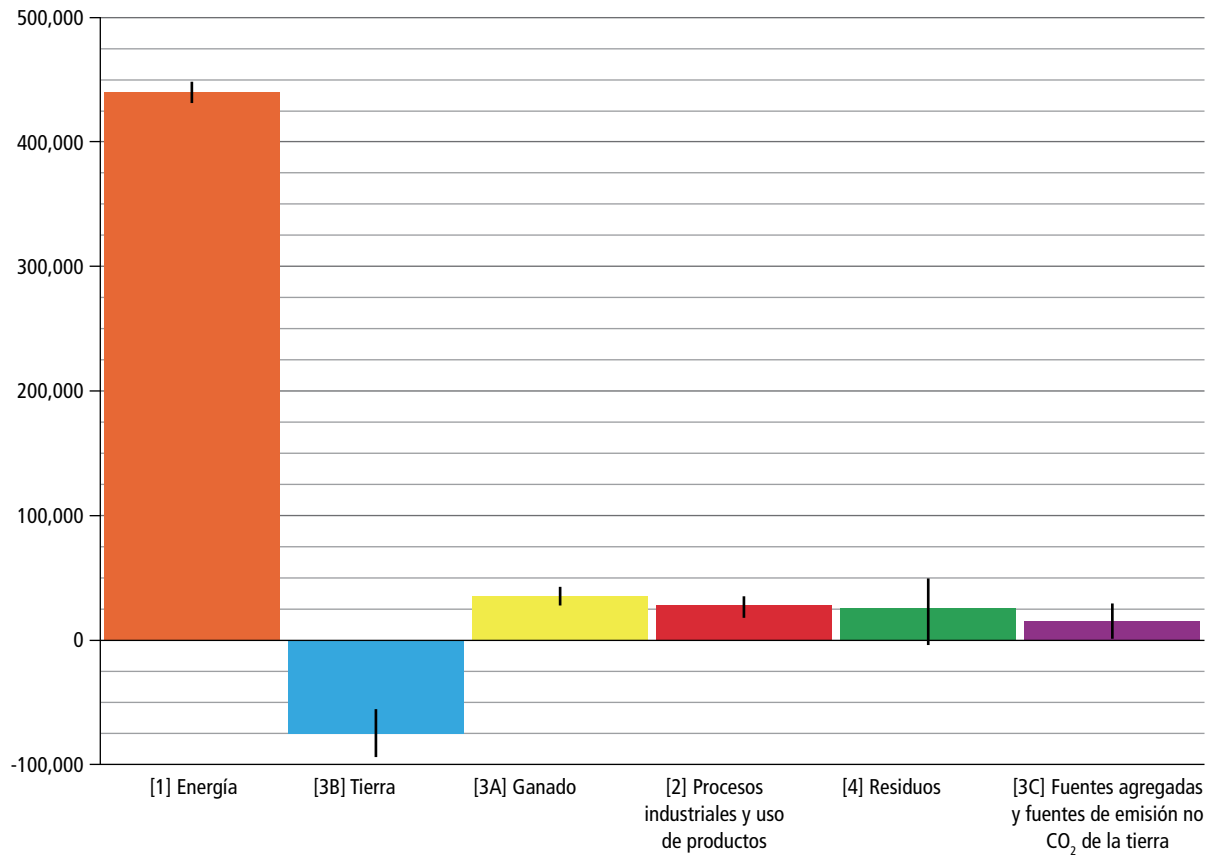


Tabla 4. Emisiones e incertidumbres por sector, 2015

Sector	Emisiones Gg de CO <sub>2</sub> e	Incertidumbre ± (%)*
[1] Energía	497,483.996	2.23
[2] Procesos industriales y uso de productos	54,111.761	13.32
[4] Residuos	45,909.010	101.48
[3A] Ganado	70,567.596	4.78
[3B] Tierra	-148,346.068	19.46
Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO <sub>2</sub> de la tierra	31,491.906	63.19

\* En el caso de la incertidumbre, de 101.48%, asociada al sector [4] Residuos, es evidente que esta variable no puede ser negativa, por lo que puede interpretarse como ±100%.

Figura 2. Emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones por sector



## Tablas de cálculo

Tabla 5. Cálculo de incertidumbre de la tendencia, 1990-2015

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>		<b>346,648.21</b>	<b>578,989.45</b>		<b>8.34%</b>	<b>8.34%</b>	<b>9.07%</b>	<b>14.52%</b>	<b>195.29%</b>	<b>1.21%</b>	<b>0.00%</b>	<b>1.21%</b>
Actividad principal												
[1A1a]	CO <sub>2</sub>	301,473.25	490,429.97		2.19%	2.19%	2.02%	17.02%	165.42%	0.37%	0.00%	0.37%
		65,000.53	141,301.14		3.38%	3.38%	0.90%	8.27%	47.66%	0.28%	0.00%	0.28%
[1A1a]	CH <sub>4</sub>	60.20	135.47		71.52%	71.52%	0.02%	0.01%	0.05%	0.01%	0.00%	0.01%
Actividad principal												
[1A1a]	N <sub>2</sub> O	135.15	292.98		100.46%	100.46%	0.06%	0.02%	0.10%	0.02%	0.00%	0.01%
[1A1b]	CO <sub>2</sub>	11,550.92	11,796.92		6.21%	6.21%	0.14%	3.02%	3.98%	0.19%	0.00%	0.19%
[1A1b]	CH <sub>4</sub>	11.13	7.71		100.58%	100.58%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A1b]	N <sub>2</sub> O	20.20	10.77		108.06%	108.06%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%
Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía												
[1A1c]	CO <sub>2</sub>	25,911.45	27,660.88		6.81%	6.81%	0.35%	6.36%	9.33%	0.43%	0.00%	0.43%
Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía												
[1A1c]	CH <sub>4</sub>	18.17	15.93		99.73%	99.73%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet \cdot C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>												
<b>Energía</b>												
[1A1c]	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	27.49	20.18		94.58%	94.58%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%
[1A2a]	Hierro y acero	5,050.96	4,330.93		8.05%	8.05%	0.07%	1.60%	1.46%	0.13%	0.00%	0.13%
[1A2a]	Hierro y acero	3.68	2.23		121.21%	121.21%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2a]	Hierro y acero	5.65	2.34		111.04%	111.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2b]	Metales no ferrosos	2,105.78	1,605.76		3.79%	3.79%	0.01%	0.73%	0.54%	0.03%	0.00%	0.03%
[1A2b]	Metales no ferrosos	1.88	1.12		78.40%	78.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2b]	Metales no ferrosos	2.92	1.66		88.63%	88.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2c]	Sustancias químicas	16,715.48	8,876.68		5.50%	5.50%	0.09%	7.13%	2.99%	0.38%	0.00%	0.38%
[1A2c]	Sustancias químicas	10.40	4.68		81.41%	81.41%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2c]	Sustancias químicas	13.85	5.11		73.40%	73.40%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta	3,347.00	2,392.70		6.62%	6.62%	0.03%	1.22%	0.81%	0.08%	0.00%	0.08%
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta	3.06	1.46		94.93%	94.93%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2d]	Pulpa, papel e imprenta	5.41	1.91		90.46%	90.46%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2e]	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	4,031.01	1,570.99		4.90%	4.90%	0.01%	1.91%	0.53%	0.09%	0.00%	0.09%
[1A2e]	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	27.49	28.70		144.68%	144.68%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \infty D}{\bullet D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>		<b>346,648.21</b>	<b>578,989.45</b>		<b>8.34%</b>	<b>8.34%</b>	<b>9.07%</b>	<b>14.52%</b>	<b>195.29%</b>	<b>1.21%</b>	<b>0.00%</b>	<b>1.21%</b>
		<b>301,473.25</b>	<b>490,429.97</b>		<b>2.19%</b>	<b>2.19%</b>	<b>2.02%</b>	<b>17.02%</b>	<b>165.42%</b>	<b>0.37%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.37%</b>
[1A2e]	N <sub>2</sub> O	7.55	36.37		162.08%	162.08%	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%
[1A2g]	CO <sub>2</sub>	198.40	444.87		6.38%	6.38%	0.01%	0.03%	0.15%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2j]	CH <sub>4</sub>	0.11	0.26		95.82%	95.82%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2g]	N <sub>2</sub> O	0.13	0.33		96.04%	96.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2i]	CO <sub>2</sub>	6,605.83	14,612.36		14.78%	14.78%	0.41%	1.00%	4.93%	0.15%	0.00%	0.15%
[1A2j]	CH <sub>4</sub>	6.65	14.95		107.58%	107.58%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2i]	N <sub>2</sub> O	12.30	25.96		115.87%	115.87%	0.01%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2k]	CO <sub>2</sub>	341.89	871.51		6.36%	6.36%	0.01%	0.09%	0.29%	0.01%	0.00%	0.01%
[1A2k]	CH <sub>4</sub>	0.39	1.00		150.08%	150.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2k]	N <sub>2</sub> O	0.75	1.90		150.08%	150.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A2m]	CO <sub>2</sub>	12,189.83	28,563.88		3.92%	3.92%	0.21%	2.38%	9.63%	0.09%	0.00%	0.09%
[1A2m]	CH <sub>4</sub>	71.53	38.25		82.33%	82.33%	0.01%	0.03%	0.01%	0.02%	0.00%	0.02%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \cdot E \cdot \infty \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>		<b>346,648.21</b>	<b>578,989.45</b>		<b>8.34%</b>	<b>8.34%</b>	<b>9.07%</b>	<b>14.52%</b>	<b>195.29%</b>	<b>1.21%</b>	<b>0.00%</b>	<b>1.21%</b>
		<b>301,473.25</b>	<b>490,429.97</b>		<b>2.19%</b>	<b>2.19%</b>	<b>2.02%</b>	<b>17.02%</b>	<b>165.42%</b>	<b>0.37%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.37%</b>
[1A2m]	N <sub>2</sub> O	93.08	52.26		93.58%	93.58%	0.01%	0.04%	0.02%	0.04%	0.00%	0.04%
[1A3a]	CO <sub>2</sub>	3,286.29	6,238.15		4.99%	4.99%	0.06%	0.15%	2.10%	0.01%	0.00%	0.01%
[1A3a]	CH <sub>4</sub>	0.63	1.20		78.22%	78.22%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A3a]	N <sub>2</sub> O	23.99	45.53		109.50%	109.50%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A3b]	CO <sub>2</sub>	84,230.61	156,754.35		3.93%	3.93%	1.18%	1.85%	52.87%	0.11%	0.00%	0.11%
[1A3b]	CH <sub>4</sub>	832.79	317.72		81.39%	81.39%	0.05%	0.39%	0.11%	0.32%	0.00%	0.32%
[1A3b]	N <sub>2</sub> O	1,015.06	2,872.01		108.36%	108.36%	0.60%	0.36%	0.97%	0.40%	0.00%	0.40%
[1A3c]	CO <sub>2</sub>	1,941.40	2,238.66		5.14%	5.14%	0.02%	0.40%	0.76%	0.02%	0.00%	0.02%
[1A3c]	CH <sub>4</sub>	3.10	3.57		105.30%	105.30%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A3c]	N <sub>2</sub> O	201.97	232.90		125.10%	125.10%	0.06%	0.04%	0.08%	0.05%	0.00%	0.05%
[1A3d]	CO <sub>2</sub>	1,987.54	2,624.65		4.98%	4.98%	0.03%	0.30%	0.89%	0.01%	0.00%	0.01%
[1A3d]	CH <sub>4</sub>	4.98	7.04		48.83%	48.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A3d]	N <sub>2</sub> O	13.47	19.05		87.59%	87.59%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A4a]	CH <sub>4</sub>	11.82	12.17		3.83%	3.83%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A4a]	CO <sub>2</sub>	3,859.67	5,262.21		4.05%	4.05%	0.04%	0.52%	1.77%	0.02%	0.00%	0.02%
[1A4a]	N <sub>2</sub> O	5.64	2.86		3.40%	3.40%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A4b]	CH <sub>4</sub>	2,364.45	2,165.30		4.91%	4.91%	0.02%	0.68%	0.73%	0.03%	0.00%	0.03%
[1A4b]	CO <sub>2</sub>	18,832.14	18,838.28		4.45%	4.45%	0.16%	5.05%	6.35%	0.22%	0.00%	0.22%
[1A4b]	N <sub>2</sub> O	302.05	276.13		4.85%	4.85%	0.00%	0.09%	0.09%	0.00%	0.00%	0.00%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \infty D}{\bullet D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
<b>Agenda gris</b>		<b>Equivalente de Gg CO<sub>2</sub></b>	<b>Equivalente de Gg CO<sub>2</sub></b>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		<b>301,473.25</b>	<b>490,429.97</b>			<b>2.19%</b>		<b>17.02%</b>	<b>165.42%</b>	<b>0.37%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.37%</b>
[1A4c]	CH <sub>4</sub>	18.95	39.16			5.03%		0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[1A4c]	CO <sub>2</sub>	4,967.04	10,360.10			4.95%	0.10%	0.54%	3.49%	0.03%	0.00%	0.03%
[1A4c]	N <sub>2</sub> O	10.68	21.92			5.10%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[1B1ai]	CH <sub>4</sub>	3,200.47	7,716.09			37.62%	0.56%	0.70%	2.60%	0.26%	0.00%	0.26%
[1B1aii]	CH <sub>4</sub>	41.17	70.68			66.00%	0.01%	0.00%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
[1B2]	CO <sub>2</sub>	5,286.95	15,828.07			21.05%	0.64%	2.19%	5.34%	0.46%	0.00%	0.46%
[1B2a]	CO <sub>2</sub>	5,120.22	5,162.17			12.25%	0.12%	1.36%	1.74%	0.16%	0.00%	0.16%
[1B2a]	CH <sub>4</sub>	5,629.99	5,181.16			56.49%	0.56%	1.66%	1.75%	0.90%	0.00%	0.90%
[1B2b]	CO <sub>2</sub>	1,277.09	1,568.10			16.13%	0.05%	0.24%	0.53%	0.04%	0.00%	0.04%
[1B2b]	CH <sub>4</sub>	3,438.27	8,892.59			39.69%	0.67%	0.92%	3.00%	0.38%	0.00%	0.38%
<b>Procesos industriales y uso de productos</b>		<b>32,624.86</b>	<b>42,874.83</b>			<b>15.60%</b>	<b>1.28%</b>	<b>4.94%</b>	<b>14.46%</b>	<b>0.77%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.77%</b>
[2A1]	CO <sub>2</sub>	10,735.74	19,159.98			32.50%	1.19%	0.08%	6.46%	0.02%	0.00%	0.02%
[2A2]	CO <sub>2</sub>	2,166.68	3,086.55			4.94%	0.03%	0.25%	1.04%	0.01%	0.00%	0.01%
[2A3]	CO <sub>2</sub>	306.66	520.74			8.89%	0.01%	0.01%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%
[2B1]	CO <sub>2</sub>	4,593.20	1,004.21			8.49%	0.02%	2.44%	0.34%	0.20%	0.00%	0.20%



Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{\bullet \cdot D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet \cdot C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>												
<b>Energía</b>												
[2B2]	Producción de ácido nítrico	346,648.21	578,989.45		8.34%	8.34%	9.07%	14.52%	195.29%	1.21%	0.00%	1.21%
[2B4]	Producción de caprolactama	169.34	162.89		2.19%	2.19%	2.02%	17.02%	165.42%	0.37%	0.00%	0.37%
[2B6]	Producción de dióxido de titanio	87.83	207.80		56.57%	56.57%	0.05%	0.25%	0.17%	0.14%	0.00%	0.14%
[2B7]	Producción de ceniza de sosa	60.72	40.02		56.57%	56.57%	0.02%	0.05%	0.05%	0.03%	0.00%	0.03%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	2,257.25	1,579.06		21.21%	21.21%	0.01%	0.02%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	257.95	181.78		127.28%	127.28%	0.01%	0.02%	0.01%	0.03%	0.00%	0.03%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	257.95	181.78		26.32%	26.32%	0.08%	0.81%	0.53%	0.21%	0.00%	0.21%
[2B8]	Producción petroquímica y negro de humo	257.95	181.78		36.88%	36.88%	0.01%	0.09%	0.06%	0.03%	0.00%	0.03%
[2B9]	Producción fluorquímica	760.64	1,437.73		50.25%	50.25%	0.14%	0.03%	0.48%	0.02%	0.00%	0.02%
[2C1]	Producción de hierro y acero	8,666.78	12,922.69		17.31%	17.31%	0.43%	0.80%	4.36%	0.14%	0.00%	0.14%
[2C2]	Producción de ferroleaciones	341.19	283.40		20.35%	20.35%	0.01%	0.11%	0.10%	0.02%	0.00%	0.02%
[2C3]	Producción de aluminio	541.97	0.00		0.00%	0.00%	0.00%	0.32%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[2C5]	Producción de plomo	97.30	137.16		22.20%	22.20%	0.01%	0.01%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%
[2C6]	Producción de zinc	554.68	1,353.25		26.93%	26.93%	0.07%	0.13%	0.46%	0.03%	0.00%	0.03%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \infty D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{C} \right]$	I.F (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>												
	<b>Energía</b>	<b>346,648.21</b>	<b>578,989.45</b>		<b>8.34%</b>	<b>8.34%</b>	<b>9.07%</b>	<b>14.52%</b>	<b>195.29%</b>	<b>1.21%</b>	<b>0.00%</b>	<b>1.21%</b>
[2D1]	Uso de lubricantes	235.88	77.56		2.19%	2.19%	2.02%	17.02%	165.42%	0.37%	0.00%	0.37%
[2D2]	Uso de la cera de parafina	55.08	16.74		50.30%	50.30%	0.01%	0.11%	0.03%	0.06%	0.00%	0.06%
[2G1]	Equipos eléctricos	32.41	195.25		50.27%	50.27%	0.00%	0.03%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%
	<b>Residuos</b>	<b>12,550.11</b>	<b>45,684.65</b>		<b>3.89%</b>	<b>3.89%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.05%</b>	<b>0.07%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>	<b>0.00%</b>
	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	129.67	17,007.47		<b>101.98%</b>	<b>101.98%</b>	<b>8.91%</b>	<b>7.94%</b>	<b>15.41%</b>	<b>8.10%</b>	<b>0.00%</b>	<b>8.10%</b>
[4A1]	Sitios no controlados de eliminación de residuos	0.00	2,456.29		3.54%	3.54%	0.12%	5.66%	5.74%	0.20%	0.00%	0.20%
[4A2]	Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos	0.00	2,456.85		2.40%	2.40%	0.01%	0.83%	0.83%	0.02%	0.00%	0.02%
[4A3]	Incineración abierta de desechos	923.46	620.31		0.84%	0.84%	0.00%	0.83%	0.83%	0.01%	0.00%	0.01%
[4C2]	Incineración abierta de desechos	463.45	706.51		97.61%	97.61%	0.12%	0.34%	0.21%	0.33%	0.00%	0.33%
[4C2]	Incineración abierta de desechos	201.69	135.48		98.68%	98.68%	0.13%	0.04%	0.24%	0.04%	0.00%	0.04%
[4D1]	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	4,280.63	3,726.20		97.61%	97.61%	0.03%	0.07%	0.05%	0.07%	0.00%	0.07%
					7.63%	7.63%	0.05%	1.29%	1.26%	0.10%	0.00%	0.10%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet \cdot C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<b>Agenda gris</b>												
<b>Energía</b>												
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	N <sub>2</sub> O	1,090.92	1,866.23		2495.23%	2495.23%	8.91%	0.02%	0.63%	0.49%	0.00%	0.49%
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	5,460.28	16,709.30		5.18%	5.18%	0.17%	2.39%	5.64%	0.12%	0.00%	0.12%
<b>Agenda verde</b>												
<b>Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>												
<b>Ganado</b>												
[3A1a] Bovinos	CH <sub>4</sub>	66,494.18	70,567.60		4.78%	4.78%	0.64%	15.72%	23.80%	0.75%	0.00%	0.75%
[3A1c] Ovinos	CH <sub>4</sub>	47,959.40	50,121.38		6.50%	6.50%	0.62%	11.60%	16.91%	0.75%	0.00%	0.75%
[3A1d] Caprinos	CH <sub>4</sub>	818.44	1,219.51		9.73%	9.73%	0.02%	0.08%	0.41%	0.01%	0.00%	0.01%
[3A1f] Caballos	CH <sub>4</sub>	1,461.46	1,221.50		10.05%	10.05%	0.02%	0.46%	0.41%	0.05%	0.00%	0.05%
[3A1g] Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	1,513.52	439.92		8.11%	8.11%	0.01%	0.75%	0.15%	0.06%	0.00%	0.06%
[3A1h] Porcinos	CH <sub>4</sub>	662.95	110.38		11.58%	11.58%	0.00%	0.36%	0.04%	0.04%	0.00%	0.04%
[3A2a] Bovinos	CH <sub>4</sub>	327.93	330.03		11.18%	11.18%	0.01%	0.08%	0.11%	0.01%	0.00%	0.01%
[3A2a] Bovinos	CH <sub>4</sub>	5,482.66	7,970.28		6.36%	6.36%	0.10%	0.57%	2.69%	0.04%	0.00%	0.04%
[3A2a] Bovinos	N <sub>2</sub> O	2,194.99	3,630.27		15.83%	15.83%	0.11%	0.08%	1.22%	0.01%	0.00%	0.01%
[3A2c] Ovinos	CH <sub>4</sub>	25.10	35.80		8.99%	8.99%	0.00%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[3A2d] Caprinos	CH <sub>4</sub>	45.48	37.83		10.03%	10.03%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%
[3A2f] Caballos	CH <sub>4</sub>	144.03	40.90		8.17%	8.17%	0.00%	0.07%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%
[3A2g] Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	63.44	10.58		12.18%	12.18%	0.00%	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
[3A2h] Porcinos	CH <sub>4</sub>	5,197.36	4,431.18		7.28%	7.28%	0.06%	1.60%	1.49%	0.12%	0.00%	0.12%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Incertidumbre combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \infty D}{\bullet D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{\bullet C} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \infty E \infty \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$
<b>Agenda gris</b>		<b>Equivalente de Gg CO<sub>2</sub></b>	<b>Equivalente de Gg CO<sub>2</sub></b>	%	%	%	%	%	%	%	%	%
		<b>301,473.25</b>	<b>490,429.97</b>									
[3A2h]	N <sub>2</sub> O	343.83	413.46			8.34%	9.07%	14.52%	195.29%	1.21%	0.00%	1.21%
[3A2i]	CH <sub>4</sub>	86.05	162.24			2.19%	2.02%	17.02%	165.42%	0.37%	0.00%	0.37%
[3A2j]	N <sub>2</sub> O	167.53	392.35			21.00%	0.02%	0.07%	0.14%	0.01%	0.00%	0.01%
						14.95%	0.00%	0.00%	0.05%	0.00%	0.00%	0.00%
						36.86%	0.03%	0.03%	0.13%	0.01%	0.00%	0.01%
						<b>19.46%</b>	<b>5.52%</b>	<b>38.35%</b>	<b>50.04%</b>	<b>7.46%</b>	<b>0.00%</b>	<b>7.46%</b>
[3B1a]	CO <sub>2</sub>	-134,150.52	-138,504.68			15.91%	4.22%	33.24%	46.72%	5.29%	0.00%	5.29%
[3B1b]	CO <sub>2</sub>	-4,278.98	-1,465.44			97.34%	0.27%	2.05%	0.49%	2.00%	0.00%	2.00%
[3B2a]	CO <sub>2</sub>	-12,551.08	-12,215.61			84.22%	1.97%	3.35%	4.12%	2.82%	0.00%	2.82%
[3B2b]	CO <sub>2</sub>	10,958.49	11,339.60			70.74%	1.53%	2.69%	3.82%	1.91%	0.00%	1.91%
[3B3a]	CO <sub>2</sub>	-15,674.44	-16,422.92			57.68%	1.81%	3.79%	5.54%	2.18%	0.00%	2.18%
[3B3b]	CO <sub>2</sub>	5,602.36	8,586.48			107.79%	1.77%	0.44%	2.90%	0.47%	0.00%	0.47%
[3B4b]	CO <sub>2</sub>	171.63	44.57			18.97%	0.00%	0.09%	0.02%	0.02%	0.00%	0.02%
[3B5b]	CO <sub>2</sub>	1,606.14	137.57			21.85%	0.01%	0.91%	0.05%	0.20%	0.00%	0.20%
[3B6b]	CO <sub>2</sub>	50.18	154.36			80.89%	0.02%	0.02%	0.05%	0.02%	0.00%	0.02%

Tabla 5. (Continuación)

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES Y COMPUESTOS DE EFECTO INVERNADERO (INEGYCEI 1990-2015)													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año 1990	Emisiones o absorciones del año 2015	Incidencia de los datos de la actividad	Incidencia del factor de emisión / parámetro de estimación	Incidencia combinada	Incidencia combinada como % del total de emisiones nacionales en el año 2015	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incidencia en las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incidencia en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incidencia introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales (%)	
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\left[ \frac{G \cdot D}{D} \right]$	Nota B	$\left[ \frac{D}{D} \right]$	I.F. (Nota C)	$J \cdot E \cdot \infty \cdot \sqrt{2}$	$\sqrt{K^2 + L^2}$	
		Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	Equivalente de Gg CO <sub>2</sub>	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
<b>Agenda gris</b>													
<b>Energía</b>													
<b>Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra</b>													
[3C1b]	Emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo	486.69	671.34			241.13%	0.31%	0.06%	0.23%	0.15%	0.00%	0.15%	
[3C1b]	Emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo	147.71	203.53			232.74%	0.09%	0.02%	0.07%	0.04%	0.00%	0.04%	
[3C2]	Encalado	30.93	37.42			49.30%	0.00%	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	
[3C3]	Aplicación de urea	436.19	409.71			50.25%	0.04%	0.12%	0.14%	0.06%	0.00%	0.06%	
[3C4]	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	23,347.01	22,992.89			79.78%	3.51%	6.13%	7.76%	4.89%	0.00%	4.89%	
[3C5]	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	6,289.93	5,821.98			129.10%	1.44%	1.78%	1.96%	2.29%	0.00%	2.29%	
[3C6]	Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión del estiércol	522.77	913.66			42.35%	0.07%	0.00%	0.31%	0.00%	0.00%	0.00%	
[3C7]	Cultivo de arroz	337.96	164.76			55.77%	0.02%	0.15%	0.06%	0.08%	0.00%	0.08%	
<b>Total</b>		<b>296,475.35</b>	<b>539,480.29</b>				<b>0.0131</b>					<b>0.0081</b>	
						<b>Porcentaje de incertidumbre total del inventario</b>	<b>11.09%</b>				<b>Incidencia de la tendencia</b>	<b>9.68%</b>	

Tabla 6. Cálculo de incertidumbre por nivel, 2015

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Gris	Energía	<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>		<b>181,241.98</b>	<b>2.87%</b>
Gris	Energía	1A1a	Actividad principal producción de electricidad y calor	CO <sub>2</sub>	141,301.14	3.38%
Gris	Energía	1A1a	Actividad principal producción de electricidad y calor	CH <sub>4</sub>	67.82	71.52%
Gris	Energía	1A1a	Actividad principal producción de electricidad y calor	N <sub>2</sub> O	206.457	100.46%
Gris	Energía	1A1b	Refinación de petróleo	CO <sub>2</sub>	11,796.921	6.21%
Gris	Energía	1A1b	Refinación de petróleo	CH <sub>4</sub>	7.707	100.58%
Gris	Energía	1A1b	Refinación de petróleo	N <sub>2</sub> O	10.77	108.06%
Gris	Energía	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CO <sub>2</sub>	27,660.88	6.81%
Gris	Energía	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	CH <sub>4</sub>	15.93	99.73%
Gris	Energía	1A1c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	N <sub>2</sub> O	20.18	94.58%
Gris	Energía	<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de la construcción</b>		<b>63,490.196</b>	<b>3.96%</b>
Gris	Energía	1A2a	Hierro y acero	CO <sub>2</sub>	4,330.93	8.05%
Gris	Energía	1A2a	Hierro y acero	CH <sub>4</sub>	2.23	121.21%
Gris	Energía	1A2a	Hierro y acero	N <sub>2</sub> O	2.34	111.04%
Gris	Energía	1A2b	Metales no ferrosos	CO <sub>2</sub>	1,605.76	3.79%
Gris	Energía	1A2b	Metales no ferrosos	CH <sub>4</sub>	1.12	78.40%
Gris	Energía	1A2b	Metales no ferrosos	N <sub>2</sub> O	1.66	88.63%
Gris	Energía	1A2c	Sustancias químicas	CO <sub>2</sub>	8,876.68	5.50%
Gris	Energía	1A2c	Sustancias químicas	CH <sub>4</sub>	4.68	81.41%
Gris	Energía	1A2c	Sustancias químicas	N <sub>2</sub> O	5.11	73.40%
Gris	Energía	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	CO <sub>2</sub>	2,392.70	6.62%
Gris	Energía	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	CH <sub>4</sub>	1.46	94.93%
Gris	Energía	1A2d	Pulpa, papel e imprenta	N <sub>2</sub> O	1.91	90.46%
Gris	Energía	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO <sub>2</sub>	1,570.99	4.90%
Gris	Energía	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CH <sub>4</sub>	28.70	144.68%
Gris	Energía	1A2e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	N <sub>2</sub> O	36.37	162.08%

Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Gris	Energía	1A2g	Equipo de transporte	CO <sub>2</sub>	444.87	6.38%
Gris	Energía	1A2g	Equipo de transporte	CH <sub>4</sub>	0.26	95.82%
Gris	Energía	1A2g	Equipo de transporte	N <sub>2</sub> O	0.33	96.04%
Gris	Energía	1A2i	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CO <sub>2</sub>	14,612.36	14.78%
Gris	Energía	1A2i	Minería (con excepción de combustible) y cantería	CH <sub>4</sub>	14.95	107.58%
Gris	Energía	1A2i	Minería (con excepción de combustible) y cantería	N <sub>2</sub> O	25.96	115.87%
Gris	Energía	1A2k	Construcción	CO <sub>2</sub>	871.51	6.36%
Gris	Energía	1A2k	Construcción	CH <sub>4</sub>	1.00	150.08%
Gris	Energía	1A2k	Construcción	N <sub>2</sub> O	1.90	150.08%
Gris	Energía	1A2m	Industria no especificada	CO <sub>2</sub>	28,563.88	3.92%
Gris	Energía	1A2m	Industria no especificada	CH <sub>4</sub>	38.25	82.33%
Gris	Energía	1A2m	Industria no especificada	N <sub>2</sub> O	52.26	93.58%
Gris	Energía	<b>1A3</b>	<b>Transporte</b>		<b>171,354.836</b>	<b>4.04%</b>
Gris	Energía	1A3a	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	6,238.15	4.99%
Gris	Energía	1A3a	Aviación civil	CH <sub>4</sub>	1.20	78.22%
Gris	Energía	1A3a	Aviación civil	N <sub>2</sub> O	45.53	109.50%
Gris	Energía	1A3b	Autotransporte	CO <sub>2</sub>	156,754.35	3.93%
Gris	Energía	1A3b	Autotransporte	CH <sub>4</sub>	317.72	81.39%
Gris	Energía	1A3b	Autotransporte	N <sub>2</sub> O	2,872.01	108.36%
Gris	Energía	1A3c	Ferrocarriles	CO <sub>2</sub>	2,238.66	5.14%
Gris	Energía	1A3c	Ferrocarriles	CH <sub>4</sub>	3.57	105.30%
Gris	Energía	1A3c	Ferrocarriles	N <sub>2</sub> O	232.90	125.10%
Gris	Energía	1A3d	Navegación marítima y fluvial	CO <sub>2</sub>	2,624.65	4.98%
Gris	Energía	1A3d	Navegación marítima y fluvial	CH <sub>4</sub>	7.04	48.83%
Gris	Energía	1A3d	Navegación marítima y fluvial	N <sub>2</sub> O	19.05	87.59%
Gris	Energía	<b>1A4</b>	<b>Otros sectores</b>		<b>36,978.115</b>	<b>2.74%</b>
Gris	Energía	1A4a	Comercial/Institucional	CH <sub>4</sub>	12.17	3.83%
Gris	Energía	1A4a	Comercial/Institucional	CO <sub>2</sub>	5,262.21	4.05%
Gris	Energía	1A4a	Comercial/Institucional	N <sub>2</sub> O	2.86	3.40%
Gris	Energía	1A4b	Residencial	CH <sub>4</sub>	2,165.30	4.91%
Gris	Energía	1A4b	Residencial	CO <sub>2</sub>	18,838.28	4.45%
Gris	Energía	1A4b	Residencial	N <sub>2</sub> O	276.13	4.85%

Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Gris	Energía	1A4c	Agropecuario/silvicultura/pesca/piscifactorías	CH <sub>4</sub>	39.16	5.03%
Gris	Energía	1A4c	Agropecuario/silvicultura/pesca/piscifactorías	CO <sub>2</sub>	10,360.10	4.95%
Gris	Energía	1A4c	Agropecuario/silvicultura/pesca/piscifactorías	N <sub>2</sub> O	21.92	5.10%
Gris	Energía	<b>1B1</b>	<b>Combustibles sólidos</b>		<b>7,786.772</b>	<b>37.28%</b>
Gris	Energía	1B1ai	Minas subterráneas	CH <sub>4</sub>	7,716.09	37.62%
Gris	Energía	1B1aii	Minas superficie	CH <sub>4</sub>	70.68	66.00%
Gris	Energía	<b>1B2</b>	<b>Petróleo y gas natural</b>		<b>36,632.095</b>	<b>15.58%</b>
Gris	Energía	1B2	Quemado en petróleo y gas	CO <sub>2</sub>	15,828.07	21.05%
Gris	Energía	1B2a	Petróleo	CO <sub>2</sub>	5,162.17	12.25%
Gris	Energía	1B2a	Petróleo	CH <sub>4</sub>	5,181.16	56.49%
Gris	Energía	1B2b	Gas natural	CO <sub>2</sub>	1,568.10	16.13%
Gris	Energía	1B2b	Gas natural	CH <sub>4</sub>	8,892.59	39.69%
<b>Procesos industriales y uso de productos</b>					<b>54,111.761</b>	<b>13.32%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2A</b>	<b>Industria de los minerales</b>		<b>22,767.267</b>	<b>27.36%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2A1	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	19,159.98	32.50%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2A2	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	3,086.55	4.94%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2A3	Producción de vidrio	CO <sub>2</sub>	520.74	8.89%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2B</b>	<b>Industria química</b>		<b>5,121.510</b>	<b>17.49%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B1	Producción de amoníaco	CO <sub>2</sub>	1,004.21	8.49%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B2	Producción de ácido nítrico	N <sub>2</sub> O	508.01	56.57%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B4	Producción de caprolactama	N <sub>2</sub> O	162.89	56.57%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B6	Producción de dióxido de titanio	CO <sub>2</sub>	207.80	21.21%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B7	Producción de ceniza de sosa	CO <sub>2</sub>	40.02	127.28%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B8	Producción petroquímica y negro de humo	CO <sub>2</sub>	1,579.06	26.32%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B8	Producción petroquímica y negro de humo	CH <sub>4</sub>	181.78	36.88%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2B9	Producción fluoroquímica	HFC-23	1,437.73	50.25%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2C</b>	<b>Industria de los metales</b>		<b>14,696.500</b>	<b>15.43%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2C1	Producción del hierro y acero	CO <sub>2</sub>	12,922.69	17.31%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2C2	Producción de ferroaleaciones	CO <sub>2</sub>	283.40	20.35%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2C5	Producción de plomo	CO <sub>2</sub>	137.16	22.20%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2C6	Producción de zinc	CO <sub>2</sub>	1,353.25	26.93%



Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2D</b>	<b>Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente</b>		<b>94.305</b>	<b>42.32%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2D1	Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	77.56	50.30%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2D2	Uso de la cera de parafina	CO <sub>2</sub>	16.74	50.27%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2F</b>	<b>Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono</b>		<b>11,179.007</b>	<b>24.05%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F1	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-410A	6,475.35	33.16%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F1	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-404a	3,407.89	46.40%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F1	Refrigeración y aire acondicionado	HFC-407c	5.39	40.49%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F2	Agentes espumantes	HFC-134a	3.65	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F2	Agentes espumantes	HFC-245fa	398.59	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F2	Agentes espumantes	HFC-365mfc/227ea	8.63	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F2	Agentes espumantes	HFC-365mfc	0.70	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F2	Agentes espumantes	HFC-134	8.99	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F3	Protección contra incendios	HFC-125	20.85	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F3	Protección contra incendios	HFC-227ea	16.59	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F3	Protección contra incendios	HFC-236fa	42.20	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F4	Aerosoles	HFC-134a	378.68	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F4	Aerosoles	HFC-152a	403.19	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2F5	Solventes	HFC-43-10mee	8.33	50.00%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2G</b>	<b>Manufactura y utilización de otros productos</b>		<b>195.246</b>	<b>3.89%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2G1	Equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	195.25	3.89%
Gris	Procesos industriales y uso de productos	<b>2H</b>	<b>Otros</b>		<b>57.926</b>	<b>3.16%</b>
Gris	Procesos industriales y uso de productos	2H1	Industria de la pulpa y el papel	CO <sub>2</sub>	57.93	3.16%
<b>Residuos</b>					<b>45,909.010</b>	<b>101.48%</b>
Gris	Residuos	<b>4A</b>	<b>Eliminación de residuos sólidos</b>		<b>21,920.610</b>	<b>2.76%</b>
Gris	Residuos	4A1	Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)	CH <sub>4</sub>	17,007.47	3.54%
Gris	Residuos	4A2	Sitios no controlados de eliminación de residuos	CH <sub>4</sub>	2,456.29	2.40%

Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Gris	Residuos	4A3	Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos	CH <sub>4</sub>	2,456.85	0.84%
Gris	Residuos	<b>4B</b>	<b>Tratamiento biológico de los residuos sólidos</b>		<b>199.512</b>	<b>72.48%</b>
Gris	Residuos	4B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	116.69	104.04%
Gris	Residuos	4B	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N <sub>2</sub> O	82.83	94.87%
Gris	Residuos	<b>4C</b>	<b>Incineración y quema a cielo abierto de residuos</b>		<b>1,487.148</b>	<b>62.73%</b>
Gris	Residuos	4C1	Incineración de desechos	CH <sub>4</sub>	0.11	6.54%
Gris	Residuos	4C1	Incineración de desechos	CO <sub>2</sub>	23.72	18.75%
Gris	Residuos	4C1	Incineración de desechos	N <sub>2</sub> O	1.03	6.50%
Gris	Residuos	4C2	Incineración abierta de desechos	CH <sub>4</sub>	620.31	97.61%
Gris	Residuos	4C2	Incineración abierta de desechos	CO <sub>2</sub>	706.51	98.68%
Gris	Residuos	4C2	Incineración abierta de desechos	N <sub>2</sub> O	135.48	97.61%
Gris	Residuos	<b>4D</b>	<b>Tratamiento y eliminación de aguas residuales</b>		<b>22,301.739</b>	<b>208.84%</b>
Gris	Residuos	4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	CH <sub>4</sub>	3,726.20	7.63%
Gris	Residuos	4D1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales	N <sub>2</sub> O	1,866.23	2495.23%
Gris	Residuos	4D2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	16,709.30	5.18%
<b>Agenda verde</b>					<b>-46,286.565</b>	<b>76.10%</b>
<b>Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>					<b>-46,286.565</b>	<b>76.10%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	<b>3A</b>	<b>Ganado</b>		<b>70,567.596</b>	<b>4.78%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1a	Bovinos	CH <sub>4</sub>	50,121.38	6.50%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1c	Ovinos	CH <sub>4</sub>	1,219.51	9.73%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1d	Caprinos	CH <sub>4</sub>	1,221.50	10.05%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1f	Caballos	CH <sub>4</sub>	439.92	8.11%

Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	110.38	11.58%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A1h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	330.03	11.18%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2a	Bovinos	CH <sub>4</sub>	7,970.28	6.36%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2a	Bovinos	N <sub>2</sub> O	3,630.27	15.83%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2c	Ovinos	CH <sub>4</sub>	35.80	8.99%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2d	Caprinos	CH <sub>4</sub>	37.83	10.03%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2f	Caballos	CH <sub>4</sub>	40.90	8.17%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2g	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	10.58	12.18%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2h	Porcinos	CH <sub>4</sub>	4,431.18	7.28%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2h	Porcinos	N <sub>2</sub> O	413.46	21.00%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2i	Aves de corral	CH <sub>4</sub>	162.24	14.95%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3A2i	Aves de corral	N <sub>2</sub> O	392.35	36.86%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	<b>3B</b>	<b>Tierra</b>		<b>-148,346.068</b>	<b>19.46%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B1a	Tierras forestales que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-138,504.68	15.91%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B1b	Tierras convertidas a tierras forestales	CO <sub>2</sub>	-1,465.44	97.34%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B2a	Tierras de cultivo que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-12,215.61	84.22%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B2b	Tierras convertidas a tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	11,339.60	70.74%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B3a	Praderas que permanecen como tal	CO <sub>2</sub>	-16,422.92	57.68%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B3b	Praderas convertidas en praderas	CO <sub>2</sub>	8,586.48	107.79%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B4b	Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	44.57	18.97%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B5b	Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	137.57	21.85%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3B6b	Tierras convertidas en otras tierras	CO <sub>2</sub>	154.36	80.89%

Tabla 6. (Continuación)

Agenda	Sector	Código de la categoría	Categoría	Gas	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> e)	Incertidumbre
<b>Agenda gris</b>					<b>578,989.45</b>	<b>8.34%</b>
<b>Energía</b>					<b>490,429.97</b>	<b>2.19%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	<b>3C</b>	<b>Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO<sub>2</sub> de la tierra</b>		<b>31491.906</b>	<b>63.19%</b>
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1a	Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales	CH <sub>4</sub>	161.97	
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1a	Emisiones de quemado de biomasa en tierras forestales	N <sub>2</sub> O	66.79	
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1b	Emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo	CH <sub>4</sub>	671.34	241.13%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1b	Emisiones de quemado de biomasa en tierras de cultivo	N <sub>2</sub> O	203.53	232.74%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1c	Emisiones de quemado de biomasa en tierras praderas	CH <sub>4</sub>	26.69	
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C1c	Emisiones de quemado de biomasa en tierras praderas	N <sub>2</sub> O	21.17	
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C2	Encalado	CO <sub>2</sub>	37.42	49.30%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C3	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	409.71	50.25%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C4	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	22992.89	79.78%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C5	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados	N <sub>2</sub> O	5821.98	129.10%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C6	Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión del estiércol	N <sub>2</sub> O	913.66	42.35%
Verde	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	3C7	Cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	164.76	55.77%
<b>Emisiones e Incertidumbre</b>					<b>551,218.20</b>	<b>10.86%</b>

## Referencias

- INECC. (2014). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles que se consumen en México* (Vol. 3). Distrito Federal. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC\\_2014\\_FE\\_tipos\\_combustibles\\_fosiles.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf)
- IPCC. (2000). Orientación de IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Cap. 6.
- IPCC, Eggleston, S., Buendía, L., Miwa, K., Ngara, T., y Tanabe, K. (2006). *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1, General Guidance and Reporting. Intergovernmental Panel on Climate Change, 5.*
- Múgica-Álvarez. (2017). Informe final del proyecto "Determinación de factores de emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), partículas en suspensión de 2.5 y 10 micras (PM<sub>2.5</sub> y PM<sub>10</sub>) y contaminantes de vida corta, metano (CH<sub>4</sub>) y carbono negro por prácticas de quema agrícola".

# Anexo C:

## Comparación del método de referencia con el método sectorial y el balance nacional de energía

### Comparación de métodos

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles pueden estimarse mediante dos métodos de nivel 1. Uno de ellos es el método de referencia, que utiliza el consumo aparente de combustibles fósiles en el país. El otro es el método sectorial, que emplea el consumo de combustibles por sector y desarrollado en la categoría [1A].

El método de referencia de las *Directrices del IPCC* se realiza de acuerdo con la **Ecuación 1**.

El consumo aparente se resume en la **Tabla 1**, que incluye la operación:

	Producción
+	Importaciones
-	Exportaciones
-	Tanques de combustible internacionales
-	Cambio en las existencias

#### Ecuación 1

$$Emisiones\ CO_2 = \sum_{AF} [(AC_F \times CF_F \times CC_F) \times 10^{-3} - EC_F] \times COF_F \times 44/12]$$

Donde:

Emisiones CO<sub>2</sub> = emisiones de dióxido de carbono en Gg.

AF = todos los combustibles.

AC<sub>F</sub> = consumo aparente de combustible = producción + importaciones - exportaciones - tanques de combustible internacionales - cambio en las existencias.

CF<sub>F</sub> = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto.

CC<sub>F</sub> = contenido de carbono en el combustible (tonelada de C/TJ).

Nótese que tonelada C/TJ es idéntico a kg C/GJ.

EC<sub>F</sub> = carbono excluido = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible de las emisiones de la quema (Gg de C).

COF<sub>F</sub> = factor de oxidación del carbono en el combustible = 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.

44/12 = relación del peso molecular del CO<sub>2</sub> al del C.

Tabla 1. Oferta interna bruta de combustibles fósiles, 1990-2015

PJ

Año	Petróleo crudo	Condensados	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diésel	Combustóleo	Gas licuado	Productos no energéticos	Coque de petróleo	Total líquidos fósiles	Carbón mineral	Coque de carbón	Total combustibles sólidos	Gas seco
1990	2,758.43	53.79	49.15	-55.17	-60.83	101.04	-40.10	-	-	2,806.31	141.27	4.34	145.61	930.18
1991	2,850.78	116.00	102.63	-63.76	-48.71	87.83	-22.97	-	-	3,021.80	136.64	2.79	139.43	986.62
1992	2,822.02	99.90	130.27	-57.32	-73.64	67.71	16.81	-	-	3,005.73	138.18	2.70	140.87	976.67
1993	2,906.86	177.77	104.02	-62.30	-96.50	42.72	3.58	-	3.49	3,079.64	155.85	2.57	158.43	1,013.80
1994	2,946.92	144.31	95.22	-60.95	-59.32	204.67	11.77	-	6.47	3,289.09	188.35	2.63	190.98	1,067.31
1995	2,764.81	147.85	77.45	-65.53	-53.13	78.67	26.49	-	7.41	2,984.03	209.73	2.85	212.58	1,059.64
1996	2,756.99	145.28	76.70	-52.81	-39.75	104.92	44.40	-	8.42	3,044.15	240.48	2.90	243.38	1,110.67
1997	2,765.52	137.50	108.98	-41.87	-7.24	185.31	104.63	-	10.68	3,263.49	240.71	2.84	243.55	1,184.38
1998	2,852.72	134.95	116.72	-40.86	-8.14	220.66	107.96	-	13.44	3,397.44	246.05	2.92	248.97	1,273.98
1999	2,863.99	132.31	4.13	-39.78	-7.33	129.03	115.10	-	19.51	3,216.96	250.37	2.94	253.31	1,243.97
2000	2,829.35	138.10	-103.32	-35.97	3.67	255.13	148.27	-	24.33	3,259.57	257.58	3.56	261.14	1,379.88
2001	2,869.87	144.90	35.57	-39.00	-26.64	178.93	132.16	-	36.36	3,332.15	290.32	3.29	293.61	1,422.56
2002	2,923.23	127.39	-139.13	-47.36	-9.37	-11.30	137.56	-	53.31	3,034.33	493.86	2.31	496.17	1,596.76
2003	3,177.60	131.18	-146.52	-37.38	-8.49	1.06	118.64	-	35.89	3,271.99	358.44	2.33	360.77	1,742.30
2004	3,246.03	150.83	-79.69	-56.39	-9.28	21.73	110.72	-	59.20	3,443.15	366.63	2.30	368.93	1,771.86
2005	3,233.91	180.59	87.41	-59.27	25.60	70.83	97.19	-	60.86	3,697.11	470.04	2.37	472.41	1,993.53
2006	3,107.60	139.64	111.80	-61.44	70.08	-52.53	95.45	-	85.92	3,496.53	507.01	2.50	509.51	2,234.15
2007	3,086.48	107.18	419.93	-47.55	86.03	-17.63	123.52	-	103.81	3,861.77	466.56	2.44	469.00	2,107.90
2008	3,213.44	91.33	515.34	-49.10	145.51	-77.45	136.74	-	79.64	4,055.45	414.02	2.46	416.48	2,187.52
2009	3,216.80	85.43	493.64	-48.31	97.69	-176.57	119.59	-	61.86	3,850.12	425.58	2.09	427.67	2,415.43
2010	2,839.95	89.47	639.84	-40.67	237.78	-252.87	124.32	-	69.96	3,707.77	522.88	3.35	526.23	2,406.74
2011	2,813.49	97.72	663.54	-52.08	271.21	-179.65	122.57	-	68.49	3,805.30	607.92	3.38	611.30	2,554.00
2012	2,950.96	74.55	625.07	-44.54	271.28	-81.14	129.08	-	54.05	3,979.31	527.02	3.45	530.47	2,635.83
2013	3,051.87	122.10	589.67	-48.18	212.46	-124.81	119.54	-	57.33	3,979.99	523.74	3.53	527.27	2,752.16
2014	2,694.11	103.94	587.35	-31.52	271.05	-259.67	122.12	-	66.52	3,553.89	519.31	3.54	522.85	2,799.23
2015	2,407.33	97.27	697.91	-17.95	314.98	-250.71	161.05	-	83.26	3,493.14	517.68	2.86	520.53	2,731.05

Fuente: Elaboración propia con información del SIE/SENER.

En la **Tabla 2** se presentan los combustibles para el cálculo del carbono excluido.

Se aclara que para la estimación de las emisiones de hierro y acero se descontaron el gas natural y el coque de petróleo que se utiliza como

agente reductor. Tampoco se contabilizó el coque de carbón como combustible quemado y las emisiones por su fabricación no se incluyeron en el método de referencia.

**Tabla 2. Combustible para el cálculo del carbono excluido, 1990-2015**

PJ

Año	Naftas	Gas natural	Querosenos	Gas licuado de petróleo (GLP)	Productos no energéticos
1990	69.28	105.79	0.15	-	183.44
1991	67.69	102.85	0.23	-	199.17
1992	60.87	97.38	0.23	-	234.54
1993	59.07	123.79	0.24	-	188.95
1994	81.62	143.58	0.25	-	225.62
1995	81.48	131.55	0.08	-	116.16
1996	83.73	170.36	0.07	-	112.13
1997	49.34	226.13	0.08	-	171.99
1998	45.27	263.06	0.08	0.11	159.29
1999	38.42	225.20	0.08	0.04	229.80
2000	34.01	273.79	0.00	0.83	164.18
2001	40.40	282.88	0.02	1.11	151.28
2002	2.72	307.94	0.01	1.17	147.69
2003	2.15	338.27	0.01	0.90	181.66
2004	2.52	325.00	0.00	0.94	159.28
2005	2.44	397.65	-	0.99	170.46
2006	3.01	442.66	-	1.03	178.68
2007	16.40	357.91	-	1.36	170.46
2008	11.85	337.79	-	1.45	178.68
2009	12.68	369.77	-	1.23	184.17
2010	79.05	345.79	-	1.39	167.21
2011	60.55	348.77	-	1.12	169.19
2012	9.76	353.73	-	1.62	159.25
2013	42.15	329.09	-	1.08	121.42
2014	48.28	335.61	-	1.45	150.03
2015	35.38	335.53	-	1.61	126.50

Fuente: Elaboración propia con información del SIE/SENER.





# Anexo D: Datos de actividad

## [1] Energía

### [1A] Actividades de quema de combustible

#### [1A1] Industrias de la energía

##### [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor

Los datos de actividad para esta fuente de emisión fueron suministrados por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para combustibles fósiles (2003-2015) y para los productores independientes de energía (PIE) (2000-2015). La serie histórica 1990-2002, se completó mediante la técnica de empalme de superposición parcial propuesta en el volumen 1, capítulo 5 "Coherencia de la serie temporal" de la metodología del IPCC 2006, utilizando datos de actividad 1990-2015 del consumo de energía para generación eléctrica en el sistema eléctrico nacional (datos de actividad) del *Balance Nacional de Ener-*

*gía* del Sistema de Información Energética (<http://sie.energia.gob.mx/>).

El consumo de combustibles de la fuente para el periodo 1990-2015 se muestra en la **Tabla 1**. Como puede observarse, se ha reducido el uso de combustóleo como energético, sustituido por el gas natural, que tuvo una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 5.88%, así como el carbón mineral, con una TCMA de 6.18%. Presentaron reducciones el diésel, con una TCMA negativa de 1.3%, y el combustóleo, con una TCMA negativa de 3.75%, todo ello para el caso de CFE. En el caso de los PIE, en el periodo 2000-2015, el diésel presentó un comportamiento irregular, con una TCMA de 47.53%, y el gas natural un crecimiento sostenido con una TCMA de 32.32% (**Tabla 1** y **Figuras 1 y 2**).

Tabla 1. Consumo de combustibles para la generación de electricidad, 1990-2015

Año	Comisión Federal de Electricidad				PIE y centrales eléctricas de autogeneración	
	Carbón mineral (ton)	Combustóleo (m <sup>3</sup> )	Diésel (m <sup>3</sup> )	Gas natural (m <sup>3</sup> )	Diésel (m <sup>3</sup> )	Gas natural (m <sup>3</sup> )
1990	3,497,055	15,622,968	397,399	3,758,143,934	NO	NO
1991	3,608,526	15,774,062	437,806	4,416,882,891	NO	NO
1992	3,742,715	15,553,522	313,301	4,095,960,795	NO	NO
1993	4,750,467	15,770,768	298,584	3,527,452,861	NO	NO
1994	5,898,340	18,815,088	338,584	4,269,119,594	NO	NO
1995	6,443,741	16,503,635	265,943	4,532,356,028	NO	NO
1996	7,842,563	17,033,637	242,747	4,522,899,875	NO	NO
1997	7,888,872	19,502,937	337,820	4,928,758,184	NO	NO
1998	8,098,801	21,412,925	492,955	5,860,699,029	NO	NO

Tabla 1. **Continuación**

Año	Comisión Federal de Electricidad				PIE y centrales eléctricas de autogeneración	
	Carbón mineral (ton)	Combustóleo (m³)	Diésel (m³)	Gas natural (m³)	Diésel (m³)	Gas natural (m³)
1999	8,217,354	21,028,805	446,590	6,464,237,581	NO	NO
2000	8,418,086	21,591,947	596,199	8,050,400,779	320,661	3,842,063,883
2001	10,272,038	20,874,812	420,026	9,162,825,323	138,976	4,308,335,150
2002	10,883,201	18,311,042	324,053	8,853,879,419	170,888	7,494,128,429
2003	13,881,182	15,427,435	641,458	9,700,955,993	199,258	12,349,880,331
2004	11,504,635	14,616,172	418,183	8,605,538,720	195,959	15,168,920,824
2005	14,916,956	14,159,984	333,083	7,979,020,497	136,381	15,123,048,457
2006	14,696,710	11,541,246	353,387	8,591,385,630	82,597	18,344,550,166
2007	14,661,182	10,969,585	194,563	8,628,664,214	160,659	20,881,029,182
2008	10,836,866	10,184,475	262,342	9,488,676,144	151,337	22,144,671,578
2009	13,579,464	9,331,365	378,720	10,419,596,631	170,759	22,320,076,289
2010	14,446,980	8,966,291	378,444	10,499,560,281	146,078	22,450,620,708
2011	15,521,051	9,813,410	460,934	12,037,425,119	123,563	20,651,775,706
2012	15,453,173	11,631,099	691,628	12,301,678,871	154,608	21,524,171,049
2013	14,477,297	9,791,702	617,566	13,410,532,487	292,994	24,722,287,262
2014	15,529,405	6,419,986	302,851	13,996,750,832	249,747	24,914,520,570
2015	15,687,348	5,995,370	286,493	15,702,617,581	248,922	26,787,897,656

Fuente: Serie histórica 2003-2015 Comisión Federal de electricidad, productores independientes de energía y centrales eléctricas de autogeneración de energía 2000-2015 Secretaría de Energía.  
 NO: No ocurre.

Figura 1. **Combustibles utilizados en la producción de electricidad, CFE, 1990-2015**

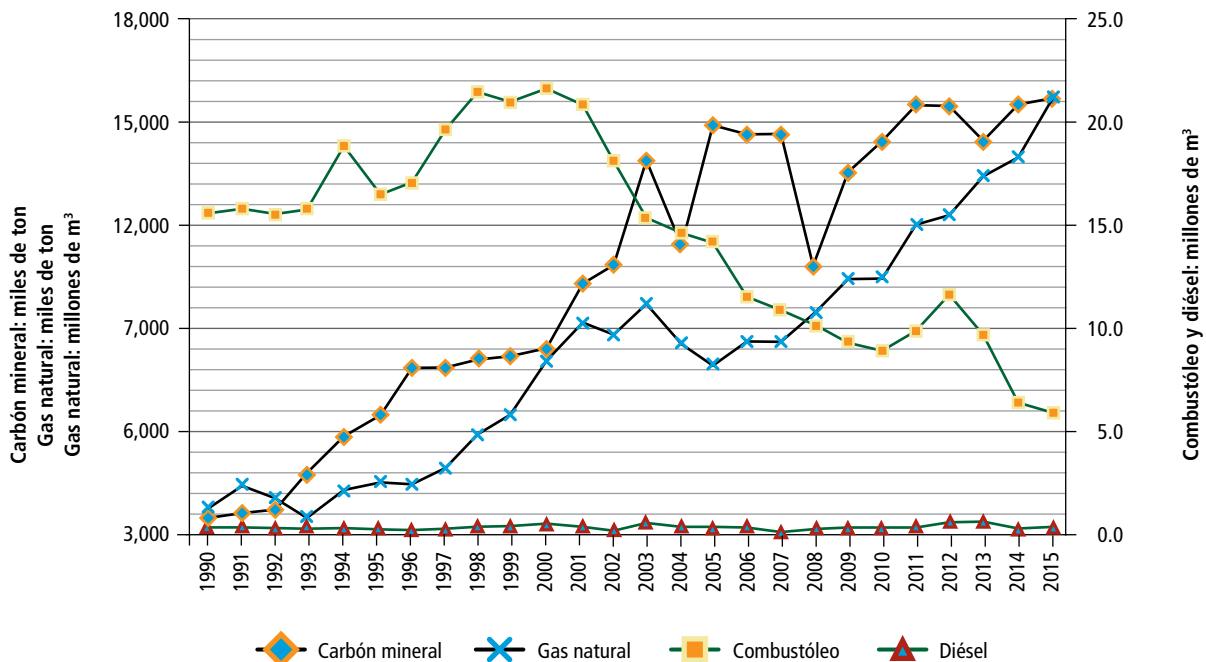
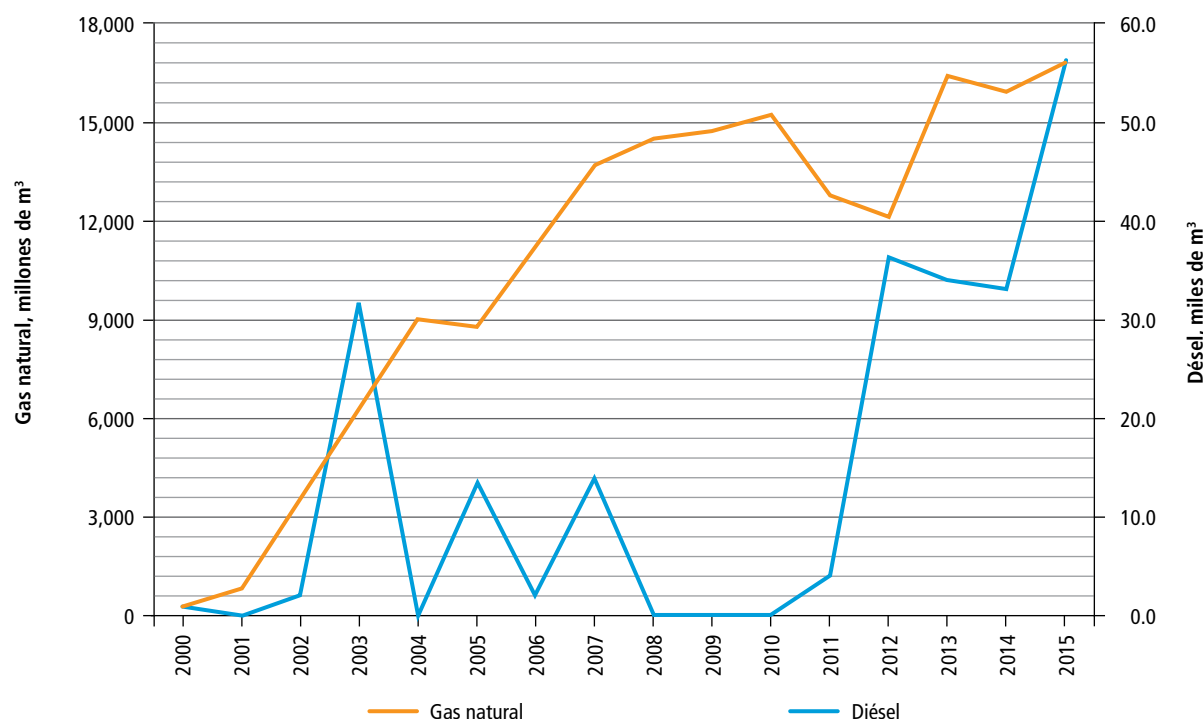


Figura 2. **Combustibles utilizados en la producción de electricidad, PIE, 2000-2015**

### [1A1b] Refinación de petróleo

Los datos de actividad, para el cálculo de las emisiones de 1990-2015 por actividades de quema del combustible en esta fuente de emisión fueron obtenidos del *Balance Nacional de Energía* del Sistema de Información Energética de la Secretaría de Energía, usando los datos de "consumo propio" del balance por producto de gas seco, combustóleo, diésel, queroseno, gas licuado de petróleo y gasolinas. No se contaba con información de consumo de cada combustible por tipo de fuente, por lo que la estimación fue global para cada uno de los combustibles.

Para reportar en forma separada el consumo de la fuente de refinación del correspondiente a otras industrias de la energía, incluyendo el transporte por gasoductos, se estimó la proporción de gas seco destinada a refinación de la consumida por otras industrias de la energía [1A1cii] en una proporción variable anualmente, determinada mediante consulta a expertos en el tema.

El consumo propio de combustibles fósiles de esta fuente, de acuerdo con el *Balance Nacional de Energía*, registró un aumento de 21.72% y una TCMA de 0.76%, pasando de 154.31 PJ en 1990 a 187.84 PJ en 2015.

### [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias

#### [1A1ci] Manufactura de combustibles sólidos

El dato de actividad se requiere en toneladas de coque en la metodología del IPCC 2006, por lo que se divide la información que proporciona el Sistema de Información Energética (SIE) en PJ por el poder calorífico neto (PCN) que se publica en el balance nacional de energía.

#### [1A1cii] Otras industrias de la energía

El consumo propio de combustibles fósiles de esta fuente, de acuerdo con el *Balance Nacional de Energía*, registró un aumento de 12.92% y una TCMA de 0.47%, pasando de 390.01 PJ en 1990 a 440.42 PJ en 2015.

**Tabla 2. Consumo por tipo de combustible en la fuente [1A1b] Refinación de petróleo, 1990-2015**

<b>PJ</b>		
	<b>Combustóleo</b>	<b>Gas seco</b>
1990	121.62	32.69
1991	90.97	31.57
1992	90.72	35.82
1993	85.27	37.49
1994	102.29	38.91
1995	95.35	39.44
1996	92.86	41.91
1997	83.69	55.72
1998	85.73	61.87
1999	99.62	63.59
2000	66.19	68.71
2001	59.01	78.33
2002	60.92	75.59
2003	63.31	92.87
2004	75.71	91.66
2005	70.35	96.35
2006	58.57	97.95
2007	81.42	98.98
2008	84.97	107.56
2009	81.01	104.92
2010	67.69	118.40
2011	72.61	133.40
2012	57.49	143.15
2013	61.62	150.19
2014	62.05	147.60
2015	43.71	144.12

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

Tabla 3. Producción de coque de carbón, 1990-2015

Año	PJ	MJ	PCN	Coque
			MJ/ton	ton
1990	56.468	56,468,000,000	26,521	2,129,180.6
1991	53.101	53,100,599,000	26,521	2,002,209.5
1992	51.221	51,221,409,000	26,521	1,931,352.9
1993	48.924	48,924,360,000	26,521	1,844,740.4
1994	50.005	50,005,173,000	26,521	1,885,493.5
1995	54.109	54,108,725,000	26,521	2,040,221.9
1996	55.035	55,034,917,000	26,521	2,075,144.9
1997	53.901	53,901,471,000	26,521	2,032,407.2
1998	55.493	55,493,339,000	26,521	2,092,430.1
1999	55.929	55,928,884,000	26,521	2,108,852.8
2000	72.411	72,410,767,000	26,521	2,730,318.1
2001	62.397	62,396,954,000	26,521	2,352,737.6
2002	46.696	46,696,396,000	26,521	1,760,732.9
2003	49.955	49,955,230,000	26,521	1,883,610.3
2004	49.988	49,988,119,000	26,521	1,884,850.5
2005	47.498	47,498,488,000	26,521	1,790,976.5
2006	47.632	47,632,122,000	26,521	1,796,015.3
2007	45.497	45,496,650,000	26,521	1,715,495.3
2008	47.722	47,722,056,000	26,521	1,799,406.4
2009	38.303	38,302,823,000	26,521	1,444,245.1
2010	62.825	62,824,640,000	26,521	2,368,863.9
2011	61.753	61,752,976,000	26,521	2,328,455.8
2012	64.336	64,335,701,000	26,521	2,425,839.9
2013	65.126	65,126,006,000	26,521	2,455,639.2
2014	68.698	68,697,715,000	26,521	2,590,313.9
2015	58.637	58,636,841,000	26,521	2,210,958.9

Fuente: SENER, 2017, Sistema de información energética y Balance Nacional de Energía, 2015.

Figura 3. Producción de coque de carbón 1990-2015

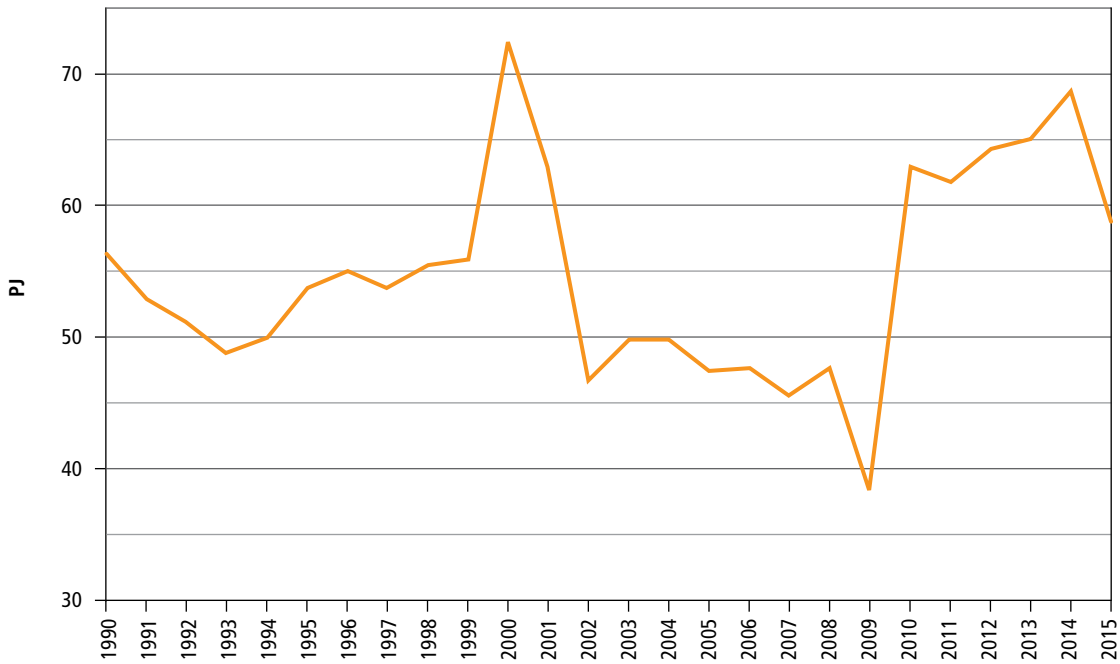


Tabla 4. Consumo por tipo de combustible en la fuente [1A1cii] Otras industrias de la energía, 1990-2015

PJ					
Año	Gas LP	Gasolinas	Queroseno	Diésel	Gas seco
1990	25.82	70.82	16.88	41.74	234.75
1991	28.96	92.83	17.43	63.27	226.70
1992	31.11	66.51	27.56	57.25	257.18
1993	31.88	49.77	37.93	12.62	269.20
1994	27.19	24.80	34.97	41.02	270.09
1995	28.14	24.41	17.25	36.76	240.54
1996	19.21	17.33	15.65	37.69	228.69
1997	17.97	7.51	10.02	40.35	234.99
1998	16.33	47.43	11.20	49.09	246.92
1999	9.17	48.07	0.05	23.22	237.97
2000	9.65	37.77	0.04	20.31	263.81
2001	8.26	24.00	0.00	22.05	285.44
2002	5.26	32.28	0.04	20.27	289.10
2003	6.41	35.49	0.00	43.18	288.55
2004	7.52	29.22	0.00	35.35	282.95
2005	4.97	19.91	0.01	31.72	326.25
2006	6.02	19.73	0.01	38.36	333.55
2007	7.85	26.44	0.01	33.69	290.42
2008	7.12	31.98	0.01	61.55	311.49
2009	7.13	4.14	0.01	49.58	364.16
2010	5.58	5.45	0.01	66.72	356.58
2011	6.57	5.92	0.01	36.15	375.89
2012	1.18	3.60	0.00	59.32	398.51
2013	-1.54	8.08	0.01	50.17	406.48
2014	2.63	15.09	0.01	61.99	391.58
2015	1.29	7.79	0.10	56.34	374.90

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

## [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción

El consumo de combustibles publicado por SENER en PJ a través del SIE y de acuerdo con la clasificación presentada en el BNE se muestran en las **Tablas 5 a 21**.

**Tabla 5. Estimación del gas seco utilizado para combustión 1990-2015**

Gas seco SIE	Gas para reducción de hierro esponja PJ	Producción de hierro esponja Toneladas	Gas para combustión (Gas seco) PJ
80.28	31.56	2,525,000	48.72
77.96	30.13	2,410,000	47.83
76.60	29.01	2,321,000	47.59
65.12	34.21	2,737,000	30.91
66.51	40.20	3,216,000	26.31
68.69	46.25	3,700,000	22.44
106.79	47.43	3,794,000	59.36
119.32	55.00	4,400,000	64.32
116.30	69.80	5,584,000	46.50
127.23	75.88	6,070,000	51.35
93.77	69.86	5,588,852	23.91
83.07	45.90	3,672,347	37.17
84.61	59.26	4,740,530	25.35
93.75	68.42	5,473,338	25.33
100.45	79.31	6,344,713	21.14
109.79	74.67	5,973,217	35.12
115.95	77.09	6,166,968	38.86
106.14	78.32	6,265,485	27.82
103.95	75.15	6,012,048	28.80
86.03	51.83	4,146,770	34.20
104.40	67.10	5,368,078	37.30
113.86	73.17	5,853,825	40.69
112.58	69.83	5,586,442	42.75
115.28	76.25	6,100,128	39.03
119.90	74.73	5,978,618	45.16
139.92	68.74	5,498,900	71.19

En la **Tabla 5** se presenta la estimación del gas utilizado como reductor que se debe de sustraer del total publicado en el BNE para estimar el gas seco real que se utiliza como combustible.

**Tabla 6. Consumo de combustible en la industria básica del hierro y el acero, 1990-2015**

Año	PJ					
	Coque carbón	Coque petróleo	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	56.47	-	1.26	0.78	26.41	48.72
1991	53.10	-	0.93	0.68	24.67	47.83
1992	51.22	-	0.34	0.88	13.97	47.59
1993	48.92	0.08	0.30	0.87	17.25	30.91
1994	50.01	0.12	0.30	0.97	19.24	26.31
1995	54.11	0.36	0.40	1.18	19.97	22.44
1996	55.03	0.43	0.43	1.25	23.25	59.36
1997	53.90	3.78	0.44	1.28	23.94	64.32
1998	55.49	4.37	0.44	1.28	23.93	46.50
1999	55.93	4.99	0.91	1.28	20.83	51.35
2000	72.41	7.07	0.01	1.22	16.54	23.91
2001	62.40	2.53	0.01	1.07	13.14	37.17
2002	46.70	3.90	0.01	0.96	10.52	25.35
2003	49.96	5.61	0.01	0.96	10.71	25.33
2004	49.99	5.16	0.01	1.07	12.21	21.14
2005	47.50	3.57	0.01	0.93	9.58	35.12
2006	47.63	5.81	0.01	0.97	8.30	38.86
2007	45.44	6.01	0.01	0.90	8.53	27.82
2008	47.72	5.94	0.01	0.88	7.98	28.80
2009	38.30	3.58	0.01	0.61	7.53	34.20
2010	62.82	1.76	0.01	0.78	5.62	37.30
2011	61.75	1.82	0.01	0.84	4.46	40.69
2012	64.34	2.47	0.01	0.88	4.51	42.75
2013	65.13	2.26	0.01	0.88	2.93	39.03
2014	68.70	0.89	0.01	1.10	1.83	45.16
2015	58.64	1.71	0.01	1.03	1.81	71.19



**Tabla 7. Consumo de combustible en la fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, 1990-2015**

PJ						
Año	Carbón	Coque petróleo	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	NO	NO	NO	0.95	74.70	10.42
1991	NO	NO	NO	NO	79.13	8.94
1992	NO	NO	NO	NO	81.61	13.34
1993	NO	0.10	NO	NO	81.23	9.58
1994	NO	2.10	NO	NO	82.03	7.84
1995	NO	2.11	NO	NO	69.75	6.84
1996	NO	4.14	NO	NO	73.91	10.33
1997	NO	7.91	NO	NO	73.21	11.10
1998	NO	11.69	NO	NO	78.42	12.10
1999	NO	16.07	NO	NO	69.80	13.54
2000	NO	21.20	NO	0.15	56.25	6.33
2001	2.37	32.33	0.00	0.11	39.21	6.13
2002	3.48	48.77	NO	0.09	24.10	8.27
2003	5.79	48.09	NO	0.08	18.41	7.02
2004	3.35	73.80	NO	0.13	24.48	5.59
2005	3.77	70.09	NO	0.13	17.88	5.10
2006	5.06	91.98	NO	0.11	16.83	7.16
2007	5.16	109.11	NO	0.10	14.50	3.71
2008	4.81	93.12	NO	0.12	6.85	3.01
2009	4.16	91.56	NO	0.15	6.52	4.50
2010	4.25	75.94	0.00	0.22	2.68	4.65
2011	5.45	77.56	0.00	0.24	1.62	4.58
2012	5.42	90.64	0.00	0.22	1.48	8.14
2013	5.86	100.99	0.00	0.27	1.49	4.42
2014	6.00	109.38	0.00	0.23	1.11	5.25
2015	6.41	123.72	0.00	0.24	2.28	9.24

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.  
 NO: No ocurre.

**Tabla 8. Consumo de combustibles en la elaboración de azúcares, 1990-2015**

PJ				
Año	GLP	Diésel	Combustóleo	Bagazo
1990	-	0.04	36.94	-
1991	-	0.06	39.92	-
1992	-	0.01	40.74	-
1993	-	0.03	35.25	-
1994	-	0.02	29.77	-
1995	-	0.03	35.11	-
1996	-	0.03	37.47	-
1997	-	0.03	37.00	-
1998	-	0.04	42.13	-
1999	-	0.04	35.25	-
2000	-	0.03	28.55	45.97
2001	-	0.04	27.63	45.17
2002	-	0.04	23.25	46.69
2003	-	0.05	22.45	41.28
2004	0.00	0.05	21.81	38.88
2005	0.00	0.05	18.58	53.00
2006	0.00	0.05	15.88	48.46
2007	0.00	0.07	15.95	41.77
2008	0.00	0.06	10.88	49.56
2009	0.00	0.05	7.02	39.29
2010	0.00	0.03	6.71	36.83
2011	0.00	0.00	4.74	40.33
2012	0.00	-	3.48	32.51
2013	0.00	-	3.48	59.53
2014	0.00	0.01	1.32	33.80
2015	0.00	0.01	0.74	32.93

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 9. Consumo de combustibles en PEMEX Petroquímica, 1990-2015**

PJ				
Año	Diésel	Combustóleo	Gasolinas y naftas	Gas seco
1990	-	11.22	-	159.25
1991	-	9.64	-	176.92
1992	-	10.30	-	161.15
1993	-	9.16	-	168.85
1994	-	2.21	-	175.30
1995	-	1.84	-	181.25
1996	-	2.17	-	175.59
1997	-	2.18	-	154.45
1998	-	0.12	-	142.92
1999	0.56	-	-	119.68
2000	0.52	-	-	99.66
2001	0.47	0.05	-	84.92
2002	0.42	0.02	-	78.67
2003	0.36	-	-	76.57
2004	0.36	3.25	0.71	75.75
2005	0.31	5.10	1.23	78.68
2006	0.40	0.77	1.00	87.59
2007	0.39	0.05	1.29	85.16
2008	0.47	0.22	1.55	92.98
2009	0.54	0.20	1.30	93.36
2010	0.46	0.21	1.09	99.79
2011	0.44	0.20	1.22	93.54
2012	0.39	0.23	0.20	101.28
2013	0.44	0.10	-	110.78
2014	0.39	0.14	-	98.30
2015	0.35	0.10	-	69.27

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 10. Consumo de combustibles en la industria química, 1990-2015**

PJ					
Año	Coque petróleo	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	-	0.18	1.49	35.32	51.24
1991	-	0.49	3.98	39.04	51.16
1992	-	0.50	4.19	38.99	52.77
1993	0.87	0.51	4.25	39.58	43.61
1994	1.24	0.51	4.77	44.40	44.80
1995	1.25	0.56	4.75	39.30	40.38
1996	1.51	0.58	4.96	42.91	61.93
1997	1.89	0.61	5.22	45.16	70.73
1998	2.04	0.64	5.41	46.84	71.52
1999	2.49	1.36	5.59	41.98	80.58
2000	2.57	0.77	4.95	38.11	96.05
2001	2.11	0.65	4.15	32.00	76.87
2002	2.93	0.62	3.86	27.26	54.52
2003	3.23	0.64	4.00	15.09	44.39
2004	1.44	0.64	4.13	15.19	39.68
2005	5.99	0.62	4.22	14.68	45.54
2006	9.53	0.72	4.38	11.35	50.19
2007	12.63	0.81	4.44	12.06	45.73
2008	11.69	0.82	4.33	9.39	45.94
2009	1.07	0.81	4.20	8.21	52.07
2010	1.52	0.71	4.18	5.60	54.52
2011	1.25	0.90	4.18	5.31	60.55
2012	1.76	0.83	4.17	5.15	61.49
2013	1.90	0.84	4.20	3.37	66.29
2014	0.58	0.84	4.18	1.87	78.48
2015	1.94	0.82	4.09	1.84	71.38

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 11. Consumo de combustibles en la minería de minerales metálicos y no metálicos, 1990-2015**

PJ					
Año	Coque carbón	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	1.24	0.61	4.79	7.55	17.01
1991	-	0.79	4.51	6.34	20.41
1992	-	1.09	3.84	5.46	21.96
1993	-	1.15	3.97	5.70	18.81
1994	-	1.06	4.13	5.92	17.90
1995	-	2.12	4.85	5.17	17.62
1996	-	2.25	4.94	6.69	28.91
1997	-	2.12	4.64	6.29	29.49
1998	-	2.28	5.00	6.76	30.93
1999	-	4.51	4.79	5.63	32.40
2000	-	2.81	4.94	6.99	8.22
2001	-	2.68	4.71	4.01	7.67
2002	-	2.62	4.51	3.51	7.88
2003	-	2.31	3.98	3.11	8.49
2004	-	2.53	4.36	3.40	7.98
2005	-	2.56	4.41	3.44	9.33
2006	-	2.95	4.44	2.66	9.38
2007	-	3.56	5.03	3.02	7.79
2008	-	3.69	10.59	2.87	7.05
2009	-	3.43	7.24	1.20	6.75
2010	-	6.29	11.14	2.47	8.19
2011	-	6.28	11.80	2.05	8.99
2012	-	6.12	12.09	2.30	9.42
2013	-	9.32	4.37	2.23	9.27
2014	-	8.09	4.59	2.22	6.72
2015	-	7.02	5.50	2.08	10.10

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 12. Consumo de combustibles en la fabricación de pulpa, papel y cartón, 1990-2015**

Año	PJ			
	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	0.25	0.52	31.08	14.27
1991	0.17	0.99	18.63	24.25
1992	0.23	4.16	14.92	19.43
1993	0.23	4.07	14.59	15.47
1994	0.21	4.21	15.10	14.67
1995	0.22	3.90	9.40	12.50
1996	0.23	4.12	13.95	19.37
1997	0.20	3.71	12.54	18.90
1998	0.23	4.17	14.10	19.79
1999	0.50	4.38	12.89	22.74
2000	1.13	1.09	14.97	24.26
2001	0.29	0.88	14.77	23.21
2002	0.28	0.84	12.94	21.77
2003	0.28	0.83	12.83	20.90
2004	0.30	0.88	13.57	18.65
2005	0.31	0.91	14.01	20.54
2006	0.38	1.22	10.84	25.21
2007	0.45	1.34	11.95	22.64
2008	0.48	1.48	10.90	24.29
2009	0.47	1.31	10.88	24.21
2010	0.45	1.23	7.94	23.55
2011	0.44	1.14	5.81	25.73
2012	0.40	0.39	5.02	28.90
2013	0.41	1.29	5.16	32.66
2014	0.42	1.33	1.07	30.97
2015	0.43	1.37	5.27	31.97

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 13. Consumo de combustibles en la fabricación de vidrio y productos de vidrio, 1990-2015**

Año	PJ				
	Coque petróleo	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	-	0.02	0.59	6.21	20.57
1991	-	0.07	0.61	1.32	25.28
1992	-	0.08	1.29	1.37	25.93
1993	-	0.08	1.19	1.40	21.53
1994	-	0.07	1.56	1.43	17.34
1995	-	0.08	0.99	1.74	14.46
1996	-	0.09	1.59	1.83	21.78
1997	-	0.10	1.77	2.04	26.32
1998	-	0.10	1.78	2.05	25.75
1999	-	0.20	1.85	1.86	27.17
2000	-	0.11	0.12	2.65	33.98
2001	-	0.10	0.12	3.01	34.45
2002	-	0.11	0.12	5.46	35.79
2003	-	0.09	0.10	4.70	32.14
2004	1.13	0.10	0.12	5.25	31.62
2005	0.65	0.10	0.11	5.11	37.31
2006	0.45	0.12	0.14	3.95	41.72
2007	0.13	0.13	0.15	3.99	38.59
2008	0.01	0.14	0.16	3.80	40.49
2009	0.01	0.14	0.15	3.41	40.03
2010	0.01	0.14	0.14	3.53	40.76
2011	0.03	0.15	0.14	3.62	45.36
2012	0.01	0.15	0.22	3.67	48.22
2013	0.01	0.15	0.15	2.33	48.55
2014	-	0.15	0.16	1.54	53.01
2015	0.01	0.16	0.16	1.06	53.42

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 14. Consumo de combustibles en la construcción, 1990-2015**

PJ	
Año	Diésel
1990	4.69
1991	4.81
1992	5.17
1993	5.26
1994	5.25
1995	4.02
1996	4.83
1997	4.91
1998	5.13
1999	5.60
2000	6.31
2001	6.02
2002	5.93
2003	6.13
2004	6.46
2005	6.67
2006	9.18
2007	9.98
2008	10.47
2009	10.36
2010	10.32
2011	9.90
2012	0.15
2013	10.95
2014	10.05
2015	11.96

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 15. Consumo de combustibles en la elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, purificación y embotellado de agua, 1990-2015**

PJ				
Año	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	0.63	1.38	1.37	1.49
1991	0.84	1.83	1.23	1.91
1992	1.46	4.36	0.84	0.54
1993	0.62	2.65	1.33	1.53
1994	0.59	2.84	1.40	1.48
1995	0.57	2.43	1.14	1.16
1996	0.57	2.47	1.15	1.73
1997	0.61	2.61	1.21	1.98
1998	0.64	2.77	1.29	2.05
1999	1.41	2.93	1.19	2.37
2000	0.80	2.61	1.89	2.54
2001	0.78	2.54	1.92	2.72
2002	0.77	2.49	1.72	0.57
2003	0.80	2.59	1.79	0.47
2004	0.81	2.76	1.81	0.45
2005	0.84	2.91	1.86	0.57
2006	1.03	3.09	1.44	0.66
2007	1.15	3.17	1.51	0.51
2008	1.18	3.25	1.54	0.57
2009	1.19	3.26	1.42	0.77
2010	1.20	3.27	1.11	0.85
2011	1.28	3.43	1.11	1.10
2012	1.26	3.52	1.02	1.14
2013	1.28	3.55	0.67	0.96
2014	1.37	3.67	0.45	1.08
2015	1.49	3.82	0.31	1.30

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 16. Consumo de combustibles en la fabricación de automóviles y camiones, 1990-2015**

Año	PJ			
	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	1.15	0.26	0.06	1.75
1991	0.87	0.41	-	1.75
1992	0.95	0.31	-	1.47
1993	1.31	0.31	-	1.66
1994	1.17	0.31	-	1.53
1995	0.89	0.18	-	1.30
1996	1.16	0.24	-	2.48
1997	1.29	0.27	-	2.99
1998	1.40	0.29	-	3.16
1999	3.13	0.31	-	3.74
2000	1.60	0.31	-	2.02
2001	1.58	0.04	-	1.99
2002	0.88	0.02	-	1.86
2003	0.24	0.35	-	1.61
2004	0.25	0.35	-	1.51
2005	0.26	0.37	-	1.88
2006	0.32	0.50	-	2.31
2007	0.37	0.54	-	2.12
2008	0.37	0.60	-	2.21
2009	0.28	0.44	-	2.28
2010	0.39	0.67	-	2.08
2011	0.46	0.73	-	3.57
2012	0.52	0.78	-	47.93
2013	0.55	0.82	-	4.73
2014	0.61	0.92	-	2.58
2015	0.66	0.99	-	5.71

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 17. Consumo de combustibles en la fabricación de productos de hule**

Año	PJ			
	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	0.004	0.239	0.700	3.150
1991	0.004	0.553	0.569	3.177
1992	0.004	0.493	0.589	3.143
1993	0.004	0.656	0.533	1.583
1994	0.004	0.776	0.509	1.727
1995	0.004	0.733	0.356	1.500
1996	0.004	0.837	0.518	2.515
1997	0.005	0.946	0.586	3.085
1998	0.005	1.019	0.631	3.241
1999	0.010	1.001	0.539	3.480
2000	0.011	1.016	0.609	5.970
2001	0.012	1.043	0.646	5.779
2002	0.011	0.935	0.471	5.131
2003	0.010	1.021	0.474	3.943
2004	0.013	1.170	0.533	3.950
2005	0.021	1.233	0.550	5.037
2006	0.021	1.542	0.582	4.723
2007	0.017	1.646	0.564	4.256
2008	0.012	1.697	0.529	4.155
2009	0.009	1.546	0.481	4.191
2010	0.012	1.679	0.605	4.758
2011	0.013	1.926	0.642	5.077
2012	0.014	0.781	0.679	5.498
2013	0.019	1.943	0.506	5.461
2014	0.020	2.044	0.481	5.745
2015	0.020	2.145	0.709	6.030

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 18. Consumo de combustibles en la fabricación de fertilizantes, 1990-2015**

PJ			
Año	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	0.14	2.25	9.55
1991	0.15	2.76	7.78
1992	0.08	1.14	6.15
1993	0.15	2.65	7.19
1994	0.11	4.01	6.42
1995	0.06	3.01	5.71
1996	0.12	3.88	9.31
1997	0.11	3.34	8.69
1998	0.09	2.84	7.21
1999	0.11	2.96	9.44
2000	0.14	-	4.88
2001	0.09	-	4.42
2002	0.11	-	2.61
2003	0.10	-	2.84
2004	0.11	-	3.11
2005	0.11	-	3.53
2006	0.13	-	3.44
2007	0.18	-	4.09
2008	0.15	-	3.30
2009	0.14	-	3.40
2010	0.14	-	1.93
2011	0.15	-	2.70
2012	1.26	-	0.47
2013	0.16	-	0.52
2014	0.15	-	0.50
2015	0.16	-	0.38

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 19. Consumo de combustibles en la elaboración de productos de tabaco, 1990-2015**

PJ				
Año	GLP	Diésel	Combustóleo	Gas seco
1990	-	-	0.032	0.252
1991	-	0.004	0.060	0.241
1992	-	0.004	0.064	0.245
1993	-	0.004	0.060	0.187
1994	-	0.004	0.060	0.180
1995	-	0.004	0.053	0.162
1996	-	0.004	0.054	0.243
1997	-	0.004	0.060	0.291
1998	-	0.004	0.066	0.312
1999	-	0.004	0.057	0.345
2000	0.001	0.003	0.042	0.252
2001	0.002	0.002	0.099	0.202
2002	0.002	0.002	0.025	0.246
2003	-	0.002	0.019	0.240
2004	-	0.002	0.018	0.224
2005	-	0.002	0.018	0.264
2006	-	0.003	0.014	0.273
2007	-	0.002	0.013	0.260
2008	-	0.003	0.012	0.309
2009	-	0.002	0.010	0.338
2010	-	0.002	0.007	0.421
2011	-	0.002	0.008	0.272
2012	-	-	0.009	0.308
2013	-	-	0.009	0.273
2014	-	-	0.009	0.226
2015	-	-	0.009	0.304

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

**Tabla 20. Consumo de combustibles en la elaboración de cerveza, 1990-2015**

**PJ**

<b>Año</b>	<b>GLP</b>	<b>Diésel</b>	<b>Combustóleo</b>	<b>Gas seco</b>
1990	0.10	0.38	6.36	3.46
1991	0.03	0.10	5.61	4.42
1992	0.03	0.41	4.27	5.43
1993	0.03	0.42	4.36	4.52
1994	0.03	0.35	4.59	4.65
1995	0.10	0.04	3.25	3.90
1996	0.04	0.36	4.48	6.86
1997	0.04	0.38	4.70	7.80
1998	0.04	0.42	5.20	8.42
1999	0.09	0.44	4.80	9.77
2000	0.39	0.10	6.35	6.11
2001	0.51	0.07	6.35	6.34
2002	0.37	0.07	7.18	6.68
2003	0.40	0.08	7.58	5.79
2004	0.41	0.08	7.93	5.37
2005	0.45	0.09	8.60	6.03
2006	0.58	0.12	6.65	7.46
2007	0.67	0.13	7.22	5.77
2008	0.70	0.14	7.12	6.14
2009	0.71	0.13	6.50	6.07
2010	0.69	0.12	5.07	5.97
2011	0.81	0.11	3.64	7.09
2012	0.81	12.09	3.17	8.41
2013	0.81	0.14	2.08	15.26
2014	0.84	0.14	1.40	13.69
2015	0.88	0.15	0.95	15.16

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.



Tabla 21. Consumo de combustibles en otras ramas, 1990-2015

PJ									
Año	Carbón	Coque petróleo	GLP	Gasolinas y naftas	Querosenos	Diésel	Combustóleo	Gas seco	Bagazo
1990	-	-	10.961	-	2.446	25.816	36.155	79.043	74.148
1991	-	-	11.820	-	1.941	29.135	19.034	82.847	85.648
1992	-	-	12.842	-	2.072	44.489	19.716	82.450	78.810
1993	-	4.931	13.692	-	1.038	35.863	53.482	95.133	87.451
1994	-	5.766	12.654	-	1.071	14.211	75.862	104.648	73.355
1995	-	7.030	12.167	-	1.026	7.006	71.859	138.955	85.414
1996	-	5.309	12.309	-	1.218	17.656	57.523	68.530	67.474
1997	-	2.914	12.147	-	1.205	24.872	59.737	50.243	75.630
1998	-	2.732	12.684	-	0.124	23.300	44.247	77.376	73.771
1999	-	3.468	26.148	-	0.519	17.031	50.838	66.539	50.478
2000	-	4.044	34.039	-	1.540	25.541	22.534	73.838	2.911
2001	-	2.355	31.794	-	2.162	23.960	44.988	43.348	3.758
2002	206.076	2.813	32.401	2.748	1.695	22.964	28.689	109.221	1.620
2003	18.759	2.912	32.591	1.715	0.064	23.884	42.688	104.589	3.273
2004	63.161	1.882	33.397	0.934	0.114	34.018	36.899	104.582	3.755
2005	71.462	3.398	32.766	0.545	0.033	27.256	33.870	122.450	1.990
2006	104.999	2.616	33.481	0.754	0.041	21.958	28.029	131.916	4.623
2007	80.745	3.017	35.935	0.613	0.024	23.103	25.015	119.592	7.442
2008	109.847	3.045	34.161	0.675	-	21.123	21.477	115.130	3.887
2009	50.304	1.374	34.203	0.612	0.001	17.833	17.821	120.871	4.233
2010	90.017	1.364	33.632	0.853	-	16.410	14.433	136.220	6.337
2011	160.788	2.185	27.306	1.015	-	23.024	15.744	152.241	1.601
2012	81.832	5.147	30.161	0.209	-	28.044	2.414	117.820	8.396
2013	94.208	5.978	30.584	0.852	-	35.365	1.011	178.715	4.256
2014	71.014	3.476	30.139	1.047	-	31.419	1.500	186.822	5.708
2015	78.168	5.062	30.788	0.991	-	42.651	4.906	194.441	4.218

Fuente: SIE Balance Nacional de Energía.

## [1A3] Transporte

### [1A3a] Aviación civil

#### [1A3ai] Aviación civil internacional

El consumo de queroseno se divide en nacional e internacional (Tabla 23), en función del número de vuelos nacionales e internacionales reportados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (Tabla 22). Esta estimación del consumo de combustible es un tanto burda, debido a que los vuelos internacionales consumen mucho más combustible que los nacionales por recorrer distancias mayores. Sin embargo, debido a la falta de información precisa sobre el combustible empleado en vuelos nacionales e internacionales, se optó por hacer la estimación de esta manera.

#### [1A3aii] Aviación nacional

El consumo de gasolinas, naftas y querosenos en esta subfuente de emisión ha presentado altibajos, como puede observarse en la Tabla 24 y la Figura 5. Para el periodo 1990-2015, las gasolinas y naftas presentaron un decremento de 47% en el consumo, con una TCMA negativa de 2.95%, mientras que el consumo de querosenos se incrementó 93%, con una TCMA de 2.66 por ciento.

Tabla 22. Número de vuelos nacionales e internacionales, 1990-2015

Año	Vuelos internacionales	Vuelos nacionales
1990	157,632	252,334
1991	166,191	301,621
1992	175,737	346,948
1993	180,792	392,693
1994	193,937	476,360
1995	199,884	483,348
1996	212,151	426,031
1997	234,541	435,649
1998	267,402	463,474
1999	253,755	485,120
2000	233,677	462,888
2001	223,658	464,689
2002	209,139	425,480
2003	230,733	853,537
2004	258,616	434,305
2005	282,544	419,812
2006	279,891	442,612
2007	290,918	524,722
2008	283,327	455,281
2009	248,429	390,228
2010	249,369	371,990
2011	256,148	342,758
2012	270,145	363,198
2013	282,017	376,245
2014	298,133	399,376
2015	325,675	418,355

Fuente: SCT (2017) Estadística mensual por aerolínea.

Tabla 23. Consumo de combustible por la aviación civil nacional y la internacional, 1990-2015

Año	Combustible					
	Gasolinas y naftas			Querosenos		
	Consumo estimado			Consumo estimado		
	Nacional	Internacional	Total (SIE)	Nacional	Internacional	Total (SIE)
1990	1.02	0.64	1.66	44.24	27.63	71.87
1991	1.10	0.61	1.71	48.07	26.49	74.56
1992	0.96	0.49	1.45	55.29	28.01	83.30
1993	0.79	0.37	1.16	60.45	27.83	88.28

Tabla 23. **Continuación**

Año	Combustible					
	Gasolinas y naftas			Querosenos		
	Consumo estimado			Consumo estimado		
	Nacional	Internacional	Total (sIE)	Nacional	Internacional	Total (sIE)
1994	1.00	0.41	1.41	70.24	28.60	98.84
1995	2.74	1.13	3.87	64.75	26.78	91.53
1996	0.76	0.38	1.14	60.80	30.28	91.08
1997	0.70	0.38	1.08	63.69	34.29	97.98
1998	0.66	0.38	1.04	68.56	39.56	108.12
1999	0.62	0.32	0.94	75.11	39.29	114.40
2000	0.55	0.28	0.83	76.49	38.62	115.11
2001	0.60	0.29	0.89	76.29	36.72	113.01
2002	0.54	0.26	0.80	73.00	35.88	108.88
2003	0.63	0.17	0.80	83.31	22.52	105.83
2004	0.46	0.27	0.73	73.34	43.67	117.01
2005	0.60	0.40	1.00	66.84	44.99	111.83
2006	0.59	0.37	0.96	71.44	45.18	116.62
2007	0.60	0.33	0.93	85.70	47.52	133.22
2008	0.59	0.37	0.96	79.87	49.70	129.57
2009	0.57	0.36	0.93	67.13	42.74	109.87
2010	0.56	0.37	0.93	67.87	45.49	113.36
2011	0.57	0.43	1.00	65.38	48.86	114.24
2012	0.50	0.37	0.87	68.99	51.32	120.31
2013	0.49	0.37	0.86	72.21	54.12	126.33
2014	0.48	0.36	0.84	76.87	57.38	134.25
2015	0.48	0.38	0.86	85.43	66.50	151.93

Fuente: Elaboración propia con datos de SENER y SCT.

Figura 4. Consumo de energía, aviación civil internacional, 1990-2015

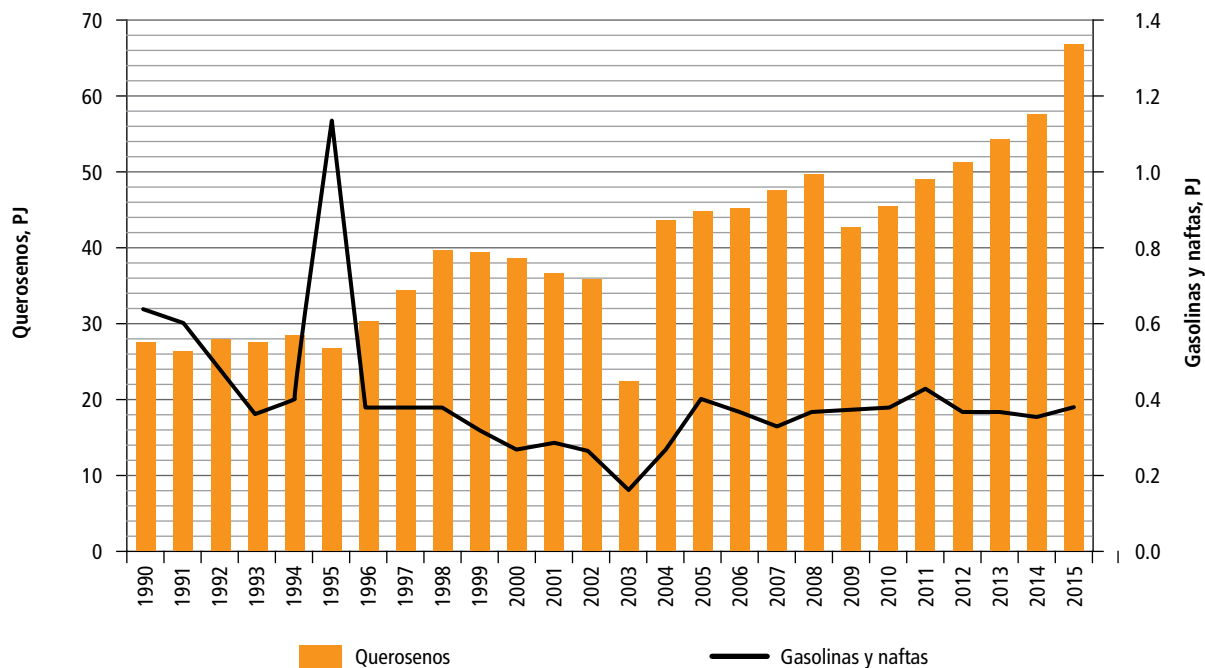
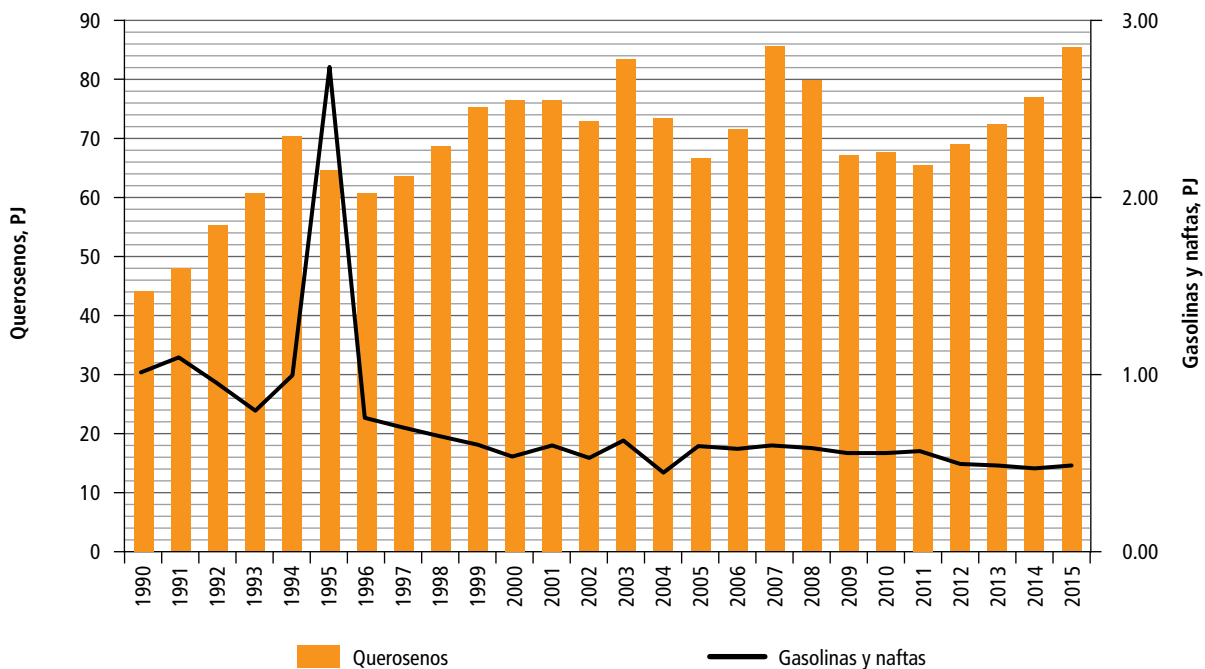


Figura 5. Consumo de energía, aviación civil nacional, 1990-2015



**Tabla 24. Consumo de energía, aviación civil nacional, 1990-2015**

Año	PJ	
	Gasolinas y naftas	Querosenos
1990	1.023	44.235
1991	1.099	48.073
1992	0.9611	55.294
1993	0.7949	60.446
1994	0.9977	70.236
1995	2.743	64.750
1996	0.7590	60.799
1997	0.7013	63.691
1998	0.6595	68.562
1999	0.6184	75.107
2000	0.5515	76.491
2001	0.6048	76.294
2002	0.5380	73.003
2003	0.6349	83.309
2004	0.4557	73.337
2005	0.6015	66.842
2006	0.5863	71.443
2007	0.6036	85.702
2008	0.5897	79.865
2009	0.5653	67.133
2010	0.5552	67.865
2011	0.5711	65.375
2012	0.5022	68.993
2013	0.4895	72.206
2014	0.4778	76.868
2015	0.4832	85.426

Fuente: Elaboración propia con información de SENER, SIE/Balance Nacional de Energía, 2017 y SCT Vuelos nacionales e internacionales, 2017.

### [1A3b] Autotransporte

Entre 1990 y 2015, el consumo de combustibles para esta fuente de emisión experimentó un aumento constante, según se observa en la **Tabla 25** y la **Figura 6**. En el mismo lapso, el consumo de gas licuado aumentó 248%, con una TCMA de 5.12%; el de gasolinas y naftas, 78% con una TCMA de 2.35%, y el de diésel, 99% con una TCMA de 2.8%.

A partir de 1999 comenzó el consumo de gas seco en esta fuente de emisión y entre ese año y

**Tabla 25. Consumo de energía autotransporte**

Año	PJ			
	Gas licuado	Gasolinas y naftas	Diésel	Gas seco
1990	15.238	837.927	293.851	0
1991	16.073	902.908	310.627	0
1992	17.521	912.763	315.047	0
1993	17.680	930.289	326.191	0
1994	15.946	955.251	342.236	0
1995	18.557	928.896	305.998	0
1996	19.179	929.091	325.922	0
1997	19.067	958.057	344.120	0
1998	19.706	983.185	354.984	0
1999	35.344	956.382	365.357	0.007
2000	45.280	997.230	374.718	0.223
2001	48.193	1,015.080	368.148	0.470
2002	53.664	1,049.948	371.922	0.613
2003	55.917	1,115.616	395.611	0.702
2004	55.596	1,185.190	435.639	0.692
2005	48.691	1,247.968	441.362	0.756
2006	38.579	1,335.221	469.740	0.801
2007	46.454	1,413.621	518.205	0.643
2008	43.960	1,476.906	579.163	0.576
2009	41.587	1,472.965	519.034	0.588
2010	41.359	1,491.346	535.856	0.502
2011	44.850	1,501.284	560.443	0.559
2012	50.151	1,505.696	557.967	0.686
2013	54.098	1,471.103	548.579	0.866
2014	54.031	1,454.719	542.099	0.820
2015	53.093	1,497.724	586.570	0.830

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía, 2017.

2015 aumentó 11,757% con una TCMA de 32.43 por ciento.

### [1A3c] Ferrocarriles

El diésel es el combustible utilizado en esta fuente, con un consumo que se mantuvo sin grandes cambios durante el periodo 1990-2015, según se observa en la **Tabla 26** y la **Figura 7**. En ese lapso, creció 15% con una TCMA de 0.57 por ciento.

Figura 6. Consumo de energía, autotransporte, 1990-2015

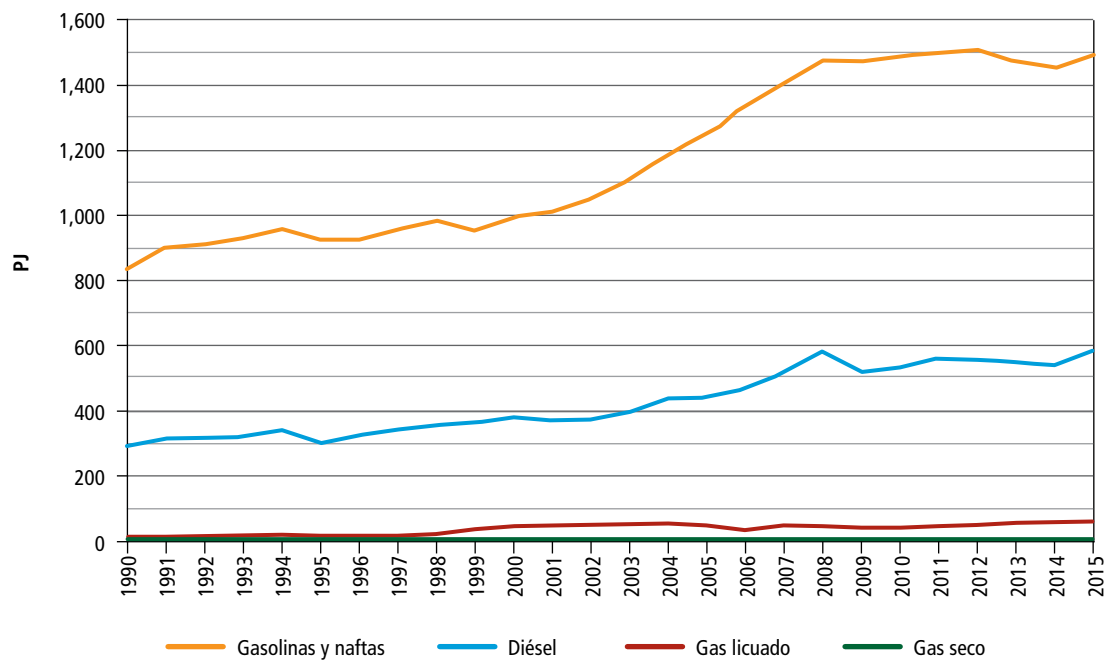
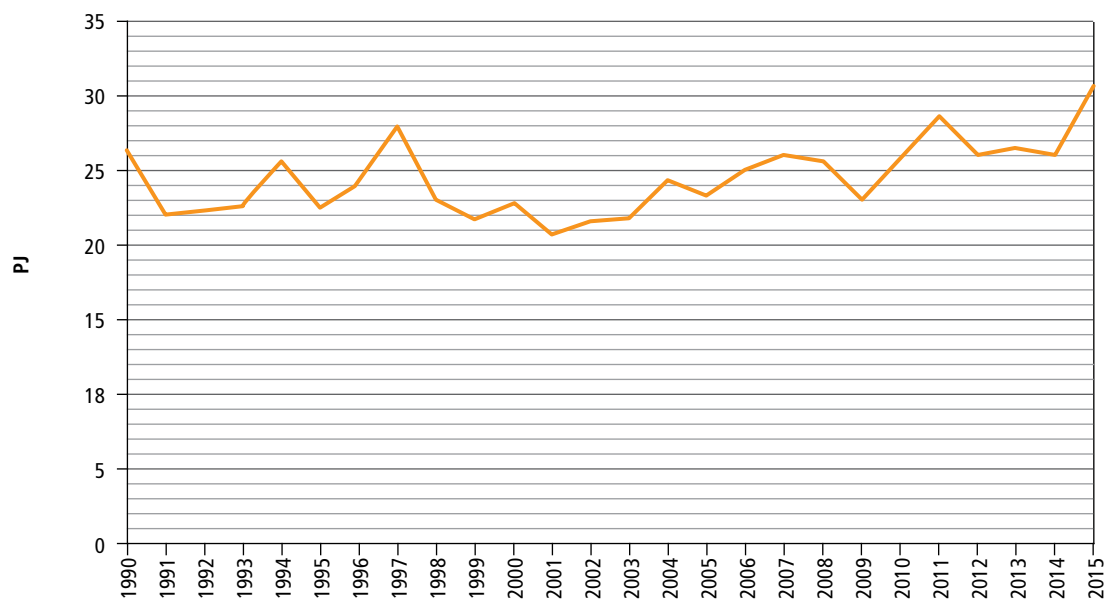


Figura 7. Consumo de energía, ferrocarriles, 1990-2015



**Tabla 26. Consumo de energía, ferrocarriles, 1990-2015**

PJ	
Año	Diésel
1990	26.649
1991	22.306
1992	22.489
1993	22.739
1994	25.604
1995	22.585
1996	24.191
1997	27.831
1998	23.243
1999	21.868
2000	22.812
2001	20.743
2002	21.579
2003	21.861
2004	24.310
2005	23.401
2006	25.177
2007	26.078
2008	25.833
2009	23.253
2010	26.044
2011	28.591
2012	26.219
2013	26.448
2014	26.207
2015	30.729

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía, 2017.

### [1A3d] Navegación marítima y fluvial

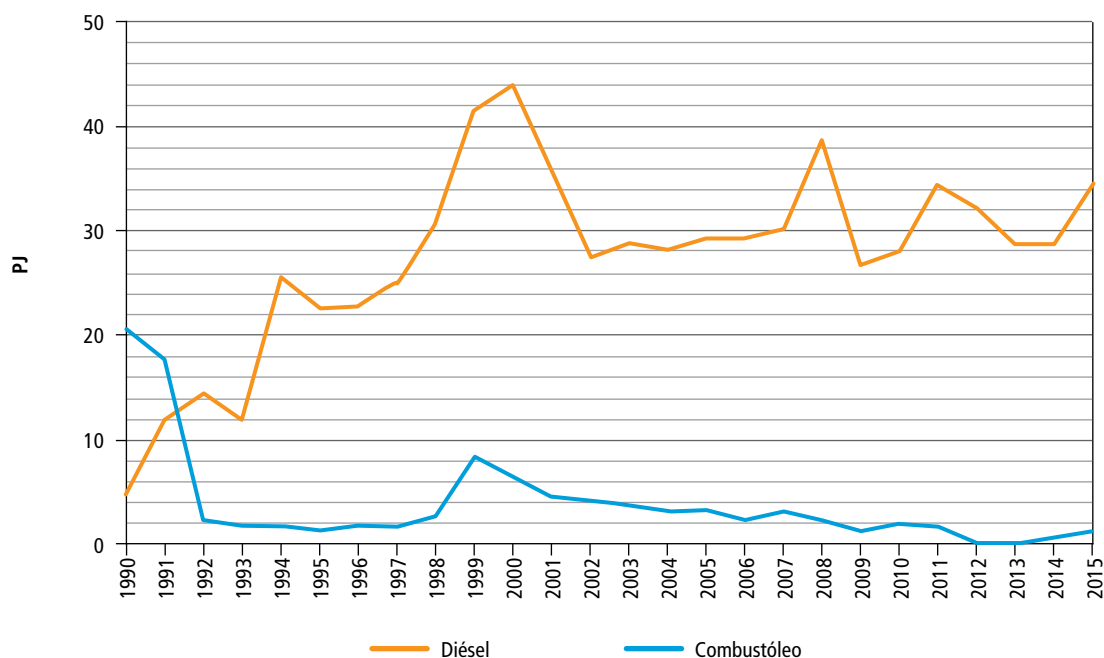
En esta fuente de emisión se observó una tendencia a la sustitución de combustóleo por diésel como combustible en el periodo 1990-2015, con un crecimiento de 639% y una TCMA de 8.33% para el diésel, mientras que el consumo de combustóleo se redujo en 95% con una TCMA negativa de 11.3% (Tabla 27 y Figura 8).

**Tabla 27. Consumo de energía, navegación marítima y fluvial, 1990-2015**

PJ		
Año	Diésel	Combustóleo
1990	4.717	20.691
1991	11.853	17.557
1992	14.466	2.422
1993	12.012	1.766
1994	25.462	1.682
1995	22.713	1.398
1996	22.978	1.679
1997	24.732	1.687
1998	30.741	2.643
1999	41.567	8.424
2000	43.933	6.676
2001	36.949	4.842
2002	27.617	4.249
2003	28.686	3.561
2004	28.500	3.189
2005	29.186	3.373
2006	29.312	2.642
2007	30.067	2.795
2008	38.668	2.324
2009	26.563	1.640
2010	28.065	1.898
2011	34.180	1.546
2012	32.302	0.365
2013	28.674	0.081
2014	28.776	0.541
2015	34.901	1.032

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía, 2017.

Figura 8. Consumo de energía, navegación marítima y fluvial, 1990-2015



### [1A4] Otros sectores

Para las fuentes comercial, residencial y agrícola se utilizaron datos de actividad de consumo de energía del Sistema de Información Energética. No existe información suficiente para elaborar una mayor desagregación de estas fuentes.

#### [1A4a] Comercial

El consumo de combustibles de la fuente de emisión por las actividades comerciales se muestra en la **Tabla 28** y la **Figura 9**, donde puede observarse que, para el periodo 1990-2015, en esta fuente de emisión se eliminó el uso de combustóleo como energético, porque fue sustituido por el gas seco, que tuvo una TCMA de 3.66 por ciento. Por su parte, el diésel creció con una TCMA de 5.75%, y el GLP con una TCMA de 4.65 por ciento.

#### [1A4b] Residencial

El consumo de combustibles de la fuente de emisión residencial se muestra en la **Tabla 29**, donde se observa que, en el periodo 1990-2015, disminuyeron los de leña y queroseno (TCMA negativa de 0.35% y 5.11%, respectivamente), y aumentaron los de GLP y gas seco (TCMA de 0.01% y 0.95%, respectivamente). (**Figura 10**).

#### [1A4c] Agropecuario

El consumo de combustibles en esta fuente de emisión se muestra en la **Tabla 30** y la **Figura 11**. En el periodo de referencia, la mayor parte del consumo se sustentó sobre el diésel, que tuvo una TCMA de 3.34%; por su parte, la del GLP fue 5.62% y la del queroseno se deja de consumir a partir de 2014.



**Tabla 28. Consumo de energía, fuente de emisión comercial, 1990-2015**

Año	PJ			
	GLP	Diésel	Gas seco	Combustóleo
1990	20.24	1.29	ND	30.82
1991	37.22	1.35	ND	29.45
1992	44.01	1.66	ND	32.46
1993	43.49	1.64	6.04	NO
1994	46.46	2.48	6.23	NO
1995	51.63	1.60	6.61	NO
1996	53.39	1.70	6.87	NO
1997	55.22	1.83	7.10	NO
1998	57.85	3.44	6.98	NO
1999	56.79	3.53	7.00	NO
2000	63.27	2.48	6.86	NO
2001	62.27	2.20	7.27	NO
2002	65.66	2.13	7.87	NO
2003	63.75	2.28	6.58	NO
2004	62.00	2.38	6.61	NO
2005	60.54	2.35	8.06	NO
2006	62.98	2.85	9.18	NO
2007	64.75	3.14	8.41	NO
2008	62.12	3.55	8.80	NO
2009	61.48	3.33	9.44	NO
2010	62.95	3.72	9.80	NO
2011	64.32	4.18	9.64	NO
2012	65.12	4.24	10.29	NO
2013	65.03	4.40	11.10	NO
2014	63.32	4.46	13.13	NO
2015	63.17	5.22	13.34	NO

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en las fuentes residencial, comercial y público, 2017.

ND: No disponible.

NO: No ocurre.

**Tabla 29. Consumo de energía en la actividad residencial, 1990-2015**

Año	PJ			
	Leña	GLP	Queroseno	Gas seco
1990	276.46	252.57	9.56	29.55
1991	278.70	250.58	7.67	32.39
1992	289.09	270.33	7.72	32.28
1993	277.81	289.32	4.15	21.83
1994	278.60	268.17	3.95	20.48
1995	279.34	301.25	4.10	20.04
1996	280.21	311.49	4.84	20.97
1997	281.18	307.36	2.06	21.59
1998	282.33	322.02	1.59	19.77
1999	283.59	286.47	1.57	19.88
2000	284.98	292.78	1.36	20.98
2001	267.09	285.31	1.59	22.65
2002	266.24	285.14	1.60	24.94
2003	267.03	289.72	1.25	28.65
2004	266.65	293.18	1.43	29.21
2005	266.43	274.99	1.48	34.01
2006	264.60	272.28	1.85	33.35
2007	263.24	298.83	1.76	30.74
2008	262.05	297.98	0.83	30.35
2009	260.68	284.56	0.84	31.94
2010	259.31	292.53	1.18	31.56
2011	258.09	280.58	1.29	31.19
2012	256.74	274.38	1.21	32.06
2013	255.42	256.96	1.35	33.80
2014	254.12	257.11	1.91	39.86
2015	252.84	253.39	2.57	37.43

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público, 2017.

Figura 9. **Combustibles utilizados por las actividades comerciales, 1990-2015**

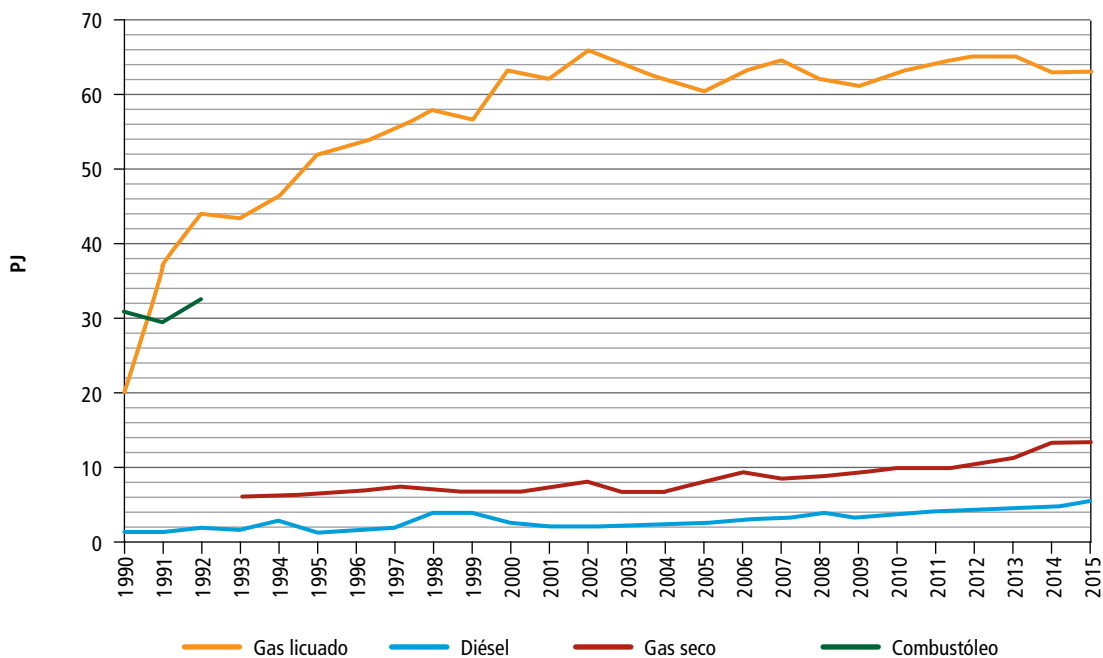


Figura 10. **Combustibles utilizados en la actividad residencial, 1990-2015**

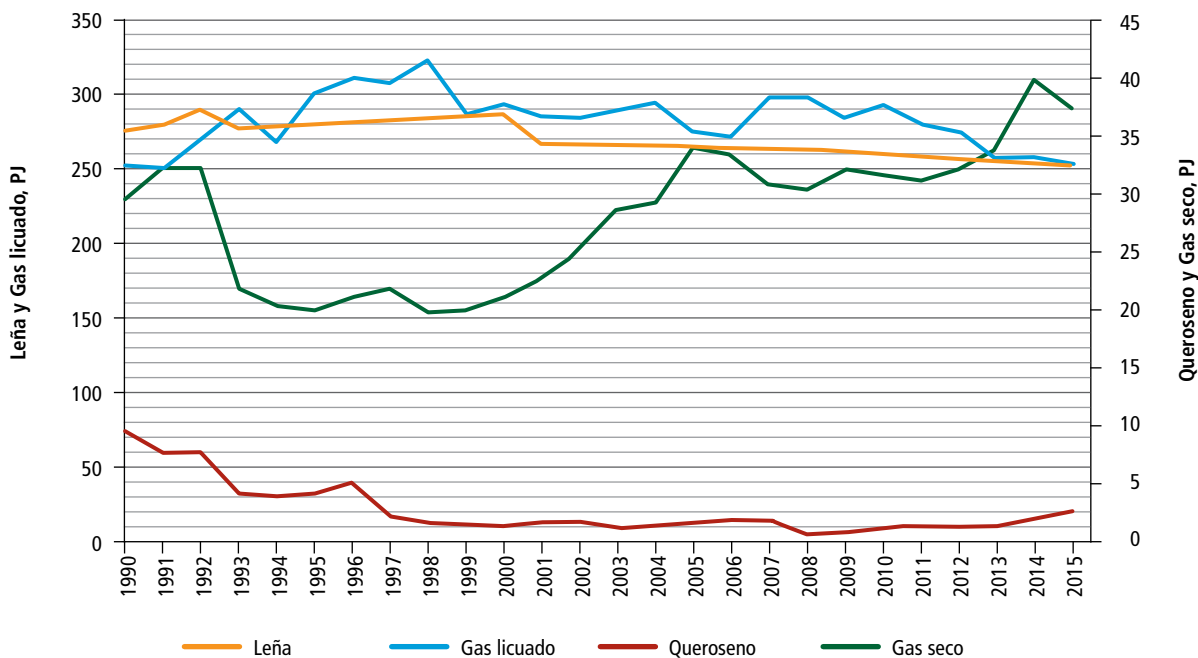


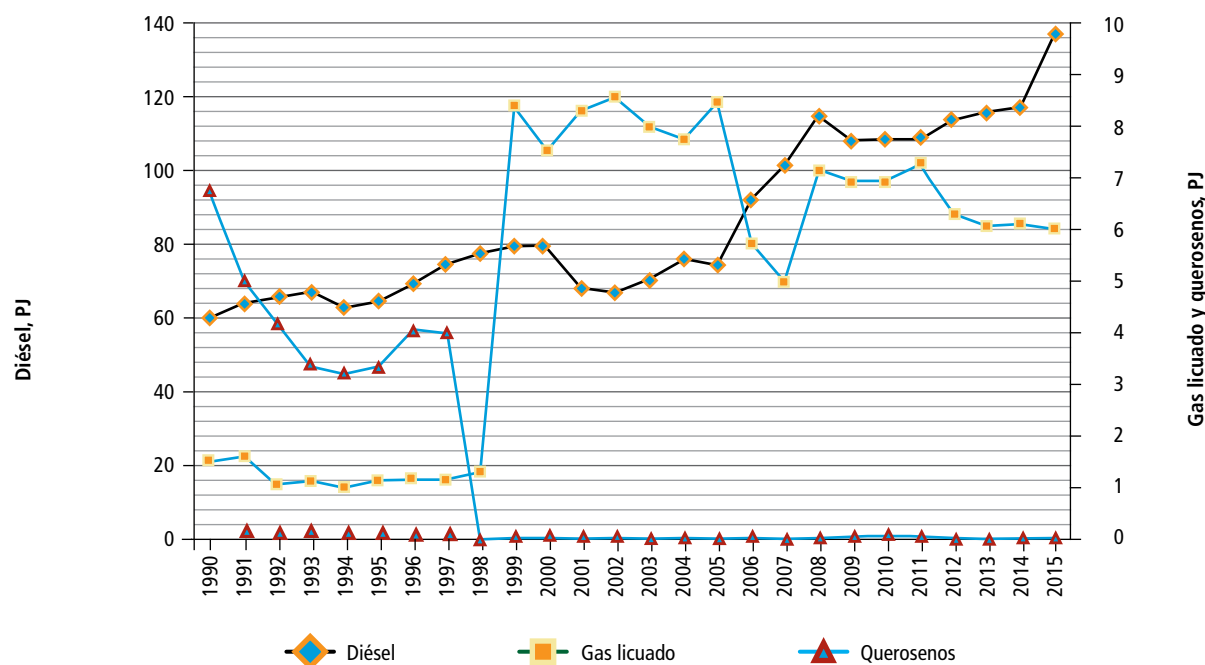
Tabla 30. Consumo de energía por las actividades agropecuarias, 1990-2015

**PJ**

Año	Gas licuado	Querosenos	Diésel
1990	1.53	6.76	60.15
1991	1.60	5.01	63.87
1992	1.05	4.15	65.59
1993	1.09	3.38	66.77
1994	1.00	3.21	63.13
1995	1.12	3.34	64.99
1996	1.16	4.06	69.03
1997	1.15	4.02	74.20
1998	1.26	0.04	77.39
1999	8.47	0.05	79.57
2000	7.53	0.06	79.40
2001	8.29	0.04	68.43
2002	8.54	0.04	67.08
2003	7.98	0.04	70.39
2004	7.74	0.05	75.90
2005	8.46	0.04	74.36
2006	5.72	0.05	92.25
2007	4.97	0.04	101.42
2008	7.15	0.04	114.63
2009	6.89	0.05	107.79
2010	6.89	0.03	108.39
2011	7.24	0.02	108.34
2012	6.25	0.02	113.42
2013	6.03	0.01	115.55
2014	6.08	0.00	117.28
2015	6.01	0.00	136.84

Fuente: SENER, SIE/Balance Nacional de Energía: Consumo de energía en los sectores residencial, comercial y público, 2017.

Figura 11. Combustibles utilizados en actividades agropecuarias, 1990-2015



## [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

### [1B1] Combustibles sólidos

#### [1B1a] Minería carbonífera y manejo del carbón

Los datos de actividad (**Tabla 31**), expresados como producción anual de carbón en miles de toneladas, tanto para la minería subterránea como para la minería de superficie o a cielo abierto son los oficiales para el país y son los publicados en el *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* por el Servicio Geológico Mexicano de la Secretaría de Economía (CRM 1993, 1997, 2001, 2004) (SGM 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2014, 2015, 2016).

### [1B2] Petróleo y gas

Las emisiones fugitivas de la subcategoría petróleo y gas provienen de distintas fuentes. En la **Tabla 32** se muestran todas ellas, así como la unidad de medida en la que se especifican los datos de actividad.

Tabla 31. **Producción de carbón, 1990-2015**

Miles de toneladas

Año	Minas de superficie	Minas subterráneas	Total
1990	1,688.00	8,322.00	10,010.00
1991	1,948.00	7,462.00	9,410.00
1992	2,024.00	6,676.00	8,700.00
1993	2,288.00	7,932.00	10,220.00
1994	2,524.40	8,418.60	10,943.00
1995	2,878.80	8,354.20	11,233.00
1996	3,446.40	10,300.60	13,747.00
1997	3,291.20	9,415.80	12,707.00
1998	3,026.40	9,362.60	12,389.00
1999	3,422.00	9,881.00	13,303.00
2000	3,166.00	11,121.00	14,287.00
2001	2,774.00	9,403.00	12,177.00
2002	2,523.20	8,881.80	11,405.00
2003	2,612.00	10,566.00	13,178.00
2004	2,274.80	9,198.20	11,473.00
2005	2,838.62	8,911.38	11,750.00
2006	2,629.29	8,252.71	10,882.00
2007	2,852.82	9,034.18	11,887.00
2008	4,161.06	11,732.94	15,894.00
2009	3,798.48	19,252.52	23,051.00
2010	4,498.66	23,066.34	27,565.00
2011	5,487.26	29,198.53	34,685.79
2012	5,462.42	24,470.19	29,932.61
2013	5,226.14	23,556.80	28,782.94
2014	5,381.42	23,946.54	29,327.95
2015	2,898.19	20,063.68	22,961.87

Fuente: Anuario Estadístico de la Minería Mexicana.

Tabla 32. [1B2a] Petróleo; actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad

Fuente	Actividad	Unidad de medida	Anexo D, tabla #
[1B2ai] Venteo	Perforación de pozos de petróleo crudo	Número de pozos de crudo perforados /año <sup>1</sup>	36
	Terminación de pozos de petróleo crudo	Número de pozos de petróleo crudo terminados/año	36
	Producción de petróleo crudo	Volumen de crudo producido (mbd) (Volumen de crudo ligero + volumen de crudo pesado)	38
	Refinación de petróleo crudo	Volumen de crudo a refinerías (mbd)	38
	Transporte de crudo	Volumen de crudo transportado a buques tanque (mbd)	38
	Terminales de gas natural licuado	Número de terminales operando en el año	38
	Carga crudo a buques tanque	Volumen de crudo cargado a buques tanque (mbd)	38
[1B2aiii] Todas las demás fugitivas	[1B2aiii1] Exploración	No determinado, ya que no existen factores de emisión específicos para estas emisiones	...
	[1B2aiii2] Producción	Volumen de crudo producido (mbd)	38
	[1B2aiii3] Transporte Transporte de petróleo crudo (incluye almacenamiento de gas natural licuado)	Volumen de crudo transportado Número de terminales de GNL operando al año	38
	[1B2aiii4] Refinación	Volumen de crudo a refinería (mbd)	38
	[1B2aiii5] Distribución de petrolíferos	No estimado, se considera que no se tienen emisiones significativas (IMP, 2012: 147)	--

<sup>1</sup> Se calcula a partir del número total de pozos perforados. Para calcular el número de pozos perforados de petróleo crudo y distinguirlos de los pozos perforados de gas, se obtuvo el porcentaje de pozos de petróleo terminados y el de pozos terminados de gas.

Tabla 33. [1B2b] Gas natural, actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad

	Actividad	Unidad de medida	Anexo D, tabla núm.
[1B2bi] Venteo	Perforación de pozos de gas natural	Número de pozos perforados de gas 1/año <sup>1</sup>	36
	Terminación de pozos de gas natural	Número de pozos de gas terminados por año	37
	Mantenimiento de pozos	Número de pozos de gas (no asociado) mantenidos por año	37
	Limpieza pozos de gas	Número de pozos de gas con limpieza al año	37
	Proceso de gas	Volumen de gas húmedo procesado (mmpcd)	39
	Transporte de gas	Volumen de gas seco transportado (mmpcd)	39
[1B2biii] Todas las demás fugitivas	[1B2biii1] Exploración	NE	
	[1B2biii2] Producción	Volumen de gas no asociado producido PEP (mmpcd)	39
	[1B2biii3] Procesamiento	Volumen procesado de gas húmedo (mmpcd)	39
	[1B2biii4] Transmisión y almacenamiento	Volumen de gas transportado (mmpcd)	39
	[1B2biii5] Distribución	Longitud km de ductos operando cada año	42

<sup>1</sup> Se calcula a partir del número total de pozos perforados. Para calcular el número de pozos perforados de petróleo crudo y distinguirlos de los pozos perforados de gas se obtuvo el % de pozos de petróleo terminados y el % de pozos terminados de gas.

**Tabla 34. [1B2aii] y [1B2bii] Petróleo y gas natural quemado en antorcha, actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad, 1990-2012**

	Actividad	Unidad de medida	Anexo D, tabla núm.
[1B2aii y [1B2bii] Quema en antorcha	Perforación de pozos de petróleo y gas	Pozos perforados/año	38
	Producción de crudo	Gas enviado a la atmósfera (mmpcd)	38
	Refinación	Volumen de crudo a refinería (mbd)	38
	Refinación Quema en oxidadores térmicos	Volumen de crudo a refinería (mbd)	38
	Transporte de GLP	Volumen de GLP transportado (mbd)	41
	Proceso de gas	Volumen de gas húmedo procesado	39

**Tabla 35. 1B2aii] y [1B2bii] Petróleo y gas natural quemado en antorcha, actividades de la fuente<sup>1</sup> y datos de actividad, 2013-2015<sup>1</sup>**

Actividad	Datos de actividad
Refinación del petróleo Exploración y producción de petróleo y gas Proceso de gas Transporte por ducto y almacenamiento Producción de petroquímicos	Volumen de gas enviado a quemador mmpc/año Composición molar del gas enviado a quemador Eficiencia del quemador

<sup>1</sup> Información proporcionada por PEMEX.

**Tabla 36. Número de pozos perforados de petróleo crudo y gas**

Año	Número de pozos perforados por año <sup>1</sup>		
	Crudo	Gas	Total
1990	117	15	132
1991	142	29	171
1992	103	18	121
1993	58	8	66
1994	55	17	72
1995	51	53	104
1996	56	62	118
1997	63	67	130
1998	77	156	233
1999	40	194	234
2000	23	262	285
2001	43	406	449
2002	33	414	447
2003	160	493	653
2004	211	522	733
2005	237	522	759
2006	213	459	672
2007	286	329	615
2008	533	289	822
2009	899	591	1490
2010	771	223	994
2011	814	186	1000
2012	1069	221	1290
2013	630	75	705
2014	318	220	538
2015	219	59	278

Fuente: SENER-SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Hidrocarburos.
- Exploración, desarrollo y reservas de petróleo y gas natural.
- Equipos de perforación de pozos por región.

<sup>1</sup> Se calcula a partir del número total de pozos perforados. Para calcular el número de pozos de petróleo crudo perforados y distinguirlos de los pozos perforados de gas, se obtuvo el % de pozos de petróleo terminados y el % de pozos terminados de gas.

**Tabla 37. Número de pozos terminados de petróleo y gas, con mantenimiento y con actividades de limpieza**

Año	Pozos terminados <sup>1</sup>		Pozos de gas**	
	Crudo	Gas	Mantenimiento	Limpieza <sup>1</sup>
1990	56	7	960	480
1991	107	22	987	494
1992	91	16	962	481
1993	55	7	942	471
1994	37	12	903	452
1995	46	47	971	486
1996	49	54	1,017	509
1997	55	58	1,058	529
1998	63	128	1,110	555
1999	35	168	1,278	639
2000	17	197	1,287	644
2001	38	360	1,448	724
2002	28	354	1,645	823
2003	124	384	1,901	951
2004	179	443	2,231	1,116
2005	203	448	2,543	1,272
2006	182	391	2,872	1,436
2007	277	318	3,058	1,529
2008	414	225	3,120	1,560
2009	629	414	3,101	1,551
2010	949	274	3,008	1,504
2011	791	180	3,078	1,539
2012	978	202	3,288	1,644
2013	688	82	3,215	1,608
2014	291	201	3,479	1,740
2015	220	59	3,452	1,726

Fuente: SENER, SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Hidrocarburos.
- Exploración, desarrollo y reservas de petróleo y gas natural.
- Pozos productores promedio en operación y pozos operando al final del periodo.
- Número de pozos de gas no asociado.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se considera que el 50% de los pozos productores de gas no asociado son de baja presión y son los utilizados como datos de actividad para pozos con limpieza.

<sup>2</sup> Número de pozos de gas no asociado en operación 1990-1992; la información se obtuvo de la memoria de labores de PEMEX.



**Tabla 38. Volumen de crudo y número de terminales de gas natural licuado**

Año	Volumen de crudo producido		Volumen de crudo a refinerías	Volumen transportado por ducto y cargado en buques tanque <sup>2</sup>	Número de terminales de gas natural licuado
	Ligero	Pesado			
1990	1,282.30	1,265.80	1,045.82	1,283.85	0
1991	1,343.90	1,332.60	1,058.42	1,366.78	0
1992	1,317.60	1,350.40	1,060.81	1,380.50	0
1993	1,352.80	1,320.60	1,100.09	1,344.68	0
1994	1,415.10	1,270.10	1,152.25	1,314.68	0
1995	1,396.80	1,220.40	1,073.87	1,310.85	0
1996	1,487.80	1,370.60	1,068.91	1,552.34	0
1997	1,455.20	1,567.10	1,072.54	1,730.50	0
1998	1,411.50	1,658.90	1,154.50	1,737.95	0
1999	1,342.53	1,563.49	1,132.48	1,551.21	0
2000	1,237.71	1,774.25	1,126.89	1,619.78	0
2001	1,130.07	1,996.97	1,140.44	1,756.65	0
2002	1,003.44	2,173.66	1,171.95	1,716.22	0
2003	945.52	2,425.38	1,246.39	1,848.29	0
2004	924.92	2,457.98	1,257.86	1,873.56	0
2005	946.38	2,386.97	1,274.95	1,832.57	0
2006	1,011.82	2,243.75	1,242.08	1,789.10	0
2007	1,036.30	2,039.41	1,230.94	1,701.31	1
2008	1,025.93	1,765.64	1,216.19	1,406.86	2
2009	1,081.51	1,519.97	1,264.41	1,231.69	2
2010	1,111.85	1,464.01	1,190.73	1,357.97	2
2011	1,135.52	1,417.10	1,172.29	1,342.88	3
2012	1,162.91	1,385.00	1,211.02	1,268.27	3
2013	1,157.07	1,365.05	1,229.10	1,190.42	3
2014	1,163.26	1,265.51	1,161.08	1,148.58	3
2015	1,114.50	1,152.34	1,063.97	1,177.71	3

Fuente: SENER, SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Hidrocarburos.
- Petróleo crudo.
- Producción de crudo por activo.<sup>1</sup>
- Distribución de petróleo crudo.

Fuente: Comisión Reguladora de Energía.

<sup>1</sup> En la estadística oficial se registra el volumen total de crudo producido. Los datos de volumen de crudo pesado y ligero se encuentran en la base de datos elaborada por el IMP (INECC-IMP, 2012) con datos de PEMEX

<sup>2</sup> Se supone que la misma cantidad de crudo que se carga a buques tanque es la que se transporta por ducto.

**Tabla 39. Volumen de gas natural (gas no asociado, producido en campos) (gas húmedo procesado) y gas seco producido y transportado**

Año	mmpcd		
	Volumen de gas no asociado producido	Volumen de gas natural húmedo enviado a proceso	Volumen de gas natural seco transportado
1990	619.99	3,322.49	2,878.53
1991	594.17	3,296.67	2,910.61
1992	558.97	3,174.89	3,010.13
1993	483.48	3,149.46	3,066.68
1994	517.12	3,193.60	3,255.86
1995	605.35	3,133.13	3,353.19
1996	716.76	3,283.86	3,628.87
1997	836.58	3,379.92	3,835.26
1998	1,087.37	3,560.77	4,155.20
1999	1,264.87	3,515.61	4,207.48
2000	1,299.16	3,691.46	4,372.34
2001	1,271.70	3,678.52	4,454.15
2002	1,305.40	3,769.67	4,863.03
2003	1,379.21	3,852.57	5,322.52
2004	1,563.27	3,962.71	5,749.79
2005	1,863.89	3,878.60	5,951.89
2006	2,266.10	4,152.71	6,561.12
2007	2,613.02	4,282.69	7,128.90
2008	2,598.80	4,239.65	7,350.07
2009	2,550.35	4,435.61	7,501.71
2010	2,458.09	4,471.65	7,898.93
2011	2,170.96	4,527.39	7,973.13
2012	1,909.84	4,382.04	8,215.21
2013	1,762.61	4,403.55	8,687.04
2014	1,711.98	4,342.72	8,909.90
2015	1,575.27	4,072.80	9,141.83

Fuente: SENER, SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Hidrocarburos.
- Prospectivas.
- Gas natural.
- Balance Nacional de gas natural.
- Proceso de gas natural por centro.

**Tabla 40. Volumen de gas no asociado enviado a la atmósfera durante la producción de crudo para el cálculo de emisiones de quema en antorcha, 1990-2012**

Año	mmpcd
	Gas enviado a la atmósfera <sup>1</sup>
1990	88
1991	88
1992	90
1993	124
1994	118
1995	196
1996	403
1997	601
1998	660
1999	468
2000	450
2001	347
2002	266
2003	254
2004	153
2005	182
2006	271
2007	547
2008	1,334
2009	1,031
2010	600
2011	350
2012	135

Fuente: SENER, SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Hidrocarburos.
- Producción y distribución de gas natural.
- Memoria de labores de PEMEX.

<sup>1</sup> Del total de gas enviado a la atmósfera registrado por el SIE, el IMP calcula, utilizando datos de la *Memoria de Labores*, el "gas natural y nitrógeno a la atmósfera" y utiliza ese volumen en sus cálculos para determinar el gas enviado a quemador.

**Tabla 41. Transporte de GLP; cálculo de emisiones quemado en antorcha, de la fuente petróleo, 1990-2012**

mbd	
Año	Transporte de GLP
1990	264
1991	272
1992	274
1993	297
1994	299
1995	294
1996	303
1997	289
1998	303
1999	328
2000	350
2001	334
2002	337
2003	333
2004	340
2005	321
2006	317
2007	309
2008	298
2009	290
2010	292
2011	293
2012	292

Fuente: SENER, SIE.\*

\*Ruta a seguir en el SIE para llegar a los datos de actividad.

- Prospectivas.
- Balance Nacional de Gas LP.
- Origen.

**Tabla 42. Ductos de distribución de gas natural seco**

km	
Año	Ductos de distribución
1990	2,939
1991	3,479
1992	4,416
1993	5,353
1994	6,370
1995	7,403
1996	8,435
1997	9,177
1998	10,778
1999	12,890
2000	15,267
2001	17,828
2002	17,860
2003	20,438
2004	23,318
2005	26,014
2006	28,710
2007	31,422
2008	33,820
2009	35,634
2010	37,385
2011	46,312
2012	47,688
2013	49,181
2014	53,114
2015	51,347

Comisión Reguladora de Energía.

Petróleos Mexicanos proporcionó el volumen anual de gas a condiciones estándar; la composición molar promedio anual, sin considerar el contenido de nitrógeno, por empresa subsidiaria, y la eficiencia global de quemadores para toda la corporación.

Para el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>e por quema en antorcha, del periodo 2013-2015, Petróleos Mexicanos proporcionó los volúmenes anuales de gas enviado a quemador y su composición, para la estimación de las emisiones. Los cálculos y los valores fueron revisados y acordados con PEMEX, por lo que, para ese periodo y estas fuentes, la metodología es consistente con un nivel 2 de las *Directrices del IPCC*. Posteriormente se calculó

la relación proporcional con la información del SIE para esos mismos años. Con esa proporción se ajustaron, mediante superposición de datos, las emisiones para los años 1990-2012 y así obtener la serie histórica, todo ello con el aval del juicio de expertos.

Las emisiones de 2013-2015 comprenden la suma de gas enviado a quemador en las actividades de exploración y producción de petróleo crudo y gas natural, refinación, proceso de gas, transporte y distribución de hidrocarburos. Es importante anotar que en este rubro se reportan las emisiones por quema en antorcha de la producción de petroquímicos.



# Anexo D:

## [2] Procesos industriales y uso de productos

### [2A] Industria de los minerales

#### [2A1] Producción de cemento

Figura 1. Evolución de la producción de cemento, 1990-2015

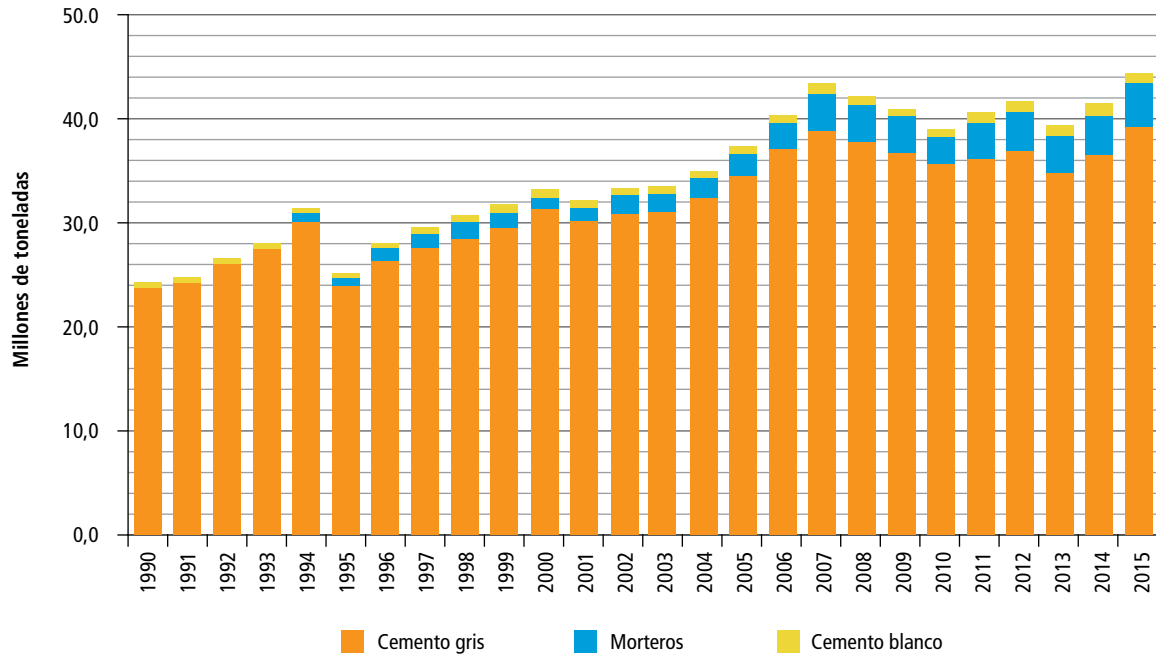


Tabla 1. **Producción de cemento, 1990-2015**

Toneladas				
Año	Cemento gris	Cemento blanco	Morteros	Total cemento
1990	23,840,667	448,345	ND	24,289,012
1991	24,383,605	400,997	ND	24,784,602
1992	26,137,822	449,171	ND	26,586,993
1993	27,568,361	460,844	ND	28,029,205
1994	30,243,326	516,684	720,232	31,480,242
1995	24,033,981	441,975	645,663	25,121,619
1996	26,440,746	466,440	1,140,024	28,047,210
1997	27,679,233	530,803	1,316,355	29,526,391
1998	28,608,786	568,795	1,549,994	30,727,575
1999	29,738,734	642,632	1,420,243	31,801,609
2000	31,518,759	613,075	1,096,005	33,227,839
2001	30,177,359	636,394	1,319,868	32,133,621
2002	30,897,412	623,680	1,850,420	33,371,512
2003	31,143,454	632,386	1,817,561	33,593,401
2004	32,374,824	680,380	1,937,238	34,992,442
2005	34,571,534	773,499	2,106,583	37,451,616
2006	37,180,967	843,869	2,337,166	40,362,002
2007	39,094,665	864,967	3,359,890	43,319,522
2008	37,992,839	823,005	3,459,379	42,275,223
2009	36,807,715	646,169	3,447,934	40,901,818
2010	35,732,767	696,083	2,635,856	39,064,706
2011	36,258,451	787,364	3,506,411	40,552,226
2012	37,033,245	873,970	3,758,441	41,665,656
2013	34,903,891	949,730	3,537,664	39,391,285
2014	36,620,793	1,129,485	3,733,374	41,483,652
2015	39,346,421	897,362	4,137,342	44,381,125

Fuente: INEGI, Estadísticas históricas de México (2009); Banco de Información Económica, series que ya no se actualizan de la encuesta industrial mensual (CMAPI), y Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM).  
ND: No disponible.

Tabla 2. **Importación y exportación de clínker, 2004-2015**

kg		
Año	Importación de clínker	Exportación de clínker
2005	2,532,765	675,937,633
2006	2,340,205	450,375,177
2004	1,339,721	175,760,512
2007	3,724,533	373,979,620
2008	2,715,370	637,987,126
2009	2,592,246	311,562,647
2010	1,741,776	130,377,016
2011	5,359,337	446,773,250
2012	6,755,146	786,939,880
2013	7,894,325	800,963,799
2014	3,895,630	640,893,002
2015	9,009,524	3,735

Fuente: SGM (2005-2016). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*.

## [2A2] Producción de cal

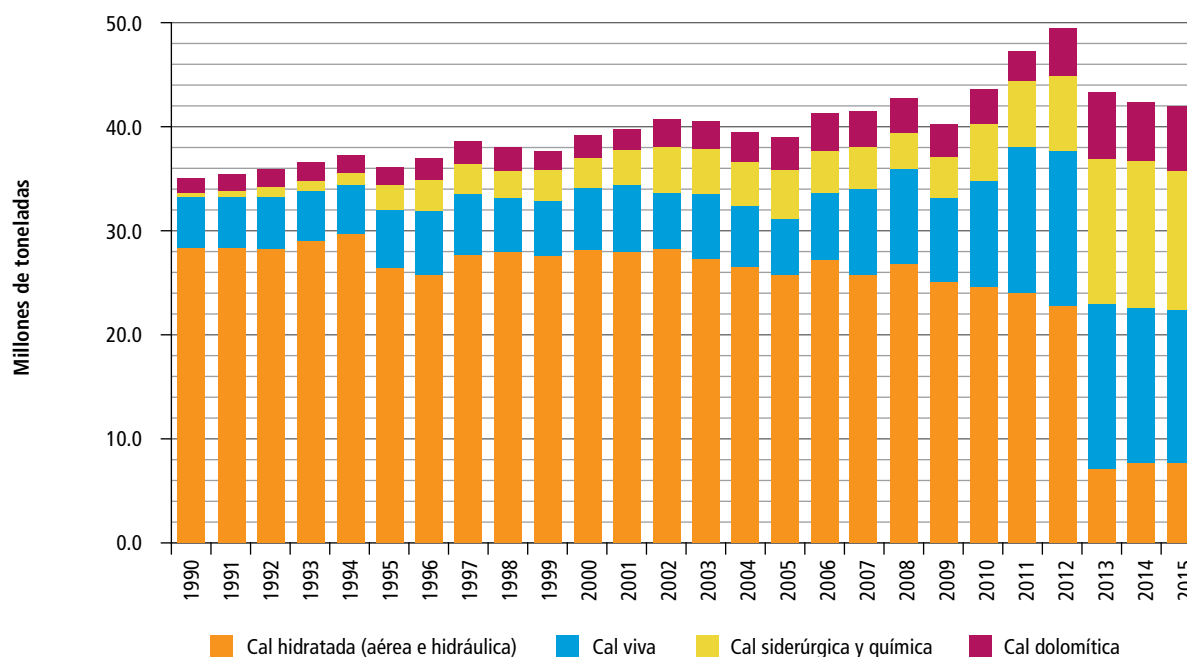
Tabla 3. Producción de cal, 1990-2015

Toneladas				
Año	Cal viva	Cal hidratada (aérea e hidráulica)	Cal siderúrgica y química	Cal dolomítica
1990	484,790	2,844,644	19,094	153,632
1991	492,344	2,839,687	52,127	161,007
1992	499,899	2,834,730	85,159	168,382
1993	479,744	2,906,777	100,266	172,009
1994	459,648	2,978,823	115,372	175,636
1995	556,602	2,649,674	214,924	182,732
1996	613,589	2,580,822	293,298	207,208
1997	571,889	2,783,083	291,790	218,504
1998	514,508	2,803,472	263,434	225,052
1999	532,737	2,762,900	245,031	221,012
2000	592,803	2,812,685	304,660	204,553
2001	631,158	2,805,822	350,975	182,726
2002	545,587	2,825,260	440,020	250,714
2003	606,335	2,743,345	436,956	267,915
2004	580,987	2,665,385	419,573	279,710
2005	525,140	2,587,803	482,505	299,133
2006	636,520	2,729,766	409,436	346,293
2007	806,987	2,585,065	416,026	330,746
2008	911,355	2,687,497	348,810	314,868
2009	802,313	2,512,057	396,307	312,369
2010	1,017,145	2,470,734	539,094	324,906
2011	1,391,379	2,415,230	631,161	289,314
2012	1,501,433	2,282,885	697,367	465,945
2013	1,577,504	718,771	1,397,557	638,315
2014	1,487,578	773,360	1,407,016	557,061
2015	1,463,242	769,625	1,353,138	614,662

Fuente: INEGI, Banco de Información Económica, series que ya no se actualizan de la encuesta industrial mensual (CMAP), y Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera (EMIM).



Figura 2. Producción de cal, 1990-2015



## [2A3] Producción de vidrio

Tabla 4. Valor de la producción bruta en ramas de actividad de producción de vidrio

	Año	Producción bruta (miles de pesos corrientes)	Índice Nacional de Precios al Consumidor INPC (julio por año)	Índice Nacional de Precios al Consumidor INPC (julio 2013)	Producción en ramas con fundición para vidrio (miles de pesos constantes 2013)
Estimación propia a partir de ajuste entre 1997-1993	1990				\$ 29,108,417
	1991				\$ 30,230,883
Censo económico	1992				\$ 31,353,349
Fuente: INEGI. Censo Industrial 1994. <a href="http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825172015/702825172015_1.pdf">http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825172015/702825172015_1.pdf</a>	1993	\$ 5,326,129	17.82	108.645	\$ 32,475,814
<a href="http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/inegi">http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/inegi</a> Consulta SIE: Series que ya no se actualizan > Sector manufacturero > Encuesta industrial anual 205 clases de actividad > Producción bruta total > Total > Subsector 36 Productos de minerales no metálicos, excepto derivados del petróleo y carbón > Rama 3620 Fabricación de vidrio y productos de vidrio	1994	\$ 5,916,404	19.04	108.645	\$ 33,761,809
	1995	\$ 8,592,037	26.22	108.645	\$ 35,601,358
	1996	\$ 11,579,631	34.57	108.645	\$ 36,397,089
	1997	\$ 14,078,962	41.60	108.645	\$ 36,770,504
	1998	\$ 16,771,995	47.97	108.645	\$ 37,989,192
	1999	\$ 18,050,804	56.31	108.645	\$ 34,827,996
	2000	\$ 18,241,230	61.61	108.645	\$ 32,167,416
	2001	\$ 18,180,879	65.66	108.645	\$ 30,083,501
2002	\$ 19,885,353	68.90	108.645	\$ 31,355,228	

Tabla 4. (Continuación)

	Año	Producción bruta (miles de pesos corrientes)	Índice Nacional de Precios al Consumidor INPC (julio por año)	Índice Nacional de Precios al Consumidor INPC (julio 2013)	Producción en ramas con fundición para vidrio (miles de pesos constantes 2013)
http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/ Consulta SIE: Series que ya no se actualizan > Sector manufacturero > Encuesta industrial anual 231 clases de actividad (SCIAN 2002) > Producción bruta total > Total > Subsector 327: Fabricación de productos a base de minerales no metálicos > Rama 3272: Fabricación de vidrio y productos de vidrio	2003	\$ 22,781,342	71.85	108.645	\$ 34,449,109
	2004	\$ 25,395,890	74.98	108.645	\$ 36,796,189
	2005	\$ 27,469,292	78.23	108.645	\$ 38,147,942
	2006	\$ 28,557,478	80.72	108.645	\$ 38,435,432
	2007	\$ 30,151,379	83.94	108.645	\$ 39,026,383
	2008	\$ 30,814,180	88.35	108.645	\$ 37,892,848
http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/Manufacturas > Encuesta anual de la industria manufacturera por sector, subsector, rama y clase de actividad (240 clases, SCIAN 2007) > Producción bruta total y ventas > Producción bruta total > Total > 327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos > 3272 Fabricación de vidrio y productos de vidrio	2009	\$ 36,031,914	93.42	108.645	\$ 41,905,468
	2010	\$ 38,421,933	96.87	108.645	\$ 43,093,544
	2011	\$ 42,602,765	100.04	108.645	\$ 46,266,805
	2012	\$ 47,093,566	104.38	108.645	\$ 49,018,763
	2013	\$ 44,731,382	108.65	108.645	\$ 44,731,382
	2014	\$ 46,531,161	112.72	108.645	\$ 44,848,193
	2015	\$ 52,756,190	115.96	108.645	\$ 49,429,071

Fuente: Índice Nacional de Precios al Consumidor (2q/12/2010) 2010=100.

Cálculos propios basados en INEGI. Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM).

Ramas consideradas:

327211 Fabricación de vidrio

327212 Fabricación de espejos

327213 Fabricación de envases y ampollitas de vidrio

327214 Fabricación de fibra de vidrio

327215 Fabricación de artículos de vidrio de uso doméstico

327216 Fabricación de artículos de vidrio de uso industrial y comercial

327219 Fabricación de otros productos de vidrio

La producción bruta a partir de 1994 se obtuvo de la Encuesta Industrial Anual; para 1993 se utilizó el Censo Económico 1994, y para los datos de los años 1990, 1991 y 1992 se recurrió al método de extrapolación de cinco años.

Tabla 5. **Materia prima para la producción de vidrio en 2013**

Carbonato consumido	Toneladas
Carbonato de sodio o ceniza de sosa	509,334
Dolomita	139,585
Calcita	439,582

Fuente: INEGI (2014). Censos Económicos 2014. Materias primas y auxiliares consumidas por establecimientos manufactureros, según actividad, datos 2013.

## [2A4] Otros usos de carbonatos

La información de 1990 a 2013 la fuente es del Servicio Geológico Mexicano (SGM), los datos 2014 y 2015 los obtiene el SGM del Inventario de Bancos de Materiales de la Subsecretaría de Infraestructura, SCT.

No fue posible distinguir el uso final de la caliza para discernir entre la que se calcina y la que se usa como material de relleno, y evitar doble conteo en el uso de la caliza en cemento y la cal.

Tabla 6. **Caliza**

Toneladas				
Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo aparente
1990	27,405,529	3,135	26,247	27,382,417
1991	29,477,115	3,786	27,370	29,453,531
1992	31,766,197	8,256	25,008	31,749,445
1993	33,985,450	5,331	12,118	33,978,663
1994	36,019,852	8,208	11,373	36,016,687
1995	32,872,928	5,916	34,151	32,844,693
1996	37,641,004	4,958	50,823	37,595,139
1997	43,706,616	16,018	16,978	43,705,656
1998	44,372,113	81,310	26,766	44,426,657
1999	52,449,284	10,420	23,291	52,436,414
2000	58,266,781	110,220	47,190	58,329,811
2001	63,346,522	82,939	55,239	63,374,221
2002	59,420,555	105,921	51,929	59,474,547
2003	56,252,905	13,382	47,930	56,218,358
2004	72,921,614	17,652	35,660	72,903,606
2005	57,568,436	14,446	29,017	57,553,865
2006	69,821,776	25,853	26,295	69,821,334
2007	62,600,234	20,355	37,470	62,583,119
2008	64,857,615	10,289	109,282	64,758,622
2009	62,000,136	9,889	36,106	61,973,919
2010	64,678,535	9,133	30,016	64,657,651
2011	54,618,585	10,410	28,555	54,600,441
2012	55,725,761	9,840	30,685	55,704,916
2013	52,289,137	10,476	29,391	52,270,222
2014	250,224,230.77	9,074	30,372	250,202,932
2015	569,505,215.75	8,440	26,333	569,487,322

Fuente: SGM (1990-2016). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*.Tabla 7. **Dolomita**

Toneladas				
Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo aparente
1990	482,168	4,559	769	485,958
1991	470,668	18,156	359	488,465
1992	466,490	16,826	360	482,957
1993	545,494	6,405	737	551,162
1994	601,649	59,386	1,235	659,800

Tabla 7. **Continuación**

Año	Producción	Importación	Exportación	Consumo aparente
1995	931,770	22,374	849	953,295
1996	929,933	20,602	35,052	915,484
1997	902,710	267,814	364	1,170,159
1998	785,516	433,117	5,045	1,213,588
1999	415,284	14,261	845	428,699
2000	403,664	160,411	4,818	559,257
2001	670,797	151,679	2,707	819,769
2002	457,665	136,760	4,004	590,421
2003	565,896	66,148	1,296	630,748
2004	1,158,929	25,769	6,704	1,177,993
2005	1,308,977	2,371	1,184	1,310,164
2006	1,282,590	29,949	583	1,311,956
2007	1,123,225	31,739	1,787	1,153,177
2008	1,233,993	34,220	11,582	1,256,631
2009	982,650	8,461	35,011	956,100
2010	1,499,744	4,422	10,025	1,494,141
2011	2,785,314	4,007	6,021	2,783,300
2012	2,111,114	6,112	31,878	2,085,348
2013	8,756,485	3,076	27,126	8,732,435
2014	8,277,102	3,292	8,290	8,272,104
2015	7,703,854	4,918	6,097	7,702,675

Fuente: SGM (1990-2016). *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana*.

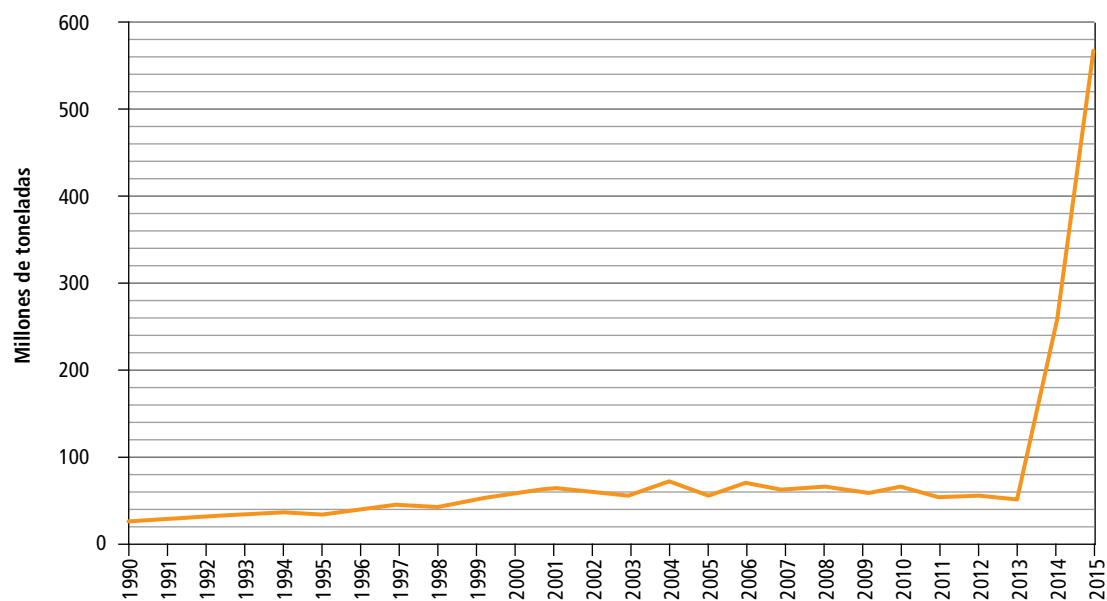
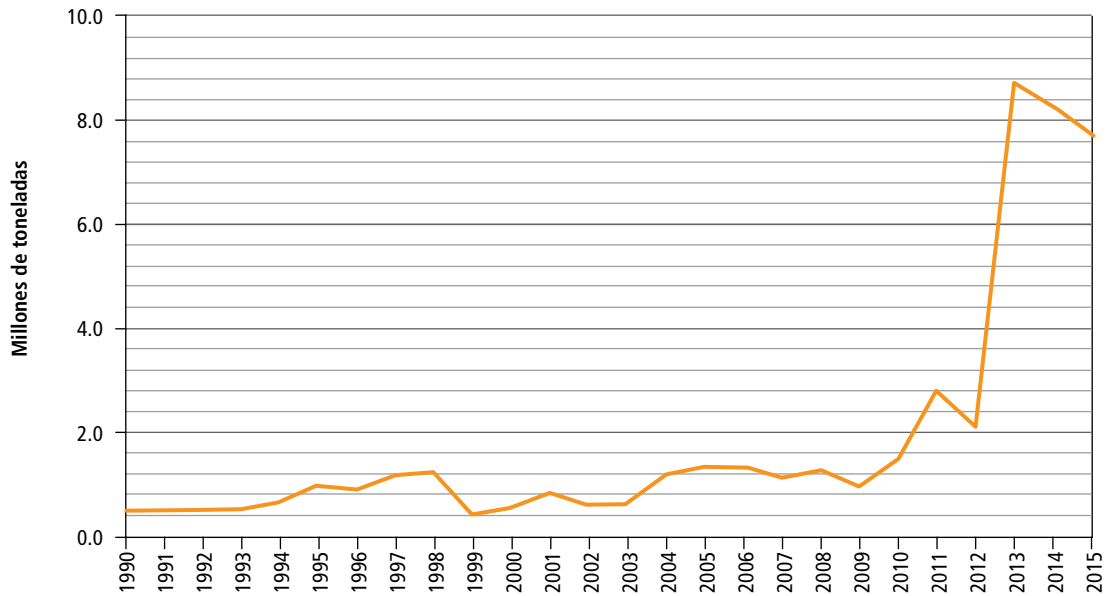
Figura 3. **Consumo aparente de caliza**

Figura 4. Consumo aparente de dolomita



## [2B] Industria química

Tabla 8. Petroquímicos

Año	Derivados del metano		Derivados del etano				Propileno y derivados
	Amoniaco	Metanol	Etileno	Dicloroetano	Óxido de etileno	Cloruro de vinilo	Acrilonitrilo
1990	2,632.20	210.49	1,369.84	94.13	265.19	230.73	122.28
1991	2,702.40	213.28	1,364.74	189.55	311.08	97.44	154.89
1992	2,677.77	200.13	1,481.67	386.14	296.14	224.32	166.21
1993	2,137.48	169.11	1,304.20	368.26	300.01	223.21	145.66
1994	2,467.91	184.83	1,316.67	356.31	279.92	212.12	161.26
1995	2,422.10	202.46	1,358.90	330.40	306.11	188.92	164.31
1996	2,499.73	210.94	1,339.56	318.95	300.57	182.20	172.57
1997	2,129.99	193.12	1,293.74	355.31	320.79	217.10	160.54
1998	1,819.15	192.77	1,255.57	321.02	323.58	196.09	130.20
1999	1,218.60	184.08	1,152.84	294.18	300.46	180.20	65.77
2000	922.73	189.17	1,157.87	302.33	307.41	184.30	124.49
2001	707.14	188.96	1,062.63	244.87	307.04	150.11	32.00
2002	679.68	169.50	993.92	252.95	302.05	158.17	60.85

Tabla 8. **Continuación**

Año	Derivados del metano		Derivados del etano				Propileno y derivados
	Amoniaco	Metanol	Etileno	Dicloroetano	Óxido de etileno	Cloruro de vinilo	Acilonitrilo
2003	534.46	190.39	981.60	185.53	312.02	113.45	76.74
2004	681.30	165.25	1,007.06	110.37	299.09	63.44	71.61
2005	513.74	81.16	1,084.92	260.47	320.59	159.03	63.07
2006	591.77	85.35	1,127.96	352.75	360.51	209.39	ND
2007	759.77	12.17	1,001.29	391.48	301.01	235.49	24.19
2008	896.22	43.99	1,061.61	267.04	344.35	156.85	0
2009	790.03	0	1,160.12	259.29	279.78	155.01	12.48
2010	898.88	15.93	1,125.80	306.43	372.49	187.40	55.47
2011	867.33	150.58	1,124.30	274.91	354.62	168.42	39.09
2012	939.11	151.25	1,127.79	300.55	345.39	184.79	31.75
2013	921.56	156.62	1,033.69	179.53	366.50	107.98	35.15
2014	869.11	168.11	987.66	0	350.74	0	44.17
2015	575.48	160.93	916.60	0	337.70	0	46.60

Fuente: SENER, Sistema de Información Energética. Elaboración de productos petroquímicos con información de Petróleos Mexicanos (sie.energia.gob.mx).

ND: No disponible.

Tabla 9. **Producción de la industria química<sup>1</sup> 1990-2015**

Miles de toneladas

Año	Ácido nítrico	Caprolactama	Dióxido de titanio	Negro de humo	Cloruro de vinilo
1990	295.00	71.00	65.54	125.28	230.73
1991	352.10	75.04	69.60	95.37	97.44
1992	182.80	75.96	71.60	90.34	224.32
1993	228.00	63.48	81.60	66.20	223.21
1994	249.60	70.16	97.79	84.43	212.12
1995	470.90	74.58	86.50	95.96	188.92
1996	591.80	76.02	86.00	107.82	182.20
1997	457.40	80.23	102.09	114.96	217.10
1998	416.00	82.25	111.35	119.85	196.09
1999	345.70	82.31	115.34	120.98	180.20
2000	147.81	83.07	126.68	114.32	184.30
2001	125.05	68.90	124.19	87.34	150.11
2002	64.78	68.52	127.00	88.05	158.17
2003	60.19	78.55	123.00	107.19	113.45

Tabla 9. **Continuación**

Año	Ácido nítrico	Caprolactama	Dióxido de titanio	Negro de humo	Cloruro de vinilo
2004	59.72	78.76	133.00	119.62	63.44
2005	62.86	78.05	137.00	115.77	159.03
2006	71.38	80.90	131.70	121.54	209.39
2007	71.06	78.08	133.38	127.97	235.49
2008	53.55	57.50	126.71	122.61	156.85
2009	54.92	68.55	137.22	94.98	155.01
2010	213.00	76.89	146.21	121.80	187.40
2011	213.00	81.43	141.80	127.95	168.42
2012	213.00	75.15	137.14	108.39	184.79
2013	213.00	70.11	139.51	59.02	100.98*
2014	213.00	66.49	150.00	98.45	176.39*
2015	213.00 <sup>2</sup>	68.30*	155.07*	99.73*	162.42*

Fuente: UNDP & ANIQ, Elementos hacia una estrategia de desarrollo bajo en emisiones para la industria química en México (ácido nítrico y caprolactama). INEGI, *La industria química en México* (varios años) para 1990 a 2007.

ANIQ (varios años), Anuario estadístico de la industria química mexicana.

\* Datos proporcionados directamente por ANIQ.

<sup>1</sup> No hay estadísticas que evidencien la producción de glioxil y ácido glioxílico.

<sup>2</sup> Dato repetido del año 2010.

Tabla 10. **Producción de ceniza de sosa, 1990-2015**

Miles de toneladas

	1990 a 1993	1994 a 2015
Ceniza de sosa	440	290

Fuente: USGS (1994-2013). Minerals Yearbook.

SGM (2016). Minería Mexicana, 2015.

Tabla 11. **Producción de HCFC-22, 1990-2015**

Toneladas

Año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Producción	3,790.0	2,514.0	2,918.0	1,872.0	2,875.0	2,298.0	2,141.0	5,394.0	5,514.9
Año	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Producción	4,337.0	5,981.0	4,311.0	3,204.0	4,947.0	5,117.0	5,117.0	8,776.0	12,506.2
Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Producción	14,151.0	14,022.0	12,725.0	12,618.8	11,812.7	7,872.0	7,378.0	9,214.0	4,751.9

Fuente: datos proporcionados por la Unidad de Protección a la Capa de Ozono, SEMARNAT. Marzo, 2017.

## [2C] Industria de los metales

Tabla 12. Producción de hierro y acero, 1990-2015

Toneladas								
Año	Producción de acero	Producción en horno eléctrico (EAF)	Producción en convertidor al oxígeno (BOF)	Producción en horno de hogar abierto (OHH)	Sínter*	Producción de pellets	Producción de arrabio	Producción de hierro esponja
1990	8,734,219	4,491,000	3,530,000	713,000	ND	5,327,890	3,665,000	2,525,000
1991	7,964,016	4,577,000	3,125,000	262,000	ND	4,976,087	2,962,000	2,410,000
1992	8,459,429	4,715,000	3,744,000	NO	ND	5,154,046	3,404,000	2,321,000
1993	9,198,784	5,450,000	3,749,000	NO	ND	5,596,952	3,423,000	2,737,000
1994	10,260,109	6,426,000	3,834,000	NO	ND	5,516,193	3,501,000	3,216,000
1995	12,147,446	7,606,000	4,541,000	NO	ND	5,625,110	4,142,000	3,700,000
1996	13,171,832	8,441,000	4,731,000	NO	ND	6,109,453	4,229,000	3,794,000
1997	14,218,339	9,254,000	4,964,000	NO	ND	6,279,781	4,450,000	4,400,000
1998	14,218,050	9,258,000	4,960,000	NO	ND	6,334,258	4,532,000	5,584,000
1999	15,274,187	10,029,000	5,245,000	NO	ND	6,885,219	4,808,000	6,070,000
2000	15,631,312	10,394,943	5,236,369	NO	ND	6,795,406	4,856,000	5,588,852
2001	13,300,007	8,528,576	4,771,431	NO	ND	5,261,787	4,373,000	3,672,347
2002	14,010,416	9,893,875	4,116,541	NO	ND	5,943,206	3,996,000	4,740,530
2003	15,158,768	10,567,826	4,590,942	NO	1,304,071	14,231,552	4,183,000	5,473,338
2004	16,737,037	11,974,889	4,762,148	NO	1,381,608	12,613,928	4,278,000	6,344,713
2005	16,282,299	11,777,758	4,504,541	NO	1,304,071	14,231,552	4,047,000	5,973,217
2006	16,446,939	12,259,326	4,187,613	NO	1,540,467	10,865,790	3,789,809	6,166,968
2007	17,572,676	13,014,492	4,558,184	NO	1,513,204	15,564,106	4,077,522	6,265,485
2008	17,209,020	12,197,937	5,011,083	NO	1,360,643	14,635,467	4,449,810	6,012,048
2009	14,131,810	9,794,782	4,337,028	NO	1,399,904	12,707,575	3,918,535	4,146,770
2010	16,869,675	11,714,641	5,155,034	NO	2,020,878	14,158,458	4,706,542	5,368,078
2011	18,110,111	13,043,744	5,066,367	NO	2,034,466	14,520,504	4,609,087	5,853,825
2012	18,208,004	13,084,299	4,988,753	NO	2,052,345	14,489,774	4,611,000	5,586,442
2013	18,073,052	12,879,578	5,362,617	NO	1,668,752	14,692,881	4,911,000	6,100,128
2014	18,930,000	13,250,995	5,678,947	NO	1,796,694	14,843,284	5,115,000	5,978,618
2015	18,228,000	13,239,739	4,978,006	NO	1,641,512	13,828,988	4,575,000	5,498,900

Fuente: INEGI. La industria siderúrgica en México (varios años).  
SGM. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (2016).

\* Datos proporcionados por CANACERO.

NO= No ocurre.

ND= No disponible.



**Tabla 13. Producción de ferroaleaciones, 1990-2015**

Toneladas		
Año	Ferromanganeso	Silicomanganeso
1990	186,329	70,685
1991	147,259	67,090
1992	131,203	58,631
1993	119,016	62,828
1994	117,062	72,094
1995	108,903	76,948
1996	126,494	105,114
1997	132,481	116,636
1998	153,513	114,566
1999	147,898	127,666
2000	90,501	107,922
2001	60,014	74,290
2002	38,532	73,263
2003	55,903	81,223
2004	72,471	103,206
2005	91,826	104,479
2006	64,318	97,457
2007	74,578	109,286
2008	97,366	114,320
2009	42,094	85,463
2010	81,019	134,471
2011	73,683	139,048
2012	61,845	161,221
2013	60,675	157,855
2014	67,507	164,852
2015	67,919	139,361

Fuente: INEGI (varios años) *La Industria Siderúrgica en México*. SGM. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (2016). Información proporcionada por la Compañía Minera Autlán.

**Tabla 15. Producción de plomo y zinc, 1990-2015**

Toneladas		
Año	Plomo	Zinc
1990	187,116	322,487
1991	187,116	300,706
1992	169,610	294,408
1993	153,563	309,697
1994	170,322	381,689
1995	164,348	363,687
1996	173,831	377,699
1997	147,681	379,252
1998	186,060	395,391
1999	126,666	362,811
2000	137,975	392,791
2001	136,413	428,828
2002	138,707	446,104
2003	139,348	413,991
2004	118,484	426,360
2005	134,388	476,307
2006	135,025	479,379
2007	137,133	452,012
2008	141,173	453,588
2009	143,838	489,766
2010	192,062	570,004
2011	223,717	631,859
2012	238,091	660,349
2013	253,361	642,542
2014	250,462	659,878
2015	263,772	786,774

Fuente: Consejo de Recursos Minerales. SGM. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (varios años).

**Tabla 14. Producción de aluminio, 1990-2003**

Toneladas							
Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Producción	65,146	47,739	42,201	25,774	0	10,413	61,418
Año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Producción	66,356	67,351.34	77,656.10	84,614.09	51,500	39,000	25,000

Fuente: Consejo de Recursos Minerales. *Anuario Estadístico de la Minería Mexicana* (varios años).

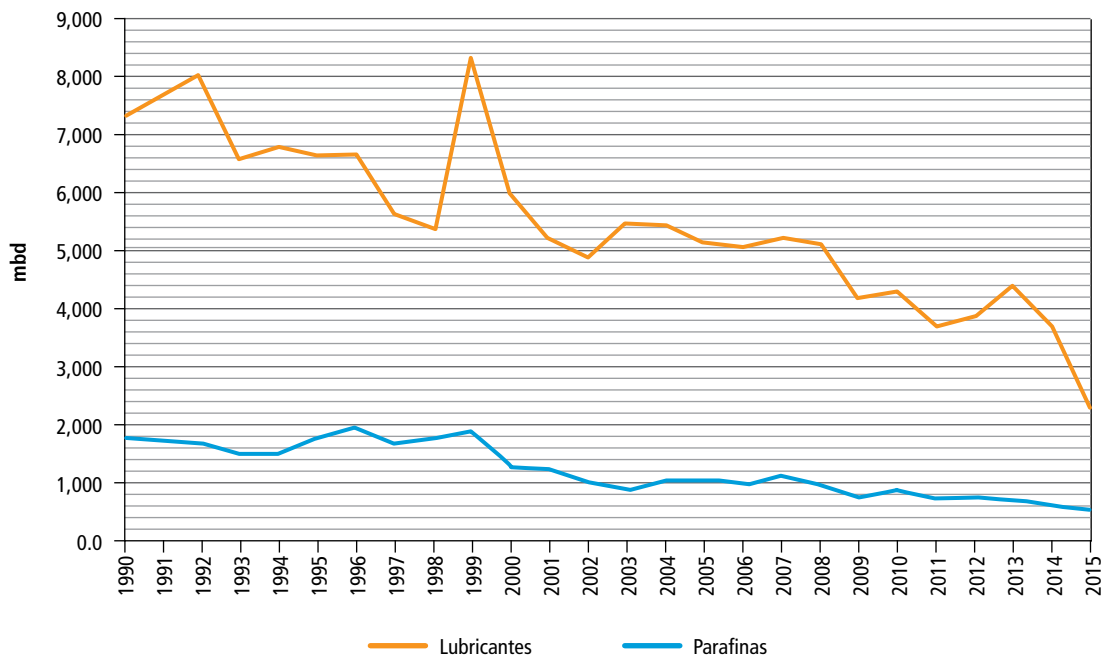
## [2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes

La información se requiere en unidades de energía (terajoules, TJ) y el SIE lo tiene en millones de barriles diarios, por lo que se realizó la conversión a TJ utilizando los poderes caloríficos netos publicados en el *Balance Nacional de Energía* (Figura 5 y Tabla 16).

Tabla 16. **Fabricación de productos no energéticos**

Año	Productos no energéticos (mbd)		Poderes caloríficos (MJ/bl)		Productos no energéticos (TJ)	
	Lubricantes	Parafinas	Lubricantes	Parafinas	Lubricantes	Parafinas
1990	7,336.2	1,797.4	6006	5724	16,082.39	3,755.33
1991	7,679.0	1,732.2	6161	5745	17,268.28	3,632.24
1992	8,033.1	1,693.5	5992	5737	17,569.01	3,546.28
1993	6,607.1	1,536.1	5992	5737	14,450.16	3,216.70
1994	6,753.4	1,505.6	5994	5693	14,775.05	3,128.57
1995	6,662.3	1,792.5	5970	5721	14,517.54	3,743.13
1996	6,668.0	1,941.0	6009	5708	14,624.89	4,043.90
1997	5,609.8	1,701.2	5998	5734	12,281.38	3,560.50
1998	5,373.7	1,786.9	6029	5814	11,825.18	3,791.90
1999	8,348.2	1,861.6	6029	5814	18,370.83	3,950.42
2000	5,980.7	1,278.5	6029	5814	13,161.05	2,713.08
2001	5,207.6	1,211.2	6029	5724	11,459.66	2,530.46
2002	4,918.5	1,047.0	6800	5745	12,207.65	2,195.54
2003	5,470.5	949.5	5929	5737	11,838.65	1,988.30
2004	5,401.7	1,043.0	6029	5737	11,886.86	2,183.95
2005	5,168.8	1,052.8	6182	5693	11,662.94	2,187.68
2006	5,102.6	1,011.8	6211	5721	11,567.62	2,112.73
2007	5,181.2	1,087.7	6182	5708	11,691.13	2,266.18
2008	5,107.1	970.6	5970	5734	11,128.55	2,031.33
2009	4,201.1	761.7	5970	5814	9,154.41	1,616.48
2010	4,268.2	824.8	5957	5814	9,280.46	1,750.35
2011	3,726.6	744.4	6037	5814	8,211.55	1,579.60
2012	3,876.8	773.5	6037	5724	8,542.59	1,616.14
2013	4,383.9	719.2	6010	5745	9,616.76	1,508.12
2014	3,685.2	629.1	6333	5737	8,518.44	1,317.35
2015	2,288.6	545.1	6331	5737	5,288.43	1,141.45

Fuente: SENER, Sistema de información energética. Elaboración de productos petrolíferos con información de Petróleos Mexicanos (sie.energia.gob.mx).  
Poderes caloríficos: SENER, Balance Nacional de Energía (varios años).

Figura 5. **Fabricación de lubricantes y parafinas**

## [2E] Industria electrónica

En esta categoría no fue posible estimar las emisiones por no contarse con las estadísticas nacionales que se requieren en la metodología del IPCC 2006, para la aplicación del factor de emisión correspondiente.

## [2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Los datos para estimar las emisiones de esta categoría se derivan de la información de ventas y existencias de las unidades que hay en el país. Posteriormente se multiplican las unidades por el porcentaje del gas o los gases que estén contenidos en la unidad y finalmente por la carga en kg por gas que cada unidad deba contener.

Tabla 17. Ventas de equipos de aires acondicionados y refrigeradores, 2000-2015

Año	Número de unidades										Refrigeración en transporte					
	Aire acondicionado unitario								Enfriadores			Aire acondicionado para automóviles		Refrigeradores domésticos	Refrigeradores comerciales	
	Aire acondicionado autónomo	Split de aire acondicionado residenciales	Split de aire acondicionado comerciales	Sistema de aire acondicionado residencial	Sistema de aire acondicionado comercial	Climatizador de techo	Multi-split	Enfriadores de aire acondicionado	Enfriadores de procesos industriales	Aire acondicionado para automóviles	Aire acondicionado para vehículos largos	Refrigeradores domésticos	Equipo autónomo	Unidades de condensación	Sistemas centralizados para supermercados	
2000	229,075							327	36	298,821	867	1,252,511	117,755	179	28	3,567
2001	226,615							344	38	356,049	935	1,290,086	133,515	200	30	3,871
2002	224,269							360	40	415,461	1,008	1,328,789	151,385	223	33	4,201
2003	322,750							416	46	452,265	1,087	1,368,652	171,646	250	36	4,559
2004	348,063	122,211	36,505	9,147	4,505	8,382		437	49	547,898	1,172	1,409,712	194,619	279	39	4,948
2005	375,392	143,292	42,802	9,539	4,699	8,718		460	51	608,325	1,263	1,452,003	220,667	311	42	5,370
2006	338,803	180,373	53,878	9,950	4,901	9,066		483	54	655,338	1,362	1,495,563	250,200	348	46	5,828
2007	305,937	228,277	68,186	10,377	5,111	9,429		509	57	673,668	1,468	1,540,430	283,687	389	50	6,325
2008	276,381	290,234	86,693	10,823	5,331	9,806		518	58	666,588	1,583	1,497,526	388,744	400	52	6,617
2009	246,968	300,706	89,821	7,490	3,689	6,786		581	65	519,006	1,707	2,307,253	292,799	412	53	7,087
2010	224,472	473,064	141,305	9,532	4,695	8,637	2,343	639	71	594,794	2,044	2,407,999	332,762	1,247	149	6,832
2011	243,619	487,256	145,544	10,345	5,095	9,374	2,965	694	77	690,738	2,146	2,480,239	366,038	1,353	161	7,415
2012	264,400	501,874	149,910	11,228	5,530	10,173	3,769	752	84	790,198	2,254	2,554,646	402,642	1,469	175	8,047
2013	286,954	516,930	154,408	12,185	6,002	11,041	3,905	817	91	890,567	2,366	2,631,286	442,906	1,594	190	8,734
2014*	311,431	532,438	167,579	13,225	6,514	11,983	4,238	842	94	993,483	2,468	2,710,225	487,197	1,730	206	9,479
2015*	337,996	548,411	181,873	14,353	7,069	13,005	4,600	867	97	1,233,379	2,575	2,791,531	535,916	1,878	223	10,288

Fuente: Basado en datos de ANIFAD y de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

\* Estimado en base al crecimiento anual proyectado entre 2010 y 2015.

Tabla 18. Refrigeradores en existencia, 2000-2015

Año	Número de unidades										Refrigeración en transporte				
	Aire acondicionado unitario					Enfriadores		Aire acondicionado para automóviles		Refrigeradores domésticos		Refrigeradores comerciales			
	Aire acondicionado autónomo	Split de aire acondicionado residenciales	Split de aire acondicionado comerciales	Sistema de aire acondicionado residencial	Sistema de aire acondicionado comercial	Climatizador de techo	Multi-split	Enfriadores de aire acondicionado	Enfriadores de procesos industriales	Aire acondicionado para vehículos largos	Refrigeradores domésticos	Equipo autónomo	Unidades de condensación	Sistemas centralizados para supermercados	Refrigeración camión/remolque
2000	1,292,552							3,266	363	8,807	15,030,099	708,615	5,980	965	27,041
2001	1,513,156							3,520	391	9,495	15,893,786	803,455	6,679	1,046	29,347
2002	1,729,651							3,785	421	10,236	16,757,474	910,988	7,460	1,133	31,849
2003	2,042,341							4,101	456	11,035	17,621,162	1,032,914	8,333	1,228	34,565
2004	2,377,381	558,807	166,916	200,735	98,869	96,021		4,433	493	11,896	18,484,849	1,171,158	9,307	1,331	37,512
2005	2,735,911	698,737	208,714	204,293	100,622	103,169		4,783	531	12,825	19,348,537	1,327,904	10,396	1,443	40,710
2006	3,054,479	874,842	261,316	207,066	101,988	110,430		5,151	572	13,826	20,189,454	1,505,629	11,612	1,564	44,181
2007	3,336,135	1,098,316	328,069	209,741	103,306	117,783		5,538	615	14,905	21,030,371	1,707,141	12,969	1,695	47,948
2008	3,583,378	1,383,149	413,148	212,299	104,565	125,202		5,928	659	16,069	21,871,288	1,935,622	13,359	1,745	52,036
2009	3,795,380	1,677,778	501,154	210,916	103,884	129,243		6,375	708	17,323	22,712,205	2,194,684	13,759	1,797	56,473
2010	3,977,676	2,144,005	640,417	210,923	103,887	134,723	2,343	6,873	764	18,675	23,553,122	2,488,417	14,172	1,851	61,288
2011	3,936,970	2,474,136	739,027	206,394	101,657	134,378	4,529	7,053	784	19,474	24,378,269	2,572,337	14,710	1,926	64,034
2012	3,918,124	2,796,449	835,303	202,979	99,975	134,794	7,192	7,277	809	20,322	25,203,416	2,681,142	15,328	2,010	67,180
2013	3,921,316	3,111,893	929,526	200,674	98,840	135,981	10,481	7,545	838	21,221	26,028,563	2,815,670	16,031	2,105	70,749
2014*	3,946,849	3,421,363	1,021,966	199,481	98,252	137,957	13,688	7,859	873	22,172	26,853,709	2,977,009	16,823	2,211	74,766
2015*	3,995,157	3,725,711	1,121,413	199,407	98,216	140,742	17,014	8,177	909	23,163	27,678,856	3,166,505	17,712	2,328	79,261

Fuente: Basado en datos de ANFAD y de la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

\* Estimación con base a existencias más ventas en el año, menos equipo retirado.

Tabla 19. Importación de HFC al país para sistemas RAC, 2000-2015

HFC	Toneladas															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
HFC-134a	2,613	1,751	1,881	1,587	1,074	2,429	4,476	5,627	9,018	5,985	8,101	8,623	7,605	8,550	9,543	9,542
HFC-245fa	-	-	-	-	-	-	-	1,372	2,287	2,296	2,355	2,222	2,809	3,398	3,388	3,599
HFC-152a	-	-	-	-	-	-	-	170	198	161	173	276	1,338	2,067	2,719	3,294
HFC-125	-	-	-	-	-	-	-	0	1	4	8	10	15	16	11	114
HFC-236fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	53	16	50
HFC-227ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	32	16	48
HFC-365mfc/227ea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	2	97
HFC-134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	15	32
HFC-43-10mee	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	23	1	9
HFC-365mfc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	8
HFC-143a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	3	1
HFC-23	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	2	1	1	1	0	2
HFC-365mfc/245fa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
<b>Mezclas de HFC</b>																
HFC-410A	-	-	-	-	-	-	-	1,438	2,510	2,961	6,227	5,819	5,463	6,349	8,385	7,652
HFC-404A	-	-	-	-	-	-	-	679	710	815	914	1,285	1,171	1,271	1,419	913
HFC-413A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	208	267	166	648
HFC-507A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109	133	793	160
HFC-437A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	19	14	206
HFC-407C	-	-	-	-	-	-	-	87	102	54	64	94	165	161	161	169
HFC-422D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	109	17	2
HFC-417A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	5	5
HFC-438A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	13	3
HFC-427A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	13	24
HFC-422A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	2	-
HFC-508B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
HFC-407F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1
HFC-424A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-

Fuente: encuesta acerca de los sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en el reporte final de México.

Tabla 20. Exportación de HFC para sistemas RAC, 2000-2015

	Toneladas															
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>HFC</b>																
HFC-134a	303	306	391	386	486	394	410	519	1,629	1,439	1,196	1,375	1,202	1,140	1,606	1,059
HFC-245fa											12		0		2	20
HFC-152a								5	23	9	4	22	85	116	88	81
HFC-125										2			1	1	1	4
HFC-236fa															0	
HFC-227ea													0	0	0	0
HFC-365mfc/227ea													5	2		14
HFC-134																1
HFC-43-10mee																
HFC-365mfc													0			
HFC-143a													1	0		
HFC-23													0			
HFC-365mfc/245fa								0.02	0.06							0
<b>Mezclas de HFC</b>																
HFC-410A								2	157	891	1,841	1,635	418	142	80	250
HFC-404A								15	36	29	45	44	102	186	210	184
HFC-413A													94	28	13	3
HFC-507A													8	20	7	24
HFC-437A													104	207	182	195
HFC-407C								2	2	0	2	1	6	11	12	12
HFC-422D													13	92	17	10
HFC-417A																0
HFC-438A														2	1	5
HFC-427A																
HFC-422A													1	2		2
HFC-508B																0
HFC-407F																0
HFC-424A																

Fuente: encuesta acerca de los sustitutos de las sustancias agotadoras de la capa de ozono en el reporte final de México.

Tabla 21. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2015

	BAU-2015	HCFC-22	HFC-134a	HFC-407C	HFC-404A	HFC-410A	HFC-413A	HFC-507A	HFC-427A	HFC-437A
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	95%				5%				
	Split de aire acondicionado residencial	95%				5%				
	Split de aire acondicionado comercial	85%				15%				
	Sistema de aire acondicionado residencial		30%			70%				
	Sistema de aire acondicionado comercial		30%			70%				
	Climatizador de techo		30%			70%				
	Multi-split					100%				
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado		90%			10%				
	Enfriadores de procesos industriales		100%							
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles		100%							
	Aire acondicionado para vehículos largos		100%							
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos		100%							
	Equipo autónomo		100%							
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Unidades de condensación		29%		32%		31%	6%	1%	1%
	Sistemas centralizados para supermercados				47%		41%	9%	2%	1%
	Integral									
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Unidades de condensación									
	Sistema centralizado									
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque		58%			42%				

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.



Tabla 22. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2010

	BAU-2010	HCFC-22	HFC-134a	HFC-407C	HFC-404A	HFC-410A	NH <sub>3</sub>
Aire acondicionado unitario	Aire acondicionado autónomo	98%				2%	
	Split de aire acondicionado residencial	98%				2%	
	Split de aire acondicionado comercial	98%				2%	
Enfriadores	Sistema de aire acondicionado residencial	65%	30%			5%	
	Sistema de aire acondicionado comercial	65%	30%			5%	
	Climatizador de techo	65%	30%			5%	
	Multi-split					100%	
Aire acondicionado para automóviles	Enfriadores de aire acondicionado		80%			20%	
	Enfriadores de procesos industriales	50%	50%				
Refrigeradores domésticos	Aire acondicionado para automóviles		100%				
	Aire acondicionado para vehículos largos		100%				
Refrigeradores comerciales	Refrigeradores domésticos		100%				
	Equipo autónomo		100%				
Refrigeradores Industriales	Unidades de condensación				100%		
	Sistemas centralizados para supermercados				100%		
Refrigeración en transporte	Integral						100%
	Unidades de condensación						100%
	Sistema centralizado						100%
	Refrigeración camión/remolque		80%		20%		

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

Tabla 23. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2000

	BAU-2000	HCFC-22	HFC-134a	NH <sub>3</sub>
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	100%		
	Split de aire acondicionado residencial	100%		
	Split de aire acondicionado comercial	100%		
	Sistema de aire acondicionado residencial	100%		
	Sistema de aire acondicionado comercial	100%		
	Climatizador de techo	100%		
	Multi-split	100%		
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado	80%	20%	
	Enfriadores de procesos industriales	100%		
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles		100%	
	Aire acondicionado para vehículos largos		100%	
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos		100%	
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Equipo autónomo		100%	
	Unidades de condensación	100%		
	Sistemas centralizados para supermercados	100%		
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Integral			100%
	Unidades de condensación			100%
	Sistema centralizado			100%
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque	100%		

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

Tabla 24. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2000

	BAU-2000 Stock	HCFC-22	HFC-134a	NH <sub>3</sub>	CFC-12
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	60%			40%
	Split de aire acondicionado residencial	60%			40%
	Split de aire acondicionado comercial	60%			40%
	Sistema de aire acondicionado residencial	60%			40%
	Sistema de aire acondicionado comercial	60%			40%
	Climatizador de techo	60%			40%
	Multi-split				
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado				100%
	Enfriadores de procesos industriales				100%
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles		30%		70%
	Aire acondicionado para vehículos largos		30%		70%
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos		60%		40%
	Equipo autónomo		40%		60%
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Unidades de condensación	60%			40%
	Sistemas centralizados para supermercados	60%			40%
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Integral			20%	80%
	Unidades de condensación			20%	80%
	Sistema centralizado			20%	80%
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque	100%			

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

**Tabla 25. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2010**

BAU-2010 Stock		HCFC-22	HFC-134a	HFC-404A	-410A	NH <sub>3</sub>	CFC-12
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	98%			2%		
	Split de aire acondicionado residencial	98%			2%		
	Split de aire acondicionado comercial	90%			10%		
	Sistema de aire acondicionado residencial	90%	5%		5%		
	Sistema de aire acondicionado comercial	90%	5%		5%		
	Climatizador de techo	90%	5%		5%		
	Multi-split				100%		
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado	30%	60%		10%		
	Enfriadores de procesos industriales	40%	60%				
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles		100%				
	Aire acondicionado para vehículos largos		100%				
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos		80%				20%
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Equipo autónomo		100%				
	Unidades de condensación	60%		40%			
	Sistemas centralizados para supermercados	60%		40%			
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Integral					100%	
	Unidades de condensación					100%	
	Sistema centralizado					100%	
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque	16%	78%	6%			

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

**Tabla 26. Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2015**

BAU-2015 Stock		HCFC-22	HFC-134a	HFC-407C	HFC-404A	HFC-410A	HFC-427A
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	90%				10%	
	Split de aire acondicionado residencial	90%				10%	
	Split de aire acondicionado comercial	85%				15%	
	Sistema de aire acondicionado residencial	85%	5%			10%	
	Sistema de aire acondicionado comercial	85%	5%			10%	
	Climatizador de techo	85%	5%			10%	
	Multi-split					100%	
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado	20%	60%	10%			
	Enfriadores de procesos industriales	20%	60%	20%			

Tabla 26. **Continuación**

BAU-2015 Stock		HCFC-22	HFC-134a	HFC-407C	HFC-404A	HFC-410A	HFC-427A
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles		100%				
	Aire acondicionado para vehículos largos		100%				
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos		100%				
	Equipo autónomo		100%				
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Unidades de condensación	40%			60%		
	Sistemas centralizados para supermercados	40%			60%		
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Integral						100%
	Unidades de condensación						100%
	Sistema centralizado						100%
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque		94%		6%		

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

Tabla 27. **Carga inicial en equipos de refrigeración**

		kg
<b>Aire acondicionado unitario</b>	Aire acondicionado autónomo	0.79
	Split de aire acondicionado residencial	0.94
	Split de aire acondicionado comercial	1.35
	Sistema de aire acondicionado residencial	3.75
	Sistema de aire acondicionado comercial	7.50
	Climatizador de techo	15.00
	Multi-split	15.00
<b>Enfriadores</b>	Enfriadores de aire acondicionado	26.25
	Enfriadores de procesos industriales	35.00
<b>Aire acondicionado para automóviles</b>	Aire acondicionado para automóviles	0.73
	Aire acondicionado para vehículos largos	10.00
<b>Refrigeradores domésticos</b>	Refrigeradores domésticos	0.15
<b>Refrigeradores comerciales</b>	Equipo autónomo	0.80
	Unidades de condensación	13.00
	Sistemas centralizados para supermercados	1,500.00
<b>Refrigeradores Industriales</b>	Integral	ND
	Unidades de condensación	ND
	Sistema centralizado	ND
<b>Refrigeración en transporte</b>	Refrigeración camión/remolque	7.00

Fuente: basado en la Unidad de Protección a la Capa de Ozono de SEMARNAT.

ND= No disponible.

**Tabla 28. Inventario por importación de HFC para aerosoles, disolventes, agentes espumantes y extintores, 2007-2015**

<b>Toneladas</b>									
<b>Material</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
HFC-134a	5,627.4	9,018.1	5,984.6	8,101.0	8,623.0	7,604.9	8,550.5	9,542.9	9,542.2
HFC-245fa	1,372.3	2,287.0	2,296.4	2,355.2	2,221.6	2,808.6	3,397.5	3,387.7	3,599.3
HFC-152a	170.3	198.3	161.1	172.6	276.4	1,338.2	2,066.6	2,718.9	3,293.9
HFC-125	0.5	1.1	4.1	8.1	9.8	14.7	16.3	11.1	114.1
HFC-236fa	-	-	-	-	-	19.0	53.1	16.1	49.7
HFC-227ea	-	-	-	-	-	36.7	31.6	15.5	48.3
HFC-365mfc/227ea	-	-	-	-	-	-	12.4	2.0	97.0
HFC-134	-	-	-	-	-	-	0.5	15.2	31.8
HFC-43-10mee	-	-	-	-	-	14.7	22.6	0.6	9.5
HFC-365mfc	-	-	-	-	-	-	-	8.2	7.9
HFC-143a	-	-	-	-	-	5.0	3.7	3.2	0.7
HFC-23	0.7	1.3	1.8	1.6	0.6	0.8	0.7	0.2	1.9
HFC-365mfc/245fa	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
<b>Mezclas de HFC</b>									
HFC-410A	1,438.4	2,509.6	2,960.8	6,227.4	5,818.7	5,462.5	6,348.6	8,385.3	7,652.4
HFC-404A	679.0	710.1	814.6	914.4	1,285.3	1,171.5	1,270.8	1,418.7	913.0
HFC-413A	-	-	-	-	-	207.7	266.9	165.8	647.9
HFC-507A	-	-	-	-	-	109.3	133.3	793.1	160.2
HFC-437A	-	-	-	-	-	54.5	19.2	13.7	206.1
HFC-407C	86.8	102.1	53.5	64.3	93.7	165.1	160.7	161.3	169.0
HFC-422D	-	-	-	-	-	17.2	108.9	16.6	1.7
HFC-417A	-	-	-	-	-	15.0	15.5	5.1	5.5
HFC-438A	-	-	-	-	-	-	15.5	13.5	3.0
HFC-427A	-	-	-	-	-	-	0.5	12.6	24.2
HFC-422A	-	-	-	-	-	2.2	4.3	2.0	-
HFC-508B	-	-	-	-	-	0.7	0.8	1.0	1.2
HFC-407F	-	-	-	-	-	-	0.5	0.9	-
HFC-424A	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-

Fuente: SEMARNAT (2017). "Mexico 2015 HFCs Emissions Inventory and Projection Scenarios towards 2030".

**Tabla 29. Inventario por exportación de HFC para aerosoles, disolventes, agentes espumantes y extintores, 2007-2015**

<b>Toneladas</b>									
<b>Material</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
HFC-134a	518.70	1,629.3	1,438.9	1,196.2	1,374.7	1,202.1	1,140.3	1,606.4	1,059.2
HFC-245fa	-	-	-	12.08	-	0.00		2.40	19.80
HFC-152a	4.88	22.83	9.21	4.07	22.32	84.54	116.14	88.23	81.22
HFC-125	-	-	1.58	-	-	0.85	0.91	0.53	4.23
HFC-236fa	-	-	-	-	-			0.14	
HFC-227ea	-	-	-	-	-	0.21	0.42	0.22	0.17
HFC-365mfc/227ea	-	-	-	-	-	4.80	2.40		13.92
HFC-134	-	-	-	-	-	-	-	-	0.94
HFC-43-10mee	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HFC-365mfc	-	-	-	-	-	0.03	-	-	-
HFC-143a	-	-	-	-	-	0.79	0.31	-	-
HFC-23	-	-	-	-	-	0.03			
HFC-365mfc/245fa	0.02	0.06	-	-	-	-	-	-	0.00
<b>Mezclas de HFC</b>									
HFC-410A	2.03	157.18	891.10	1,840.67	1,634.78	418.12	141.79	79.99	249.66
HFC-404A	14.67	36.46	28.59	44.78	43.82	101.76	186.03	209.59	184.07
HFC-413A	-	-	-	-	-	94.03	27.97	13.36	2.65
HFC-507A	-	-	-	-	-	8.16	20.21	7.26	23.65
HFC-437A	-	-	-	-	-	103.93	206.52	182.42	194.78
HFC-407C	2.09	2.27	0.45	1.80	0.65	5.79	10.68	12.05	12.36
HFC-422D	-	-	-	-	-	13.22	92.17	17.05	10.05
HFC-417A	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12
HFC-438A	-	-	-	-	-	-	1.52	1.38	5.39
HFC-427A	-	-	-	-	-				
HFC-422A	-	-	-	-	-	0.77	2.04	-	1.52
HFC-508B	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04
HFC-407F	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-
HFC-424A	-	-	-	-	-				

Fuente: SEMARNAT (2017). "Mexico 2015 HFCs Emissions Inventory and Projection Scenarios towards 2030".

Tabla 30. **Porcentaje de HFC contenido en las unidades existentes**

HFC	Aerosoles técnicos	Aerosoles domésticos	Inhaladores (MDI)	PU rígido	XPS	Protección contra incendios	Disolventes
HFC-134a	2.61%	0.00%	0.94%	0.21%	0.00%	0.00%	0.00%
HFC-245fa	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HFC-152a	9.99%	90.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HFC-125	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
HFC-365mfc/227ea	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HFC-236fa	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
HFC-227ea	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%
HFC-134	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%
HFC-43-10mee	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%
HFC-365mfc	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
HFC-365mfc/245fa	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Fuente: Unidad de Protección a la Capa de Ozono, Ing. Gildardo Yáñez (técnico experto), Quimobásicos y *Survey on Alternatives to ODSs in Mexico Final Report*.

## [2G] Manufactura y utilización de otros productos

Tabla 31. **Carga total de gas SF<sub>6</sub> en equipos que están en operación, 1990-2015**

Toneladas													
Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Carga	69.0	74.5	84.2	92.5	99.6	104.3	122.7	128.2	132.4	138.6	148.9	173.0	199.4
Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*	2015*
Carga	226.3	248.9	261.8	268.1	301.4	307.6	309.9	336.1	351.8	363.5	391.2	399.0	415.4

Fuente: Comisión Federal de Electricidad.

\* Datos estimados con función pronóstico de Excel.

## [2H] Otros

### [2H1] Industria de la pulpa y el papel

Tabla 32. Consumo de carbonatos, 1997-2015

Año	Toneladas	
	Carbonato de calcio CaCO <sub>3</sub>	Carbonato de sodio Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
1997	136,939.60	151.77
1998	176,295.60	175.05
1999	100,311.30	181.00
2000	88,898.80	193.62
2001	110,193.00	128.05
2002	90,545.18	124.93
2003	92,395.29	111.12
2004	109,075.90	97.47
2005	162,599.70	98.79
2006	159,152.50	93.85
2007	45,383.21	73.85
2008	66,940.44	77.20
2009	65,690.29	64.73
2010	100,347.20	46.00
2011	102,686.60	71.00
2012	110,983.60	91.00
2013	112,472.60	24.00
2014	117,503.20	25.00
2015	131,631.10	19.00

Fuente: Cámara del Papel.





# Anexo D:

## [3] AFOLU

### [3A] Ganado

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA) es la dependencia federal encargada de ejercer la política y la integración de las actividades de las cadenas agropecuarias con el resto de los sectores económicos, y de estimular la organización de los productores con programas y proyectos (SAGARPA, 2017). En la estructura de esa Secretaría hay instituciones de apoyo que generan información acerca de las poblaciones ganaderas en México, misma que utiliza como instrumento para cumplir con su misión. Entre las dependencias dedicadas a la generación de las estadísticas se cuenta el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

El SIAP, órgano desconcentrado de SAGARPA, genera estadística e información geográfica en materia agroalimentaria (SIAP, 2017). Para la actualización

del INEGYCEI 1990-2015 de la categoría [3A] y en la parte correspondiente a emisiones indirectas de óxido nitroso por manejo de excretas, ubicada en la categoría [3C], se utilizó la información de SIAP relativa a bovinos, ovinos, caprinos, porcinos y aves de corral en ese periodo.

Esta actualización del INEGYCEI en el renglón de ganadería se desarrolló utilizando características de las 32 entidades federativas del país. Entre los datos estatales utilizados se cuenta la temperatura promedio anual, incluida en el reporte anual del clima del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (CONAGUA, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017); los datos de actividad correspondientes a la temperatura se pueden observar en las **Tablas 1 a 3** de esta sección.

Tabla 1. **Temperatura promedio anual de 1990 a 1999**

	°C									
Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	16.34	16.41	16.48	16.55	16.62	16.69	16.76	16.83	16.90	16.98
Baja California	16.15	16.36	16.56	16.76	16.97	17.17	17.38	17.58	17.79	17.99
Baja California Sur	20.20	20.36	20.52	20.68	20.83	20.99	21.15	21.31	21.47	21.62
Campeche	24.30	24.42	24.55	24.67	24.80	24.92	25.05	25.18	25.30	25.43
Coahuila	20.61	20.67	20.72	20.77	20.83	20.88	20.93	20.99	21.04	21.09
Colima	25.77	25.79	25.81	25.83	25.86	25.88	25.90	25.92	25.95	25.97
Chiapas	24.46	24.47	24.48	24.48	24.49	24.50	24.50	24.51	24.52	24.52
Chihuahua	17.78	17.82	17.85	17.89	17.92	17.96	17.99	18.03	18.06	18.10
Distrito Federal*	14.65	14.78	14.91	15.04	15.18	15.31	15.44	15.57	15.70	15.83
Durango	16.97	17.03	17.08	17.14	17.19	17.25	17.30	17.36	17.41	17.47
Guanajuato	18.61	18.64	18.66	18.69	18.72	18.74	18.77	18.79	18.82	18.84
Guerrero	25.30	25.29	25.28	25.27	25.27	25.26	25.25	25.24	25.23	25.23
Hidalgo	16.40	16.47	16.54	16.61	16.67	16.74	16.81	16.88	16.95	17.02

Tabla 1. **Continuación**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Jalisco	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76	20.76
México	15.85	15.80	15.74	15.69	15.63	15.58	15.53	15.47	15.42	15.37
Michoacán	18.76	18.80	18.85	18.89	18.93	18.98	19.02	19.07	19.11	19.15
Morelos	19.40	19.51	19.63	19.74	19.86	19.97	20.09	20.20	20.32	20.43
Nayarit	25.38	25.40	25.41	25.42	25.43	25.44	25.46	25.47	25.48	25.49
Nuevo León	13.27	13.67	14.08	14.48	14.88	15.28	15.68	16.08	16.48	16.89
Oaxaca	25.58	25.53	25.49	25.44	25.39	25.35	25.30	25.25	25.21	25.16
Puebla	17.41	17.43	17.46	17.48	17.51	17.53	17.56	17.58	17.61	17.63
Querétaro	19.23	19.21	19.20	19.18	19.16	19.15	19.13	19.11	19.10	19.08
Quintana Roo	24.97	25.06	25.15	25.24	25.34	25.43	25.52	25.61	25.71	25.80
San Luis Potosí	19.77	19.91	20.05	20.18	20.32	20.46	20.59	20.73	20.87	21.00
Sinaloa	23.90	23.96	24.02	24.08	24.15	24.21	24.27	24.33	24.39	24.45
Sonora	21.02	21.10	21.17	21.25	21.33	21.40	21.48	21.56	21.64	21.71
Tabasco	27.97	27.90	27.83	27.77	27.70	27.63	27.56	27.49	27.43	27.36
Tamaulipas	24.98	24.94	24.90	24.85	24.81	24.77	24.73	24.68	24.64	24.60
Tlaxcala	12.98	13.08	13.18	13.27	13.37	13.47	13.56	13.66	13.76	13.85
Veracruz	24.44	24.37	24.31	24.24	24.18	24.11	24.05	23.98	23.92	23.85
Yucatán	26.37	26.37	26.37	26.37	26.38	26.38	26.38	26.38	26.38	26.38
Zacatecas	15.04	15.14	15.24	15.34	15.44	15.54	15.64	15.75	15.85	15.95

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 2. **Temperatura promedio anual de 2000 a 2009**

Entidad	°C									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	17.05	17.12	17.19	17.26	16.80	17.30	18.00	17.70	17.40	18.20
Baja California	18.19	18.40	18.60	18.81	19.50	19.70	19.90	19.70	19.50	19.60
Baja California Sur	21.78	21.94	22.10	22.26	22.10	22.40	23.80	22.90	23.20	23.60
Campeche	25.55	25.68	25.81	25.93	26.00	26.10	26.40	26.70	26.50	27.10
Coahuila	21.15	21.20	21.25	21.30	21.00	21.40	22.10	21.10	21.50	22.00
Colima	25.99	26.02	26.04	26.06	26.00	26.50	26.60	26.50	25.70	26.50
Chiapas	24.53	24.54	24.54	24.55	24.00	24.00	25.50	25.40	24.50	24.60
Chihuahua	18.13	18.17	18.20	18.24	18.40	18.50	18.40	18.30	18.00	18.20
Distrito Federal*	15.96	16.09	16.22	16.36	16.00	16.10	17.30	17.30	17.10	17.70
Durango	17.52	17.58	17.63	17.68	17.60	18.60	18.10	17.70	17.40	18.00
Guanajuato	18.87	18.90	18.92	18.95	17.90	18.50	19.60	19.20	20.80	19.40
Guerrero	25.22	25.21	25.20	25.19	24.90	25.40	26.10	26.10	23.10	25.50
Hidalgo	17.09	17.16	17.23	17.29	16.30	18.30	17.70	18.00	17.50	18.10
Jalisco	20.76	20.76	20.76	20.75	20.50	20.40	21.20	21.20	20.70	21.00
México	15.31	15.26	15.20	15.15	15.10	15.90	15.20	14.50	14.60	14.60
Michoacán	19.20	19.24	19.29	19.33	17.40	20.70	20.70	20.30	19.40	19.30
Morelos	20.55	20.66	20.78	20.89	20.40	20.50	21.80	22.40	21.60	21.80
Nayarit	25.50	25.52	25.53	25.54	25.60	25.50	26.10	26.00	25.30	25.80
Nuevo León	17.29	17.69	18.09	18.49	16.20	16.10	22.30	21.70	22.10	22.50

Tabla 2. **Continuación**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Oaxaca	25.11	25.06	25.02	24.97	25.00	24.90	25.30	25.50	24.00	24.40
Puebla	17.66	17.68	17.71	17.73	18.00	18.40	17.60	17.90	17.40	17.80
Querétaro	19.06	19.05	19.03	19.02	18.90	19.50	19.40	18.90	18.30	18.90
Quintana Roo	25.89	25.98	26.07	26.17	25.70	26.00	27.10	27.10	26.80	27.00
San Luis Potosí	21.14	21.27	21.41	21.55	21.00	21.10	22.90	22.60	22.10	22.80
Sinaloa	24.52	24.58	24.64	24.70	24.40	25.30	25.60	24.90	24.60	25.50
Sonora	21.79	21.87	21.95	22.02	22.00	22.90	22.50	22.30	22.30	22.50
Tabasco	27.29	27.22	27.15	27.08	26.80	27.90	27.10	26.80	26.20	26.80
Tamaulipas	24.56	24.51	24.47	24.43	24.10	25.00	24.70	23.90	23.60	24.40
Tlaxcala	13.95	14.05	14.14	14.24	14.60	14.40	14.70	14.80	14.60	14.80
Veracruz	23.79	23.72	23.66	23.60	23.10	24.50	23.50	23.30	22.90	23.10
Yucatán	26.38	26.38	26.38	26.38	26.30	26.60	26.60	26.50	26.30	26.80
Zacatecas	16.05	16.15	16.25	16.35	16.00	16.40	17.40	16.90	16.60	17.30

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 3. **Temperatura promedio anual de 2010 a 2015**

Entidad	°C					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	17.30	18.20	17.80	18.10	17.90	17.90
Baja California	19.70	18.90	19.90	20.60	22.30	22.30
Baja California Sur	22.80	22.70	23.10	23.40	24.70	24.70
Campeche	26.20	26.90	26.60	27.70	27.40	27.40
Coahuila	20.70	22.50	22.40	21.90	21.60	21.60
Colima	25.20	25.60	25.70	26.40	26.90	26.90
Chiapas	24.30	24.30	24.40	24.90	24.60	24.60
Chihuahua	18.10	18.90	19.30	18.30	18.60	18.60
Distrito Federal*	17.10	17.40	17.00	18.10	17.70	17.70
Durango	17.00	18.50	18.30	18.30	18.50	18.50
Guanajuato	18.70	19.00	19.00	19.30	19.00	19.00
Guerrero	24.50	25.10	25.20	25.20	25.30	25.30
Hidalgo	17.20	17.70	17.70	18.20	18.10	18.10
Jalisco	20.40	20.80	20.40	20.80	20.80	20.80
México	14.00	14.30	14.60	15.60	14.60	14.60
Michoacán	18.30	19.80	19.70	20.00	19.90	19.90
Morelos	21.60	21.50	21.50	22.20	22.20	22.20
Nayarit	25.00	24.90	25.20	25.60	26.20	26.20
Nuevo León	21.40	22.80	22.70	22.00	21.70	21.70
Oaxaca	23.60	24.40	24.70	25.20	24.50	24.50
Puebla	17.20	17.70	17.80	18.30	18.30	18.30
Querétaro	18.20	18.60	19.00	19.40	18.90	18.90
Quintana Roo	26.30	26.80	26.80	27.00	27.30	27.30
San Luis Potosí	22.00	23.20	23.00	23.10	22.70	22.70
Sinaloa	24.40	24.60	25.10	25.00	25.90	25.90
Sonora	21.80	22.00	22.40	22.40	23.60	23.60

Tabla 3. Continuación

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Tabasco	26.10	25.70	26.00	26.90	26.70	26.70
Tamaulipas	23.20	24.40	24.60	24.30	23.80	23.80
Tlaxcala	14.20	14.80	14.70	15.60	15.60	15.60
Veracruz	22.30	23.20	22.90	23.50	22.90	22.90
Yucatán	25.50	26.10	26.00	26.80	26.60	26.60
Zacatecas	16.40	17.50	17.30	17.50	17.40	17.40

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3A1ai] Bovinos leche

Para estimar el inventario de emisiones procedentes de bovinos dedicados a la producción especializada de leche en México, se consideraron los datos de actividad de la población (**Tablas 4 a 6** de esta sección), la producción de leche en miles de litros (**Tablas 10 a 12**) y los pesos promedio de los bovinos en México en el ámbito estatal (**Tablas 7 a 10**). La

información proviene del SIAP. Para los años 1990 a 2014 se utilizó el software SIACON (SIAP, 2017), mientras que la información de 2015 proviene de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017). En las **Tablas 4 a 12** se muestran los datos utilizados para esta fuente de GEI.

Tabla 4. Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	183,106	205,636	217,599	256,603	273,608	290,055	348,303	348,013	389,940	394,410
Baja California	171,817	176,070	172,525	151,596	160,542	163,690	176,591	185,061	211,723	230,510
Baja California Sur	14,970	16,412	18,793	19,884	20,334	24,205	23,981	25,509	27,725	32,163
Campeche	15,500	17,218	11,112	12,541	16,654	17,851	18,449	18,730	18,567	19,977
Coahuila	325,724	392,896	407,153	575,722	616,388	635,364	662,510	723,711	790,130	853,826
Colima	38,730	33,000	34,596	35,910	35,934	36,742	36,968	36,701	38,321	37,175
Chiapas	200,469	204,320	217,380	222,244	175,380	202,500	193,834	192,046	280,496	294,833
Chihuahua	467,431	545,982	510,370	601,520	544,723	479,490	559,942	630,103	698,320	704,385
Distrito Federal*	26,593	21,700	16,337	13,922	14,846	13,730	11,958	11,352	17,283	22,898
Durango	343,947	347,112	376,140	491,111	545,016	579,913	715,536	743,440	818,776	826,922
Guanajuato	499,390	528,383	543,630	560,000	569,340	566,150	574,230	586,475	605,364	619,814
Guerrero	55,810	66,386	59,555	61,432	54,343	61,133	58,773	58,714	69,472	69,633
Hidalgo	273,229	278,495	313,732	345,392	347,567	323,430	331,792	335,273	345,998	362,217
Jalisco	1,120,400	1,183,659	1,220,779	1,251,324	1,257,392	1,169,586	1,211,028	1,231,283	1,253,730	1,563,606
México	304,519	410,016	409,250	409,878	403,229	408,365	412,480	416,608	427,085	432,115
Michoacán	236,618	234,428	259,737	264,230	268,088	266,520	267,559	279,543	283,995	293,923
Morelos	17,751	19,701	19,105	19,013	19,145	17,999	11,612	12,866	12,899	14,190
Nayarit	43,265	53,718	54,957	57,275	58,065	51,671	54,963	51,067	43,145	58,682
Nuevo León	31,845	25,731	25,000	28,277	28,020	30,877	27,417	31,766	38,361	37,559
Oaxaca	91,600	121,443	144,178	134,393	127,219	130,002	130,212	132,254	133,765	136,709
Puebla	260,400	262,046	266,470	274,551	240,299	291,674	299,824	283,292	308,139	347,171
Querétaro	127,750	149,650	152,910	157,534	159,684	155,090	141,025	158,853	171,778	185,270
Quintana Roo	1,771	2,479	2,740	2,695	3,203	2,708	2,940	3,567	3,965	4,476
San Luis Potosí	247,593	263,501	278,705	277,258	278,646	285,048	256,106	264,229	230,714	206,248

Tabla 4. **Continuación**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Sinaloa	112,303	166,439	181,345	115,230	54,300	57,068	57,208	55,091	82,700	83,435
Sonora	80,075	81,208	92,272	83,564	77,155	98,795	92,857	87,751	102,101	99,500
Tabasco	89,495	90,279	87,320	84,540	90,114	87,954	83,730	85,800	83,978	83,475
Tamaulipas	22,752	31,275	23,832	23,090	24,953	30,160	26,172	23,895	22,791	20,747
Tlaxcala	77,144	67,064	75,390	81,109	104,326	78,885	100,845	89,988	91,174	95,500
Veracruz	549,468	597,219	644,160	665,290	624,752	699,216	551,519	596,024	566,187	600,316
Yucatán	8,237	9,800	12,857	17,535	18,104	15,337	15,903	13,752	12,505	12,561
Zacatecas	101,843	113,849	116,281	109,415	108,844	127,390	130,155	135,348	134,584	133,068
Total	6,141,545	6,717,115	6,966,210	7,404,078	7,320,213	7,398,598	7,586,422	7,848,105	8,315,711	8,877,314

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 5. **Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	390,527	415,977	415,057	394,987	402,541	391,470	383,658	375,401	369,872	367,171
Baja California	241,076	223,061	194,138	200,861	210,167	188,548	166,868	207,915	193,422	179,795
Baja California Sur	33,388	34,520	36,551	39,651	42,982	42,551	44,634	43,150	46,636	46,104
Campeche	18,846	22,968	23,450	25,884	33,270	33,711	34,241	35,517	34,984	36,271
Coahuila	863,752	951,567	959,914	1,058,886	1,087,912	1,178,805	1,247,356	1,286,281	1,364,585	1,282,618
Colima	36,109	38,219	39,201	37,847	34,388	34,064	39,039	36,146	36,525	32,349
Chiapas	306,843	273,919	282,633	320,923	324,270	299,830	327,138	353,085	372,249	366,393
Chihuahua	735,251	772,361	802,394	712,828	803,728	802,116	808,641	817,919	901,830	923,053
Distrito Federal*	19,110	15,500	19,599	12,955	13,039	12,960	13,138	10,058	12,322	13,652
Durango	901,137	914,502	914,553	953,316	959,037	950,363	1,014,535	1,019,227	1,037,452	959,716
Guanajuato	629,292	644,319	661,861	647,465	633,441	647,823	673,007	674,660	684,202	761,759
Guerrero	80,980	71,376	71,261	78,215	78,948	80,422	81,868	82,001	82,045	84,157
Hidalgo	376,837	400,253	419,996	415,024	411,105	413,567	445,465	460,773	452,977	439,361
Jalisco	1,678,175	1,691,143	1,719,155	1,712,546	1,715,201	1,710,727	1,697,486	1,793,579	1,861,333	1,900,343
México	468,953	480,204	484,161	489,628	480,378	471,516	476,231	478,211	464,624	464,704
Michoacán	293,928	302,569	297,038	313,040	312,974	326,742	328,404	328,185	334,850	331,909
Morelos	15,852	17,754	17,120	17,500	17,798	18,126	18,551	21,105	18,809	20,901
Nayarit	85,882	68,503	67,207	64,175	66,452	65,531	64,506	64,536	62,019	60,130
Nuevo León	37,072	37,162	41,905	40,790	41,388	38,280	39,473	41,432	39,696	40,586
Oaxaca	140,821	142,286	143,439	142,901	143,179	140,149	140,720	142,795	145,213	146,406
Puebla	354,869	358,842	362,933	363,296	365,988	365,085	367,963	384,707	385,066	395,211
Querétaro	186,683	198,979	219,637	215,823	209,328	210,942	198,488	200,835	195,791	192,435
Quintana Roo	1,949	5,062	3,888	4,974	4,976	5,250	5,250	5,642	5,601	5,829
San Luis Potosí	180,604	142,316	141,697	142,848	144,523	143,419	147,591	140,630	141,778	132,285
Sinaloa	95,684	84,828	88,701	82,365	78,767	80,974	82,067	88,633	108,075	95,943
Sonora	108,100	118,355	135,753	148,090	136,331	132,606	142,052	137,780	131,937	126,496
Tabasco	85,754	89,311	88,610	96,041	99,432	107,443	115,617	110,603	110,694	111,533
Tamaulipas	25,172	22,089	23,559	27,887	30,190	29,985	31,520	29,224	30,209	32,326
Tlaxcala	107,716	114,981	142,239	158,000	141,560	96,434	99,158	110,258	110,924	120,356

Tabla 5. Continuación

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Veracruz	654,832	671,350	698,733	720,426	687,691	683,046	681,809	692,754	683,203	708,230
Yucatán	12,938	9,654	12,372	9,253	7,633	6,788	6,769	5,557	5,608	4,366
Zacatecas	143,312	138,363	129,525	135,930	145,684	159,031	165,309	167,383	164,950	166,655
<b>Total</b>	<b>9,311,444</b>	<b>9,472,293</b>	<b>9,658,280</b>	<b>9,784,355</b>	<b>9,864,301</b>	<b>9,868,304</b>	<b>10,088,552</b>	<b>10,345,982</b>	<b>10,589,481</b>	<b>10,549,038</b>

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 6. Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	369,253	372,252	367,599	374,460	384,293	394,956
Baja California	174,027	181,190	159,231	157,817	168,817	169,557
Baja California Sur	44,323	41,144	40,566	39,486	39,560	30,583
Campeche	36,146	36,364	38,424	38,168	38,472	42,782
Coahuila	1,243,058	1,275,065	1,287,918	1,327,471	1,361,619	1,380,539
Colima	34,883	36,059	35,548	35,316	36,965	39,012
Chiapas	385,455	402,583	402,727	404,148	410,738	423,627
Chihuahua	934,928	930,020	979,502	980,757	1,007,346	1,034,227
Distrito Federal*	13,643	13,784	12,678	14,187	13,400	12,930
Durango	1,001,137	997,155	1,037,913	1,017,020	1,036,137	1,142,047
Guanajuato	775,108	784,770	735,616	713,037	772,558	796,786
Guerrero	86,892	83,764	88,809	89,953	83,894	88,103
Hidalgo	419,273	398,540	364,018	427,717	413,097	417,750
Jalisco	1,960,999	1,991,577	2,024,967	2,078,203	2,085,859	2,157,002
México	478,261	482,082	469,315	467,972	460,167	455,283
Michoacán	331,038	339,389	344,810	336,069	335,685	328,360
Morelos	21,784	20,890	22,421	21,900	20,115	20,092
Nayarit	60,742	60,104	55,779	42,627	39,157	35,459
Nuevo León	40,397	37,790	38,622	36,834	33,461	27,743
Oaxaca	147,080	147,933	147,102	145,285	148,964	146,197
Puebla	403,100	404,132	422,768	439,055	443,443	449,000
Querétaro	192,422	195,147	336,644	341,602	360,908	364,177
Quintana Roo	5,921	5,562	6,128	4,567	4,672	4,809
San Luis Potosí	130,899	128,772	125,820	124,331	127,305	132,154
Sinaloa	102,081	105,875	102,519	93,645	101,296	103,486
Sonora	129,355	112,055	110,764	111,375	108,112	108,639
Tabasco	111,416	101,522	106,960	101,275	99,599	99,598
Tamaulipas	30,242	29,666	28,242	27,680	21,753	20,267
Tlaxcala	115,223	109,978	109,952	102,745	103,241	98,027
Veracruz	722,465	723,106	715,190	706,981	693,951	695,762
Yucatán	3,441	3,153	3,009	2,530	2,584	3,616
Zacatecas	171,703	172,867	159,310	161,419	172,455	172,093
<b>Total</b>	<b>10,676,691</b>	<b>10,724,288</b>	<b>10,880,870</b>	<b>10,965,632</b>	<b>11,129,622</b>	<b>11,394,663</b>

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

El peso promedio para los bovinos lecheros (**Tablas 7 a 9**) se obtuvo del SIACON (SIAP, 2017), la página peso promedio en vivo antes del sacrificio por entidad federativa. INFOSIAP (SIAP, 2017) y la información corresponde al

**Tabla 7. Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999**

Entidad	kg									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	303	308	313	318	323	328	333	338	343	348
Baja California	331	334	337	340	343	346	348	351	354	357
Baja California Sur	394	391	388	385	382	380	377	374	371	368
Campeche	388	386	385	384	383	382	381	380	379	377
Coahuila	406	405	403	402	401	399	398	397	395	394
Colima	160	168	176	183	191	198	206	213	221	228
Chiapas	384	383	382	381	380	378	377	376	375	373
Chihuahua	636	626	616	606	596	586	576	566	556	546
Distrito Federal*	364	365	367	369	371	373	375	377	379	381
Durango	164	169	175	180	186	192	197	203	209	214
Guanajuato	370	371	372	373	374	376	377	378	379	380
Guerrero	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347
Hidalgo	361	365	369	372	376	380	383	387	391	395
Jalisco	425	425	425	425	425	425	425	425	425	425
México	477	476	475	474	472	471	470	469	468	467
Michoacán	331	332	334	336	338	340	341	343	345	347
Morelos	394	395	395	396	396	396	397	397	398	398
Nayarit	280	282	285	287	290	292	295	297	300	302
Nuevo León	449	446	442	439	436	433	430	426	423	420
Oaxaca	324	325	325	326	327	328	329	330	331	332
Puebla	292	300	307	315	322	330	337	345	352	360
Querétaro	356	359	363	366	370	373	377	380	384	387
Quintana Roo	387	389	390	391	393	394	395	396	398	399
San Luis Potosí	292	296	300	304	308	312	316	320	324	328
Sinaloa	412	413	414	415	416	416	417	418	419	420
Sonora	211	214	217	219	222	224	227	229	232	235
Tabasco	373	374	376	377	378	380	381	382	384	385
Tamaulipas	492	486	480	474	468	462	456	450	444	438
Tlaxcala	300	306	311	316	321	327	332	337	342	348
Veracruz	398	399	401	402	403	405	406	408	409	410
Yucatán	454	450	446	442	438	433	429	425	421	416
Zacatecas	322	325	329	332	335	338	341	344	347	350

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 8. **Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009**

Entidad	kg									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	353	358	363	368	373	377	392	390	394	395
Baja California	360	362	365	368	371	374	382	387	394	383
Baja California Sur	365	362	360	357	354	351	342	344	357	345
Campeche	376	375	374	373	372	371	370	367	371	363
Coahuila	393	391	390	388	387	386	378	377	378	374
Colima	236	243	251	258	266	273	310	298	300	299
Chiapas	372	371	370	369	367	366	368	361	359	369
Chihuahua	536	526	516	505	495	485	454	443	460	446
Distrito Federal*	383	385	387	389	391	393	398	402	400	399
Durango	220	225	231	237	242	248	266	265	271	266
Guanajuato	381	383	384	385	386	387	389	409	389	389
Guerrero	346	346	346	346	346	346	356	348	343	339
Hidalgo	398	402	406	409	413	417	417	426	432	432
Jalisco	425	425	425	425	425	425	427	427	428	431
México	466	465	463	462	461	460	457	466	453	445
Michoacán	348	350	352	354	355	357	364	360	365	362
Morelos	399	399	400	400	401	401	403	403	402	404
Nayarit	305	307	310	312	315	317	324	327	326	328
Nuevo León	417	413	410	407	404	401	378	402	399	404
Oaxaca	333	334	335	335	336	337	341	353	338	333
Puebla	367	375	382	390	397	405	424	422	419	418
Querétaro	391	394	398	401	405	408	418	418	421	420
Quintana Roo	400	402	403	404	406	407	422	403	411	404
San Luis Potosí	332	336	339	343	347	351	363	361	367	368
Sinaloa	421	421	422	423	424	425	428	424	429	428
Sonora	237	240	242	245	247	250	251	254	265	258
Tabasco	386	388	389	390	392	393	396	396	398	398
Tamaulipas	432	426	421	415	409	403	389	386	392	390
Tlaxcala	353	358	363	369	374	379	388	391	396	396
Veracruz	412	413	415	416	418	419	421	429	421	422
Yucatán	412	408	404	399	395	391	407	384	374	367
Zacatecas	354	357	360	363	366	369	375	372	372	394

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 9. **Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015**

Entidad	kg					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	393	403	406	410	415	449
Baja California	386	384	372	372	369	464
Baja California Sur	341	336	317	313	304	355
Campeche	373	362	359	358	356	368
Coahuila	382	386	392	398	404	314
Colima	294	294	304	302	304	441
Chiapas	371	362	344	341	332	387
Chihuahua	450	441	441	438	436	290
Distrito Federal*	395	402	408	409	413	417
Durango	277	267	269	270	270	365
Guanajuato	389	378	389	384	383	435
Guerrero	341	342	342	343	344	357
Hidalgo	433	437	443	445	449	456
Jalisco	430	424	411	408	401	465
México	452	451	458	461	465	429
Michoacán	364	364	366	367	368	388
Morelos	404	404	399	399	397	420
Nayarit	325	322	333	330	331	362
Nuevo León	404	399	344	341	323	433
Oaxaca	333	331	346	345	349	353
Puebla	439	452	458	475	489	463
Querétaro	421	423	427	428	430	466
Quintana Roo	411	409	418	420	424	420
San Luis Potosí	379	366	363	362	360	441
Sinaloa	430	437	421	425	424	447
Sonora	272	264	260	263	263	292
Tabasco	399	399	400	400	401	416
Tamaulipas	385	354	365	347	336	356
Tlaxcala	395	394	434	432	444	410
Veracruz	423	425	428	429	431	438
Yucatán	357	362	354	351	348	374
Zacatecas	379	392	391	390	391	407

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Al igual que las variables antes presentadas, la producción de leche se estimó por entidad federativa a partir de datos del SIACON e INFOSIAP (SIAP, 2017) para completar la serie 1990-2015. La información

corresponde a la leche producida en cada entidad federativa en miles de litros del periodo 1990 a 2015 (Tablas 10 a 12).

Tabla 10. [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 1990-1999

Entidad	Miles de litros									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	183,106	205,636	217,599	256,603	273,608	290,055	348,303	348,013	389,940	394,410
Baja California	171,817	176,070	172,525	151,596	160,542	163,690	176,591	185,061	211,723	230,510
Baja California Sur	14,970	16,412	18,793	19,884	20,334	24,205	23,981	25,509	27,725	32,163
Campeche	15,500	17,218	11,112	12,541	16,654	17,851	18,449	18,730	18,567	19,977
Coahuila	325,724	392,896	407,153	575,722	616,388	635,364	662,510	723,711	790,130	853,826
Colima	38,730	33,000	34,596	35,910	35,934	36,742	36,968	36,701	38,321	37,175
Chiapas	200,469	204,320	217,380	222,244	175,380	202,500	193,834	192,046	280,496	294,833
Chihuahua	467,431	545,982	510,370	601,520	544,723	479,490	559,942	630,103	698,320	704,385
Distrito Federal*	26,593	21,700	16,337	13,922	14,846	13,730	11,958	11,352	17,283	22,898
Durango	343,947	347,112	376,140	491,111	545,016	579,913	715,536	743,440	818,776	826,922
Guanajuato	499,390	528,383	543,630	560,000	569,340	566,150	574,230	586,475	605,364	619,814
Guerrero	55,810	66,386	59,555	61,432	54,343	61,133	58,773	58,714	69,472	69,633
Hidalgo	273,229	278,495	313,732	345,392	347,567	323,430	331,792	335,273	345,998	362,217
Jalisco	1,120,400	1,183,659	1,220,779	1,251,324	1,257,392	1,169,586	1,211,028	1,231,283	1,253,730	1,563,606
México	304,519	410,016	409,250	409,878	403,229	408,365	412,480	416,608	427,085	432,115
Michoacán	236,618	234,428	259,737	264,230	268,088	266,520	267,559	279,543	283,995	293,923
Morelos	17,751	19,701	19,105	19,013	19,145	17,999	11,612	12,866	12,899	14,190
Nayarit	43,265	53,718	54,957	57,275	58,065	51,671	54,963	51,067	43,145	58,682
Nuevo León	31,845	25,731	25,000	28,277	28,020	30,877	27,417	31,766	38,361	37,559
Oaxaca	91,600	121,443	144,178	134,393	127,219	130,002	130,212	132,254	133,765	136,709
Puebla	260,400	262,046	266,470	274,551	240,299	291,674	299,824	283,292	308,139	347,171
Querétaro	127,750	149,650	152,910	157,534	159,684	155,090	141,025	158,853	171,778	185,270
Quintana Roo	1,771	2,479	2,740	2,695	3,203	2,708	2,940	3,567	3,965	4,476
San Luis Potosí	247,593	263,501	278,705	277,258	278,646	285,048	256,106	264,229	230,714	206,248
Sinaloa	112,303	166,439	181,345	115,230	54,300	57,068	57,208	55,091	82,700	83,435
Sonora	80,075	81,208	92,272	83,564	77,155	98,795	92,857	87,751	102,101	99,500
Tabasco	89,495	90,279	87,320	84,540	90,114	87,954	83,730	85,800	83,978	83,475
Tamaulipas	22,752	31,275	23,832	23,090	24,953	30,160	26,172	23,895	22,791	20,747
Tlaxcala	77,144	67,064	75,390	81,109	104,326	78,885	100,845	89,988	91,174	95,500
Veracruz	549,468	597,219	644,160	665,290	624,752	699,216	551,519	596,024	566,187	600,316
Yucatán	8,237	9,800	12,857	17,535	18,104	15,337	15,903	13,752	12,505	12,561
Zacatecas	101,843	113,849	116,281	109,415	108,844	127,390	130,155	135,348	134,584	133,068

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 11. [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 2000-2009

Miles de litros										
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	390,527	415,977	415,057	394,987	402,541	391,470	383,658	375,401	369,872	367,171
Baja California	241,076	223,061	194,138	200,861	210,167	188,548	166,868	207,915	193,422	179,795
Baja California Sur	33,388	34,520	36,551	39,651	42,982	42,551	44,634	43,150	46,636	46,104
Campeche	18,846	22,968	23,450	25,884	33,270	33,711	34,241	35,517	34,984	36,271
Coahuila	863,752	951,567	959,914	1,058,886	1,087,912	1,178,805	1,247,356	1,286,281	1,364,585	1,282,618
Colima	36,109	38,219	39,201	37,847	34,388	34,064	39,039	36,146	36,525	32,349
Chiapas	306,843	273,919	282,633	320,923	324,270	299,830	327,138	353,085	372,249	366,393
Chihuahua	735,251	772,361	802,394	712,828	803,728	802,116	808,641	817,919	901,830	923,053
Distrito Federal*	19,110	15,500	19,599	12,955	13,039	12,960	13,138	10,058	12,322	13,652
Durango	901,137	914,502	914,553	953,316	959,037	950,363	1,014,535	1,019,227	1,037,452	959,716
Guanajuato	629,292	644,319	661,861	647,465	633,441	647,823	673,007	674,660	684,202	761,759
Guerrero	80,980	71,376	71,261	78,215	78,948	80,422	81,868	82,001	82,045	84,157
Hidalgo	376,837	400,253	419,996	415,024	411,105	413,567	445,465	460,773	452,977	439,361
Jalisco	1,678,175	1,691,143	1,719,155	1,712,546	1,715,201	1,710,727	1,697,486	1,793,579	1,861,333	1,900,343
México	468,953	480,204	484,161	489,628	480,378	471,516	476,231	478,211	464,624	464,704
Michoacán	293,928	302,569	297,038	313,040	312,974	326,742	328,404	328,185	334,850	331,909
Morelos	15,852	17,754	17,120	17,500	17,798	18,126	18,551	21,105	18,809	20,901
Nayarit	85,882	68,503	67,207	64,175	66,452	65,531	64,506	64,536	62,019	60,130
Nuevo León	37,072	37,162	41,905	40,790	41,388	38,280	39,473	41,432	39,696	40,586
Oaxaca	140,821	142,286	143,439	142,901	143,179	140,149	140,720	142,795	145,213	146,406
Puebla	354,869	358,842	362,933	363,296	365,988	365,085	367,963	384,707	385,066	395,211
Querétaro	186,683	198,979	219,637	215,823	209,328	210,942	198,488	200,835	195,791	192,435
Quintana Roo	1,949	5,062	3,888	4,974	4,976	5,250	5,250	5,642	5,601	5,829
San Luis Potosí	180,604	142,316	141,697	142,848	144,523	143,419	147,591	140,630	141,778	132,285
Sinaloa	95,684	84,828	88,701	82,365	78,767	80,974	82,067	88,633	108,075	95,943
Sonora	108,100	118,355	135,753	148,090	136,331	132,606	142,052	137,780	131,937	126,496
Tabasco	85,754	89,311	88,610	96,041	99,432	107,443	115,617	110,603	110,694	111,533
Tamaulipas	25,172	22,089	23,559	27,887	30,190	29,985	31,520	29,224	30,209	32,326
Tlaxcala	107,716	114,981	142,239	158,000	141,560	96,434	99,158	110,258	110,924	120,356
Veracruz	654,832	671,350	698,733	720,426	687,691	683,046	681,809	692,754	683,203	708,230
Yucatán	12,938	9,654	12,372	9,253	7,633	6,788	6,769	5,557	5,608	4,366
Zacatecas	143,312	138,363	129,525	135,930	145,684	159,031	165,309	167,383	164,950	166,655

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 12. [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 2010-2015

Entidad	Miles de litros					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	369,253	372,252	367,599	374,460	384,293	394,956
Baja California	174,027	181,190	159,231	157,817	168,817	169,557
Baja California Sur	44,323	41,144	40,566	39,486	39,560	30,583
Campeche	36,146	36,364	38,424	38,168	38,472	42,782
Coahuila	1,243,058	1,275,065	1,287,918	1,327,471	1,361,619	1,380,539
Colima	34,883	36,059	35,548	35,316	36,965	39,012
Chiapas	385,455	402,583	402,727	404,148	410,738	423,627
Chihuahua	934,928	930,020	979,502	980,757	1,007,346	1,034,227
Distrito Federal*	13,643	13,784	12,678	14,187	13,400	12,930
Durango	1,001,137	997,155	1,037,913	1,017,020	1,036,137	1,142,047
Guanajuato	775,108	784,770	735,616	713,037	772,558	796,786
Guerrero	86,892	83,764	88,809	89,953	83,894	88,103
Hidalgo	419,273	398,540	364,018	427,717	413,097	417,750
Jalisco	1,960,999	1,991,577	2,024,967	2,078,203	2,085,859	2,157,002
México	478,261	482,082	469,315	467,972	460,167	455,283
Michoacán	331,038	339,389	344,810	336,069	335,685	328,360
Morelos	21,784	20,890	22,421	21,900	20,115	20,092
Nayarit	60,742	60,104	55,779	42,627	39,157	35,459
Nuevo León	40,397	37,790	38,622	36,834	33,461	27,743
Oaxaca	147,080	147,933	147,102	145,285	148,964	146,197
Puebla	403,100	404,132	422,768	439,055	443,443	449,000
Querétaro	192,422	195,147	336,644	341,602	360,908	364,177
Quintana Roo	5,921	5,562	6,128	4,567	4,672	4,809
San Luis Potosí	130,899	128,772	125,820	124,331	127,305	132,154
Sinaloa	102,081	105,875	102,519	93,645	101,296	103,486
Sonora	129,355	112,055	110,764	111,375	108,112	108,639
Tabasco	111,416	101,522	106,960	101,275	99,599	99,598
Tamaulipas	30,242	29,666	28,242	27,680	21,753	20,267
Tlaxcala	115,223	109,978	109,952	102,745	103,241	98,027
Veracruz	722,465	723,106	715,190	706,981	693,951	695,762
Yucatán	3,441	3,153	3,009	2,530	2,584	3,616
Zacatecas	171,703	172,867	159,310	161,419	172,455	172,093

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3A1aii] Otros bovinos

La estimación de las emisiones de otros bovinos en México se desarrolló utilizando datos de la población dedicada a la producción de carne (Tablas 13 a 15), el volumen de producción (Tablas 19 a 21) y

peso promedio (Tablas 16 a 18). La información para el periodo entre 1994 y 2014 se obtuvo del software del SIACON (SIAP, 2017), y la de 2015, de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017).

Tabla 13. Población de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Agascalientes	130,436	135,259	123,391	25,800	82,000	81,500	61,500	52,300	35,000	35,001
Baja California	147,690	148,650	140,450	79,339	123,421	159,258	165,663	156,220	146,417	146,417
Baja California Sur	154,119	159,342	168,516	122,384	131,208	133,704	131,182	133,148	151,786	151,037
Campeche	538,867	557,279	557,241	475,059	523,357	546,670	594,129	626,298	521,867	582,707
Coahuila	697,566	708,183	704,322	392,722	576,798	568,125	404,895	393,950	415,350	392,145
Colima	238,560	235,854	199,280	197,819	231,072	240,910	251,167	93,980	168,480	168,720
Chiapas	2,152,988	2,201,385	2,296,706	2,405,882	2,231,522	2,311,255	2,464,050	2,900,000	2,501,844	2,574,397
Chihuahua	1,719,433	1,740,324	1,755,995	1,756,098	1,990,913	1,683,114	917,943	1,100,000	1,301,491	1,207,998
Distrito Federal*	15,520	14,824	14,204	3,835	6,216	5,100	5,213	4,760	4,545	4,419
Durango	1,073,194	1,044,592	1,054,726	1,015,464	1,065,371	1,071,786	1,143,278	1,165,119	1,148,573	1,180,288
Guanajuato	832,627	768,200	727,272	518,408	635,551	629,000	610,130	605,500	607,900	613,371
Guerrero	1,092,333	1,155,408	893,110	1,164,660	1,181,985	1,185,530	1,189,086	1,280,997	1,451,366	1,176,515
Hidalgo	377,623	374,209	373,361	216,863	397,321	401,254	385,840	383,613	382,657	378,694
Jalisco	2,769,323	2,563,296	2,369,480	2,307,627	2,555,678	2,593,555	2,577,875	2,507,636	2,687,431	2,263,848
México	860,331	866,273	688,486	360,504	426,900	434,157	338,837	450,100	461,352	473,150
Michoacán	1,564,018	1,472,038	1,402,621	1,479,728	1,551,166	1,541,530	1,542,481	1,564,821	1,592,670	1,610,069
Morelos	148,941	138,106	131,988	97,946	100,250	98,615	92,698	93,295	105,442	98,620
Nayarit	580,936	571,717	582,127	622,100	582,573	573,124	573,884	618,984	642,167	642,167
Nuevo León	672,019	702,407	688,269	556,763	555,364	555,506	459,916	452,097	441,298	435,291
Oaxaca	1,318,302	1,324,602	1,357,964	1,531,381	1,493,373	1,506,813	1,515,854	1,531,480	1,543,731	1,568,430
Puebla	440,320	432,704	405,561	281,093	463,199	471,073	478,139	443,900	454,998	460,913
Querétaro	264,807	241,306	212,950	139,456	166,351	169,678	166,351	169,714	169,923	172,472
Quintana Roo	70,347	67,628	68,621	103,413	113,466	90,720	90,720	85,317	116,403	122,136
San Luis Potosí	909,176	894,879	870,448	712,274	770,442	753,032	637,239	642,979	879,918	798,606
Sinaloa	1,421,410	1,469,044	1,552,159	1,569,942	1,413,073	1,327,591	1,486,291	1,577,900	1,629,198	1,568,800
Sonora	1,612,622	1,629,309	1,631,226	1,616,600	1,481,974	1,283,476	1,466,375	1,556,617	1,381,287	1,232,294
Tabasco	1,731,743	1,678,454	1,723,121	1,719,615	1,719,512	1,682,828	1,735,724	1,721,402	1,544,670	1,540,620
Tamaulipas	958,112	912,228	1,054,838	1,012,818	1,107,367	1,122,219	918,972	1,039,774	1,075,621	1,087,852
Tlaxcala	93,302	87,418	79,565	14,553	18,528	21,571	27,560	24,800	23,500	25,727
Veracruz	3,892,653	3,992,035	3,945,798	4,307,000	4,515,000	4,462,150	4,432,135	4,032,975	4,008,642	4,031,039
Yucatán	829,494	853,345	715,161	844,575	871,367	857,500	677,888	594,380	612,379	628,528
Zacatecas	1,118,255	1,053,473	1,043,802	1,057,415	1,068,470	1,074,876	1,058,329	1,047,042	1,038,006	940,887
Total	30,429,054	30,195,759	29,534,643	28,711,129	30,152,782	29,639,215	28,603,340	29,053,095	29,247,910	28,315,157

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 14. Población de [3A1aiii] Otros bovinos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	30,102	30,561	30,202	29,635	34,498	36,750	38,371	41,990	48,979	
Baja California	158,325	164,204	173,581	171,985	165,846	176,540	199,669	194,914	196,568	
Baja California Sur	141,752	155,893	127,507	135,736	136,219	143,652	144,610	148,111	153,053	
Campeche	582,707	534,770	570,353	604,521	613,486	622,348	629,621	638,939	637,623	
Coahuila	410,930	429,507	415,275	404,191	414,287	406,722	396,867	381,425	397,411	
Colima	170,870	173,433	156,829	168,796	162,535	165,138	171,183	165,616	170,156	
Chiapas	2,647,146	2,346,360	2,502,457	2,465,395	2,463,231	2,420,499	2,386,350	2,423,136	2,357,161	
Chihuahua	920,989	956,874	945,879	989,404	957,672	1,027,771	1,149,635	1,109,370	1,540,992	
Distrito Federal*	4,419	6,000	5,500	5,106	3,618	1,999	2,450	2,550	2,604	
Durango	1,180,288	892,274	1,140,398	1,133,391	1,124,564	1,116,990	1,182,378	1,132,610	1,158,436	
Guanajuato	674,666	710,815	700,824	700,719	685,442	633,724	646,789	646,984	651,780	
Guerrero	1,181,540	1,419,146	1,259,299	1,260,033	1,266,884	1,046,003	1,085,679	1,064,699	1,240,516	
Hidalgo	386,497	397,021	404,947	401,087	409,711	412,052	420,247	453,520	430,678	
Jalisco	2,606,116	2,396,186	2,527,561	2,553,270	2,416,279	2,388,224	2,415,679	2,523,619	2,661,779	
México	470,681	468,210	534,777	533,674	557,843	568,046	580,674	577,927	558,979	
Michoacán	1,661,965	1,675,543	1,690,688	1,753,276	1,805,128	1,747,949	1,710,395	1,680,695	1,608,523	
Morelos	98,620	137,039	136,675	123,298	121,764	125,119	112,918	121,129	125,127	
Nayarit	663,929	691,609	690,859	689,620	680,657	687,854	701,357	725,787	725,843	
Nuevo León	352,500	352,500	371,673	375,746	387,649	378,875	410,456	446,354	480,689	
Oaxaca	1,595,093	1,620,614	1,682,438	1,680,587	1,643,643	1,653,730	1,590,445	1,585,409	1,564,525	
Puebla	466,828	475,853	476,745	479,815	472,676	456,803	429,731	459,189	470,632	
Querétaro	205,071	205,539	194,895	204,299	206,374	215,786	218,735	219,924	224,464	
Quintana Roo	131,782	97,339	100,444	99,868	111,603	112,756	104,646	111,245	100,489	
San Luis Potosí	830,528	873,489	867,331	892,187	871,349	878,743	909,054	892,503	928,058	
Sinaloa	1,564,902	1,397,612	1,719,704	1,592,188	1,542,291	1,539,305	1,495,473	1,491,032	1,483,092	
Sonora	1,104,944	1,476,234	1,428,540	1,488,740	1,457,468	1,551,911	1,510,495	1,512,362	1,537,635	
Tabasco	1,548,689	1,563,143	1,498,853	1,507,266	1,433,667	1,398,493	1,406,258	1,431,767	1,459,686	
Tamaulipas	1,093,696	1,165,501	1,194,951	1,236,689	1,321,736	1,331,908	1,282,679	1,329,466	1,391,769	
Tlaxcala	44,680	45,480	45,275	55,618	47,181	44,631	45,274	46,760	44,651	
Veracruz	3,943,537	4,065,506	4,103,771	4,030,584	4,020,544	4,043,398	4,049,673	4,051,673	3,622,995	
Yucatán	628,528	634,310	642,828	684,445	666,181	646,350	600,756	575,503	522,085	
Zacatecas	941,308	922,697	882,865	855,195	816,325	823,399	945,872	916,786	935,350	
Total	28,451,218	28,482,804	29,226,285	29,308,934	29,015,492	28,794,627	28,943,444	29,093,318	29,422,067	

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 15. Población de [3A1aii] Otros bovinos, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	49,123	50,026	49,057	49,026	61,031	63,052
Baja California	192,951	192,992	199,492	200,671	200,645	197,548
Baja California Sur	154,586	155,960	157,744	141,892	145,715	146,683
Campeche	629,117	645,380	635,102	671,840	637,750	659,243
Coahuila	416,855	423,500	390,664	383,057	397,454	426,871
Colima	162,229	162,946	165,470	168,368	159,115	157,228
Chiapas	2,491,025	2,508,188	2,533,901	2,615,554	2,622,018	2,639,090
Chihuahua	1,639,326	1,642,019	1,601,467	1,676,947	1,708,423	1,804,348
Distrito Federal*	2,310	2,228	2,282	2,317	2,544	2,384
Durango	1,214,150	1,125,233	947,574	951,502	1,012,676	1,186,975
Guanajuato	678,467	681,493	711,718	755,179	773,238	762,121
Guerrero	1,212,231	1,202,071	1,243,536	1,358,769	1,385,886	1,376,995
Hidalgo	436,960	452,564	461,202	451,884	441,319	440,227
Jalisco	2,620,863	2,679,671	2,702,591	2,756,131	2,713,874	2,702,167
México	559,254	565,047	540,201	527,759	516,935	531,525
Michoacán	1,772,812	1,779,349	1,797,606	1,845,720	1,835,027	1,827,710
Morelos	134,674	133,269	116,504	118,564	115,602	130,304
Nayarit	666,841	689,162	662,651	674,718	676,964	666,136
Nuevo León	485,432	485,198	440,775	460,830	472,083	499,886
Oaxaca	1,718,136	1,745,536	1,663,681	1,649,172	1,651,845	1,653,220
Puebla	481,461	487,236	494,245	489,929	495,563	515,184
Querétaro	226,783	225,586	213,527	218,340	229,138	217,164
Quintana Roo	102,580	104,047	105,086	106,784	117,661	116,888
San Luis Potosí	811,994	812,008	661,722	718,795	767,363	776,844
Sinaloa	1,522,929	1,562,545	1,575,731	1,498,046	1,544,567	1,526,698
Sonora	1,523,135	1,530,256	1,413,246	1,448,339	1,410,170	1,506,045
Tabasco	1,469,329	1,496,389	1,503,069	1,519,999	1,568,332	1,578,990
Tamaulipas	1,544,898	1,627,044	1,504,314	1,409,354	1,365,484	1,362,012
Tlaxcala	37,977	38,046	37,714	37,645	38,319	35,272
Veracruz	3,866,149	3,902,925	3,714,244	3,785,072	4,090,268	4,174,015
Yucatán	548,688	550,344	570,241	588,303	553,509	533,963
Zacatecas	894,246	895,633	710,185	711,665	798,430	828,152
Total	30,269,521	30,555,902	29,528,554	29,994,184	30,510,962	31,046,955

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



En las **Tablas 16 a 18** se muestran las cifras de peso promedio en vivo —antes del sacrificio— de otros bovinos en México, por entidad federativa.

**Tabla 16. Peso promedio de [3A1aii) Otros bovinos, 1990-1999**

Entidad	kg									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	303	308	313	318	323	328	333	338	343	348
Baja California	331	334	337	340	343	346	348	351	354	357
Baja California Sur	394	391	388	385	382	380	377	374	371	368
Campeche	388	386	385	384	383	382	381	380	379	377
Coahuila	406	405	403	402	401	399	398	397	395	394
Colima	160	168	176	183	191	198	206	213	221	228
Chiapas	384	383	382	381	380	378	377	376	375	373
Chihuahua	636	626	616	606	596	586	576	566	556	546
Distrito Federal*	364	365	367	369	371	373	375	377	379	381
Durango	164	169	175	180	186	192	197	203	209	214
Guanajuato	370	371	372	373	374	376	377	378	379	380
Guerrero	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347
Hidalgo	361	365	369	372	376	380	383	387	391	395
Jalisco	425	425	425	425	425	425	425	425	425	425
México	477	476	475	474	472	471	470	469	468	467
Michoacán	331	332	334	336	338	340	341	343	345	347
Morelos	394	395	395	396	396	396	397	397	398	398
Nayarit	280	282	285	287	290	292	295	297	300	302
Nuevo León	449	446	442	439	436	433	430	426	423	420
Oaxaca	324	325	325	326	327	328	329	330	331	332
Puebla	292	300	307	315	322	330	337	345	352	360
Querétaro	356	359	363	366	370	373	377	380	384	387
Quintana Roo	387	389	390	391	393	394	395	396	398	399
San Luis Potosí	292	296	300	304	308	312	316	320	324	328
Sinaloa	412	413	414	415	416	416	417	418	419	420
Sonora	211	214	217	219	222	224	227	229	232	235
Tabasco	373	374	376	377	378	380	381	382	384	385
Tamaulipas	492	486	480	474	468	462	456	450	444	438
Tlaxcala	300	306	311	316	321	327	332	337	342	348
Veracruz	398	399	401	402	403	405	406	408	409	410
Yucatán	454	450	446	442	438	433	429	425	421	416
Zacatecas	322	325	329	332	335	338	341	344	347	350

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 17. **Peso promedio de [3A1aii) Otros bovinos, 2000-2009**

Entidad	kg									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	353	358	363	368	373	377	392	390	394	395
Baja California	360	362	365	368	371	374	382	387	394	383
Baja California Sur	365	362	360	357	354	351	342	344	357	345
Campeche	376	375	374	373	372	371	370	367	371	363
Coahuila	393	391	390	388	387	386	378	377	378	374
Colima	236	243	251	258	266	273	310	298	300	299
Chiapas	372	371	370	369	367	366	368	361	359	369
Chihuahua	536	526	516	505	495	485	454	443	460	446
Distrito Federal*	383	385	387	389	391	393	398	402	400	399
Durango	220	225	231	237	242	248	266	265	271	266
Guanajuato	381	383	384	385	386	387	389	409	389	389
Guerrero	346	346	346	346	346	346	356	348	343	339
Hidalgo	398	402	406	409	413	417	417	426	432	432
Jalisco	425	425	425	425	425	425	427	427	428	431
México	466	465	463	462	461	460	457	466	453	445
Michoacán	348	350	352	354	355	357	364	360	365	362
Morelos	399	399	400	400	401	401	403	403	402	404
Nayarit	305	307	310	312	315	317	324	327	326	328
Nuevo León	417	413	410	407	404	401	378	402	399	404
Oaxaca	333	334	335	335	336	337	341	353	338	333
Puebla	367	375	382	390	397	405	424	422	419	418
Querétaro	391	394	398	401	405	408	418	418	421	420
Quintana Roo	400	402	403	404	406	407	422	403	411	404
San Luis Potosí	332	336	339	343	347	351	363	361	367	368
Sinaloa	421	421	422	423	424	425	428	424	429	428
Sonora	237	240	242	245	247	250	251	254	265	258
Tabasco	386	388	389	390	392	393	396	396	398	398
Tamaulipas	432	426	421	415	409	403	389	386	392	390
Tlaxcala	353	358	363	369	374	379	388	391	396	396
Veracruz	412	413	415	416	418	419	421	429	421	422
Yucatán	412	408	404	399	395	391	407	384	374	367
Zacatecas	354	357	360	363	366	369	375	372	372	394

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 18. **Peso promedio de [3A1aii) Otros bovinos, 2010-2015**

Entidad	kg					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	393	403	406	410	415	449
Baja California	386	384	372	372	369	464
Baja California Sur	341	336	317	313	304	355
Campeche	373	362	359	358	356	368
Coahuila	382	386	392	398	404	314
Colima	294	294	304	302	304	441
Chiapas	371	362	344	341	332	387
Chihuahua	450	441	441	438	436	290
Distrito Federal*	395	402	408	409	413	417
Durango	277	267	269	270	270	365
Guanajuato	389	378	389	384	383	435
Guerrero	341	342	342	343	344	357
Hidalgo	433	437	443	445	449	456
Jalisco	430	424	411	408	401	465
México	452	451	458	461	465	429
Michoacán	364	364	366	367	368	388
Morelos	404	404	399	399	397	420
Nayarit	325	322	333	330	331	362
Nuevo León	404	399	344	341	323	433
Oaxaca	333	331	346	345	349	353
Puebla	439	452	458	475	489	463
Querétaro	421	423	427	428	430	466
Quintana Roo	411	409	418	420	424	420
San Luis Potosí	379	366	363	362	360	441
Sinaloa	430	437	421	425	424	447
Sonora	272	264	260	263	263	292
Tabasco	399	399	400	400	401	416
Tamaulipas	385	354	365	347	336	356
Tlaxcala	395	394	434	432	444	410
Veracruz	423	425	428	429	431	438
Yucatán	357	362	354	351	348	374
Zacatecas	379	392	391	390	391	407

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

La producción de otros bovinos en México corresponde a las toneladas de peso vivo por entidad federativa entre 1990 y 2015, y se muestra en las **Tablas 19 a 21**.

**Tabla 19. Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-1999**

Toneladas de peso vivo										
Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	13,192	10,075	9,499	14,092	12,916	18,019	12,856	13,060	13,306	14,182
Baja California	81,328	81,750	81,576	93,805	91,959	92,663	92,332	96,239	83,805	83,710
Baja California Sur	7,040	7,125	8,184	10,489	9,861	10,719	8,707	10,086	9,902	10,590
Campeche	37,730	38,122	29,417	38,442	34,728	40,716	37,409	37,188	39,550	34,341
Coahuila	55,719	60,480	66,608	55,971	68,300	86,480	45,492	51,486	79,607	88,340
Colima	17,493	17,900	15,480	18,029	18,072	19,078	19,601	16,827	17,781	18,315
Chiapas	124,467	114,615	126,900	146,294	154,320	141,109	132,334	134,979	159,622	177,304
Chihuahua	129,960	121,680	149,292	131,169	127,916	145,666	107,870	109,206	118,432	112,952
Distrito Federal*	2,376	2,424	3,456	1,851	3,111	2,830	2,456	2,793	2,173	2,464
Durango	87,193	88,754	98,812	95,327	98,633	98,299	111,715	96,241	109,250	114,361
Guanajuato	48,840	50,384	55,055	58,321	60,975	58,326	59,148	54,222	57,563	63,131
Guerrero	53,996	60,882	59,643	60,363	63,766	63,633	57,803	62,768	68,463	46,741
Hidalgo	36,105	37,628	42,952	46,166	47,460	44,139	46,541	54,336	51,025	53,264
Jalisco	239,265	278,100	289,800	298,589	367,929	368,851	369,265	366,574	394,413	420,273
México	47,824	57,524	55,836	58,226	57,982	60,139	60,940	63,277	65,432	70,701
Michoacán	76,518	87,685	68,796	74,716	82,470	80,714	81,769	83,665	90,646	95,003
Morelos	6,570	6,786	7,144	8,647	8,856	9,142	7,166	6,822	7,265	9,651
Nayarit	31,239	28,272	31,789	35,737	39,276	36,155	34,000	31,630	38,071	36,244
Nuevo León	33,670	27,288	32,004	43,512	96,405	88,637	80,168	76,606	70,424	70,616
Oaxaca	68,211	69,044	78,246	79,055	63,746	68,128	63,747	63,435	64,513	65,433
Puebla	40,670	43,157	41,258	42,017	42,571	44,712	44,966	40,275	51,656	54,953
Querétaro	20,000	25,263	32,311	30,462	37,228	35,469	30,302	32,009	30,606	31,608
Quintana Roo	3,501	4,279	5,044	7,104	5,094	4,691	4,636	5,661	6,005	6,891
San Luis Potosí	44,511	45,288	42,120	38,928	39,667	38,778	32,891	35,732	40,219	44,069
Sinaloa	77,028	74,481	84,254	71,941	77,407	74,067	81,464	80,259	99,873	92,342
Sonora	132,342	115,440	111,188	116,438	138,494	132,684	148,185	140,156	120,845	140,471
Tabasco	121,968	120,600	113,032	112,124	127,548	124,495	121,101	101,460	105,121	95,528
Tamaulipas	79,335	83,001	78,692	94,117	111,752	108,666	121,859	106,839	114,387	123,955
Tlaxcala	2,232	5,550	7,258	7,594	9,733	12,776	9,611	10,252	11,928	12,314
Veracruz	236,115	333,216	382,204	337,871	352,789	389,426	311,021	337,989	348,318	371,135
Yucatán	42,016	51,840	59,202	73,728	65,140	59,715	56,123	51,188	58,581	59,140
Zacatecas	65,110	63,180	68,335	60,455	64,247	65,577	65,259	68,509	81,589	69,390

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 20. Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 2000-2009

Toneladas de peso vivo										
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	14,348	18,073	18,529	17,857	17,804	17,225	23,560	25,673	28,067	32,177
Baja California	103,660	99,605	95,276	96,257	106,955	120,290	132,165	142,342	130,788	125,379
Baja California Sur	12,791	12,580	10,431	10,556	9,787	10,405	11,377	11,869	11,182	11,647
Campeche	37,114	42,681	45,601	37,910	40,285	39,509	40,133	41,735	43,357	42,833
Coahuila	80,168	89,650	86,824	87,484	88,101	85,737	94,576	97,964	105,523	118,289
Colima	18,829	21,018	20,835	18,227	23,062	22,120	21,638	20,043	19,849	18,799
Chiapas	183,393	171,011	173,546	186,562	189,061	186,390	187,411	193,137	196,032	209,179
Chihuahua	114,817	118,322	128,252	137,856	141,251	134,842	132,334	136,119	164,444	177,348
Distrito Federal*	2,563	2,281	2,458	1,744	1,497	1,169	1,558	1,277	1,308	1,271
Durango	119,189	113,214	122,795	123,998	129,665	116,190	128,640	121,897	119,908	113,364
Guanajuato	64,676	69,499	69,559	64,078	61,829	63,372	60,145	63,312	79,462	75,186
Guerrero	74,343	63,433	67,900	74,199	64,674	68,667	71,225	73,412	72,332	72,614
Hidalgo	52,907	54,220	53,696	56,960	55,011	56,732	62,296	62,756	65,168	65,907
Jalisco	380,976	370,024	353,797	346,310	353,873	344,885	347,665	349,100	347,594	351,636
México	69,776	71,414	68,143	72,834	77,735	79,144	81,344	81,909	78,795	79,666
Michoacán	93,735	91,651	92,315	99,325	96,676	99,106	105,209	127,991	137,217	145,221
Morelos	8,787	8,423	9,011	9,397	9,471	9,405	9,892	10,518	10,173	11,748
Nayarit	41,497	39,605	40,384	38,582	41,778	39,173	40,839	45,989	47,096	44,115
Nuevo León	67,638	68,941	67,454	69,801	64,655	64,108	62,347	74,379	71,229	74,280
Oaxaca	68,028	68,784	69,408	71,282	70,705	74,102	72,925	76,976	78,331	79,008
Puebla	56,725	56,886	58,400	58,416	57,028	58,916	71,197	70,353	69,727	70,692
Querétaro	31,001	61,599	55,454	52,494	53,131	50,358	49,758	49,017	48,813	51,764
Quintana Roo	6,537	6,681	8,372	8,832	8,590	8,707	8,774	8,532	9,240	9,413
San Luis Potosí	38,429	37,368	40,612	49,444	76,207	98,052	110,906	96,817	90,012	78,165
Sinaloa	107,624	127,377	149,244	137,207	141,422	138,809	139,708	140,346	144,473	148,306
Sonora	117,131	122,000	145,280	141,879	140,329	133,995	135,840	138,664	136,306	143,510
Tabasco	102,651	103,412	101,365	103,953	106,641	116,255	118,442	115,855	120,394	121,904
Tamaulipas	85,883	97,755	97,511	105,027	117,850	104,511	107,224	111,037	108,388	110,932
Tlaxcala	13,009	16,015	16,987	15,740	17,551	20,941	23,716	23,908	24,740	25,055
Veracruz	402,417	391,977	404,032	411,660	381,930	399,873	429,691	437,064	453,339	465,483
Yucatán	62,880	56,792	60,619	74,952	65,570	53,593	56,823	48,634	52,721	51,230
Zacatecas	72,371	74,626	74,960	78,846	88,481	83,884	85,679	86,452	90,507	86,386

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 21. Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 2010-2015

Toneladas de peso vivo						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	35,119	40,146	42,685	39,750	46,510	55,130
Baja California	152,442	155,548	150,987	146,400	146,480	147,861
Baja California Sur	11,592	12,843	13,259	11,958	11,855	10,291
Campeche	39,450	35,217	34,934	40,633	36,895	39,569
Coahuila	118,159	118,363	115,457	106,755	112,314	81,686
Colima	19,829	19,615	19,269	19,190	18,321	18,849
Chiapas	210,790	218,254	225,443	223,486	213,276	218,555
Chihuahua	177,096	188,381	179,756	144,803	134,713	137,044
Distrito Federal*	1,100	1,097	1,122	997	1,031	1,136
Durango	118,500	122,500	106,681	106,166	109,537	147,116
Guanajuato	78,335	86,366	100,704	100,167	111,659	103,359
Guerrero	74,806	74,524	80,099	83,188	87,178	87,451
Hidalgo	65,238	65,292	64,998	60,177	59,661	62,611
Jalisco	366,893	366,716	370,696	389,611	378,569	370,303
México	80,664	81,461	83,025	83,860	85,865	85,625
Michoacán	154,164	156,287	150,353	151,065	138,332	143,712
Morelos	11,924	11,316	11,541	13,155	11,082	11,476
Nayarit	45,427	46,021	42,067	40,450	37,781	36,519
Nuevo León	72,285	72,358	79,117	80,544	102,813	94,588
Oaxaca	84,762	84,620	94,171	94,901	100,553	103,325
Puebla	74,903	73,041	77,209	76,445	76,751	76,051
Querétaro	52,423	53,263	53,794	56,776	55,312	60,040
Quintana Roo	9,404	9,645	9,614	6,455	6,926	7,255
San Luis Potosí	82,869	80,961	116,239	141,823	141,168	153,249
Sinaloa	148,624	155,887	204,297	177,525	163,676	161,552
Sonora	148,260	156,095	144,683	142,443	131,872	132,329
Tabasco	121,433	131,494	135,166	129,685	124,196	125,077
Tamaulipas	106,022	111,250	103,655	100,056	101,895	96,020
Tlaxcala	24,772	24,283	24,385	23,682	23,781	23,285
Veracruz	496,438	502,508	481,098	464,980	457,181	467,980
Yucatán	57,682	55,706	58,579	60,987	61,991	66,595
Zacatecas	92,068	104,998	89,697	87,728	92,778	92,100

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**[3A1c] Ovinos**

Para estimar las emisiones de los ovinos en México se utilizaron los datos de la población de esa especie (**Tablas 22 a 24**) y el peso promedio (**Tablas 25 a**

**27**), por entidad federativa. La información del periodo 1990-2014 se obtuvo del software del SIACON (SIAP, 2017), y la de 2015, de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017).

**Tabla 22. Población de [3A1c] Ovinos, 1990-1999**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	22,249	23,514	21,574	21,382	21,600	22,100	22,100	27,940	23,650	25,001
Baja California	5,842	6,241	2,144	2,204	2,389	2,389	1,923	9,950	10,116	7,072
Baja California Sur	15,669	17,843	14,797	17,805	23,505	23,331	24,857	21,330	20,921	20,885
Campeche	13,300	13,501	19,482	12,730	20,504	22,746	31,599	33,430	40,105	40,225
Coahuila	130,135	123,839	115,577	107,819	110,978	123,883	122,886	108,957	120,852	120,002
Colima	20,827	32,711	35,821	31,850	30,900	30,000	27,197	10,638	9,795	11,233
Chiapas	317,370	326,332	370,569	342,835	342,835	343,469	326,350	326,345	224,180	227,815
Chihuahua	80,010	78,619	73,587	66,557	76,874	69,656	59,894	64,300	55,760	58,722
Distrito Federal*	21,494	19,528	18,037	17,700	16,700	16,309	16,412	15,200	26,400	25,730
Durango	124,394	122,640	122,455	127,986	117,426	99,966	99,296	97,229	96,929	81,151
Guanajuato	203,849	215,246	241,396	236,880	236,880	246,767	234,207	233,600	233,896	234,721
Guerrero	61,507	64,102	60,936	49,910	50,679	51,236	51,800	52,318	52,945	62,878
Hidalgo	623,297	674,198	693,874	748,716	753,074	762,782	746,570	749,828	767,933	762,175
Jalisco	88,576	81,009	85,306	98,712	101,133	100,543	95,516	95,513	124,290	96,585
México	734,428	754,953	790,624	718,560	738,104	749,170	761,950	918,430	937,102	998,363
Michoacán	207,525	207,707	175,667	200,895	203,906	203,921	204,553	220,085	224,220	228,092
Morelos	30,572	33,685	36,483	37,072	36,516	16,416	15,124	17,304	18,354	21,654
Nayarit	9,093	11,441	12,229	16,134	17,051	18,761	20,145	22,350	22,865	26,927
Nuevo León	113,612	103,919	71,092	75,000	116,131	72,202	72,062	84,600	85,230	84,121
Oaxaca	534,638	587,826	504,585	495,495	497,972	500,462	502,463	505,120	410,676	515,782
Puebla	395,131	411,769	419,937	817,846	830,114	842,566	850,992	768,076	400,457	401,258
Querétaro	86,050	102,141	101,452	86,799	84,195	81,591	81,591	85,120	85,120	86,847
Quintana Roo	13,555	14,767	17,280	23,000	25,300	25,300	25,300	23,600	19,003	19,878
San Luis Potosí	737,533	742,454	790,141	811,936	727,557	730,851	664,948	675,000	667,500	677,810
Sinaloa	70,051	73,074	75,486	97,405	98,200	50,249	55,051	58,712	56,724	69,280
Sonora	30,805	31,262	27,965	18,600	16,927	14,765	33,951	13,129	15,523	15,655
Tabasco	38,443	41,670	43,565	51,367	50,713	50,954	49,015	47,046	47,443	47,498
Tamaulipas	120,216	127,390	107,835	112,160	115,630	120,392	120,541	115,986	117,383	107,486
Tlaxcala	181,292	191,175	127,051	134,796	203,556	191,932	145,387	133,301	145,080	146,835
Veracruz	385,857	422,418	484,186	399,000	401,000	335,000	347,090	335,775	330,774	352,274
Yucatán	43,003	49,225	67,088	42,200	45,700	45,392	35,559	47,776	51,145	55,052
Zacatecas	385,677	364,983	390,295	345,765	343,516	229,661	337,281	354,030	362,034	319,757
<b>Total</b>	<b>5,846,000</b>	<b>6,071,182</b>	<b>6,118,516</b>	<b>6,367,116</b>	<b>6,457,565</b>	<b>6,194,762</b>	<b>6,183,610</b>	<b>6,272,018</b>	<b>5,804,405</b>	<b>5,948,764</b>

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 23. Población de [3A1c] Ovinos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	30,960	32,500	33,218	32,700	34,943	44,068	42,629	42,469	43,827	46,981
Baja California	7,137	9,052	15,862	23,243	28,081	26,935	25,446	25,914	27,955	28,845
Baja California Sur	20,068	16,999	18,297	23,977	27,269	22,348	21,256	21,139	19,413	15,786
Campeche	48,126	54,785	71,866	78,749	81,731	107,039	127,420	130,142	132,460	136,812
Coahuila	119,515	110,069	108,657	111,950	113,189	104,465	111,269	116,704	120,161	116,128
Colima	15,233	15,173	18,209	19,740	21,183	22,416	25,442	25,695	25,857	30,315
Chiapas	224,180	257,023	255,826	262,479	268,974	275,057	271,006	266,702	267,448	268,623
Chihuahua	65,085	67,865	68,352	80,818	95,324	120,588	139,283	182,940	198,202	208,541
Distrito Federal*	25,730	25,600	24,500	23,708	29,342	25,868	22,490	21,290	21,700	21,172
Durango	76,498	80,777	81,079	80,627	82,825	79,352	80,574	81,059	82,849	83,606
Guanajuato	243,368	260,680	270,899	268,202	296,336	302,140	301,782	290,060	294,931	302,500
Guerrero	72,355	63,929	72,195	75,897	70,580	73,026	73,305	74,299	75,458	78,897
Hidalgo	780,951	795,784	807,850	847,385	859,765	882,605	912,034	916,738	992,225	1,037,041
Jalisco	130,318	192,959	212,286	236,872	238,791	276,734	272,588	272,644	313,893	348,330
México	1,008,261	1,018,158	1,061,230	1,270,508	1,268,152	1,251,416	1,250,698	1,150,698	1,213,986	1,285,579
Michoacán	231,348	237,676	242,986	232,232	236,026	240,268	232,546	238,159	237,882	248,598
Morelos	27,258	28,341	28,231	28,341	30,538	31,429	32,387	33,720	33,590	42,157
Nayarit	25,862	28,656	32,806	33,575	37,639	38,899	40,004	42,057	42,484	41,325
Nuevo León	75,000	75,000	77,264	70,500	73,993	74,906	73,972	75,901	75,998	78,740
Oaxaca	520,941	526,150	529,526	536,781	541,066	530,084	519,197	559,987	565,112	570,423
Puebla	402,059	403,264	432,784	436,120	419,754	428,662	430,561	437,561	440,393	441,188
Querétaro	99,543	100,494	110,944	109,224	120,088	125,507	124,505	154,996	160,623	160,876
Quintana Roo	30,768	39,536	40,756	40,626	48,152	54,974	53,465	53,787	54,887	52,305
San Luis Potosí	502,866	459,746	468,104	495,061	486,110	470,932	470,426	453,676	452,167	451,384
Sinaloa	140,610	123,546	117,878	135,078	142,403	149,096	150,479	205,067	206,297	211,248
Sonora	27,067	26,626	31,905	38,283	41,023	45,736	52,736	50,090	51,208	45,625
Tabasco	47,685	53,033	54,318	57,660	62,735	69,016	72,576	72,500	73,104	82,475
Tamaulipas	133,414	115,443	118,707	139,179	180,742	186,770	192,821	237,942	240,321	240,802
Tlaxcala	166,002	173,023	180,584	168,870	192,798	170,058	181,023	190,356	191,415	218,927
Veracruz	382,608	409,046	417,227	436,290	494,128	488,953	476,727	638,119	646,181	650,058
Yucatán	55,052	57,384	77,624	72,661	87,508	102,291	110,557	112,335	115,410	131,872
Zacatecas	310,131	306,440	335,110	352,435	371,588	385,768	396,242	303,747	339,830	341,252
Total	6,045,999	6,164,757	6,417,080	6,819,771	7,082,776	7,207,406	7,287,446	7,478,493	7,757,267	8,018,411

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 24. Población de [3A1c] Ovinos, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	49,095	54,961	50,562	54,125	55,071	54,213
Baja California	29,189	34,998	33,604	32,584	33,221	33,541
Baja California Sur	15,689	18,446	20,764	22,367	24,802	25,524
Campeche	136,886	157,255	157,724	158,899	159,835	176,250
Coahuila	115,698	117,781	116,298	110,678	110,586	110,875
Colima	27,661	19,848	20,181	21,118	21,256	21,405
Chiapas	290,123	295,642	289,869	301,627	301,821	322,087
Chihuahua	208,756	216,227	210,139	185,186	190,154	185,902
Distrito Federal*	24,242	24,318	23,807	24,578	31,081	31,959
Durango	83,581	85,327	83,582	72,755	74,990	75,311
Guanajuato	303,472	303,516	333,029	401,451	401,651	402,555
Guerrero	79,845	86,432	125,940	126,423	138,423	140,663
Hidalgo	1,055,678	1,099,773	1,162,556	1,162,358	1,185,294	1,206,673
Jalisco	343,066	358,895	357,433	357,012	358,522	360,940
México	1,289,321	1,307,371	1,326,982	1,385,487	1,398,954	1,410,238
Michoacán	249,241	251,235	252,748	245,847	253,652	254,663
Morelos	42,121	46,196	46,658	57,097	54,917	55,897
Nayarit	41,414	41,497	39,998	38,426	38,426	38,572
Nuevo León	78,985	80,170	92,410	102,050	100,813	145,461
Oaxaca	570,598	500,169	527,369	518,421	519,003	521,458
Puebla	441,249	452,544	486,786	499,619	500,819	503,384
Querétaro	159,914	160,879	167,923	161,754	159,778	158,185
Quintana Roo	52,088	52,928	59,448	57,256	56,758	57,614
San Luis Potosí	450,657	404,262	388,006	362,862	364,372	365,488
Sinaloa	211,764	222,999	222,865	198,339	197,842	196,698
Sonora	60,613	81,667	81,234	82,458	81,636	74,494
Tabasco	83,566	74,569	75,175	77,397	77,602	79,194
Tamaulipas	240,972	249,105	245,788	249,737	255,169	253,152
Tlaxcala	224,367	235,517	216,262	228,531	228,099	236,968
Veracruz	650,348	665,145	664,258	665,845	664,532	666,805
Yucatán	152,690	151,621	153,507	136,680	136,502	137,805
Zacatecas	342,673	368,093	372,997	398,380	400,327	406,807
Total	8,105,562	8,219,386	8,405,902	8,497,347	8,575,908	8,710,781

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 25. **Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 1990-1999**

**kg**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	40.1	40.3	40.5	40.7	40.9	41.0	41.2	41.4	41.6	41.8
Baja California	21.8	22.4	22.9	23.5	24.0	24.6	25.1	25.7	26.2	26.8
Baja California Sur	21.9	22.5	23.1	23.7	24.3	25.0	25.6	26.2	26.8	27.4
Campeche	29.4	29.7	30.1	30.5	30.9	31.2	31.6	32.0	32.4	32.7
Coahuila	27.1	27.4	27.8	28.1	28.4	28.8	29.1	29.4	29.8	30.1
Colima	41.8	41.6	41.4	41.3	41.1	40.9	40.7	40.6	40.4	40.2
Chiapas	46.8	46.6	46.5	46.3	46.1	45.9	45.7	45.5	45.3	45.1
Chihuahua	37.9	37.7	37.6	37.4	37.3	37.1	36.9	36.8	36.6	36.5
Distrito Federal*	40.4	40.4	40.4	40.3	40.3	40.3	40.3	40.2	40.2	40.2
Durango	33.9	33.9	34.0	34.1	34.1	34.2	34.2	34.3	34.4	34.4
Guanajuato	61.1	60.1	59.0	58.0	56.9	55.9	54.8	53.8	52.7	51.7
Guerrero	38.1	37.9	37.7	37.5	37.4	37.2	37.0	36.8	36.6	36.4
Hidalgo	42.4	42.3	42.3	42.2	42.2	42.1	42.1	42.0	41.9	41.9
Jalisco	38.8	38.8	38.9	38.9	39.0	39.0	39.0	39.1	39.1	39.2
México	29.3	29.7	30.1	30.4	30.8	31.2	31.6	32.0	32.4	32.8
Michoacán	36.8	36.7	36.7	36.6	36.5	36.5	36.4	36.3	36.3	36.2
Morelos	51.2	50.8	50.4	50.1	49.7	49.3	48.9	48.6	48.2	47.8
Nayarit	35.1	35.2	35.3	35.4	35.5	35.7	35.8	35.9	36.0	36.1
Nuevo León	14.6	15.7	16.8	17.8	18.9	20.0	21.0	22.1	23.1	24.2
Oaxaca	36.3	36.1	36.0	35.8	35.6	35.4	35.2	35.0	34.8	34.7
Puebla	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4
Querétaro	33.6	33.9	34.2	34.4	34.7	35.0	35.2	35.5	35.8	36.0
Quintana Roo	32.2	32.5	32.8	33.1	33.5	33.8	34.1	34.4	34.7	35.0
San Luis Potosí	35.9	36.0	36.0	36.1	36.1	36.2	36.2	36.3	36.3	36.4
Sinaloa	36.9	36.8	36.7	36.6	36.5	36.5	36.4	36.3	36.2	36.1
Sonora	42.8	42.6	42.5	42.3	42.2	42.0	41.9	41.8	41.6	41.5
Tabasco	38.7	38.6	38.5	38.4	38.3	38.2	38.1	38.0	37.9	37.8
Tamaulipas	41.7	41.3	40.8	40.4	39.9	39.5	39.0	38.5	38.1	37.6
Tlaxcala	46.6	46.3	46.0	45.7	45.4	45.1	44.7	44.4	44.1	43.8
Veracruz	38.1	38.1	38.2	38.2	38.2	38.3	38.3	38.4	38.4	38.5
Yucatán	34.5	34.5	34.6	34.6	34.7	34.7	34.8	34.8	34.8	34.9
Zacatecas	38.8	38.9	39.1	39.2	39.3	39.5	39.6	39.7	39.9	40.0

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 26. **Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 2000-2009**

Entidad	kg									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	42.0	42.1	42.3	42.5	42.7	42.9	41.7	43.5	43.5	45.0
Baja California	27.3	27.9	28.5	29.0	29.6	30.1	31.8	31.5	29.6	32.4
Baja California Sur	28.0	28.7	29.3	29.9	30.5	31.1	32.1	32.0	32.7	33.9
Campeche	33.1	33.5	33.9	34.3	34.6	35.0	35.7	35.2	35.6	37.4
Coahuila	30.5	30.8	31.1	31.5	31.8	32.1	32.5	32.5	33.3	33.4
Colima	40.1	39.9	39.7	39.6	39.4	39.2	39.6	38.9	38.1	37.9
Chiapas	44.9	44.7	44.5	44.3	44.2	44.0	44.4	43.2	42.9	42.9
Chihuahua	36.3	36.1	36.0	35.8	35.7	35.5	33.4	36.5	36.8	36.8
Distrito Federal*	40.1	40.1	40.1	40.0	40.0	40.0	40.1	39.5	40.1	40.2
Durango	34.5	34.5	34.6	34.6	34.7	34.8	35.7	34.9	33.3	36.0
Guanajuato	50.6	49.6	48.5	47.5	46.4	45.4	45.3	45.5	39.5	39.5
Guerrero	36.2	36.1	35.9	35.7	35.5	35.3	35.4	34.8	35.1	33.9
Hidalgo	41.8	41.8	41.7	41.6	41.6	41.5	41.6	41.4	41.4	41.0
Jalisco	39.2	39.2	39.3	39.3	39.4	39.4	38.9	39.2	39.8	40.5
México	33.1	33.5	33.9	34.3	34.7	35.1	35.8	35.5	35.4	37.3
Michoacán	36.1	36.1	36.0	35.9	35.9	35.8	35.8	35.9	35.4	35.3
Morelos	47.4	47.1	46.7	46.3	45.9	45.6	45.2	43.3	44.8	45.2
Nayarit	36.2	36.3	36.4	36.5	36.7	36.8	36.5	36.2	37.0	38.0
Nuevo León	25.3	26.3	27.4	28.5	29.5	30.6	30.7	32.3	34.3	35.7
Oaxaca	34.5	34.3	34.1	33.9	33.7	33.6	33.3	34.1	33.4	31.3
Puebla	38.4	38.4	38.4	38.4	38.3	38.3	40.2	38.3	37.1	37.3
Querétaro	36.3	36.5	36.8	37.1	37.3	37.6	37.5	38.3	38.7	38.7
Quintana Roo	35.3	35.6	35.9	36.2	36.6	36.9	36.0	37.4	37.9	41.1
San Luis Potosí	36.4	36.5	36.5	36.6	36.6	36.7	36.2	36.9	37.3	37.2
Sinaloa	36.0	36.0	35.9	35.8	35.7	35.6	35.4	35.5	35.7	35.2
Sonora	41.3	41.2	41.0	40.9	40.7	40.6	40.8	39.6	40.3	40.3
Tabasco	37.8	37.7	37.6	37.5	37.4	37.3	37.2	37.6	37.5	37.3
Tamaulipas	37.2	36.7	36.3	35.8	35.3	34.9	35.7	33.4	32.4	33.0
Tlaxcala	43.5	43.2	42.9	42.6	42.3	42.0	43.0	40.3	40.1	40.0
Veracruz	38.5	38.6	38.6	38.7	38.7	38.8	38.9	38.8	38.7	38.8
Yucatán	34.9	35.0	35.0	35.1	35.1	35.1	35.1	35.3	35.1	35.6
Zacatecas	40.1	40.3	40.4	40.6	40.7	40.8	41.5	40.6	40.6	41.7

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 27. **Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 2010-2015**

**kg**

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	45.0	43.7	42.7	44.3	44.5	44.7
Baja California	33.1	33.3	34.5	34.5	35.1	35.6
Baja California Sur	34.3	34.6	35.6	36.1	36.7	37.3
Campeche	37.3	37.4	37.1	38.0	38.4	38.8
Coahuila	34.0	34.8	33.9	34.8	35.2	35.5
Colima	38.7	37.8	38.6	37.8	37.7	37.5
Chiapas	43.1	43.7	42.2	42.4	42.2	42.1
Chihuahua	30.6	35.0	34.9	34.2	34.1	33.9
Distrito Federal*	39.5	39.8	39.8	39.7	39.7	39.7
Durango	33.9	35.7	35.5	35.2	35.3	35.3
Guanajuato	39.6	39.5	39.5	37.0	36.0	34.9
Guerrero	34.2	34.4	34.2	33.8	33.6	33.5
Hidalgo	41.1	41.1	41.3	41.0	41.0	40.9
Jalisco	40.1	39.4	39.0	39.7	39.8	39.8
México	37.5	37.0	37.7	38.2	38.5	38.9
Michoacán	35.4	35.4	35.5	35.3	35.2	35.1
Morelos	45.3	42.5	42.2	42.6	42.2	41.8
Nayarit	39.0	38.4	35.4	37.7	37.8	37.9
Nuevo León	36.9	38.2	35.8	39.1	40.2	41.2
Oaxaca	32.2	32.4	33.1	32.1	31.9	31.7
Puebla	36.5	39.2	39.8	38.3	38.3	38.3
Querétaro	39.2	39.0	39.4	39.7	40.0	40.3
Quintana Roo	38.1	37.7	38.6	39.3	39.6	40.0
San Luis Potosí	37.2	36.3	37.0	37.1	37.1	37.2
Sinaloa	35.4	34.7	35.3	35.0	34.9	34.8
Sonora	40.1	39.4	39.6	39.4	39.3	39.1
Tabasco	33.6	37.2	37.8	36.5	36.4	36.3
Tamaulipas	32.5	31.6	32.6	31.2	30.8	30.3
Tlaxcala	41.7	40.2	39.6	39.5	39.2	38.9
Veracruz	39.7	39.0	39.0	39.2	39.2	39.3
Yucatán	35.4	35.2	35.5	35.5	35.5	35.6
Zacatecas	41.9	42.4	41.1	41.9	42.1	42.2

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.[3A1d] Caprinos

### [3A1d] Caprinos

Para estimar las emisiones de los caprinos en México se utilizaron los datos de la población de este género (Tablas 28 a 30) y el peso promedio (Tablas 25 a 27) por entidad federativa. La información del

periodo 1990-2014 se obtuvo del software del SIA-CON (SIAP, 2017), y la de 2015, de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017).

Tabla 28. Población de [3A1d] Caprinos, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	41,478	41,331	34,818	37,580	37,000	36,500	36,500	37,150	35,420	36,634
Baja California	39,246	44,853	37,679	49,502	47,585	44,787	41,083	38,612	31,081	31,081
Baja California Sur	168,945	159,999	138,050	105,815	116,138	112,444	123,000	112,486	116,682	117,182
Campeche	5,361	5,759	4,454	2,300	3,800	2,661	2,101	3,124	2,520	2,566
Coahuila	1,184,191	1,173,202	1,173,319	1,168,296	1,185,532	1,158,310	914,700	511,336	480,497	492,946
Colima	34,162	33,386	31,849	28,912	27,500	26,150	24,866	8,474	13,557	10,992
Chiapas	48,871	51,975	61,099	0	0	0	0	0	0	0
Chihuahua	408,402	362,892	368,439	379,020	395,217	345,839	269,263	235,000	206,412	206,520
Distrito Federal*	3,079	2,694	2,384	1,500	1,500	797	780	650	960	930
Durango	471,944	432,471	407,304	346,093	339,613	312,632	290,228	297,118	302,020	291,479
Guanajuato	462,038	436,774	482,868	492,733	492,733	507,515	497,997	477,104	495,850	496,654
Guerrero	604,364	549,969	516,562	637,901	648,044	655,820	663,690	684,236	679,714	712,913
Hidalgo	393,893	409,392	426,787	339,323	341,213	339,821	324,548	305,256	303,202	296,188
Jalisco	328,260	296,449	288,678	294,575	314,193	309,481	289,354	284,338	347,642	417,417
México	178,995	168,790	149,182	159,640	158,124	160,654	163,070	170,000	171,445	173,158
Michoacán	464,544	447,544	415,246	437,700	446,017	446,820	446,922	449,176	451,624	455,346
Morelos	79,179	77,686	80,038	43,816	42,901	31,820	23,865	24,473	24,683	26,937
Nayarit	42,765	44,678	45,993	102,485	106,970	91,507	92,314	78,400	79,200	83,413
Nuevo León	699,999	597,417	562,382	571,355	571,353	569,843	543,286	531,200	527,650	506,845
Oaxaca	1,236,705	1,222,965	1,226,619	1,278,277	1,038,692	1,044,924	1,052,238	1,062,210	1,074,956	1,085,705
Puebla	706,715	679,576	665,940	1,210,284	1,229,648	1,249,322	1,264,314	1,339,644	1,371,795	1,404,718
Querétaro	172,383	167,170	114,168	120,798	108,718	96,638	106,718	102,825	102,825	102,731
Quintana Roo	2,155	2,126	2,143	2,200	2,200	2,200	2,200	2,050	1,943	1,945
San Luis Potosí	1,210,951	1,228,396	1,129,827	1,208,334	1,235,180	1,229,234	1,074,276	905,300	985,640	958,364
Sinaloa	132,512	132,508	147,076	152,332	152,616	152,918	152,976	138,000	151,907	147,141
Sonora	109,987	112,121	94,957	32,300	31,210	25,600	65,668	24,385	15,523	16,859
Tabasco	3,284	3,154	2,979	0	0	0	0	0	0	0
Tamaulipas	277,229	257,150	269,940	254,351	248,044	247,756	255,595	244,548	244,360	242,863
Tlaxcala	55,024	47,982	46,557	45,508	56,500	53,310	45,537	69,993	74,200	68,585
Veracruz	198,816	195,565	145,247	201,000	203,000	202,000	118,538	122,596	113,263	123,870
Yucatán	8,900	8,738	8,065	0	0	0	0	0	1,555	1,553
Zacatecas	664,622	656,674	655,542	673,914	678,051	675,710	681,064	663,616	631,781	554,900
Total	5,846,000	6,071,182	6,118,516	6,367,116	6,457,565	6,194,762	6,183,610	6,272,018	5,804,405	5,948,764

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 29. Población de [3A1d] Caprinos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Agascalientes	35,873	23,692	27,584	25,000	27,553	20,375	28,830	30,708	32,610	31,265
Baja California	39,945	27,759	24,802	18,847	22,641	20,398	21,028	23,970	22,673	24,667
Baja California Sur	118,439	101,968	92,759	96,533	112,166	113,056	113,066	120,818	122,468	122,107
Campeche	1,646	2,093	3,155	3,614	4,692	4,835	5,283	5,721	5,418	5,561
Coahuila	507,264	591,645	780,940	628,265	649,194	615,623	610,550	653,289	656,555	657,234
Colima	10,992	11,071	11,071	11,086	11,188	11,307	11,651	11,824	12,418	16,466
Chiapas	0	4,353	4,887	4,387	5,373	5,359	0	0	0	0
Chihuahua	202,953	205,478	206,879	234,712	215,722	236,480	241,421	240,188	228,770	228,589
Distrito Federal*	930	500	307	0	0	0	0	0	0	0
Durango	303,053	311,359	322,015	335,761	340,321	332,136	336,809	328,168	333,614	321,614
Guanajuato	496,006	481,795	462,754	470,254	495,850	506,473	511,267	540,170	559,239	571,218
Guerrero	695,311	605,514	689,903	699,276	678,136	672,757	679,760	674,937	676,613	662,238
Hidalgo	298,227	298,485	301,640	295,651	276,209	269,780	274,780	270,688	267,961	263,576
Jalisco	305,568	279,570	287,232	285,593	275,016	261,771	258,609	263,443	266,049	260,952
México	175,711	178,261	176,315	137,595	138,289	129,937	121,842	136,890	126,059	122,584
Michoacán	457,146	475,697	481,623	477,943	453,547	456,817	480,327	478,886	482,717	465,890
Morelos	30,652	32,337	39,137	31,732	32,201	32,883	34,388	29,856	31,349	40,872
Nayarit	119,412	137,855	153,810	151,686	152,546	160,228	169,104	177,840	159,019	150,322
Nuevo León	379,470	375,000	369,878	373,452	362,829	363,269	357,509	301,956	344,962	390,011
Oaxaca	1,096,562	1,108,824	1,115,725	1,123,535	1,146,843	1,154,964	1,141,163	1,180,885	1,186,789	1,206,183
Puebla	1,423,541	1,447,955	1,487,136	1,489,531	1,374,426	1,392,177	1,336,185	1,396,831	1,438,577	1,454,041
Querétaro	97,472	97,018	96,706	96,258	95,326	97,587	95,544	93,858	92,379	107,734
Quintana Roo	2,511	3,045	3,212	2,907	3,458	3,902	3,173	3,200	3,918	4,271
San Luis Potosí	724,196	662,879	699,790	698,045	711,480	729,612	712,247	606,093	610,334	618,118
Sinaloa	159,566	158,020	158,169	163,277	163,624	160,249	160,020	147,445	153,411	148,842
Sonora	24,776	41,636	47,202	50,466	45,988	36,250	45,675	38,648	24,982	23,743
Tabasco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tamaulipas	249,955	207,930	242,304	276,730	276,664	272,989	264,807	262,251	256,615	241,322
Tlaxcala	69,020	78,288	85,596	98,484	105,904	110,974	143,877	146,877	147,611	130,006
Veracruz	131,598	200,078	201,078	201,737	132,406	147,986	144,506	143,172	146,290	150,658
Yucatán	0	0	300	150	140	69	0	0	0	0
Zacatecas	546,436	551,756	556,441	509,245	542,832	550,005	586,963	576,503	562,744	569,178
Total	6,045,999	6,164,757	6,417,080	6,819,771	7,082,776	7,207,406	7,287,446	7,478,493	7,757,267	8,018,411

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 30. Población de [3A1d] Caprinos, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	33,154	35,740	33,672	32,948	32,982	32,567
Baja California	27,848	29,542	26,850	26,856	26,938	26,982
Baja California Sur	121,650	122,623	128,754	121,647	123,904	124,103
Campeche	5,693	5,739	5,746	6,576	6,472	7,054
Coahuila	657,298	658,349	663,661	643,305	646,009	645,903
Colima	12,899	13,041	13,980	13,823	13,911	13,245
Chiapas	0	0	0	0	0	0
Chihuahua	228,354	228,126	175,657	153,569	153,900	152,375
Distrito Federal*	0	0	0	0	0	0
Durango	316,586	323,299	315,165	311,191	310,854	309,905
Guanajuato	572,496	573,068	573,862	573,510	572,849	572,057
Guerrero	662,458	676,577	652,810	660,347	673,732	655,055
Hidalgo	263,395	260,526	229,507	200,059	199,462	193,555
Jalisco	262,071	275,412	238,366	219,687	217,358	218,011
México	122,986	131,232	124,901	124,451	124,993	121,525
Michoacán	465,922	466,388	455,457	460,709	461,522	462,933
Morelos	40,114	45,194	45,102	57,321	56,853	56,398
Nayarit	150,202	129,151	127,345	123,347	122,922	123,544
Nuevo León	394,374	415,163	407,627	408,096	408,238	409,056
Oaxaca	1,206,421	1,208,834	1,193,426	1,249,487	1,251,122	1,250,869
Puebla	1,454,274	1,345,728	1,291,119	1,218,318	1,219,910	1,280,607
Querétaro	97,130	97,421	98,547	97,421	98,560	99,408
Quintana Roo	4,564	4,930	4,985	3,247	3,561	3,743
San Luis Potosí	616,379	616,995	616,751	615,673	616,749	617,514
Sinaloa	148,796	156,010	155,939	165,961	165,837	166,234
Sonora	20,506	23,875	27,983	29,643	30,375	29,412
Tabasco	0	0	0	0	0	0
Tamaulipas	257,823	284,625	260,747	265,902	266,741	274,385
Tlaxcala	129,986	126,996	125,541	115,324	115,114	117,412
Veracruz	150,306	150,005	149,736	150,840	149,745	151,458
Yucatán	0	0	0	0	0	426
Zacatecas	569,536	599,788	600,713	615,355	617,201	609,230
<b>Total</b>	<b>8,105,562</b>	<b>8,219,386</b>	<b>8,405,902</b>	<b>8,497,347</b>	<b>8,575,908</b>	<b>8,710,781</b>

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 31. **Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 1990-1999**

**kg**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97	34.97
Baja California	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84	33.84
Baja California Sur	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79	32.79
Campeche	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09	37.09
Coahuila	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75
Colima	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24	33.24
Chiapas	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53	42.53
Chihuahua	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77
Distrito Federal*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Durango	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75	23.75
Guanajuato	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78
Guerrero	34.22	34.22	34.22	34.22	34.22	34.22	34.22	34.22	34.22	34.23
Hidalgo	35.87	35.87	35.87	35.87	35.87	35.87	35.87	35.87	35.86	35.87
Jalisco	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46	36.46
México	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87	38.87
Michoacán	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82	32.82
Morelos	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98	34.98
Nayarit	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90	33.90
Nuevo León	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75	16.75
Oaxaca	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06	31.06
Puebla	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50	37.50
Querétaro	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00	31.00
Quintana Roo	32.71	32.71	32.71	32.71	32.71	32.71	32.71	32.71	32.72	32.71
San Luis Potosí	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.77	34.76
Sinaloa	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66	34.66
Sonora	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75	39.75
Tabasco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamaulipas	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97	30.97
Tlaxcala	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60	35.60
Veracruz	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57	36.57
Yucatán	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zacatecas	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40	35.40

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 32. **Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 2000-2009**

Entidad	kg									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	34.97	34.97	34.96	34.97	34.96	34.98	34.94	35.01	35.24	35.39
Baja California	33.84	33.83	33.86	33.79	33.93	33.66	34.20	33.11	28.73	31.33
Baja California Sur	32.80	32.78	32.81	32.75	32.88	32.63	33.12	32.13	30.78	32.55
Campeche	37.09	37.08	37.09	37.08	37.10	37.06	37.15	36.97	36.72	36.83
Coahuila	39.76	39.73	39.79	39.68	39.89	39.48	40.29	38.68	39.22	39.02
Colima	33.23	33.24	33.23	33.25	33.20	33.31	33.09	33.53	33.53	34.91
Chiapas	42.52	42.55	42.50	42.60	42.40	42.79	42.00	43.59	42.37	42.53
Chihuahua	34.77	34.77	34.77	34.76	34.77	34.76	34.79	34.73	33.49	33.46
Distrito Federal*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Durango	23.75	23.76	23.75	23.77	23.73	23.80	23.65	23.96	24.15	24.61
Guanajuato	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.78	32.80	32.79
Guerrero	34.22	34.23	34.22	34.24	34.19	34.29	34.08	34.51	35.06	33.05
Hidalgo	35.86	35.87	35.85	35.90	35.80	36.01	35.59	36.43	36.66	36.40
Jalisco	36.46	36.46	36.45	36.48	36.42	36.53	36.32	36.74	38.08	38.63
México	38.86	38.87	38.86	38.87	38.85	38.90	38.79	39.01	40.63	39.50
Michoacán	32.82	32.82	32.81	32.83	32.80	32.85	32.75	32.95	33.69	33.35
Morelos	34.98	34.98	34.99	34.98	34.99	34.97	35.02	34.92	34.31	34.35
Nayarit	33.90	33.90	33.89	33.90	33.88	33.92	33.85	34.00	34.16	36.74
Nuevo León	16.74	16.77	16.72	16.82	16.62	17.02	16.22	17.81	17.59	18.16
Oaxaca	31.06	31.05	31.08	31.02	31.13	30.91	31.36	30.47	30.66	33.90
Puebla	37.50	37.51	37.48	37.55	37.41	37.68	37.14	38.22	39.01	35.18
Querétaro	31.00	31.01	31.00	31.02	30.98	31.06	30.89	31.23	32.40	32.08
Quintana Roo	32.72	32.69	32.76	32.62	32.90	32.34	33.45	31.23	31.38	33.70
San Luis Potosí	34.77	34.76	34.77	34.75	34.79	34.71	34.87	34.55	34.48	33.82
Sinaloa	34.66	34.65	34.67	34.63	34.70	34.56	34.85	34.28	34.23	34.02
Sonora	39.76	39.73	39.79	39.68	39.89	39.48	40.29	38.68	39.22	39.02
Tabasco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamaulipas	30.97	30.98	30.97	30.98	30.95	31.01	30.89	31.14	31.50	29.15
Tlaxcala	35.60	35.60	35.59	35.62	35.56	35.68	35.44	35.92	37.17	34.29
Veracruz	36.57	36.57	36.56	36.58	36.54	36.62	36.46	36.79	37.08	36.79
Yucatán	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zacatecas	35.40	35.40	35.41	35.40	35.41	35.39	35.43	35.36	35.67	34.38

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 33. **Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 2010-2015**

Entidad	kg					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	35.95	37.50	37.90	37.70	37.80	37.75
Baja California	32.24	32.88	34.35	33.62	33.98	33.80
Baja California Sur	33.67	33.97	35.70	34.83	35.27	35.05
Campeche	36.31	35.31	35.18	35.24	35.21	35.23
Coahuila	37.65	37.25	37.70	37.47	37.59	37.53
Colima	34.40	33.66	34.80	34.23	34.52	34.37
Chiapas	42.15	42.88	31.12	37.00	34.06	35.53
Chihuahua	33.51	36.40	35.29	35.85	35.57	35.71
Distrito Federal*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Durango	25.64	26.03	26.12	26.07	26.09	26.08
Guanajuato	32.79	32.81	32.79	32.80	32.80	32.80
Guerrero	32.78	33.30	33.03	33.16	33.10	33.13
Hidalgo	36.84	36.85	36.69	36.77	36.73	36.75
Jalisco	38.05	37.88	37.01	37.45	37.23	37.34
México	42.33	40.89	40.29	40.59	40.44	40.52
Michoacán	34.00	33.36	34.31	33.83	34.07	33.95
Morelos	34.47	34.33	34.64	34.49	34.56	34.53
Nayarit	37.31	34.89	33.22	34.05	33.64	33.85
Nuevo León	16.88	17.32	17.87	17.60	17.73	17.66
Oaxaca	31.11	31.37	32.40	31.88	32.14	32.01
Puebla	39.14	39.61	40.12	39.86	39.99	39.92
Querétaro	33.84	33.96	34.81	34.39	34.60	34.49
Quintana Roo	36.64	35.76	35.68	35.72	35.70	35.71
San Luis Potosí	34.33	33.76	34.28	34.02	34.15	34.08
Sinaloa	34.90	34.16	34.96	34.56	34.76	34.66
Sonora	37.65	37.25	37.70	37.47	37.59	37.53
Tabasco	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tamaulipas	29.32	28.94	29.11	29.02	29.06	29.04
Tlaxcala	34.16	34.33	31.89	33.11	32.50	32.81
Veracruz	37.09	37.56	36.47	37.01	36.74	36.88
Yucatán	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zacatecas	34.55	34.78	35.86	35.32	35.59	35.45

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016

### [3A1f] Caballos

Para estimar las emisiones de los caballos se utilizaron los datos de los censos de población de INEGI de 1991 y 2007 (INEGI, 2007); a partir de esta información se realizó un ejercicio de media móvil (*moving average*) para obtener una aproximación de la po-

blación y así completar la serie histórica. La información utilizada se puede observar en las **Tablas 34 a 36**. En la estimación del peso promedio se utilizó juicio de experto y se fijó el de 550 kg para toda la serie.

Tabla 34. Población de [3A1f] Caballos, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	19,440	18,936	18,442	17,943	17,444	16,945	16,446	15,947	15,448	14,948
Baja California	9,417	9,411	9,406	9,400	9,394	9,388	9,382	9,376	9,370	9,364
Baja California Sur	8,093	8,000	7,887	7,784	7,681	7,578	7,475	7,371	7,268	7,165
Campeche	40,527	39,413	38,309	37,199	36,090	34,981	33,871	32,762	31,653	30,544
Coahuila	99,750	97,047	94,334	91,626	88,917	86,209	83,501	80,793	78,085	75,376
Colima	13,199	12,748	12,287	11,830	11,374	10,918	10,462	10,006	9,549	9,093
Chiapas	228,976	219,757	210,518	201,289	192,060	182,832	173,603	164,374	155,145	145,916
Chihuahua	174,791	169,701	164,591	159,491	154,391	149,291	144,190	139,090	133,990	128,890
Distrito Federal*	5,209	5,123	5,035	4,947	4,860	4,772	4,685	4,597	4,510	4,422
Durango	162,705	156,982	151,249	145,520	139,792	134,063	128,335	122,606	116,878	111,150
Guanajuato	119,459	116,429	113,389	110,354	107,318	104,283	101,248	98,213	95,178	92,142
Guerrero	147,654	144,083	140,492	136,910	133,329	129,748	126,166	122,585	119,003	115,422
Hidalgo	67,923	66,270	64,617	62,964	61,311	59,658	58,005	56,352	54,699	53,046
Jalisco	183,487	175,864	168,241	160,618	152,994	145,371	137,748	130,125	122,501	114,878
México	123,299	120,417	117,535	114,654	111,772	108,890	106,008	103,127	100,245	97,363
Michoacán	180,957	173,816	166,665	159,519	152,373	145,227	138,081	130,935	123,789	116,644
Morelos	31,641	30,641	29,651	28,657	27,662	26,668	25,673	24,679	23,684	22,690
Nayarit	72,375	69,526	66,657	63,798	60,939	58,080	55,220	52,361	49,502	46,643
Nuevo León	57,721	56,542	55,364	54,185	53,007	51,828	50,650	49,471	48,293	47,114
Oaxaca	128,272	123,681	119,080	114,484	109,888	105,292	100,696	96,100	91,504	86,909
Puebla	110,798	108,199	105,600	103,001	100,402	97,803	95,204	92,605	90,006	87,407
Querétaro	33,281	32,353	31,435	30,513	29,590	28,668	27,745	26,823	25,900	24,978
Quintana Roo	9,073	8,684	8,285	7,890	7,496	7,101	6,707	6,312	5,918	5,523
San Luis Potosí	135,918	132,081	128,224	124,376	120,529	116,682	112,834	108,987	105,139	101,292
Sinaloa	69,349	66,253	63,147	60,047	56,946	53,845	50,745	47,644	44,543	41,442
Sonora	88,985	86,692	84,389	82,091	79,793	77,495	75,197	72,899	70,601	68,303
Tabasco	101,732	97,396	93,070	88,738	84,407	80,076	75,744	71,413	67,082	62,750
Tamaulipas	71,882	69,438	66,984	64,536	62,087	59,638	57,190	54,741	52,292	49,843
Tlaxcala	23,139	22,482	21,825	21,169	20,512	19,855	19,198	18,542	17,885	17,228
Veracruz	309,678	298,494	287,310	276,126	264,941	253,757	242,573	231,389	220,204	209,020
Yucatán	21,128	20,266	19,414	18,557	17,701	16,844	15,987	15,130	14,273	13,417
Zacatecas	153,158	147,869	142,580	137,291	132,001	126,712	121,423	116,134	110,844	105,555
Total	3,003,016	2,904,594	2,806,012	2,707,507	2,609,001	2,510,498	2,411,992	2,313,489	2,214,981	2,116,477

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 35. Población de [3A1f] Caballos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Agascalientes	14,449	13,950	13,451	12,952	12,453	11,954	11,455	10,951	10,457	9,958
Baja California	9,358	9,352	9,346	9,340	9,334	9,328	9,322	9,316	9,311	9,305
Baja California Sur	7,062	6,959	6,856	6,753	6,649	6,546	6,443	6,350	6,237	6,134
Campeche	29,434	28,325	27,216	26,106	24,997	23,888	22,778	21,664	20,560	19,450
Coahuila	72,668	69,960	67,252	64,544	61,836	59,127	56,419	53,716	51,003	48,295
Colima	8,637	8,181	7,725	7,268	6,812	6,356	5,900	5,449	4,987	4,531
Chiapas	136,687	127,458	118,229	109,000	99,772	90,543	81,314	72,095	62,856	53,627
Chihuahua	123,790	118,690	113,590	108,489	103,389	98,289	93,189	88,099	82,989	77,889
Distrito Federal*	4,335	4,248	4,160	4,073	3,985	3,898	3,810	3,724	3,635	3,548
Durango	105,421	99,693	93,964	88,236	82,507	76,779	71,050	65,327	59,594	53,865
Guanajuato	89,107	86,072	83,037	80,002	76,967	73,931	70,896	67,866	64,826	61,791
Guerrero	111,841	108,259	104,678	101,096	97,515	93,934	90,352	86,781	83,190	79,608
Hidalgo	51,393	49,740	48,087	46,434	44,781	43,128	41,475	39,822	38,169	36,516
Jalisco	107,255	99,632	92,008	84,385	76,762	69,139	61,515	53,892	46,269	38,646
México	94,481	91,600	88,718	85,836	82,954	80,073	77,191	74,309	71,427	68,546
Michoacán	109,498	102,352	95,206	88,060	80,914	73,768	66,622	59,481	52,330	45,184
Morelos	21,695	20,700	19,706	18,711	17,717	16,722	15,728	14,728	13,738	12,744
Nayarit	43,784	40,925	38,066	35,206	32,347	29,488	26,629	23,780	20,911	18,052
Nuevo León	45,936	44,757	43,579	42,400	41,222	40,043	38,865	37,686	36,508	35,329
Oaxaca	82,313	77,717	73,121	68,525	63,929	59,333	54,737	50,146	45,545	40,949
Puebla	84,808	82,209	79,610	77,011	74,412	71,813	69,214	66,615	64,016	61,417
Querétaro	24,055	23,132	22,210	21,287	20,365	19,442	18,520	17,592	16,674	15,752
Quintana Roo	5,129	4,735	4,340	3,946	3,551	3,157	2,762	2,373	1,973	1,579
San Luis Potosí	97,445	93,597	89,750	85,902	82,055	78,208	74,360	70,523	66,666	62,818
Sinaloa	38,342	35,241	32,140	29,040	25,939	22,838	19,738	16,642	13,536	10,436
Sonora	66,006	63,708	61,410	59,112	56,814	54,516	52,218	49,925	47,622	45,324
Tabasco	58,419	54,088	49,757	45,425	41,094	36,763	32,431	28,095	23,769	19,437
Tamaulipas	47,395	44,946	42,497	40,049	37,600	35,151	32,703	30,259	27,805	25,357
Tlaxcala	16,571	15,915	15,258	14,601	13,944	13,288	12,631	11,974	11,317	10,661
Veracruz	197,836	186,652	175,467	164,283	153,099	141,915	130,730	119,546	108,362	97,178
Yucatán	12,560	11,703	10,846	9,989	9,132	8,276	7,419	6,557	5,705	4,848
Zacatecas	100,266	94,977	89,687	84,398	79,109	73,820	68,530	63,241	57,952	52,663
Total	2,017,976	1,919,473	1,820,967	1,722,459	1,623,956	1,525,454	1,426,946	1,328,524	1,229,939	1,131,437

\* Ciudad de México, a partir del 15 de febrero de 2016.

**Tabla 36. Población de [3A1f] Caballos, 2010-2015**

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	9,459	8,960	8,461	8,710.50	8,585.75	8,648.13
Baja California	9,299	9,293	9,287	9,290	9,288.50	9,289.25
Baja California Sur	6,031	5,928	5,824	5,876	5,850	5,863
Campeche	18,341	17,232	16,122	16,677	16,399.50	16,538.25
Coahuila	45,586	42,878	40,170	41,524	40,847	41,185.50
Colima	4,075	3,619	3,163	3,391	3,277	3,334
Chiapas	44,398	35,169	25,941	30,555	28,248	29,401.50
Chihuahua	72,789	67,688	62,588	65,138	63,863	64,500.50
Distrito Federal*	3,461	3,373	3,286	3,329.50	3,307.75	3,318.63
Durango	48,137	42,408	36,680	39,544	38,112	38,828
Guanajuato	58,755	55,720	52,685	54,202.50	53,443.75	53,823.13
Guerrero	76,027	72,445	68,864	70,654.50	69,759.25	70,206.88
Hidalgo	34,863	33,210	31,557	32,383.50	31,970.25	32,176.88
Jalisco	31,022	23,399	15,776	19,587.50	17,681.75	18,634.63
México	65,664	62,782	59,900	61,341	60,620.50	60,980.75
Michoacán	38,038	30,892	23,746	27,319	25,532.50	26,425.75
Morelos	11,749	10,755	9,760	10,257.50	10,008.75	10,133.13
Nayarit	15,193	12,333	9,474	10,903.50	10,188.75	10,546.13
Nuevo León	34,151	32,972	31,794	32,383	32,088.50	32,235.75
Oaxaca	36,353	31,757	27,161	29,459	28,310	28,884.50
Puebla	58,818	56,219	53,620	54,919.50	54,269.75	54,594.63
Querétaro	14,829	13,907	12,984	13,445.50	13,214.75	13,330.13
Quintana Roo	1,185	790	396	593	494.50	543.75
San Luis Potosí	58,971	55,123	51,276	53,199.50	52,237.75	52,718.63
Sinaloa	7,335	4,234	1,134	2,684	1,909	2,296.50
Sonora	43,026	40,728	38,430	39,579	39,004.50	39,291.75
Tabasco	15,106	10,775	6,443	8,609	7,526	8,067.50
Tamaulipas	22,908	20,459	18,011	19,235	18,623	18,929
Tlaxcala	10,004	9,347	8,690	9,018.50	8,854.25	8,936.38
Veracruz	85,993	74,809	63,625	69,217	66,421	67,819
Yucatán	3,992	3,135	2,278	2,706.50	2,492.25	2,599.38
Zacatecas	47,373	42,084	36,795	39,439.50	38,117.25	38,778.38
Total	1,032,931	934,423	835,921	885,172	860,546.50	872,859.25

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3A1g] Mulass y asnos

Para estimar las emisiones de las mulas y asnos se utilizaron los datos de los censos agropecuarios de INEGI en 1991 y 2007 (INEGI, 2007); a partir de esta información se realizó un ejercicio de media móvil (*moving average*) para tener una aproximación de

la población y así completar la serie histórica. La información utilizada se muestra en las **Tablas 37 a 42**. Para determinar el peso promedio se utilizó juicio de experto y se fijó en 350 kg para las mulas y en 250 kg para los asnos, en toda la serie.

Tabla 37. Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 1990 a 1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	7,972	7,587	7,202	6,818	6,433	6,049	5,664	5,280	4,895	4,511
Baja California	585	560	535	509	484	459	434	409	384	359
Baja California Sur	2,464	2,435	2,406	2,377	2,348	2,319	2,291	2,262	2,233	2,204
Campeche	2,165	2,071	1,956	1,851	1,747	1,642	1,538	1,433	1,328	1,224
Coahuila	13,326	12,786	12,246	11,706	11,165	10,625	10,085	9,545	9,004	8,464
Colima	4,734	4,538	4,333	4,132	3,931	3,730	3,529	3,328	3,127	2,926
Chiapas	40,211	38,275	36,319	34,373	32,427	30,482	28,536	26,590	24,644	22,698
Chihuahua	35,821	34,379	32,917	31,466	30,014	28,563	27,111	25,659	24,208	22,756
Distrito Federal*	1,312	1,263	1,213	1,163	1,113	1,063	1,014	964	914	865
Durango	58,962	56,525	54,078	51,637	49,195	46,753	44,312	41,870	39,428	36,986
Guanajuato	47,326	45,461	43,576	41,700	39,825	37,950	36,074	34,199	32,323	30,448
Guerrero	54,230	52,705	51,170	49,641	48,111	46,581	45,052	43,522	41,992	40,463
Hidalgo	19,657	18,861	18,065	17,269	16,472	15,676	14,880	14,084	13,287	12,491
Jalisco	58,861	56,204	53,547	50,891	48,234	45,577	42,920	40,264	37,607	34,950
México	25,457	24,376	23,285	22,199	21,112	20,026	18,940	17,854	16,768	15,682
Michoacán	38,458	36,747	35,026	33,310	31,593	29,877	28,161	26,445	24,729	23,013
Morelos	12,024	11,489	10,964	10,433	9,903	9,373	8,842	8,312	7,782	7,252
Nayarit	28,627	27,498	26,349	25,211	24,072	22,934	21,795	20,656	19,518	18,379
Nuevo León	9,479	9,189	8,900	8,611	8,322	8,032	7,743	7,454	7,165	6,875
Oaxaca	35,454	33,956	32,468	30,976	29,483	27,991	26,498	25,006	23,513	22,021
Puebla	62,221	59,819	57,417	55,015	52,613	50,211	47,809	45,407	43,005	40,603
Querétaro	8,066	7,719	7,382	7,041	6,699	6,357	6,015	5,673	5,332	4,990
Quintana Roo	605	581	537	503	469	436	402	368	334	300
San Luis Potosí	31,119	29,924	28,739	27,550	26,360	25,171	23,981	22,792	21,602	20,413
Sinaloa	35,333	33,678	32,033	30,383	28,734	27,084	25,434	23,784	22,134	20,485
Sonora	15,231	14,667	14,093	13,525	12,956	12,387	11,819	11,250	10,681	10,113
Tabasco	2,579	2,458	2,346	2,230	2,114	1,998	1,881	1,765	1,649	1,532
Tamaulipas	9,892	9,565	9,229	8,897	8,565	8,233	7,902	7,570	7,238	6,907
Tlaxcala	18,222	17,471	16,700	15,938	15,177	14,416	13,654	12,893	12,131	11,370
Veracruz	37,916	36,414	34,922	33,426	31,929	30,433	28,936	27,440	25,943	24,447
Yucatán	2,181	2,056	1,941	1,822	1,702	1,582	1,462	1,342	1,223	1,103
Zacatecas	60,605	57,711	54,827	51,938	49,050	46,161	43,272	40,383	37,494	34,606
Total	781,095	748,968	716,721	684,541	652,352	620,171	587,986	555,803	523,615	491,436

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 38. Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	4,126	3,741	3,357	2,972	2,588	2,203	1,819	1,434	1,050	665
Baja California	334	309	284	259	234	209	184	159	133	108
Baja California Sur	2,175	2,146	2,117	2,088	2,060	2,031	2,002	1,973	1,944	1,915
Campeche	1,119	1,014	910	805	700	596	491	397	282	177
Coahuila	7,924	7,384	6,843	6,303	5,763	5,223	4,682	4,142	3,602	3,062
Colima	2,725	2,524	2,323	2,122	1,921	1,720	1,519	1,323	1,117	917
Chiapas	20,752	18,806	16,860	14,914	12,969	11,023	9,077	7,141	5,185	3,239
Chihuahua	21,304	19,853	18,401	16,949	15,498	14,046	12,595	11,153	9,691	8,240
Distrito Federal*	815	765	716	666	616	567	517	468	417	368
Durango	34,545	32,103	29,661	27,220	24,778	22,336	19,895	17,458	15,011	12,570
Guanajuato	28,573	26,697	24,822	22,946	21,071	19,196	17,320	15,455	13,570	11,694
Guerrero	38,933	37,403	35,873	34,344	32,814	31,284	29,755	28,230	26,695	25,166
Hidalgo	11,695	10,899	10,102	9,306	8,510	7,714	6,917	6,121	5,325	4,529
Jalisco	32,293	29,637	26,980	24,323	21,666	19,010	16,353	13,696	11,039	8,383
México	14,595	13,509	12,423	11,337	10,251	9,164	8,078	6,997	5,906	4,820
Michoacán	21,296	19,580	17,864	16,148	14,432	12,715	10,999	9,288	7,567	5,851
Morelos	6,721	6,191	5,661	5,130	4,600	4,070	3,539	3,004	2,479	1,948
Nayarit	17,240	16,102	14,963	13,824	12,686	11,547	10,409	9,280	8,131	6,993
Nuevo León	6,586	6,297	6,008	5,718	5,429	5,140	4,851	4,561	4,272	3,983
Oaxaca	20,528	19,035	17,543	16,050	14,558	13,065	11,573	10,075	8,587	7,095
Puebla	38,201	35,799	33,397	30,995	28,593	26,191	23,789	21,387	18,985	16,583
Querétaro	4,648	4,306	3,964	3,623	3,281	2,939	2,597	2,250	1,914	1,572
Quintana Roo	266	232	198	164	131	97	63	39	0	0
San Luis Potosí	19,223	18,033	16,844	15,654	14,465	13,275	12,086	10,891	9,706	8,517
Sinaloa	18,835	17,185	15,535	13,885	12,235	10,586	8,936	7,281	5,636	3,986
Sonora	9,544	8,975	8,406	7,838	7,269	6,700	6,132	5,568	4,994	4,426
Tabasco	1,416	1,300	1,183	1,067	951	834	718	597	486	369
Tamaulipas	6,575	6,243	5,912	5,580	5,248	4,917	4,585	4,258	3,921	3,590
Tlaxcala	10,609	9,847	9,086	8,324	7,563	6,802	6,040	5,289	4,518	3,756
Veracruz	22,950	21,453	19,957	18,460	16,964	15,467	13,971	12,469	10,977	9,481
Yucatán	983	863	743	624	504	384	264	139	25	0
Zacatecas	31,717	28,828	25,939	23,050	20,161	17,273	14,384	11,490	8,606	5,717
Total	459,246	427,059	394,875	362,688	330,509	298,324	266,140	234,013	201,771	169,720

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 39. Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	280	0	0	0	0	0
Baja California	83	58	33	46	39	42
Baja California Sur	1,886	1,857	1,829	1,843	1,836	1,840
Campeche	73	0	0	0	0	0
Coahuila	2,521	1,981	1,441	1,711	1,576	1,644
Colima	716	515	314	415	364	389
Chiapas	1,293	0	0	0	0	0
Chihuahua	6,788	5,336	3,885	4,611	4,248	4,429
Distrito Federal*	318	268	219	244	231	237
Durango	10,128	7,686	5,245	6,466	5,855	6,160
Guanajuato	9,819	7,943	6,068	7,006	6,537	6,771
Guerrero	23,636	22,106	20,577	21,342	20,959	21,150
Hidalgo	3,732	2,936	2,140	2,538	2,339	2,439
Jalisco	5,726	3,069	412	1,741	1,076	1,408
México	3,733	2,647	1,561	2,104	1,833	1,968
Michoacán	4,134	2,418	702	1,560	1,131	1,346
Morelos	1,418	888	357	623	490	556
Nayarit	5,854	4,715	3,577	4,146	3,862	4,004
Nuevo León	3,694	3,404	3,115	3,260	3,187	3,223
Oaxaca	5,602	4,110	2,617	3,364	2,990	3,177
Puebla	14,181	11,779	9,377	10,578	9,978	10,278
Querétaro	1,230	888	546	717	632	674
Quintana Roo	0	0	0	0	0	0
San Luis Potosí	7,327	6,138	4,948	5,543	5,246	5,394
Sinaloa	2,337	687	0	344	172	258
Sonora	3,857	3,288	2,720	3,004	2,862	2,933
Tabasco	253	137	20	79	49	64
Tamaulipas	3,258	2,926	2,595	2,761	2,678	2,719
Tlaxcala	2,995	2,233	1,472	1,853	1,662	1,757
Veracruz	7,984	6,488	4,991	5,740	5,365	5,552
Yucatán	0	0	0	0	0	0
Zacatecas	2,829	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>137,685</b>	<b>106,501</b>	<b>80,761</b>	<b>93,631</b>	<b>87,196</b>	<b>90,414</b>

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 40. Población de asnos en [3A1g] Mulass y asnos, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Agascalientes	7,688	7,370	7,052	6,734	6,417	6,099	5,781	5,463	5,146	4,828
Baja California	573	571	569	567	565	563	561	559	557	554
Baja California Sur	3,725	3,690	3,654	3,618	3,582	3,546	3,511	3,475	3,439	3,404
Campeche	501	478	456	434	411	389	366	344	321	299
Coahuila	27,567	26,823	26,080	25,336	24,593	23,849	23,106	22,362	21,619	20,875
Colima	2,047	1,986	1,924	1,862	1,800	1,738	1,676	1,614	1,552	1,490
Chiapas	44,132	42,325	40,528	38,726	36,925	35,123	33,321	31,519	29,717	27,916
Chihuahua	51,442	49,499	47,566	45,629	43,691	41,754	39,816	37,879	35,941	34,004
Distrito Federal*	837	805	774	743	711	680	649	617	586	554
Durango	59,808	57,271	54,724	52,182	49,639	47,097	44,555	42,013	39,471	36,928
Guanajuato	72,680	70,271	67,872	65,467	63,063	60,659	58,254	55,850	53,446	51,042
Guerrero	172,001	167,367	162,713	158,068	153,424	148,780	144,135	139,491	134,846	130,202
Hidalgo	78,708	75,267	71,836	68,400	64,965	61,529	58,093	54,657	51,221	47,786
Jalisco	55,512	52,897	50,292	47,682	45,072	42,462	39,852	37,242	34,632	32,022
México	107,739	103,821	99,893	95,970	92,047	88,124	84,201	80,278	76,355	72,432
Michoacán	71,436	68,298	65,150	62,007	58,863	55,720	52,577	49,434	46,291	43,147
Morelos	9,024	8,691	8,349	8,011	7,673	7,335	6,998	6,660	6,322	5,985
Nayarit	17,060	16,426	15,782	15,144	14,505	13,866	13,228	12,589	11,950	11,312
Nuevo León	25,301	24,354	23,407	22,460	21,512	20,565	19,618	18,671	17,723	16,776
Oaxaca	212,077	203,778	195,489	187,195	178,902	170,608	162,314	154,020	145,726	137,433
Puebla	165,033	159,028	153,033	147,033	141,034	135,034	129,034	123,034	117,034	111,034
Querétaro	30,104	28,874	27,644	26,415	25,185	23,955	22,725	21,496	20,266	19,036
Quintana Roo	117	111	106	101	96	90	85	80	75	69
San Luis Potosí	78,681	75,998	73,315	70,632	67,949	65,266	62,583	59,900	57,217	54,534
Sinaloa	36,971	35,161	33,341	31,526	29,710	27,895	26,080	24,265	22,450	20,635
Sonora	16,311	15,731	15,131	14,541	13,951	13,362	12,772	12,182	11,592	11,002
Tabasco	882	836	788	740	693	646	599	552	505	458
Tamaulipas	24,518	23,605	22,672	21,749	20,826	19,904	18,981	18,058	17,135	16,212
Tlaxcala	27,459	26,208	24,957	23,707	22,456	21,205	19,954	18,704	17,453	16,202
Veracruz	113,375	109,433	105,491	101,549	97,606	93,664	89,722	85,780	81,837	77,895
Yucatán	400	379	358	337	316	295	275	254	233	212
Zacatecas	72,881	69,766	66,661	63,551	60,442	57,332	54,222	51,112	48,002	44,893
Total	1,586,590	1,527,118	1,467,607	1,408,116	1,348,624	1,289,134	1,229,644	1,170,154	1,110,660	1,051,171

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 41. Población de asnos en [3A1g] Mulas y asnos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	4,510	4,192	3,875	3,557	3,239	2,921	2,604	2,286	1,968	1,650
Baja California	552	550	548	546	544	542	540	538	536	534
Baja California Sur	3,368	3,332	3,297	3,261	3,225	3,190	3,154	3,119	3,082	3,047
Campeche	276	254	231	209	186	164	141	118	96	74
Coahuila	20,132	19,388	18,645	17,901	17,158	16,414	15,671	14,927	14,184	13,440
Colima	1,428	1,366	1,304	1,242	1,180	1,118	1,056	995	932	871
Chiapas	26,114	24,312	22,510	20,708	18,906	17,105	15,303	13,496	11,699	9,897
Chihuahua	32,066	30,128	28,191	26,253	24,316	22,378	20,441	18,498	16,565	14,628
Distrito Federal*	523	492	460	429	398	366	335	303	272	241
Durango	34,386	31,844	29,302	26,760	24,218	21,675	19,133	16,596	14,049	11,507
Guanajuato	48,637	46,233	43,829	41,424	39,020	36,616	34,211	31,802	29,403	26,998
Guerrero	125,558	120,913	116,269	111,624	106,980	102,336	97,691	93,057	88,403	83,758
Hidalgo	44,350	40,914	37,478	34,042	30,606	27,171	23,735	20,294	16,863	13,427
Jalisco	29,411	26,801	24,191	21,581	18,971	16,361	13,751	11,136	8,531	5,921
México	68,510	64,587	60,664	56,741	52,818	48,895	44,972	41,054	37,126	33,203
Michoacán	40,004	36,861	33,718	30,575	27,432	24,288	21,145	18,007	14,859	11,716
Morelos	5,647	5,309	4,972	4,634	4,296	3,959	3,621	3,288	2,945	2,608
Nayarit	10,673	10,034	9,395	8,757	8,118	7,479	6,841	6,207	5,563	4,925
Nuevo León	15,829	14,882	13,934	12,987	12,040	11,093	10,145	9,198	8,251	7,304
Oaxaca	129,139	120,845	112,551	104,257	95,963	87,670	79,376	71,077	62,788	54,494
Puebla	105,035	99,035	93,035	87,035	81,035	75,036	69,036	63,031	57,036	51,036
Querétaro	17,806	16,577	15,347	14,117	12,887	11,658	10,428	9,198	7,968	6,739
Quintana Roo	64	59	54	48	43	38	33	27	22	17
San Luis Potosí	51,851	49,168	46,485	43,802	41,119	38,436	35,753	33,070	30,387	27,704
Sinaloa	18,819	17,004	15,189	13,374	11,559	9,743	7,928	6,118	4,298	2,483
Sonora	10,412	9,822	9,232	8,642	8,053	7,463	6,873	6,293	5,693	5,103
Tabasco	411	364	317	270	223	176	129	83	34	0
Tamaulipas	15,289	14,366	13,443	12,520	11,598	10,675	9,752	8,839	7,906	6,983
Tlaxcala	14,951	13,701	12,450	11,199	9,948	8,698	7,447	6,196	4,945	3,695
Veracruz	73,953	70,011	66,068	62,126	58,184	54,242	50,299	46,357	42,415	38,473
Yucatán	191	170	149	128	108	87	66	45	24	3
Zacatecas	41,783	38,673	35,563	32,453	29,343	26,234	23,124	20,009	16,904	13,794
Total	991,678	932,187	872,696	813,202	753,714	694,227	634,734	575,262	515,747	456,273

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 42. Población de asnos en [3A1g] Mulas y asnos, 2010-2015**

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	1,333	1,015	697	856	777	816
Baja California	532	530	528	529	529	529
Baja California Sur	3,011	2,975	2,940	2,958	2,949	2,953
Campeche	51	29	6	18	12	15
Coahuila	12,697	11,953	11,210	11,582	11,396	11,489
Colima	809	747	685	716	701	708
Chiapas	8,096	6,294	4,492	5,393	4,943	5,168
Chihuahua	12,690	10,753	8,815	9,784	9,300	9,542
Distrito Federal*	209	178	147	163	155	159
Durango	8,964	6,422	3,880	5,151	4,516	4,833
Guanajuato	24,594	22,190	19,785	20,988	20,386	20,687
Guerrero	79,114	74,469	69,825	72,147	70,986	71,567
Hidalgo	9,992	6,556	3,120	4,838	3,979	4,409
Jalisco	3,311	701	0	351	175	263
México	29,280	25,357	21,434	23,396	22,415	22,905
Michoacán	8,572	5,429	2,286	3,858	3,072	3,465
Morelos	2,270	1,932	1,595	1,764	1,679	1,721
Nayarit	4,286	3,647	3,009	3,328	3,169	3,248
Nuevo León	6,356	5,409	4,462	4,936	4,699	4,817
Oaxaca	46,201	37,907	29,613	33,760	31,687	32,723
Puebla	45,037	39,037	33,037	36,037	34,537	35,287
Querétaro	5,509	4,279	3,049	3,664	3,357	3,510
Quintana Roo	12	6	1	4	2	3
San Luis Potosí	25,021	22,338	19,655	20,997	20,326	20,661
Sinaloa	667	0	0	0	0	0
Sonora	4,513	3,923	3,334	3,629	3,481	3,555
Tabasco	0	0	0	0	0	0
Tamaulipas	6,060	5,137	4,215	4,676	4,446	4,561
Tlaxcala	2,444	1,193	0	597	298	447
Veracruz	34,530	30,588	26,646	28,617	27,632	28,124
Yucatán	0	0	0	0	0	0
Zacatecas	10,685	7,575	4,465	6,020	5,243	5,631
Total	396,846	338,569	282,931	310,750	296,841	303,795

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3A1h] Porcinos

Para estimar el inventario de emisiones de los porcinos en México se consideraron los datos de actividad de la población (Tablas 43 a 45), la producción en toneladas de peso vivo por entidad federativa (Tablas 49 a 51) y los pesos promedio (Tablas 46 a

48) de los animales antes del sacrificio. La información proviene del SIACON para los años 1990 a 2014 (SIAP, 2017), mientras que la información de 2015 proviene de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017).

Tabla 43. Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	52,421	47,941	42,300	49,400	48,000	47,000	47,100	47,800	47,800	47,800
Baja California	45,296	41,460	31,520	33,220	25,750	28,962	25,061	25,789	24,414	24,414
Baja California Sur	26,024	24,857	23,056	33,177	36,901	37,518	36,960	23,105	21,908	23,141
Campeche	110,349	96,758	95,076	152,600	157,227	161,497	146,221	150,653	136,910	137,478
Coahuila	144,928	130,586	121,896	78,763	69,413	59,873	56,861	67,674	46,281	57,244
Colima	53,320	45,253	46,372	33,674	36,700	38,000	38,165	18,590	21,987	20,673
Chiapas	1,262,447	1,218,909	1,239,940	1,505,419	1,505,419	1,354,655	1,210,120	615,840	635,210	670,643
Chihuahua	327,737	329,520	356,797	474,853	461,219	377,797	222,451	212,000	208,185	211,620
Distrito Federal*	35,780	28,723	29,741	24,300	22,800	19,942	20,340	20,110	36,627	35,910
Durango	233,711	229,630	232,159	238,261	232,070	225,458	196,640	217,678	209,919	191,443
Guanajuato	852,796	751,912	729,036	870,198	870,198	886,158	890,000	870,000	1,068,638	1,057,200
Guerrero	767,446	718,846	736,260	907,823	937,781	961,225	985,256	1,009,887	835,134	853,773
Hidalgo	392,037	326,397	347,387	414,165	428,205	429,874	417,179	418,016	413,208	414,253
Jalisco	2,463,899	2,255,570	2,164,635	2,583,769	2,507,039	2,552,082	2,424,478	3,010,002	2,234,659	2,289,912
México	753,505	627,054	543,134	652,600	655,800	675,470	695,811	480,000	698,365	706,745
Michoacán	1,278,970	1,045,726	978,289	1,185,810	1,196,856	897,642	897,644	905,950	794,711	862,874
Morelos	75,666	55,003	61,745	76,256	76,901	75,361	72,347	78,682	78,702	82,431
Nayarit	202,411	174,681	166,152	265,657	248,605	242,815	192,634	51,320	49,870	60,254
Nuevo León	178,235	183,732	150,225	179,000	222,207	222,176	222,176	244,000	278,395	263,637
Oaxaca	760,532	721,760	749,161	840,560	819,546	801,516	807,928	815,360	823,514	830,926
Puebla	512,046	506,683	505,180	368,375	372,796	377,270	381,979	1,134,032	1,217,199	1,227,545
Querétaro	167,878	140,965	154,998	164,324	165,163	165,493	165,493	177,050	177,050	208,130
Quintana Roo	144,447	152,347	167,556	166,600	166,000	143,000	143,000	131,200	166,172	188,130
San Luis Potosí	215,927	206,264	198,286	167,215	164,198	165,966	170,348	184,500	158,913	150,843
Sinaloa	323,262	288,536	271,860	461,937	463,556	453,822	449,925	416,000	423,594	403,307
Sonora	1,156,048	1,184,236	1,201,157	1,130,800	1,130,800	1,155,500	1,278,917	1,321,520	1,151,525	1,195,000
Tabasco	390,914	337,697	310,753	344,840	333,177	302,950	272,883	271,308	257,056	282,476
Tamaulipas	205,021	191,996	141,150	181,207	177,496	169,407	176,067	178,014	148,057	146,762
Tlaxcala	222,798	202,727	250,922	268,921	277,440	273,593	203,722	129,837	135,500	120,511
Veracruz	1,185,165	1,096,664	1,057,194	1,261,000	1,265,000	1,266,000	1,128,474	1,071,287	1,040,007	1,153,432
Yucatán	293,822	286,295	364,501	748,024	898,266	1,027,159	1,114,737	1,129,780	1,135,640	1,185,650
Zacatecas	368,162	310,469	301,899	328,893	321,059	328,162	314,379	307,879	296,382	256,676
Total	15,203,000	13,959,197	13,770,337	16,191,641	16,293,588	15,923,343	15,405,296	15,734,863	14,971,532	15,360,833

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 44. Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	47,800	48,200	55,543	48,200	51,404	92,726	98,184	104,526	105,226	104,045
Baja California	22,212	20,484	20,007	18,319	17,470	12,231	10,157	12,076	13,154	14,294
Baja California Sur	22,703	22,124	23,864	15,576	14,927	16,076	16,294	20,583	20,170	20,535
Campeche	96,595	106,001	106,060	105,426	114,082	105,823	100,719	101,208	102,613	98,613
Coahuila	56,878	65,367	69,262	72,461	81,203	77,845	71,562	81,594	78,737	74,547
Colima	16,410	16,832	18,048	25,171	27,305	26,265	26,924	40,022	44,505	39,705
Chiapas	681,236	689,663	674,822	706,312	724,661	735,496	761,730	776,864	780,429	795,557
Chihuahua	163,982	193,589	194,895	238,721	248,992	215,873	240,196	241,828	263,104	249,395
Distrito Federal*	35,910	32,000	32,931	25,616	29,030	30,172	18,408	19,355	19,973	18,009
Durango	187,353	191,264	186,593	186,210	177,943	183,014	180,571	186,571	172,619	180,723
Guanajuato	1,077,805	1,026,435	970,557	937,072	947,253	1,016,251	1,009,202	1,021,211	987,938	1,075,531
Guerrero	844,763	814,752	855,638	853,056	852,296	832,191	812,089	804,998	801,193	793,588
Hidalgo	420,077	409,421	417,639	418,322	414,513	438,842	459,162	478,312	428,302	380,261
Jalisco	2,288,646	2,287,151	2,235,700	2,113,685	2,202,989	2,298,151	2,313,648	2,423,648	2,595,303	2,444,545
México	651,133	595,521	603,381	523,467	539,569	542,716	546,276	525,115	461,067	416,469
Michoacán	880,739	873,066	855,516	804,554	811,145	736,350	732,316	721,541	720,784	729,718
Morelos	83,631	88,343	84,326	79,645	82,727	88,683	91,006	90,105	92,605	70,269
Nayarit	68,708	67,529	65,905	67,416	70,389	72,656	72,583	75,057	71,101	68,120
Nuevo León	232,000	231,500	236,650	230,425	220,111	203,529	196,576	201,771	198,381	211,778
Oaxaca	839,235	848,466	837,305	838,059	877,977	741,651	746,713	755,630	760,016	731,582
Puebla	1,227,891	1,215,585	1,187,315	1,107,142	1,108,362	1,214,441	1,232,489	1,245,369	1,143,843	1,213,766
Querétaro	206,269	245,331	240,360	235,462	226,854	208,539	205,293	219,032	226,567	239,031
Quintana Roo	217,195	213,580	224,030	202,462	206,560	200,502	155,185	166,385	154,696	149,499
San Luis Potosí	185,419	187,064	204,691	208,112	302,479	289,073	306,510	224,770	226,027	245,305
Sinaloa	379,746	375,182	373,742	359,138	393,046	384,845	392,669	354,121	363,219	371,922
Sonora	1,208,092	1,168,890	1,143,378	1,181,339	1,206,508	1,279,254	1,280,532	1,356,931	1,392,203	1,611,101
Tabasco	287,452	287,272	289,338	277,293	318,271	328,598	350,274	298,081	280,292	281,351
Tamaulipas	219,673	222,041	230,255	246,319	312,974	351,684	361,175	376,416	390,876	363,229
Tlaxcala	138,175	166,068	134,050	145,742	163,466	165,514	153,824	183,554	195,994	192,611
Veracruz	1,175,206	1,168,241	1,167,888	1,086,834	1,015,168	1,094,417	1,070,316	1,039,241	1,010,358	988,974
Yucatán	1,181,810	1,154,938	1,149,175	1,056,036	1,186,964	992,898	1,005,202	900,587	898,729	894,505
Zacatecas	245,763	237,463	234,021	211,607	230,184	230,004	239,601	227,229	230,607	199,407
Total	15,390,507	15,269,363	15,122,885	14,625,199	15,176,822	15,206,310	15,257,386	15,273,731	15,230,631	15,267,985

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 45. Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	108,045	109,263	113,035	117,667	114,950	174,740
Baja California	14,235	14,087	13,704	14,634	14,358	10,162
Baja California Sur	20,598	21,190	20,931	19,214	19,449	13,491
Campeche	97,313	98,306	102,586	114,867	100,139	72,782
Coahuila	76,067	76,090	76,180	73,754	76,686	102,278
Colima	39,056	38,695	39,987	40,319	49,001	790,102
Chiapas	771,465	772,644	762,681	775,813	751,593	369,294
Chihuahua	255,919	252,303	183,116	198,198	148,293	88,360
Distrito Federal*	16,358	16,506	15,608	21,108	23,184	21,821
Durango	179,983	177,080	162,208	153,617	140,167	59,223
Guanajuato	1,090,531	1,093,700	924,366	931,184	935,149	1,343,995
Guerrero	829,781	830,173	788,118	763,410	743,154	315,828
Hidalgo	311,265	311,265	311,550	281,803	273,636	165,006
Jalisco	2,536,695	2,567,226	2,687,973	2,805,528	2,772,762	3,093,056
México	416,709	418,709	418,636	423,467	426,986	283,870
Michoacán	742,386	740,040	728,925	744,102	729,654	640,973
Morelos	70,759	70,056	69,353	76,767	57,171	67,452
Nayarit	68,902	66,955	56,977	54,998	54,073	43,925
Nuevo León	222,098	226,194	300,714	288,187	223,156	267,417
Oaxaca	734,992	689,145	651,529	650,881	639,278	436,025
Puebla	1,228,019	1,246,589	1,315,873	1,462,369	1,628,686	2,017,734
Querétaro	240,296	245,083	309,778	315,752	322,324	264,226
Quintana Roo	146,966	145,935	112,008	105,536	63,139	84,767
San Luis Potosí	243,874	243,752	244,193	232,324	223,908	80,218
Sinaloa	374,777	381,832	387,996	371,830	362,217	242,084
Sonora	1,640,033	1,671,536	1,745,318	1,797,069	1,734,754	2,551,618
Tabasco	274,658	266,736	263,972	265,214	259,710	157,865
Tamaulipas	377,435	326,547	338,457	290,866	290,578	159,213
Tlaxcala	193,157	192,989	188,914	194,537	188,458	163,825
Veracruz	1,012,035	1,109,145	1,388,510	1,443,248	1,543,006	1,527,725
Yucatán	901,031	918,959	919,709	953,104	956,554	1,455,062
Zacatecas	199,974	208,530	214,994	220,258	232,507	124,361
Total	15,435,412	15,547,260	15,857,899	16,201,625	16,098,680	16,377,498

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 46. **Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999**

**kg**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75	102.75
Baja California	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59
Baja California Sur	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89	100.89
Campeche	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00	91.00
Coahuila	87.88	87.88	87.88	87.88	87.88	87.88	87.88	87.87	87.88	87.87
Colima	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20	96.20
Chiapas	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97	98.97
Chihuahua	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51	97.51
Distrito Federal*	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97	99.97
Durango	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93	93.93
Guanajuato	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15	99.15
Guerrero	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13	85.13
Hidalgo	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50	98.50
Jalisco	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58	107.58
México	98.27	98.27	98.27	98.27	98.27	98.27	98.27	98.27	98.27	98.28
Michoacán	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43	98.43
Morelos	78.45	78.45	78.45	78.45	78.45	78.45	78.45	78.45	78.46	78.45
Nayarit	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30	95.30
Nuevo León	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40	100.40
Oaxaca	83.09	83.09	83.09	83.09	83.09	83.09	83.09	83.09	83.09	83.08
Puebla	96.77	96.77	96.77	96.77	96.77	96.77	96.77	96.77	96.77	96.78
Querétaro	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01
Quintana Roo	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15	90.15
San Luis Potosí	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
Sinaloa	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55	104.55
Sonora	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63	100.63
Tabasco	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04	98.04
Tamaulipas	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36
Tlaxcala	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55	91.55
Veracruz	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40	97.40
Yucatán	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52	94.52
Zacatecas	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.10	101.09	101.10

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 47. **Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009**

**kg**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	102.75	102.76	102.73	102.79	102.68	102.90	102.45	103.35	105.02	105.06
Baja California	102.59	102.59	102.59	102.59	102.59	102.60	102.58	102.62	100.69	97.62
Baja California Sur	100.89	100.88	100.90	100.87	100.94	100.79	101.09	100.50	92.30	90.32
Campeche	91.00	91.01	90.99	91.02	90.96	91.09	90.82	91.35	90.63	90.52
Coahuila	87.88	87.87	87.89	87.85	87.92	87.79	88.04	87.54	85.37	86.32
Colima	96.20	96.19	96.22	96.17	96.27	96.07	96.47	95.67	100.18	100.84
Chiapas	98.98	98.96	98.99	98.93	99.06	98.79	99.33	98.25	96.08	96.90
Chihuahua	97.50	97.51	97.50	97.52	97.47	97.57	97.38	97.77	99.91	100.47
Distrito Federal*	99.97	99.97	99.98	99.97	99.98	99.96	100.00	99.92	100.05	99.81
Durango	93.92	93.94	93.91	93.97	93.84	94.11	93.56	94.66	83.89	80.11
Guanajuato	99.15	99.15	99.15	99.15	99.16	99.15	99.16	99.15	99.95	100.13
Guerrero	85.12	85.14	85.10	85.19	85.00	85.38	84.62	86.15	87.25	86.95
Hidalgo	98.50	98.50	98.51	98.49	98.52	98.46	98.59	98.32	100.57	103.56
Jalisco	107.58	107.58	107.58	107.59	107.56	107.63	107.49	107.76	107.63	107.89
México	98.27	98.28	98.26	98.31	98.21	98.40	98.02	98.79	101.21	101.20
Michoacán	98.43	98.44	98.42	98.45	98.39	98.51	98.27	98.76	95.55	95.53
Morelos	78.46	78.45	78.46	78.44	78.48	78.41	78.55	78.27	75.07	74.39
Nayarit	95.30	95.30	95.29	95.31	95.27	95.36	95.18	95.53	89.68	92.66
Nuevo León	100.40	100.41	100.39	100.42	100.36	100.48	100.25	100.72	101.28	100.46
Oaxaca	83.10	83.07	83.13	83.00	83.26	82.75	83.76	81.73	66.77	67.99
Puebla	96.76	96.79	96.74	96.84	96.64	97.05	96.23	97.87	96.98	94.17
Querétaro	98.01	98.01	98.01	98.01	98.01	98.00	98.01	97.99	99.33	99.70
Quintana Roo	90.15	90.15	90.16	90.14	90.17	90.12	90.22	90.02	89.72	89.31
San Luis Potosí	94.99	95.01	94.97	95.06	94.87	95.25	94.49	96.02	92.88	92.45
Sinaloa	104.56	104.55	104.56	104.53	104.60	104.47	104.72	104.21	105.30	105.57
Sonora	100.63	100.64	100.61	100.67	100.56	100.77	100.35	101.19	100.94	100.07
Tabasco	98.03	98.05	98.02	98.08	97.95	98.21	97.70	98.72	97.74	97.66
Tamaulipas	99.36	99.36	99.36	99.36	99.36	99.35	99.37	99.33	101.64	103.24
Tlaxcala	91.55	91.55	91.55	91.56	91.53	91.60	91.45	91.75	92.42	92.50
Veracruz	97.40	97.40	97.41	97.40	97.41	97.38	97.45	97.31	93.93	94.25
Yucatán	94.52	94.52	94.52	94.53	94.51	94.54	94.48	94.60	96.11	96.39
Zacatecas	101.09	101.11	101.06	101.17	100.96	101.38	100.54	102.21	100.39	97.34

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 48. **Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015**

Entidad	kg					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	105.08	105.42	104.84	107.42	108.71	110.00
Baja California	100.25	100.11	98.06	104.03	107.01	110.00
Baja California Sur	93.23	96.09	95.92	96.96	97.48	98.00
Campeche	94.43	96.66	98.39	97.20	96.60	96.00
Coahuila	88.18	86.72	90.74	95.87	98.43	101.00
Colima	97.85	92.79	93.36	99.68	102.84	106.00
Chiapas	98.98	98.64	93.73	93.86	93.93	94.00
Chihuahua	98.72	105.62	104.98	101.99	100.49	99.00
Distrito Federal*	96.04	98.19	98.70	99.85	100.43	101.00
Durango	82.41	82.45	81.83	81.41	81.21	81.00
Guanajuato	90.95	99.87	99.96	101.48	102.24	103.00
Guerrero	84.51	85.26	87.50	90.25	91.62	93.00
Hidalgo	101.52	102.28	101.13	100.07	99.53	99.00
Jalisco	106.52	106.32	105.30	105.65	105.83	106.00
México	100.91	100.83	103.10	101.05	100.02	99.00
Michoacán	95.12	93.92	94.99	97.50	98.75	100.00
Morelos	75.17	74.71	76.22	83.61	87.31	91.00
Nayarit	92.55	92.13	93.77	98.39	100.69	103.00
Nuevo León	100.49	100.10	99.73	100.36	100.68	101.00
Oaxaca	70.24	70.36	74.95	79.48	81.74	84.00
Puebla	95.79	96.66	96.97	100.49	102.24	104.00
Querétaro	98.14	99.43	101.04	100.52	100.26	100.00
Quintana Roo	92.07	94.81	97.13	98.06	98.53	99.00
San Luis Potosí	91.88	93.55	93.39	93.70	93.85	94.00
Sinaloa	106.50	108.16	109.12	108.56	108.28	108.00
Sonora	102.68	103.83	104.81	107.91	109.45	111.00
Tabasco	98.03	96.25	94.96	94.98	94.99	95.00
Tamaulipas	102.07	93.42	93.59	91.29	90.15	89.00
Tlaxcala	92.49	95.04	93.05	93.53	93.76	94.00
Veracruz	95.14	99.83	96.81	97.90	98.45	99.00
Yucatán	93.71	95.70	95.29	100.14	102.57	105.00
Zacatecas	97.18	104.33	104.63	103.31	102.66	102.00

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 49. Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999

Toneladas de peso en vivo										
Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	6,392	5,225	6,208	6,388	7,180	5,963	5,906	6,058	6,264	6,097
Baja California	8,930	6,935	6,175	5,969	5,330	5,271	4,488	4,380	3,612	5,129
Baja California Sur	1,564	1,504	1,674	1,455	1,264	925	856	1,070	1,189	1,582
Campeche	3,960	3,780	4,784	5,289	5,500	6,091	5,151	4,340	5,198	5,233
Coahuila	9,064	9,180	6,570	5,471	4,163	4,383	5,583	5,246	7,854	7,816
Colima	2,520	2,880	2,730	2,952	3,099	3,098	2,833	2,914	2,151	1,523
Chiapas	19,624	19,247	20,332	19,197	18,182	17,540	19,301	17,657	24,699	22,151
Chihuahua	16,638	21,312	16,878	15,327	11,418	6,424	4,822	4,727	4,451	5,020
Distrito Federal*	3,700	3,861	2,842	1,639	2,343	2,110	3,033	4,457	5,384	4,595
Durango	12,825	8,928	10,486	7,411	5,495	5,088	5,232	5,186	5,397	5,183
Guanajuato	152,958	138,964	141,120	138,992	146,164	130,723	126,457	129,097	130,241	130,748
Guerrero	28,119	28,830	28,060	29,677	28,841	28,926	29,701	34,210	32,272	29,604
Hidalgo	24,598	19,400	21,186	21,765	23,363	20,878	22,453	23,776	29,004	29,543
Jalisco	196,020	204,332	214,952	219,894	216,364	229,130	228,266	227,330	231,247	280,316
México	45,080	41,032	34,800	32,573	34,437	35,761	33,473	33,213	38,943	41,592
Michoacán	81,604	83,328	86,136	82,023	85,127	68,167	69,039	70,781	70,999	70,956
Morelos	1,974	1,880	2,352	2,557	2,443	4,068	2,524	2,525	2,681	2,935
Nayarit	5,940	7,520	7,125	8,503	7,024	7,907	6,438	6,099	4,057	4,987
Nuevo León	19,796	20,805	20,564	18,803	21,241	20,497	20,241	22,677	24,710	23,876
Oaxaca	33,370	41,472	49,780	49,713	40,020	39,769	40,004	43,018	39,572	37,686
Puebla	68,870	82,656	85,932	79,950	81,550	81,596	84,005	95,556	97,149	103,704
Querétaro	6,100	12,510	13,600	12,428	12,511	12,001	10,913	11,592	15,981	18,355
Quintana Roo	7,480	9,601	11,193	11,282	8,645	9,365	8,614	9,490	10,057	12,186
San Luis Potosí	8,010	7,920	7,650	8,246	7,798	7,859	7,546	8,102	7,484	6,991
Sinaloa	31,960	33,026	28,520	24,145	14,884	15,440	15,907	16,855	15,253	16,329
Sonora	154,100	155,117	165,924	152,170	189,369	213,775	213,534	206,946	220,056	218,380
Tabasco	15,049	15,600	11,938	13,522	12,539	12,164	11,145	10,467	10,042	10,918
Tamaulipas	4,982	7,968	5,856	8,301	10,500	7,698	9,693	8,606	10,940	9,892
Tlaxcala	21,344	16,560	19,809	16,786	16,842	10,705	9,321	8,987	9,786	9,286
Veracruz	50,731	49,392	45,500	52,939	51,427	54,289	48,453	58,231	59,398	77,651
Yucatán	25,414	29,596	36,127	36,273	75,508	87,034	88,778	88,430	95,158	108,878
Zacatecas	13,365	15,386	13,590	11,608	10,219	10,754	10,549	10,422	10,309	8,442

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 50. Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009

Toneladas de peso en vivo										
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	5,468	5,314	6,771	6,596	6,283	13,873	13,625	14,627	14,205	14,655
Baja California	5,056	4,794	2,914	2,717	2,303	2,082	1,777	1,879	1,724	1,548
Baja California Sur	1,499	1,298	1,367	1,023	834	1,141	1,295	1,302	1,302	1,209
Campeche	5,990	6,685	6,949	7,104	7,767	6,336	6,633	6,571	7,308	7,060
Coahuila	7,778	8,731	8,975	10,175	10,041	10,321	9,820	11,803	12,253	12,812
Colima	1,584	1,750	2,181	3,442	4,744	4,416	4,424	6,558	9,748	6,993
Chiapas	24,374	24,663	23,880	27,957	28,286	28,839	28,264	29,172	30,208	30,475
Chihuahua	5,787	6,960	7,147	9,916	10,145	7,996	8,851	8,752	10,132	10,206
Distrito Federal*	5,474	4,945	5,116	3,185	3,354	2,226	2,034	1,856	2,520	1,949
Durango	5,090	5,433	5,647	5,602	5,608	5,424	5,399	5,548	5,851	5,705
Guanajuato	134,351	130,831	127,071	122,687	125,999	134,087	135,785	137,559	136,029	143,877
Guerrero	35,633	27,631	29,714	30,157	29,773	29,614	29,396	30,196	29,298	29,216
Hidalgo	25,796	25,798	25,715	26,291	26,365	27,639	28,002	30,258	25,825	21,870
Jalisco	266,092	285,429	289,610	264,763	270,949	273,859	275,649	288,405	281,096	274,391
México	42,741	41,427	42,156	35,294	35,884	36,907	32,333	31,651	28,718	26,535
Michoacán	71,096	73,548	70,236	61,183	60,287	54,693	56,490	55,540	56,161	56,925
Morelos	3,300	3,355	3,383	3,444	3,580	3,687	3,794	3,839	3,914	6,550
Nayarit	6,117	6,102	6,012	6,279	6,307	6,497	6,246	6,625	5,840	5,794
Nuevo León	23,328	23,955	24,466	23,427	22,235	21,059	19,686	21,212	19,828	20,656
Oaxaca	39,366	39,477	39,124	38,708	40,109	34,094	34,538	36,590	36,257	38,172
Puebla	107,915	110,797	101,806	93,819	99,804	109,219	121,274	130,717	130,766	146,460
Querétaro	17,607	21,241	19,528	19,113	18,710	16,517	16,021	18,796	18,665	20,165
Quintana Roo	13,395	12,771	12,579	11,363	10,998	10,808	4,849	7,581	8,233	7,900
San Luis Potosí	9,498	9,332	9,970	10,680	10,803	10,961	10,403	10,570	10,487	10,552
Sinaloa	21,544	21,410	20,827	21,452	22,480	22,097	22,836	23,573	25,112	26,308
Sonora	219,149	225,506	246,013	254,553	253,289	267,361	255,621	258,053	275,254	285,279
Tabasco	11,274	11,028	10,576	10,975	17,848	18,459	18,410	16,208	16,777	17,091
Tamaulipas	19,971	19,469	20,122	21,711	27,671	34,515	35,473	38,998	41,685	42,048
Tlaxcala	11,122	14,740	11,130	13,108	14,476	14,607	13,790	16,655	20,307	20,309
Veracruz	96,035	109,328	94,844	88,490	81,846	92,422	89,867	84,501	87,505	88,857
Yucatán	107,631	114,870	110,063	101,631	109,966	117,819	122,486	125,286	126,554	128,979
Zacatecas	8,291	11,105	8,641	7,617	8,237	8,316	8,746	8,818	9,397	8,863

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 51. Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015

Toneladas de peso en vivo						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	15,106	15,556	16,006	16,457	16,907	13,942
Baja California	1,373	1,197	1,022	847	671	870
Baja California Sur	1,117	1,024	931	839	746	944
Campeche	6,812	6,563	6,315	6,066	5,818	5,095
Coahuila	13,372	13,931	14,490	15,049	15,609	7,884
Colima	4,238	1,483	-1,272	-4,027	-6,782	6,199
Chiapas	30,743	31,010	31,278	31,545	31,813	26,132
Chihuahua	10,279	10,352	10,425	10,499	10,572	6,469
Distrito Federal*	1,379	808	238	-333	-903	1,739
Durango	5,559	5,413	5,267	5,121	4,975	3,460
Guanajuato	151,724	159,572	167,420	175,268	183,115	108,861
Guerrero	29,134	29,051	28,969	28,886	28,804	22,297
Hidalgo	17,915	13,960	10,005	6,050	2,095	11,934
Jalisco	267,686	260,980	254,275	247,570	240,865	257,596
México	24,352	22,169	19,985	17,802	15,619	21,228
Michoacán	57,689	58,453	59,217	59,981	60,745	41,470
Morelos	9,186	11,822	14,458	17,094	19,730	4,384
Nayarit	5,748	5,701	5,655	5,609	5,563	3,318
Nuevo León	21,485	22,314	23,142	23,971	24,800	20,874
Oaxaca	40,088	42,003	43,919	45,834	47,750	27,827
Puebla	162,155	177,849	193,544	209,238	224,932	161,932
Querétaro	21,666	23,166	24,666	26,166	27,667	20,569
Quintana Roo	7,566	7,233	6,900	6,566	6,233	6,415
San Luis Potosí	10,617	10,682	10,747	10,812	10,876	5,716
Sinaloa	27,505	28,701	29,897	31,093	32,290	20,496
Sonora	295,304	305,329	315,354	325,379	335,404	229,020
Tabasco	17,405	17,719	18,032	18,346	18,660	11,892
Tamaulipas	42,411	42,774	43,137	43,500	43,863	10,759
Tlaxcala	20,311	20,314	20,316	20,318	20,320	11,491
Veracruz	90,209	91,561	92,913	94,265	95,617	118,775
Yucatán	131,404	133,829	136,254	138,679	141,104	123,078
Zacatecas	8,330	7,796	7,262	6,729	6,195	9,864

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3A2i] Aves de corral

Para estimar el inventario de emisiones de las aves de corral en México se consideraron las poblaciones de las aves dedicadas a la producción especializada de huevo y carne, y los guajolotes (Tablas 52 a

61). La información para los años 1990 a 2014 proviene del SIAP; se utilizó el software del SIACON (SIAP, 2017). La información de año 2015 proviene de la página electrónica de INFOSIAP (SIAP, 2017).

Tabla 52. Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	2,476,601	2,337,926	2,687,179	3,958,333	3,958,333	3,750,000	3,958,333	4,062,500	5,500,000	5,501,333
Baja California	415,754	303,261	178,167	53,300	50,000	50,000	66,428	67,350	75,000	75,000
Baja California Sur	330,193	230,071	115,705	28,177	26,097	22,233	25,953	26,471	27,948	27,948
Campeche	881,265	1,087,500	660,095	427,270	873,750	873,529	880,200	909,281	917,443	1,096,205
Coahuila	2,927,979	1,993,544	2,098,465	4,680,495	3,095,852	5,098,632	5,227,000	8,923,953	8,857,464	5,693,702
Colima	502,187	532,902	592,109	684,000	685,500	718,500	1,115,000	510,675	635,500	884,100
Chiapas	2,349,864	2,070,301	2,565,581	3,384,523	3,384,523	3,428,207	3,459,500	5,090,020	5,547,653	5,051,189
Chihuahua	939,924	806,822	665,447	784,500	970,843	742,267	810,730	1,100,000	1,250,000	1,286,541
Distrito Federal*	342,652	372,656	406,667	104,444	56,667	63,467	62,562	160,000	190,570	190,970
Durango	5,419,751	10,776,599	10,783,626	3,476,759	5,560,026	13,587,289	14,847,703	16,274,290	16,218,701	15,301,143
Guanajuato	12,564,712	9,492,077	9,122,807	8,320,480	9,023,600	9,894,300	10,829,000	12,656,500	13,091,500	17,615,740
Guerrero	3,306,227	2,161,513	2,199,013	3,617,896	3,744,525	3,841,882	3,613,272	1,006,150	949,882	886,714
Hidalgo	5,436,425	5,786,325	6,140,004	6,351,470	6,342,830	6,380,795	6,483,077	6,928,644	7,033,429	7,225,991
Jalisco	15,383,371	13,563,579	14,186,005	26,167,916	29,797,015	30,235,756	30,235,756	32,004,724	28,238,898	27,786,432
México	6,506,521	8,193,768	7,278,900	14,228,900	14,622,278	15,060,946	15,620,600	15,916,600	16,362,280	16,852,860
Michoacán	2,108,863	976,726	935,294	3,872,639	4,290,463	4,419,200	4,536,335	5,301,808	4,568,438	5,323,178
Morelos	3,993,195	5,598,110	5,225,556	5,347,468	5,347,468	5,959,860	4,767,873	4,782,195	4,616,061	6,140,854
Nayarit	2,330,115	1,897,578	2,081,046	1,531,115	1,455,355	1,693,477	1,718,711	1,898,527	2,383,756	2,383,756
Nuevo León	6,947,525	5,188,697	5,485,278	6,833,000	7,051,202	8,051,202	8,500,672	8,293,000	4,291,569	7,985,423
Oaxaca	768,745	814,023	892,952	685,736	746,166	730,496	739,262	801,194	810,007	835,927
Puebla	9,733,442	8,602,941	7,115,102	28,070,578	12,383,522	12,532,124	12,657,445	14,607,768	15,711,354	16,957,485
Querétaro	4,697,754	9,240,642	8,861,667	15,116,961	14,575,609	14,575,609	15,041,256	18,136,264	21,106,500	20,540,328
Quintana Roo	649,964	1,000,391	948,889	794,400	818,200	712,750	712,750	2,112,713	755,581	414,606
San Luis Potosí	2,730,601	3,258,519	3,349,603	5,222,960	7,713,613	8,136,788	8,196,782	8,900,000	7,817,384	8,407,895
Sinaloa	4,414,947	4,181,389	4,598,828	5,692,133	6,160,923	6,190,963	6,395,358	8,200,900	6,400,676	10,000,000
Sonora	3,479,959	3,281,976	1,471,377	329,920	329,920	210,000	250,000	250,000	276,830	256,738
Tabasco	2,989,734	1,770,058	2,653,125	2,976,685	2,982,221	2,985,087	2,971,545	2,989,098	2,933,731	3,193,998
Tamaulipas	1,235,211	1,401,736	225,905	163,922	197,309	259,592	189,272	136,183	619,642	430,216
Tlaxcala	555,165	162,868	144,643	112,725	471,425	158,537	124,250	141,160	146,100	149,690
Veracruz	7,608,518	7,113,543	9,381,266	13,990,000	13,360,000	24,714,000	24,037,921	24,650,415	21,045,751	21,106,277
Yucatán	4,313,188	7,063,953	7,371,579	9,349,660	9,800,000	9,892,942	9,900,000	9,800,000	10,970,068	11,301,750
Zacatecas	484,648	546,552	563,147	654,926	672,011	673,024	686,837	795,327	936,915	1,107,463
Total	5,846,000	6,071,182	6,118,516	6,367,116	6,457,565	6,194,762	6,183,610	6,272,018	5,804,405	5,948,764

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 53. Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	8,268,551	11,853,000	10,345,728	12,417,372	13,614,475	18,490,944	19,864,753	23,398,792	24,810,248	24,654,824
Baja California	45,000	62,080	88,098	62,360	63,407	181,683	182,934	191,948	168,794	164,484
Baja California Sur	35,872	56,380	49,718	41,239	28,973	33,437	36,205	35,855	35,666	39,322
Campeche	923,941	954,573	995,872	963,518	988,623	1,047,963	1,022,169	1,064,169	1,103,169	1,119,169
Coahuila	8,876,753	8,426,611	8,853,662	9,374,639	9,481,038	10,050,978	10,602,345	10,068,109	10,484,145	11,070,715
Colima	922,745	1,060,000	834,614	1,163,098	1,037,018	1,257,236	1,010,828	1,011,245	1,011,225	1,015,225
Chiapas	5,793,249	6,943,150	7,686,102	7,861,223	7,833,647	11,240,609	13,993,563	14,799,563	15,489,563	16,551,563
Chihuahua	1,103,780	763,621	859,745	871,278	792,510	783,806	726,322	702,874	665,546	697,946
Distrito Federal*	190,970	200,000	185,000	86,743	83,170	80,192	6,111	5,962	7,058	7,178
Durango	15,991,124	15,074,726	15,855,219	16,984,165	16,049,716	22,618,780	23,555,206	24,898,158	26,619,659	26,513,740
Guanajuato	13,998,758	14,045,233	15,517,407	14,631,624	14,385,622	17,807,534	17,922,410	18,346,874	18,694,214	19,308,214
Guerrero	1,478,623	1,244,376	1,504,010	1,372,465	1,485,803	1,510,037	1,499,342	1,500,987	1,508,976	1,570,976
Hidalgo	9,032,600	9,157,032	9,229,077	10,245,976	10,661,317	10,496,236	10,590,061	11,131,130	10,707,377	10,836,652
Jalisco	32,065,106	37,836,163	36,275,450	37,189,158	39,128,696	35,827,309	33,404,328	33,715,487	33,711,225	33,769,225
México	14,787,931	12,723,001	15,897,202	13,815,595	14,623,591	12,967,788	14,521,437	13,944,641	13,413,086	12,425,437
Michoacán	5,327,911	4,857,239	5,939,051	5,383,377	5,615,722	5,451,360	6,502,534	6,542,771	6,652,534	6,700,534
Morelos	5,438,746	6,756,111	5,089,001	5,544,891	5,326,412	5,298,247	6,006,814	5,756,654	6,018,971	6,353,123
Nayarit	1,920,039	2,123,449	2,945,099	3,139,124	3,391,202	2,966,344	1,863,325	2,273,561	2,198,745	1,955,489
Nuevo León	7,000,000	11,550,000	11,419,630	11,623,596	11,236,407	13,023,265	13,444,266	13,599,548	13,891,290	16,269,290
Oaxaca	862,676	888,556	1,152,786	1,125,834	1,244,256	1,164,476	1,181,342	1,211,547	1,281,976	1,442,354
Puebla	16,024,735	17,009,273	17,260,111	17,455,142	17,825,322	17,838,637	18,722,530	18,990,173	19,558,776	19,299,776
Querétaro	18,438,177	18,435,117	15,968,801	20,853,599	19,788,423	26,925,554	27,030,929	27,590,929	27,233,137	25,390,929
Quintana Roo	478,026	711,188	572,311	481,424	491,888	524,585	588,978	563,949	567,057	635,978
San Luis Potosí	8,557,080	8,965,387	8,973,149	8,982,342	9,009,341	7,328,948	8,239,120	8,775,514	8,765,785	8,959,120
Sinaloa	10,562,273	9,045,746	9,656,741	9,528,269	11,613,938	15,572,604	14,463,122	14,050,501	14,484,693	16,684,693
Sonora	382,118	378,000	500,000	435,248	509,875	525,300	220,000	207,891	215,563	218,984
Tabasco	3,286,183	3,443,620	3,425,063	3,407,937	3,415,926	3,033,875	3,716,698	3,627,749	3,696,537	3,695,698
Tamaulipas	89,479	101,466	183,864	183,095	187,724	120,839	103,524	103,869	104,024	105,524
Tlaxcala	167,885	168,300	169,472	156,707	169,244	132,649	120,320	126,326	140,154	130,154
Veracruz	18,030,000	19,704,447	26,581,754	33,917,397	40,182,357	36,846,512	35,214,307	34,998,189	35,538,189	33,919,189
Yucatán	13,301,750	12,080,157	12,310,392	9,677,228	10,437,260	12,082,283	12,333,610	12,362,344	12,795,826	13,695,826
Zacatecas	1,092,406	673,231	543,194	396,373	386,181	382,105	362,448	362,458	388,649	408,649
Total	6,045,999	6,164,757	6,417,080	6,819,771	7,082,776	7,207,406	7,287,446	7,478,493	7,757,267	8,018,411

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 54. Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	23,914,526	29,231,211	31,228,096	29,776,199	30,137,485	31,986,843
Baja California	145,702	146,297	169,460	159,700	155,920	128,800
Baja California Sur	47,334	49,597	55,057	54,505	57,790	57,728
Campeche	1,924,987	1,879,257	1,999,549	2,058,257	2,115,807	2,154,911
Coahuila	10,494,442	10,566,384	10,772,112	11,246,465	11,118,205	11,527,756
Colima	1,091,225	1,092,781	1,088,891	1,091,409	1,101,425	1,132,002
Chiapas	20,105,365	20,240,335	20,827,917	19,075,068	19,411,346	20,100,420
Chihuahua	709,233	506,365	399,890	388,083	398,542	421,868
Distrito Federal*	7,198	7,183	7,036	6,581	7,128	7,205
Durango	27,357,667	27,988,242	29,150,836	29,814,195	30,707,781	30,267,672
Guanajuato	19,430,645	19,919,035	19,866,934	19,217,145	17,765,450	18,235,645
Guerrero	1,619,702	1,639,354	1,468,308	1,392,014	1,405,459	1,410,245
Hidalgo	9,050,935	9,199,248	9,596,528	10,403,775	9,242,469	9,792,805
Jalisco	34,008,171	32,520,915	32,369,074	32,976,105	33,042,833	32,450,448
México	12,655,648	12,790,532	12,831,944	13,033,475	13,453,229	12,949,365
Michoacán	6,692,771	6,760,925	6,941,410	6,988,591	7,069,286	7,068,433
Morelos	6,427,879	6,369,879	6,491,417	6,972,030	6,560,036	7,113,128
Nayarit	1,824,586	1,820,182	5,272,397	5,034,033	4,880,405	4,608,036
Nuevo León	16,320,574	16,191,736	11,945,982	11,065,392	9,571,856	9,213,721
Oaxaca	1,529,136	1,571,578	1,979,373	1,970,041	1,988,623	1,946,959
Puebla	19,441,333	18,717,624	19,119,169	19,759,056	20,042,137	20,043,211
Querétaro	26,199,388	26,519,481	27,616,639	30,685,291	32,904,747	32,966,766
Quintana Roo	649,142	655,739	628,654	514,058	510,025	523,059
San Luis Potosí	9,456,353	9,462,073	9,287,001	10,052,752	10,113,910	10,451,605
Sinaloa	17,337,871	17,410,029	16,104,491	16,036,273	16,807,163	16,481,547
Sonora	216,451	215,267	235,457	236,689	225,874	237,874
Tabasco	3,706,027	3,645,249	3,687,093	3,700,820	3,615,163	3,804,687
Tamaulipas	112,506	85,334	86,439	86,651	84,915	73,480
Tlaxcala	130,279	130,157	114,436	116,223	114,657	125,898
Veracruz	33,496,303	32,952,175	33,973,074	34,381,752	33,854,667	34,839,612
Yucatán	13,911,468	13,966,638	14,158,421	14,098,023	14,495,199	15,297,434
Zacatecas	410,245	435,935	444,077	500,387	475,660	479,265
Total	8,105,562	8,219,386	8,405,902	8,497,347	8,575,908	8,710,781

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 55. Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	580,941	607,123	600,209	686,670	686,670	920,000	920,000	702,000	600,000	600,000
Baja California	2,407,144	2,500,321	2,071,186	1,801,444	1,610,979	1,600,979	1,307,373	899,176	820,469	820,469
Baja California Sur	478,537	462,176	389,677	375,000	345,000	240,000	245,000	240,000	207,618	192,118
Campeche	145,750	118,632	119,031	87,500	369,450	465,509	373,523	743,246	466,912	459,367
Coahuila	4,242,433	4,706,005	4,022,365	3,110,721	4,430,616	4,253,261	3,495,645	3,281,675	5,896,858	3,547,397
Colima	422,541	425,912	420,992	428,333	426,672	425,000	423,335	240,663	226,266	391,179
Chiapas	1,602,222	1,635,659	1,323,461	1,623,067	1,623,067	1,687,485	1,690,500	32,000	32,600	30,815
Chihuahua	813,483	705,046	328,279	450,101	958,416	835,034	1,265,926	750,000	746,800	735,846
Distrito Federal*	417,630	305,932	420,497	290,000	248,000	285,600	273,600	24,150	25,580	27,000
Durango	4,403,579	4,824,712	5,538,430	7,897,946	5,488,958	5,462,042	5,909,930	5,562,647	6,514,051	6,702,835
Guanajuato	4,162,015	3,543,158	3,558,781	5,279,520	5,726,000	5,991,700	6,363,250	5,000,000	6,060,864	6,459,842
Guerrero	1,385,792	1,182,239	982,138	2,057,688	2,249,053	2,262,193	2,270,131	2,583,076	2,937,045	1,356,095
Hidalgo	894,578	940,350	799,191	1,178,464	1,194,437	1,240,680	1,205,483	1,381,721	1,388,232	1,405,942
Jalisco	18,612,536	22,367,016	22,504,180	27,144,815	31,445,343	31,900,961	31,828,041	37,451,403	37,820,497	49,646,678
México	4,141,319	3,488,491	3,179,625	3,263,200	3,305,880	3,338,940	3,389,186	3,439,900	3,486,338	3,547,310
Michoacán	3,954,977	4,050,911	4,010,688	3,853,722	3,948,861	3,796,922	4,076,695	6,340,260	3,046,444	3,131,550
Morelos	3,196,651	1,805,741	2,195,087	2,250,000	2,261,765	1,450,000	1,400,000	1,404,201	0	0
Nayarit	1,737,751	1,820,992	2,118,580	1,487,834	1,294,970	1,293,974	1,116,660	558,330	645,024	645,024
Nuevo León	8,241,776	5,634,233	4,960,925	7,376,000	7,510,274	7,270,292	6,865,680	7,165,000	6,696,797	7,469,815
Oaxaca	1,128,485	1,151,591	911,105	854,774	865,000	843,375	854,339	1,134,882	1,295,289	1,424,818
Puebla	25,518,774	26,300,557	26,027,044	25,057,893	25,408,703	25,764,424	26,022,068	27,008,977	27,684,201	28,099,464
Querétaro	1,144,209	963,396	943,978	708,000	1,019,418	1,014,400	1,006,000	985,000	992,750	1,168,742
Quintana Roo	273,759	101,664	112,239	93,200	126,000	93,000	93,000	101,210	115,170	180,093
San Luis Potosí	165,589	163,343	192,217	402,864	405,907	336,414	468,845	48,000	410,976	384,997
Sinaloa	6,098,403	4,931,616	4,925,014	4,049,852	4,001,200	3,989,195	3,991,015	2,315,000	4,101,795	2,500,000
Sonora	12,885,323	12,902,513	11,279,517	10,012,800	10,012,800	10,505,800	9,100,000	11,229,137	8,819,540	10,642,347
Tabasco	291,249	259,429	276,246	400,653	400,524	382,582	343,200	362,205	377,969	370,023
Tamaulipas	662,486	180,389	135,197	737,653	887,891	1,168,163	851,723	157,392	160,870	130,490
Tlaxcala	84,168	197,461	93,783	234,840	263,550	318,191	197,240	199,773	202,500	200,146
Veracruz	1,952,935	1,869,019	1,206,962	2,545,000	2,500,000	3,416,000	3,778,372	3,843,907	4,041,270	4,510,675
Yucatán	2,843,411	6,122,872	8,504,623	7,540,000	7,580,000	7,580,000	6,729,976	4,850,000	5,773,705	6,605,830
Zacatecas	339,594	416,281	613,142	727,936	726,239	745,140	848,521	641,040	638,040	682,824
Total	115,230,040	116,684,780	114,764,389	124,007,490	129,321,643	130,877,256	128,704,257	130,675,971	132,232,470	144,069,731

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



Tabla 56. Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	600,000	740,000	732,646	740,000	738,255	732,247	729,546	702,957	739,578	680,578
Baja California	599,481	622,042	822,177	816,288	749,288	1,050,403	1,180,940	1,441,783	1,519,410	1,442,294
Baja California Sur	183,807	123,907	624	6,344	6,388	10,000	18,000	19,597	20,450	22,973
Campeche	468,539	407,831	459,739	424,490	455,490	395,672	477,059	489,489	549,142	549,258
Coahuila	4,513,737	4,297,905	3,600,868	3,217,765	3,185,804	3,844,409	4,322,943	4,304,323	4,179,943	4,199,529
Colima	226,266	225,876	225,570	300,770	180,449	145,273	154,586	154,169	153,706	147,086
Chiapas	55,633	245,387	315,504	288,674	295,366	352,617	353,281	369,214	366,412	372,412
Chihuahua	934,045	858,875	914,256	935,599	887,651	661,361	890,150	882,373	874,089	829,089
Distrito Federal*	27,000	65,000	34,876	26,113	25,611	42,466	12,482	12,078	12,632	11,002
Durango	6,472,708	5,599,954	5,133,386	4,957,979	5,009,664	6,066,791	6,202,612	6,184,877	6,335,038	6,338,723
Guanajuato	6,527,280	5,358,733	7,369,311	6,836,217	8,044,210	6,433,629	6,149,823	6,139,548	6,269,114	6,005,114
Guerrero	901,400	1,328,622	1,389,250	1,811,625	1,755,625	1,421,374	1,385,847	1,295,621	1,360,735	1,318,735
Hidalgo	1,410,574	2,350,937	2,388,685	2,190,101	2,359,396	2,604,219	2,239,628	1,636,043	1,466,883	1,182,773
Jalisco	46,693,898	57,937,922	56,307,488	56,835,348	61,315,129	63,467,771	79,718,585	81,021,822	83,901,902	85,779,902
México	3,360,755	3,174,201	3,332,917	3,073,018	3,233,156	2,987,082	2,240,345	1,791,332	1,740,714	1,400,714
Michoacán	3,164,927	3,200,359	3,290,284	3,259,011	3,048,133	3,243,953	3,052,450	3,098,483	3,051,811	2,140,572
Morelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nayarit	1,018,100	1,148,090	1,208,057	1,198,525	1,224,737	1,221,693	1,188,546	1,208,986	1,161,458	1,201,351
Nuevo León	7,500,000	7,913,000	7,643,750	7,233,615	7,104,210	6,550,744	8,496,747	8,441,636	8,579,952	8,809,952
Oaxaca	1,541,653	1,664,985	1,534,583	1,789,882	1,615,323	1,876,354	1,886,354	1,940,122	1,960,122	1,958,879
Puebla	28,514,727	29,149,987	29,867,081	31,045,766	33,264,120	33,827,663	35,542,026	34,301,991	35,257,026	35,551,485
Querétaro	2,030,810	2,032,860	2,140,731	2,215,970	2,218,647	2,195,580	1,861,767	1,754,928	1,777,806	1,905,806
Quintana Roo	157,381	125,104	222,355	217,103	217,336	181,580	151,286	152,682	157,735	145,735
San Luis Potosí	413,965	385,862	369,134	289,194	286,154	275,010	278,205	273,640	259,100	273,205
Sinaloa	3,041,943	2,763,722	2,533,510	2,819,544	3,163,300	3,511,815	2,686,454	2,986,454	2,916,454	3,011,454
Sonora	10,618,045	10,023,000	11,998,620	11,349,119	11,411,925	13,008,686	12,975,428	12,901,428	12,422,968	11,951,469
Tabasco	386,284	372,784	360,492	300,485	312,625	178,984	181,310	170,588	177,837	176,759
Tamaulipas	108,927	79,902	147,437	141,438	128,646	127,284	128,562	124,345	131,345	118,040
Tlaxcala	234,950	132,745	292,745	272,580	241,061	156,119	208,028	230,513	230,768	220,088
Veracruz	3,414,694	4,238,141	3,600,260	3,256,447	1,676,400	1,589,312	1,608,474	1,597,604	1,545,209	1,545,209
Yucatán	6,606,830	6,761,220	6,845,135	6,177,094	6,271,268	5,579,390	5,178,596	4,822,279	4,790,416	5,011,596
Zacatecas	761,320	490,170	510,623	516,554	569,147	792,857	869,300	838,928	802,125	791,048
Total	142,489,679	153,819,123	155,592,094	154,542,658	160,994,514	164,532,338	182,369,360	181,289,833	184,711,880	185,092,830

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 57. Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	678,598	700,295	737,847	704,500	675,000	718,000
Baja California	416,311	448,769	1,079,795	1,667,202	1,678,916	1,644,688
Baja California Sur	23,773	23,558	23,680	23,195	27,330	27,900
Campeche	554,698	382,509	403,562	400,938	394,106	387,188
Coahuila	4,065,835	4,198,133	4,389,449	4,459,149	4,595,431	4,647,769
Colima	150,648	153,917	158,010	156,443	153,909	148,832
Chiapas	376,841	379,924	389,333	398,868	404,524	403,006
Chihuahua	817,657	575,061	462,975	429,644	527,988	576,019
Distrito Federal*	12,170	12,023	11,691	11,992	12,713	13,613
Durango	6,642,968	6,728,930	6,441,230	5,854,828	5,891,610	5,965,107
Guanajuato	6,125,748	6,146,149	6,682,993	5,691,015	5,709,648	5,829,550
Guerrero	1,311,562	1,276,030	1,201,802	1,140,394	1,146,820	1,090,376
Hidalgo	1,169,889	1,142,977	1,762,063	1,736,333	1,732,076	1,617,853
Jalisco	87,265,325	87,331,961	87,459,306	92,763,313	94,852,803	96,896,069
México	1,492,126	1,503,118	1,511,231	1,532,176	1,573,629	1,600,166
Michoacán	2,198,410	2,263,845	2,143,184	2,059,959	2,160,487	2,044,448
Morelos	0	0	41,045	42,189	43,197	41,059
Nayarit	1,104,208	1,091,289	1,754,072	1,809,691	1,751,865	1,555,416
Nuevo León	8,974,381	9,002,761	8,192,231	7,883,145	6,466,004	6,302,305
Oaxaca	1,995,472	1,902,841	1,721,841	1,690,552	1,505,361	1,404,479
Puebla	35,333,142	35,024,324	35,112,491	34,964,292	35,569,696	36,048,791
Querétaro	1,928,941	1,939,147	1,557,564	291,230	312,112	705,962
Quintana Roo	149,325	147,357	139,101	114,269	106,911	98,054
San Luis Potosí	272,340	267,155	254,986	234,686	238,302	267,474
Sinaloa	2,998,456	2,772,217	3,224,404	4,084,623	4,389,700	5,155,180
Sonora	11,823,954	11,676,983	11,471,000	12,372,356	12,389,884	12,335,634
Tabasco	168,994	166,871	168,503	159,070	153,386	154,168
Tamaulipas	114,994	75,269	73,589	72,083	63,251	93,066
Tlaxcala	227,663	223,274	216,965	224,435	216,459	229,194
Veracruz	1,518,609	1,623,465	1,632,966	1,694,644	1,684,387	1,640,822
Yucatán	5,116,343	5,457,181	5,615,904	5,917,799	6,127,655	6,234,275
Zacatecas	801,153	808,688	758,577	795,107	852,239	917,719
Total	185,830,534	185,446,021	186,793,390	191,380,120	193,407,399	196,794,182

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 58. Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja California	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja California Sur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campeche	0	0	0	0	0	0	0	0	43,862	36,006
Coahuila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colima	0	0	0	0	0	0	0	0	2,357	2,357
Chiapas	0	0	0	0	0	0	0	0	273,610	274,134
Chihuahua	0	0	0	0	0	0	0	0	600,000	621,815
Distrito Federal*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guanajuato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guerrero	0	0	0	0	0	0	0	0	318,011	318,011
Hidalgo	0	0	0	0	0	0	0	0	164,922	170,270
Jalisco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
México	0	0	0	0	0	0	0	0	724,980	725,209
Michoacán	0	0	0	0	0	0	0	0	13,459	17,654
Morelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nayarit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuevo León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oaxaca	0	0	0	0	0	0	0	0	502,844	502,844
Puebla	0	0	0	0	0	0	0	0	332,637	333,421
Querétaro	0	0	0	0	0	0	0	0	29,172	32,465
Quintana Roo	0	0	0	0	0	0	0	0	34,520	36,857
San Luis Potosí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sinaloa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonora	0	0	0	0	0	0	0	0	550,000	561,321
Tabasco	0	0	0	0	0	0	0	0	466,585	466,575
Tamaulipas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tlaxcala	0	0	0	0	0	0	0	0	73,000	64,215
Veracruz	0	0	0	0	0	0	0	0	107,136	119,293
Yucatán	0	0	0	0	0	0	0	0	446,036	546,510
Zacatecas	0	0	0	0	0	0	0	0	35,540	34,624
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	4,718,671	4,863,581

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 59. Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja California	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja California Sur	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Campeche	55,794	53,733	57,085	56,483	67,853	86,602	104,841	112,928	117,055	119,658
Coahuila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Colima	2,357	2,340	2,322	2,341	2,288	1,820	2,012	2,186	2,075	1,971
Chiapas	276,369	198,392	233,901	237,281	235,628	253,725	254,217	252,574	261,244	264,579
Chihuahua	609,268	614,232	615,548	611,542	584,095	539,231	472,732	380,098	377,126	200,369
Distrito Federal*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Durango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guanajuato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guerrero	352,617	261,382	217,855	226,572	310,367	211,392	295,368	287,795	282,880	275,481
Hidalgo	178,339	182,311	188,084	142,580	146,120	198,959	209,307	216,362	220,394	221,804
Jalisco	0	156	238	210	305	1,077	1,096	1,117	1,365	1,308
México	746,513	756,900	632,571	653,090	655,214	711,232	712,634	777,771	648,120	682,685
Michoacán	44,170	41,578	42,155	64,765	67,198	47,123	47,174	44,705	44,545	44,784
Morelos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nayarit	34,767	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuevo León	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oaxaca	504,855	506,874	505,562	505,815	510,440	507,377	511,036	510,113	511,093	512,178
Puebla	385,674	412,367	450,952	438,410	430,231	406,210	428,314	443,072	459,434	455,487
Querétaro	35,652	36,842	35,512	36,017	33,228	37,567	28,347	27,068	26,376	25,548
Quintana Roo	36,867	42,590	35,808	35,677	36,155	38,034	40,664	44,733	41,253	40,698
San Luis Potosí	98,325	117,048	113,698	113,734	113,396	60,104	62,047	79,548	82,456	92,548
Sinaloa	0	0	0	350	0	0	0	0	0	0
Sonora	328,588	432,372	460,000	429,466	437,286	450,000	330,123	0	0	0
Tabasco	478,018	479,189	479,736	479,749	348,177	192,264	336,384	335,879	334,896	327,973
Tamaulipas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tlaxcala	62,144	99,600	99,378	94,664	103,549	43,482	49,716	62,348	61,581	71,298
Veracruz	125,522	138,597	139,983	139,912	137,289	138,215	157,836	161,098	171,810	165,435
Yucatán	546,510	567,657	584,457	502,548	519,259	494,741	520,118	519,476	529,743	547,036
Zacatecas	31,642	32,650	33,245	35,133	32,301	31,403	23,524	30,642	30,233	28,779
Total	4,934,095	4,976,810	4,928,090	4,806,339	4,770,379	4,450,558	4,587,490	4,289,513	4,203,679	4,079,619

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 60. Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0	0	0	0	0	0
Baja California	0	0	0	0	0	0
Baja California Sur	0	0	0	0	0	0
Campeche	124,009	122,811	117,124	118,549	131,212	135,051
Coahuila	0	0	0	0	0	0
Colima	1,889	1,877	1,406	1,447	1,555	1,858
Chiapas	268,979	306,392	318,216	332,688	282,748	310,653
Chihuahua	194,235	194,934	301,321	146,499	184,610	250,234
Distrito Federal*	0	0	0	0	0	0
Durango	0	0	0	0	0	0
Guanajuato	0	0	0	0	0	0
Guerrero	270,232	255,533	201,575	204,153	207,310	211,824
Hidalgo	222,558	224,777	210,456	205,698	206,538	203,699
Jalisco	1,297	1,608	1,396	1,220	500	82
México	691,546	694,548	698,726	700,248	644,920	640,383
Michoacán	44,601	44,865	44,747	46,333	47,083	44,610
Morelos	0	0	0	0	0	0
Nayarit	0	0	0	0	0	0
Nuevo León	0	0	0	0	0	0
Oaxaca	512,546	510,896	514,102	509,746	524,401	412,938
Puebla	457,982	449,317	469,967	464,374	569,467	616,791
Querétaro	25,567	25,651	29,651	20,786	20,258	20,114
Quintana Roo	39,881	40,430	40,164	42,790	34,754	33,504
San Luis Potosí	93,913	96,100	104,568	104,328	68,887	704,729
Sinaloa	0	0	0	0	0	0
Sonora	0	0	0	0	0	0
Tabasco	317,536	312,687	314,673	343,053	358,105	357,187
Tamaulipas	0	0	0	0	0	0
Tlaxcala	71,938	73,984	60,052	80,483	81,134	84,421
Veracruz	168,016	160,917	159,671	167,209	239,840	241,781
Yucatán	495,525	530,330	396,951	269,158	284,911	212,458
Zacatecas	29,851	30,222	31,000	27,140	31,291	28,240
Total	4,032,101	4,077,879	4,015,766	3,785,902	3,919,524	4,510,557

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

## [3B] Tierra

### Representación coherente de tierras

En las estimaciones de las existencias de carbono y la emisión/absorción de gases y compuestos de efecto invernadero el sector "Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura" (USCuss),<sup>1</sup> es necesaria la información acerca de la clasificación y superficie que representen las categorías de uso de suelo y cambio de uso de suelo del sector. El insumo oficial que provee el periodo requerido (1990-2015) y complementario de la superficie nacional, son las Series de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación (Series II, III, IV, V y VI), escala 1: 250,000, elaboradas por INEGI, que han sido la base para la elaboración de comunicaciones previas y reportes internacionales ante FAO.

Los detalles específicos que no se encuentren en este documento debido a su extensión se pueden revisar en el *Protocolo de Representación Coherente de Tierras* (CONAFOR-INECC).

### Aspectos metodológicos

Las *Directrices del IPCC, 2006* proporcionan una orientación sobre la utilización de los diferentes tipos de datos empleados para representar las categorías de usos de la tierra y las conversiones entre ellas. Se elige el método más adecuado, con base en la aplicación del árbol de decisiones para la preparación de los datos de la superficie de uso de la tierra, de la Figura 3.1 del capítulo 3.3.1 de las *Directrices del IPCC 2006*.

En el caso de México se utiliza el método 3, el cual permite seguir a las conversiones del uso de la tierra de manera espacialmente explícita. Se considera como un enfoque más complejo, debido a la naturaleza de la información que es posible reportar, pues se analizan específicamente los cambios en los polígonos pertenecientes a los estratos forestales. Para obtener las cifras de cambios en el uso de

suelo, los países pueden utilizar una mezcla de métodos para diferentes regiones a través del tiempo.

Se cuenta con las Series INEGI a partir de 1993 y hasta 2015, que comprenden todos los tipos de vegetación y usos de suelo del país de acuerdo al Sistema de Clasificación de INEGI y hacen posible la representación espacialmente explícita de los cambios en el periodo de análisis, a través del cruce geométrico de los mapas de cobertura.

### Categorías de uso de la tierra

De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*, hay seis categorías generales, consideradas como la base para la estimación y declaración de emisiones y absorciones de GEI derivadas del uso de suelo y de los cambios de uso de suelo. Los usos del suelo pueden considerarse como categorías de primer nivel que representan generalidades y cubren la totalidad de la superficie, con subcategorías que describen circunstancias especiales significativas para la estimación de las emisiones y de las que se dispone de datos. Las categorías son lo bastante generales como para clasificar todas las superficies de tierra en la mayoría de los países y para dar lugar a las diferencias en los sistemas nacionales de clasificación de uso de suelo.

Las seis categorías generales definidas por el IPCC, con las que se puede reportar y estimar el carbono almacenado y las emisiones y absorciones de GYCEI asociadas con las actividades del sector USCuss son: Tierras forestales (FL), Praderas (GL), Tierras agrícolas (o Tierras de cultivo, CL), Humedales (WL), Asentamientos humanos (S) y Otras tierras (OL).<sup>2</sup>

En México, la cartografía oficial de las Series INEGI se basa sobre un sistema de clasificación particular para las condiciones del territorio mexicano

<sup>1</sup> En inglés, LULUCF, por "Land Use, Land-Use Change and Forestry".

<sup>2</sup> Las abreviaturas provienen de los nombres en inglés, que son de uso internacional para efectos de los inventarios hechos con la metodología del IPCC: tierras forestales: *forest lands* (FL); praderas: *grass lands* (GL); tierras agrícolas o de cultivo: *crop lands* (CL); humedales: *wetlands* (WL); tierras con asentamientos humanos: *settlements* (S), y otras tierras: *other lands* (OL).

que agrupa los diferentes tipos de uso de suelo y vegetación. Por ello, fue necesario homologar las claves de INEGI con la clasificación recomendada por IPCC. Para la homologación de las claves de tipos de vegetación, se usó la estructura jerárquica de INEGI, ya que tiene la ventaja de estar desagregada y puede agruparse con base en criterios biológicos y cumplir con los requerimientos de IPCC.

Para establecer una correspondencia entre la clasificación propuesta por IPCC y la propuesta por INEGI, se utilizaron los criterios siguientes:

- Se identificaron los grupos de vegetación de acuerdo con INEGI, ya que corresponden a un nivel jerárquico superior a los tipos de vegetación y tipos de agroecosistemas que pueden usarse para generalizar y agrupar.
- El estado de la vegetación (primaria, secundaria e inducida) y fase de vegetación o desarrollo (arbóreo, arbustivo y herbáceo) de INEGI, se consideran como apoyo para la definición de la etapa de sucesión o transición de la vegetación.
- Se identificaron los grupos de vegetación en subcategorías que agrupen los tipos de vegetación que corresponden a una dominancia de elementos leñosos (arbórea y arbustiva) y no leñosos (herbácea) en sus diferentes etapas de desarrollo (IPCC-INEGI).
- De acuerdo a los criterios de IPCC (2006) se establecieron las distintas agrupaciones para las categorías de USCUS.
- Para la asignación de las claves de tipos de vegetación a las categorías del IPCC (2006) se recurrió a la *Guía para la Interpretación de la Cartografía del Uso del Suelo y la Vegetación* (INEGI, 2009), documento que describe las características de cada agrupación y sus condiciones.

De acuerdo con lo anterior se definieron 33 subcategorías que se agrupan como: Tierras forestales (19); Praderas (7); Tierras agrícolas (2); Húmedales (3); Asentamientos humanos (1), y Otras tierras (1). Cabe señalar que esta agrupación resulta

de categorizar 220 tipos de vegetación y tipos agrícolas en su condición más desagregada, descrita por INEGI.

Las agrupaciones de los usos de suelo y tipos de vegetación correspondientes entre el sistema de clasificación de INEGI y las categorías IPCC se describen a continuación.

### Tierras forestales (FL)

Esta categoría comprende toda la superficie con vegetación leñosa coherente con umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el inventario nacional GYCEI, subdivididas en el ámbito nacional, cultivadas y no cultivadas, y también por tipos de ecosistema, según se especifica en las *Directrices del IPCC*. También comprende sistemas con vegetación con condiciones inferiores al umbral para la categoría de tierras forestales, pero que se espera sea superado en un periodo corto.

Uno de los principales indicadores para que sea considerada tierra forestal (FL) según el IPCC (2003), es que contenga condiciones leñosas, por lo que se clasificaron los distintos grupos de vegetación considerando el estado de la misma y su fase, según lo descrito en el *Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación escala 1: 250 000 Serie V* (INEGI, 2013).

En esta categoría se incluyeron las coberturas de vegetación leñosa primaria (FL) (definiéndola como una etapa de la vegetación predominantemente arbórea) y toda la vegetación leñosa secundaria en fase arbórea. Esta inclusión responde a que su separación en la cartografía no es clara y ambas clases pueden referirse a las mismas condiciones de estructura y composición del dosel. Los tipos de vegetación que se incluyeron en esta subcategoría se encuentran en el **Cuadro 1**.

Por otro lado, en las subcategorías de tierras forestales en condición de vegetación secundaria quedaron incluidas las claves que se encuentran en las fases arbustiva y herbácea de desarrollo sucesional (FLd). De esta manera, se presume que puede inferirse la ocurrencia de una degradación forestal o "proxy de degradación" a partir de la identificación de las fases en la vegetación que pasan de cobertu-

**Cuadro 1. Coberturas de vegetación leñosa**

Bosques de coníferas	<b>BCO/P</b>
Bosques de encino y bosques mezclados de las zonas de transición entre pino y encino	<b>BE/P</b>
Bosque mesófilo de montaña	<b>BM/P</b>
Selvas altas, medianas y bajas de comportamiento:	
Perennifolio	<b>SP/P</b>
Caducifolio	<b>SC/P</b>
Subcaducifolio (que incluyen las espinosas)	<b>SC/P</b>
Mezquites, palmares y chaparrales	<b>EOTL/P</b>
Matorrales de fisonomía leñosa como los crasicales, espinosos, sarcocales, sarcocrasicales, rosetófilos, submontanos y matorrales de coníferas	<b>MSL/P</b>
Vegetación de galería o riparia, vegetación de humedales como los manglares y petenes	<b>VHL/P</b>

ras arbóreas primarias a secundarias por pérdidas en el dosel. Se incluyen en esta subcategoría todos los tipos antes descritos (BCO/S, BE/S, BM/S, etc.) y se agregan los bosques cultivados (BC).

### Praderas (GL)

Uno de los principales indicadores para que sea considerada pradera (GL) según el IPCC (2003), es que contenga condiciones no leñosas, por lo que se clasificaron los distintos grupos de vegetación considerando su estado de la vegetación y su fase de acuerdo a lo descrito en el *Diccionario de datos de uso del suelo y vegetación escala 1: 250 000 Serie V* (INEGI, 2013).

Esta categoría comprende siete subcategorías que incluyen: los pastizales (naturales, inducidos y cultivados); la tierra de pastoreo que no pertenece a tierra agrícola; los tipos de vegetación inferior al umbral definido para tierras forestales y que no se espera sea superado en corto plazo, sin intervención humana; los pastizales, tanto las tierras cultivadas como las zonas recreativas, y los sistemas agrícolas y silvopastoriles, subdivididos en gestionados y no gestionados, de acuerdo con las definiciones nacionales (IPCC, 2006).

Para asignarlas de manera correcta se hace una distinción, a nivel de claves, de tipos de vegetación en los cuales dominan elementos no leñosos para su recategorización como “praderas”,

además del grupo de vegetación de pastizales y todos los tipos de vegetación considerados previamente.

Entre las siete subcategorías que conforman a la categoría de praderas se cuentan, del grupo agropecuario (información agrícola-pecuaria-forestal), el pastizal inducido y el cultivado, y del tipo de vegetación, los pastizales naturales, formando una categoría llamada *Pastizales* (P). Se suman a esta categoría otras subcategorías con tipos de vegetación afín, como: las vegetaciones de matorrales, desiertos, dunas costeras, desiertos arenosos y matorrales desérticos, en las subcategorías de matorrales xerófilo no leñosos, la primaria y la secundaria (MXnL/P y MXnL/S); vegetación adaptada a medios muy salinos o suelos con predominancia de yeso como la vegetación halófila y gipsófila; vegetación hidrófila como el popal y el tular con la subcategoría de vegetación hidrófila no leñosa primaria y secundaria (VHnL/P y VHnL/S), y, en la categoría de vegetación especial, otros tipos de primaria o secundaria que se caracterizan porque no contienen vegetación leñosa dominante como las sabanas y praderas de alta montaña (EOTnL/P y EOTnL/S).

### Tierras agrícolas (CL)

Esta categoría comprende tierras de cultivo y labranza, y sistemas agroforestales donde la vegetación no llega a la altura dominante definida en el



umbral para la categoría de tierra forestal, con arreglo a la selección de definiciones nacionales (IPCC, 2006).

Para las tierras de cultivo en IPCC (2006) se incluyeron los terrenos agrícolas clasificándolos en dos subcategorías: agricultura anual en todas sus modalidades (riego, temporal y de humedal) y agricultura perenne (RCL) con todas sus variaciones de manejo.

### Humedales (WL)

Esta categoría comprende las zonas cubiertas por agua la mayor parte del año (por ejemplo, turbera) y que no pueden incluirse en las categorías de tierras forestales, tierras agrícolas, pradera o asentamientos humanos. Esta categoría puede subdividirse en gestionados y no gestionados, según las definiciones nacionales. El documento suplementario a las guías del IPCC de 2006 dedicado a humedales, publicado en 2013, sugiere alcanzar cinco subcategorías: 1) humedales costeros, que incluyen actividades de acuicultura, salinas, dragado y marismas, y pantanos; 2) cuerpos de agua provenientes del drenaje interior de suelos orgánicos: extracción de turbas, drenajes en manejo forestal, agrícola y pecuario; 3) humedales de suelos orgánicos como paludicultura; 4) plantas de tratamiento de aguas residuales, y 5) humedales continentales de suelos minerales, que abarcan embalses para generación de electricidad, control de caudales y canales, entre otros.

A partir de las *Cartas de uso del suelo y vegetación* de INEGI es posible alcanzar, *lato sensu*, algunas de las categorías. Las claves de INEGI separan de manera directa zonas de acuicultura (Acui.) —indicadas como humedales costeros según IPCC— del resto de los cuerpos de agua (aguas de mar abierto e interiores, manejadas o no manejadas).

Los embalses se diferenciaron en los cuerpos de agua indicados por INEGI, como cuerpos de agua gestionados (humedales continentales de suelos minerales), apoyados por la información de la carta topográfica 1: 50,000 producida por INEGI, donde uno de los elementos de su leyenda o capa de información en el grupo de infraestructura consiste

en pantallas o bordos de los embalses. Los cuerpos de agua relacionados con los bordos y pantallas de presas fueron identificados y asignados a la subcategoría de presas (Pre.) De los no manejados que se asignaron a la categoría de cuerpos de agua (H<sub>2</sub>O), incluye los tipos en los que predomina el agua, como son lagos, lagunas, ríos y aguas salinas.

A partir de los criterios antes descritos, para la categoría de humedales se consideraron tres subcategorías: acuícolas (Acui.), presas (Pre.) y cuerpos naturales de agua (H<sub>2</sub>O).

### Asentamientos (S)

Esta categoría comprende toda la tierra en la que hay un desarrollo habitacional, construcciones para servicios y transporte. De acuerdo con la clasificación de INEGI, esta categoría única integra dos claves: los asentamientos humanos y las zonas urbanas.

### Otras tierras (OL)

Esta categoría comprende suelo desnudo, roca, hielo, bancos de arena, minas a cielo abierto, desiertos y todas las áreas de tierra no gestionadas desprovistas de vegetación que no entran en ninguna de las otras categorías. De acuerdo con las clases de INEGI, en esta categoría se integran las áreas sin vegetación aparente y las desprovistas de vegetación.

En la **Figura 1** de esta sección, se muestra un esquema de la propuesta de agrupación de los tipos de vegetación de INEGI hacia las clases IPCC.

El resumen de la agrupación referida en esta sección se muestra en la **Tabla 1** de esta sección.

### Conversiones de uso del suelo

Las definiciones para el análisis de las transiciones se establecieron usando los conceptos de cambio y permanencia, los cuales a su vez están basados en los siguientes criterios:

1. Los conceptos del Sistema de Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI (USyV).

Figura 1. Representación gráfica de la propuesta de agrupación de las clases de uso de suelo y vegetación del INEGI, de acuerdo con las categorías de USCUS (IPCC, 2006)



Tabla 1. Correspondencias entre las clases de las Series INEGI y las categorías IPCC

Categoría IPCC	Subcategoría	Descripción de Clases de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI
Tierras Forestales (FL)	BC	Bosque cultivado
	BCO/P	Bosque de coníferas primario y con vegetación secundaria arbórea
	BCO/S	Bosque de coníferas con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	BE/P	Bosque de encino primario y con vegetación secundaria arbórea
	BE/S	Bosque de encino primario y con vegetación secundaria arbórea
	EOTL/P	Especial otros tipos leñosos primario y con vegetación secundaria arbórea
	EOTL/S	Especial otros tipos leñosos primario y con vegetación secundaria arbórea
	MXL/P	Matorral xerófilo leñoso primario y con vegetación secundaria arbórea
	MXL/S	Matorral xerófilo leñoso con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	SC/P	Selva caducifolia primario y con vegetación secundaria arbórea
	SC/S	Selva caducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	SP/P	Selva perennifolia primario y con vegetación secundaria arbórea
	SP/S	Selva perennifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	SSC/P	Selva subcaducifolia primario y con vegetación secundaria arbórea
	SSC/S	Selva subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	VHL/P	Vegetación hidrófila leñosa primario y con vegetación secundaria arbórea
VHL/S	Vegetación hidrófila leñosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	

Tabla 1. **Continuación**

Categoría IPCC	Subcategoría	Descripción de Clases de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI
Praderas (GL)	EOTnL/P	Especial otros tipos no leñosos primario y con vegetación s secundaria arbórea
	EOTnL/S	Especial otros tipos no leñosos primario y con vegetación secundaria arbórea
	MXnL/P	Matorral xerófilo no leñoso primario y con vegetación secundaria arbórea
	MXnL/S	Matorral xerófilo no leñoso con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
	P	Pastizales
	VHnL/P	Vegetación hidrófila no leñosa primario y con vegetación secundaria arbórea
	VHnL/S	Vegetación hidrófila no leñosa con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
Tierras agrícolas (CL)	CL	Agricultura anual
	RCL	Agricultura perenne
Humedales (WL)	Acui.	Acuícola
	H2O	Cuerpos de agua
	Pre.	Presas, cuerpos de agua gestionados
Otras tierras (OL)	OL	Otras tierras (desprovistas de vegetación)
Asentamientos (S)	S	Asentamientos humanos, zonas urbanas
País extranjero	P/E	País extranjero

- Las categorías y las conversiones del uso de la tierra definidas por el IPCC.
- Algunas definiciones de la legislación mexicana (deforestación y degradación en la LGDFS y LGCC).

Este proceso de definición de transiciones resulta pragmático y adecuado en función de los insumos cartográficos disponibles en el país.

La metodología sugerida para los datos de actividad o transiciones se deriva del cruce temporal de las categorías definidas en los párrafos anteriores. Los tipos de cambio asociados al análisis de las actividades de uso del suelo se describen en los apartados siguientes.

### Deforestación

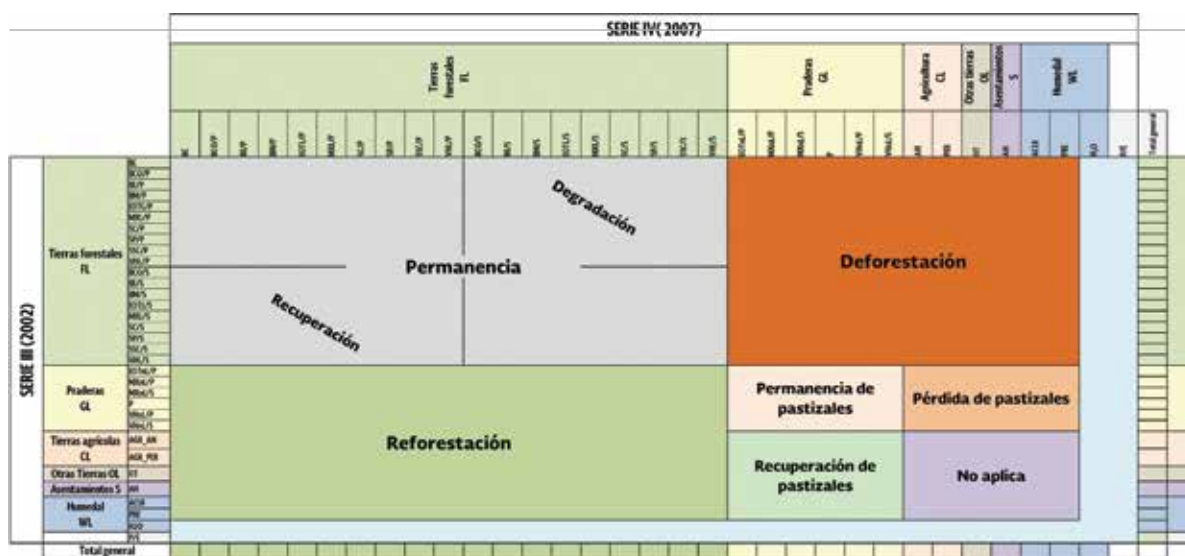
Es el conjunto de cambios de cualquier clase de vegetación de tierras forestales (FL) a cualquier clase de uso de suelo y vegetación de tierras no forestales (tierras praderas, tierras agrícolas, humedales, otras tierras y asentamientos humanos). Esta definición es consistente con la de la LGDFS: Pérdida de la vege-

tación forestal, por causas inducidas o naturales, a cualquier otra condición (Art. 7, Fracc. XII) (**Figura 2**).

### Degradación

Es el conjunto de cambios de una misma clase de vegetación de FL en fase primaria (BE/P, por ejemplo) a la misma clase de vegetación en fase secundaria (BE/S). Los cambios asociados a la disminución de la cubierta forestal de la vegetación, relacionada con la disminución de su cobertura y su altura arbórea, y representada por las fases de vegetación secundaria para la misma clase de vegetación (INEGI, 2015), son considerados como degradación para fines de este estudio. Nótese que los cambios considerados en esta transición sólo se refieren a aquellos cuyas fases cambian de primaria a secundaria sobre la misma clase de vegetación de las tierras forestales (véase diagonal en la matriz de transición de la **Figura 2**). Lo anterior está alineado con la definición de degradación de la LGCC (Art. 3, Fracc. X): reducción del contenido de carbono en la vegetación natural, ecosistemas o suelos, debido a la intervención humana, con relación a la misma ve-

Figura 2. Representación de la matriz de transición general de las categorías y subcategorías de uso de suelo definidas para la *Sexta Comunicación Nacional* en el sector uscuss



Esta figura muestra un prototipo de la matriz de transición entre las diferentes subcategorías establecidas para el país comparadas para dos tiempos de análisis. Para el caso de los "cambios ilógicos" en tierras forestales, estos se consideran como permanencias ya que ambas pertenecen a la categoría de tierras forestales en el nivel jerárquico superior; lo mismo ocurre para la permanencia de pastizales donde hay transiciones no lógicas. La recomendación de INEGI a este respecto indica que la interpretación más reciente es la más adecuada.

getación, ecosistemas o suelos, si no hubiera existido dicha intervención (Figura 2).

**Pérdida de praderas**

Son todos los cambios que ocurren de las clases de vegetación de praderas (pastizales, matorral xerófilo no leñoso, vegetación hidrófila no leñosa y otros tipos de vegetación especiales no leñosos) a cualquier otra clase de tierras no forestales (tierras agrícolas, humedales, otras tierras y asentamientos humanos) (Figura 2).

**Permanencia de tierras forestales**

Se refiere al conjunto de clases de tierras forestales (FL) que permanecieron como tales al final del periodo de análisis. Incluye también el conjunto de cambios de cualquier clase de FL a otra clase diferente de FL, especialmente el conjunto de cambios ilógicos: por ejemplo, un cambio de bosque de encino secundario (BE/S) a selva perennifolia primaria (SP/P) es ilógico, por lo que, siguiendo las recomendaciones de la evaluación técnica del IBA (2015) por

parte de la CMNUCC y del INEGI, se clasifica como permanencia de la clase más actual (SP/P en este caso) (Figura 2).

**Permanencia de praderas**

Es el conjunto de todas las clases de vegetación de praderas (pastizales, matorral xerófilo no leñoso, vegetación hidrófila y otros tipos de vegetación especiales no leñosos) que permanecieron como tales al final del periodo de análisis (Figura 2).

**Recuperación**

Se define como el proceso inverso a la degradación: es el conjunto de cambios de una misma clase de vegetación de FL en fase secundaria (BE/S, por ejemplo) a la misma clase de vegetación en fase primaria (BE/P). El cambio de una fase secundaria a primaria implica un aumento en la cobertura y altura arbóreas, lo que a su vez significa un incremento en la biomasa y en el contenido de carbono de una misma clase (Figura 2).

**Recuperación de praderas**

Es el proceso inverso de la pérdida de pastizales. Es decir, son todos los cambios que ocurren de las clases de tierras no forestales (agricultura, humedales, otras tierras y asentamientos humanos) a cualquiera de las clases de vegetación de pastizales (pastizales, matorral xerófilo no leñoso, vegetación hidrófila y otros tipos de vegetación especiales no leñosos) (Figura 2).

**Reforestación/Regeneración**

Se refiere al conjunto de cambios de cualquier clase de tierras no forestales (pastizales, agricultura, humedales, otras tierras y asentamientos humanos) a cualquier clase de tierras forestales (FL). Para el caso de los cambios ilógicos (asentamientos humanos a selva perennifolia primaria, por ejemplo), se aplica la misma recomendación de la evaluación técnica de la CMNUCC: es decir, se asume que la clase correcta es la más actual (selva perennifolia primaria) no importando de qué clase provenga, puesto que proviene de cualquier clase de tierras no forestales (Figura 2).

**No aplica**

Es el conjunto de cambios o permanencias entre las clases de agricultura, humedales, otras tierras y

asentamientos humanos, así como cualquier transición que involucre a la clase País extranjero (P/E). Para el caso de la *Sexta Comunicación Nacional*, las transiciones entre las clases aquí referidas no son relevantes (Figura 2).

**Permanencia de cultivos perennes**

Se consideran en esta transición los terrenos agrícolas perennes que permanecen como terrenos agrícolas perennes (Figura 2).

**Análisis Espacial de Cambios**

La información cartográfica contenida en las *Cartas de uso de suelo y vegetación escala 1: 250,000* en sus Series II, III, IV y VA y VI, elaboradas por INEGI, se distribuyen en formato vector, donde las unidades de uso de suelo y vegetación están representadas por polígonos.

Para el procesamiento de los datos geospaciales se utilizó el software ArcGIS 10.1® (ESRI®, 2012). A partir del análisis de la información en formato vector se determinó que, para eliminar los problemas de desfases o desplazamientos entre series, los procesos de comparación fueran del tipo tramado (*raster*); en consecuencia, la información de las Series INEGI II, III, IV, VA y VI se convirtió a ese

Figura 3. Modelo cartográfico para combinación de datos de tramado (*raster*)



formato de imagen de manera independiente. Para homogeneizar los resultados de superficie obtenidos a través del tramado se utilizó un tamaño de celda de 100 metros, de manera que el área de cada una corresponda a una hectárea.

En el manejo de datos geográficos, tanto en formato vector como *raster*, es importante tener capas con características espaciales y geográficas homogéneas, que permitan el procesamiento de la información. En este sentido se realizó la generación de capas de tramado mediante un proceso de compatibilidad para cada celda y cada espacio geográfico mediante el proceso de configuración del entorno (*snap-raster*) similar para todas las capas. Dicho procedimiento permite configurar las capas en un mismo espacio geográfico, de tal forma que coincidan el número y los límites de celdas, y así posibilitar su procesamiento.

Después del tramado y la configuración homogénea de todas las series, se realizó la unión de capas mediante el comando *combine* en ArcGis®, (ESRI®, 2012), permitiendo integrar, en la tabla de atributos, toda la información de las series en la imagen (**Figura 4**).

El diagrama de flujo del proceso para la generación de la matriz de cambios se presenta en la **Figura 5**.

Se incluyeron las categorías y subcategorías que cubren la totalidad del país. Se realizó el cruce de la información de las superficies de cada subcategoría de uso de la tierra a través del tiempo para obtener las transiciones correspondientes en cada caso, con el objeto de hacer las estimaciones adecuadas de las existencias de carbono y del factor de emisión (IPCC, 2006). Para ello, se organizó la información de cambios de superficie mediante una matriz de transición. Con base en la información tabular y espacial obtenida de la integración de Series INEGI II, III, IV, VA y VI en formato tramado (*raster*), se generaron nuevos campos o atributos en la tabla de datos asociada al mismo, lo que permitió incorporar la categoría y subcategoría del IPCC a través de una liga o *“join”* a la tabla de homologación de criterios o correspondencia. En la tabla de atributos del tramado se crearon nuevos campos con la concatenación de las subcategorías IPCC de manera de conocer, para los diferentes registros, la transición ocurrida como *“Subcategoría T1-Subca-*

Figura 4. Imagen del tramado y su tabla de atributos, con las combinaciones a nivel nacional

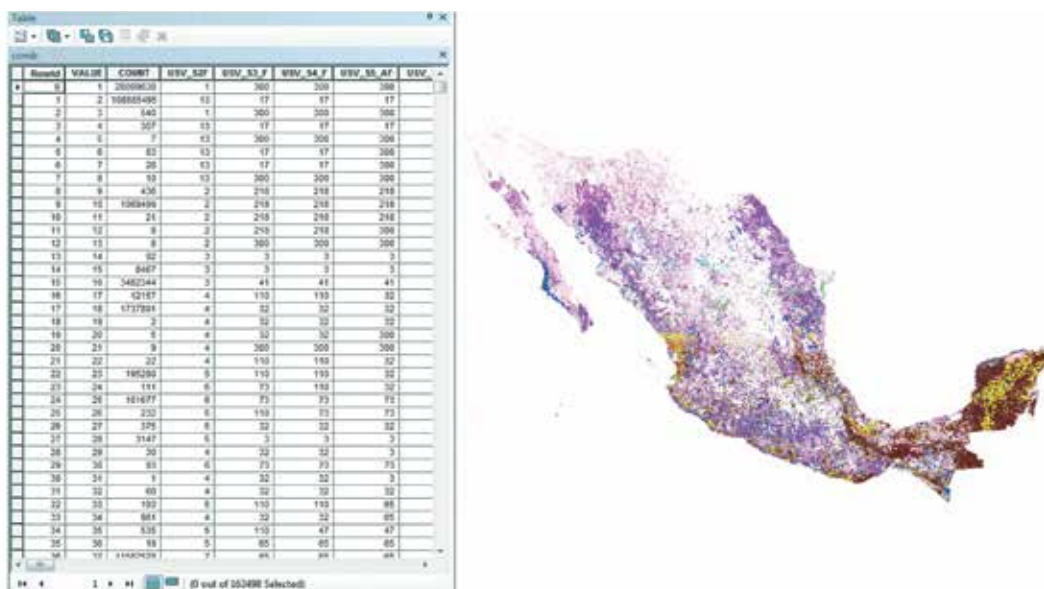
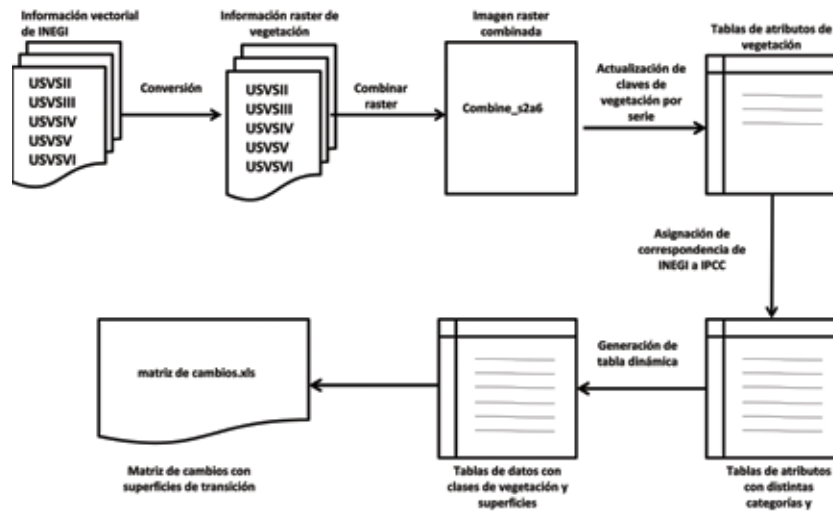


Figura 5. Diagrama de flujo de procesos para la obtención de la matriz de cambios a partir de las capas de información de INEGI



tegoríaT2” —por ejemplo, “BCO/P-BCO/S”—, para las diferentes series de tiempo.

Se generó una tabla dinámica de cambio que agrupó las diferentes transiciones para el reporte que se muestran en la **Tabla 1**. De dicho proceso resultaron cuatro matrices de cambio como la que se muestra en la **Figura 6**, de los periodos: 1) Serie II-Serie III (1993-2002); 2) Serie III-Serie IV (2002-2007); 3) Serie IV-Serie VA (2007-2011), y 4) Serie VA-Serie VI (2011-2014).

### Enfoque de estimación de datos insesgados de actividad

Los mapas son modelos sujetos a errores, debido a diferentes factores. En el caso de la serie histórica

de uso de suelo y vegetación, se pueden mencionar algunos como: la escala (1:250,000) y su unidad gráfica (50/25 ha); el uso de diferentes sensores en el tiempo, con variación en las resoluciones espectrales, radiométricas, temporales y espaciales; experiencia y conocimiento de las comunidades vegetales por parte del intérprete; variaciones climáticas que generen dinámicas inter e intra anuales relacionadas con el comportamiento fenológico de las comunidades vegetales y la dinámica de lluvias (el aumento y disminución de la superficie de agua), o algunas anomalías climáticas como sequías e inundaciones, entre otras causas de error. Por ello es necesario conocer y cuantificar la fiabilidad de los mapas.

Figura 6. Matriz de cambio de la Serie VA-Serie VI

Muestra las permanencias y transiciones para los tipos de vegetación y clases de IPCC.

Hay diversos métodos útiles para evaluar la incertidumbre de los datos de actividad en circunstancias específicas. Algunos tipos de datos de actividad se obtienen a partir de muestreos; por ejemplo, número de cabezas de ganado, cambios de uso de la tierra o cubierta forestal, entre otros. En estos casos, los datos estarán sujetos a los errores de muestreo, que normalmente se distribuyen y no se correlacionan a través del tiempo (IPCC, 2006).

Una manera adecuada para abordar estos errores es a través del análisis estadístico de una muestra de puntos de validación de las áreas de transición que permita obtener áreas insesgadas de cambio, así como las incertidumbres asociadas.

Cualquier mapa temático construido a partir de percepción remota debe quedar sujeto a una evaluación de exactitud estadísticamente rigurosa, antes de usarse en investigaciones científicas o decisiones de política.

La metodología utilizada se basa en los enfoques sugeridos por Stehman y Czaplewski (1998) y Olofsson *et al.* (2014), que incluyen los componentes: *i)* diseño de muestreo; *ii)* diseño de respuesta, y *iii)* estimación y análisis de la exactitud temática y de las incertidumbres de los datos de actividad.

El enfoque sugerido por Olofsson *et al.* (2014) consta de tres etapas:

- a) Definición del protocolo para seleccionar el subconjunto de la región de interés (ROI), donde se aplicará el diseño de respuesta. Este subconjunto se refiere a las unidades espaciales que formará la base de la evaluación de la exactitud.
- b) Aplicación del diseño de respuesta que proporciona la mejor clasificación de cambio disponible para cada unidad espacial muestreada.
- c) Establecimiento de los procedimientos de estimación y análisis. Incluye protocolos para cuantificar la exactitud, que constan de las fórmulas y el marco de inferencia para estimar la exactitud y el área, y para cuantificar la incertidumbre de estas estimaciones.

### Diseño de muestreo

El diseño de muestreo utilizado es un muestreo aleatorio estratificado (MAE). El criterio de estratificación fue la necesidad de reportar la exactitud de cada una de las 17 transiciones señaladas en el capítulo 4 de las *Directrices del IPCC 2006*. Aunque es posible considerar estratos más desagregados (como cada una de las transiciones de la matriz de  $32 \times 32 = 1024$ ), esta opción resultaría significativamente más costosa. Wickham *et al.* (2013) consideran que los estratos pueden definirse sobre la base de categorías de cambio generalizadas.

Los resultados de este proceso son áreas estimadas para cada una de las dinámicas de cambio a través de un proceso exhaustivo de evaluación. Dichas áreas proporcionan nuevos datos de actividad para cada uno de los estratos de cambio y se usan para realizar nuevas estimaciones. Este diseño aborda el objetivo clave de estimar la exactitud específica de cada clase. Con respecto a los criterios deseados de diseño, el MAE es un diseño de muestreo probabilístico y uno de los más fáciles de implementar (Olofsson *et al.*, 2014).

### Cálculo del tamaño de muestra

Para su cálculo se utilizó el diseño del MAE. Se identificó el nivel de reporte requerido y se establecieron los parámetros a emplear para el diseño de las muestras.

El nivel de reporte actual es para cada uno de los estratos (17 transiciones) y para cada periodo de análisis. Los periodos de análisis se corresponden con los cambios generados entre la Serie II-Serie III (1993-2002), Serie III-Serie IV (2002-2007), Serie IV-Serie V (2007-2011) y Serie V-Serie VI (2011-2014).

Los pasos específicos implementados para la determinación del tamaño de la muestra, que siguen conceptualmente el diseño del MAE y la propuesta metodológica de Olofsson *et al.* (2013), señalan que, a partir de las superficies en hectáreas ( $A_{m,i}$ ) de los estratos de cambio obtenidos con las Series de INEGI, se estima una proporción o peso ( $W_i$ ) con respecto al área total (**Tabla 2**).



Se asignó un valor a priori para el error de comisión (U<sub>i</sub>) por estrato; para las zonas de cambio se asignó un valor conservador de 0.5 y para las de permanencia, 0.8, como lo sugieren Olofsson *et al.* (2014). Se calculó la desviación estándar del estrato i mediante la **Ecuación 1**.

**Ecuación 1**

$$S_i = \sqrt{U_i(1 - U_i)}$$

Una vez calculado S<sub>i</sub>, a la exactitud temática general al 95 % de confianza se le designó un error de estimación de 1% (S(O)=0.02). Finalmente, el tamaño total de la muestra s e calculó bajo un MAE (Cochran, 1977). Véase **Ecuación 2**.

**Ecuación 2**

$$n = \frac{(\sum W_i S_i)^2}{S(O)^2 + (\frac{1}{N}) \sum W_i S_i^2}$$

Donde:  
 W<sub>i</sub>= peso de cada clase con respecto al total de la superficie de análisis.  
 S<sub>i</sub>= desviación estándar del estrato i.  
 U<sub>i</sub>= exactitud temática del usuario por estrato i (0.5 en zonas de cambio / 0.8 en zonas de permanencia).  
 N= área total o número total de celdas.  
 S(O)= error estándar de la ET general al 95% de confianza.

El método de distribución de muestra dentro de los estratos tiene una influencia directa en las estimaciones de la exactitud temática general, los errores de comisión y omisión, y las áreas de cambio. En este sentido, se realizó una asignación óptima de Neyman para distribuir el tamaño total de la muestra en los estratos (**Ecuación 3**).

**Ecuación 3**

$$n_i = n \frac{N_i \sqrt{Q_i(1 - Q_i)}}{\sum N_i \sqrt{Q_i(1 - Q_i)}}$$

Donde:  
 n<sub>i</sub>= tamaño de muestra del estrato i.  
 N<sub>i</sub>= área del estrato i.  
 n= tamaño total de la muestra.  
 Q<sub>i</sub>= exactitud temática del usuario (0.5).

La **Tabla 3** muestra la cantidad de puntos estimados para el MAE de cada transición o estrato y para cada periodo de análisis. En total se asignaron 15,918 puntos para validación.

Se puede observar que los tamaños de muestra recomendados por Neyman en los estratos de menor superficie son valores bajos. Siguiendo las guías de buenas prácticas para la evaluación de mapas (Olofsson *et al.*, 2013), se sugiere que la cantidad de puntos para estos estratos sea de al menos cien.

**Tabla 2. Estimación del tamaño de muestra y pesos de cada clase**

Estratos	A <sub>m,i</sub>	W <sub>i</sub>	U <sub>i</sub>	S <sub>i</sub>	S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	W <sub>i</sub> S <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> S <sub>i</sub> <sup>2</sup>	A <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	n' <sub>i</sub>
1	A <sub>m,1</sub>	W <sub>1</sub>	U <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	W <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	W <sub>1</sub> S <sub>1</sub> <sup>2</sup>	A <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	n' <sub>1</sub>
2	A <sub>m,2</sub>	W <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> <sup>2</sup>	W <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	W <sub>2</sub> S <sub>2</sub> <sup>2</sup>	A <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>	n' <sub>2</sub>
3	A <sub>m,2</sub>	W <sub>2</sub>	U <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>2</sub> <sup>2</sup>	W <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	W <sub>2</sub> S <sub>2</sub> <sup>2</sup>	A <sub>2</sub>	n <sub>2</sub>	n' <sub>2</sub>
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
q	A <sub>m,q</sub>	W <sub>q</sub>	U <sub>q</sub>	S <sub>q</sub>	S <sub>q</sub> <sup>2</sup>	W <sub>q</sub> S <sub>q</sub>	W <sub>q</sub> S <sub>q</sub> <sup>2</sup>	A <sub>q</sub>	n <sub>q</sub>	n' <sub>q</sub>
Total	A <sub>r</sub> = N	1	S(O) = 0.02 <sup>2</sup>			∑ W <sub>i</sub> S <sub>i</sub>	∑ W <sub>i</sub> S <sub>i</sub> <sup>2</sup>		n	n'

**Tabla 3. Tamaños de muestra por estrato para los mapas de cambio de coberturas de las series de tiempo**

Transiciones	Estratos ↓	Dinámica 1 SII vs. SIII	Dinámica 2 SIII vs. SIV	Dinámica 3 SIV vs. SVA	Dinámica 4 SVA vs. SVI
		Tamaño real $n_i'$	Tamaño real $n_i'$	Tamaño real $n_i'$	Tamaño real $n_i'$
Permanencia	01. FL-FL	690	732	696	740
Degradación	02. FL-FLd	298	296	300	300
Recuperación	03. FLd-FL	295	284	300	274
Deforestación	04. FL-GL	172	163	156	193
	05. FL-CL	120	124	123	92
	06. FL-S	100	102	100	100
	07. FL-OL	100	100	100	100
	08. FL-WL	100	100	100	100
Reforestación	09. CONVL-FL	308	278	305	321
Permanencia de pradera	10. GL-GL	556	553	547	579
	11. GL-CL	291	272	243	245
Pérdida de pradera	12. GL-S	100	100	100	100
	13. GL-OL	100	100	100	100
	14. GL-WL	100	100	100	101
Recuperación de pradera	15. CONVL-GL	283	295	300	275
Permanencia de agricultura	16. RCL-RCL	100	100	100	100
No aplica	17. No aplica	279	276	270	291
		3992	3975	3940	4011

S= asentamientos humanos; OL= otras tierras; GL= pradera; CL= tierras agrícolas o de cultivo; CONVL= tierras convertidas; RCL= tierras de cultivos perennes; FL= tierras forestales; FLd= tierras forestales degradadas; WL= tierra de humedal.

### Distribución espacial de la muestra

Una vez estimados los puntos requeridos para cada estrato (áreas de permanencia y cambio), para todo el territorio nacional, se procedió a realizar la siembra aleatoria de dichos puntos en el ambiente de ArcGIS. De forma independiente se generaron los puntos aleatorios para cada estrato y para cada mapa de transición. Sobre estos puntos se generó un área *buffer* de una hectárea para fines de interpretación visual o diseño de respuesta que representó la unidad de muestreo. La distribución espacial de estos puntos se ejemplifica en la **Figura 7**.

### Diseño de respuesta

El diseño de respuesta abarca todos los pasos que permiten determinar si un mapa y los datos de referencia coinciden. El diseño de respuesta tiene cuatro principales características que son: 1) unidad de muestreo; 2) fuentes de información utilizadas para los datos de referencia; 3) protocolo de etiquetado de los datos de referencia, y 4) definición de

coincidencias (Olofsson *et al.*, 2014). En este sentido, a continuación, se presentan las definiciones, insumos y métodos empleados en este trabajo para cada una de esas características.

### Unidad de muestreo

Stehman & Wikham (2011) mencionan que un pixel, polígono o bloque pueden ser la unidad de muestreo que sirva como base para la comparación de la ubicación específica de los datos de referencia y los mapas. En este caso, se definió como unidad de muestreo un círculo de 1 ha de superficie, debido a que el producto que se quiere validar (combinación de las series tramadas de INEGI) tiene esta superficie como UMM. Esta unidad de muestreo permite monitorear las actividades de cambio de uso de suelo y vegetación en la compleja dinámica del país.

### Fuentes de datos de referencia

Olofsson *et al.* (2014) indican que hay dos maneras para asegurar que los datos de referencia sean de

Figura 7. **Distribución del MAE (4011 puntos) para los 17 estratos (transiciones)**



mayor calidad que los mapas generados de coberturas o cambios: 1) que los métodos para obtener los datos de referencia sean de mayor calidad que la fuente y métodos utilizados para crear el mapa clasificado, y 2) en caso de que se utilicen como insumos para la obtención de los datos de referencia, los mismos materiales empleados para el desarrollo del mapa, entonces el proceso para crear la información de referencia debe ser más preciso que el proceso usado para crear el mapa que se está evaluando.

Bajo esta consideración, se decidió mejorar el proceso para obtener los datos de referencia, y dado que en el país no se cuenta con imágenes de mejor resolución para las series generadas en el periodo previo a 2008, se contrató a especialistas en la interpretación de imágenes de satélite y así fue posible obtener los datos de referencia con mayor certidumbre.

El proceso de estimación de la incertidumbre de datos de actividad está centrado en la estimación de la exactitud temática de los cambios derivados del uso de las series históricas. Por lo tanto, el proceso de interpretación de los datos de referencia se mejoró identificando los cambios de coberturas a través de dos subprocesos: *i)* etiquetar las coberturas en cada uno de los tiempos a través de

la interpretación de imágenes satelitales, y *ii)* posteriormente se determinó la dinámica de las transiciones, con base en las etiquetas de las coberturas interpretadas en cada tiempo y en las definiciones establecidas en la matriz de cambio.

Este enfoque permitió utilizar la información espacial disponible de la mejor manera posible, ya que se interpretaron las coberturas en cada tiempo, siguiendo la robusta metodología de INEGI para etiquetar los tipos de vegetación. Etiquetar o identificar directamente cambios de cobertura es un proceso cuestionable empleando imágenes de mediana resolución; sin embargo, el enfoque utilizado en este trabajo consistió en etiquetar coberturas, que es diferente de la identificación directa de cambios.

El proceso de interpretar coberturas empleando imágenes de mediana resolución es factible y adecuado, siempre que se utilice la metodología de INEGI, probada durante más de 20 años en la elaboración de mapas de cobertura con exactitudes temáticas mayores que 90% en las series más recientes. Esto no significa, sin embargo, que en el proceso de interpretación de coberturas se esté dando por válida la información de las cartas de INEGI, sino que la interpretación visual de las muestras confirma o corrige la información de las mis-

mas, puesto que se realiza directamente sobre las imágenes satelitales.

Otro aspecto importante a considerar en el diseño de respuesta es que el periodo de cambio representado por la clasificación de referencia debe estar sincronizado con el periodo de cambio del mapa evaluado (Olofsson *et al.*, 2014). Para atender esta recomendación en el diseño de respuesta planteado, se utilizaron exactamente las mismas imágenes satelitales empleadas para el desarrollo de las Series de INEGI, con lo que se evitaron, hasta el máximo posible, los posibles errores asociados al uso de diferentes imágenes satelitales (**Tabla 4 y Figura 8**).

### Etiquetado de datos de referencia

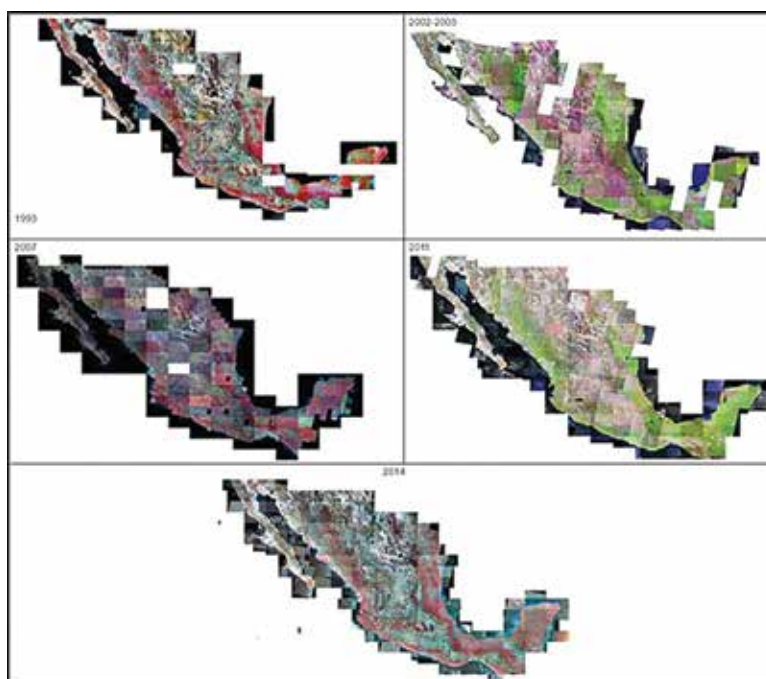
El diseño de respuesta debe garantizar consistencia en el etiquetado de las clases de referencia, por lo que se deben crear claves de interpretación cuando se utiliza la evaluación visual para obtener los datos de referencia (Kelly, Estes, & Knigth, 1999). Dado los insumos disponibles tanto para la detección de las áreas de cambio (mapas de cambios obtenidos con la sobreposición de mapas de coberturas) como

**Tabla 4. Imágenes satelitales disponibles en México para los periodos de desarrollo de las Series de uso de suelo y vegetación de INEGI**

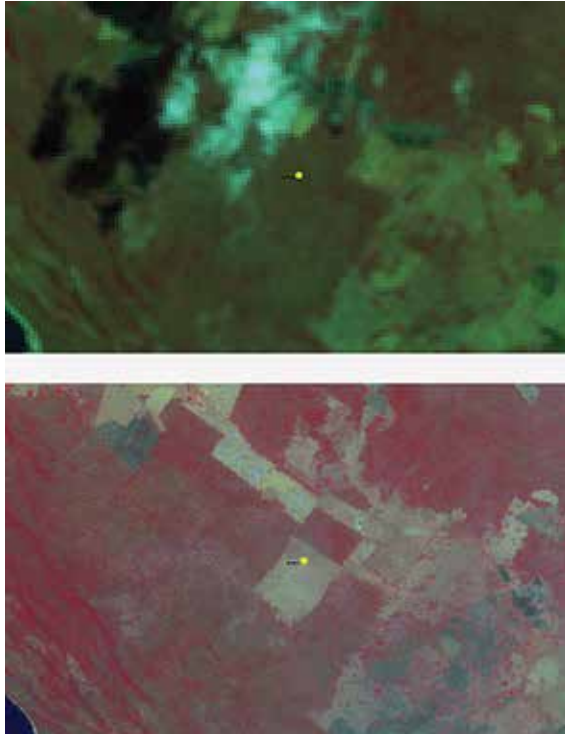
Serie de INEGI	Años de las imágenes utilizadas	Imágenes utilizadas	Imágenes de mayor resolución espacial con cubrimiento nacional
II	1993-95	LANDSAT 5	No disponibles
III	2002	LANDSAT 7	No disponibles
IV	2007	Spot 4 y 5	No disponibles
VA	2011	LANDSAT 7	RapidEye
VI	2014	LANDSAT 8	RapidEye

para los datos de referencia (imágenes de mediana resolución), México decidió implementar el protocolo de etiquetado en dos fases, garantizando en ambas etapas una robusta consistencia metodológica. Como se mencionó, primero se etiquetaron las coberturas en cada uno de los tiempos de análisis (basándose en la metodología de interpretación de coberturas de INEGI) y, posteriormente, utilizando estas etiquetas de coberturas de las unidades de muestreo, se identificaron las transiciones de cam-

**Figura 8. Mosaicos de imágenes disponibles para el diseño de respuesta**



**Figura 9. Ejemplos de identificación de cambios en las etiquetas de las coberturas**



La imagen superior es una LANDSAT 7 de 2002 que muestra una condición de vegetación secundaria en selva baja caducifolia (Vsa/SBC). La imagen inferior es una SPOT 5 del año 2007 que muestra el cambio de tierras forestales (FL) hacia agricultura (TA).

bio con base en las definiciones de la matriz de cambio.

En la **Figura 9** se muestran algunos ejemplos de identificación de cambios en las etiquetas de las coberturas, que posteriormente se interpretaron contra sus respectivas transiciones.

#### Definición de coincidencias y construcción de matrices de error

Tras obtener el mapa y los datos de referencia para una unidad espacial, se deben establecer reglas para definir las coincidencias entre el mapa y la clasificación de referencia, antes de proceder con el análisis de cuantificación de la exactitud temática (Olofsson *et al.*, 2014). Con fines prácticos se definió como coincidencia que los puntos muestreados tuvieran la misma etiqueta en el mapa y en los datos de referencia. En caso contrario, a las unidades muestreadas se les identificó el estrato de referencia con respecto al estrato mapeado.

El punto crítico del protocolo de definición de coincidencias es que permite la construcción de las

matrices de error (Olofsson *et al.*, 2014), razón por la cual los criterios de coincidencia establecidos en este trabajo fueron claros y pragmáticos, y con ellos se construyeron las matrices de error para cada periodo de análisis.

La **Figura 10** muestra la matriz de error para la transición entre la Serie VA y la Serie VI.

La diagonal muestra la proporción de identificación correcta entre el modelo de representación y el diseño de respuesta, y los elementos que están fuera de la diagonal muestran la proporción relativa de clasificación errónea de una categoría de la tierra con respecto a las otras categorías. La matriz de confusión expresa no sólo la exactitud del mapa de cambio, sino también que es posible evaluar cuáles de las categorías se confunden fácilmente con otras. Basados en la matriz de confusión, pueden obtenerse un cierto número de índices de exactitud (Congalton, 1991).

En forma general se puede observar que, al comparar el valor predicho en el mapa con respecto al diseño de respuesta, se da una concentración

Figura 10. Matriz de confusión para el análisis de la Serie VA vs. Serie VI

		SERIE Va - SERIE VI INTERPRETE																		TOTAL GENERAL			
		00. NulB	PERMANENCIA 01. FL - FL	DEGRADACION 02. FL - FLd	RECUPERACION 03. FLd - FL	DEFORESTACION				REFORESTACION 09. CONVNL - FL / FLd	PERMANENCIA PRADERA 10. GL - GL	PERDIDA PRADERA			RECUPERACION PRADERA 15. CONVNL - GL	PERMANENCIA AGRICULTURA 16. CLPee - CLPee	NO APLICA 17. NO APLICA	AGUAS NATURALES 20. H2O	18. P/E				
SERIE VA - SERIE VI INEGI	ESTRATO	CATEGORIA REPORTE IPCC																					
	PERMANENCIA	01. FL - FL	663																		740		
	DEGRADACION	02. FL - FLd		8																	300		
	RECUPERACION	03. FLd - FL			6																274		
	DEFORESTACION	04. FL - GL				20															193		
		05. FL - CL					8														92		
		06. FL - SL						18													100		
		07. FL - OL							9												100		
		08. FL - WL								7											100		
	REFORESTACION	09. CONVNL - FL / FLd									4										321		
	PERMANENCIA PRADERA	10. GL - GL										469									579		
	PERDIDA PRADERA	11. GL - CL											78								245		
		12. GL - SL												17							100		
		13. GL - OL													14						100		
		14. GL - WL														24					101		
	RECUPERACION PRADERA	15. CONVNL - GL														39					275		
	PERMANENCIA AGRICULTURA	16. CLPee - CLPee															48				100		
	NO APLICA	17. NO APLICA																229			291		
	AGUAS NATURALES	20. H2O																	7		10		
	Total general =			105	1920	31	8	35	15	19	10	8	16	941	79	18	14	26	50	77	601	48	0

de puntos por error de comisión en los estratos de permanencia de tierras forestales (FL-FL), permanencia de praderas (GL-GL) y No aplica.

**Errores de clasificación de los datos de referencia**

Hay dos fuentes potenciales de incertidumbre en la clasificación de referencia. Una de ellas es la asociada con el corregistro espacial del mapa (Pontius, 2000), y la otra es la asociada a la interpretación de los datos de referencia (Pontius & Lippitt, 2006).

Para este caso, la primera fuente de incertidumbre se minimizó utilizando exactamente los mismos insumos con los que fueron desarrollados los mapas de INEGI. Respecto a la incertidumbre del intérprete, Olofsson *et al.* (2014) indican que ésta se puede separar en dos partes: 1) el sesgo del intérprete, y 2) la variabilidad de interpretación entre diferentes intérpretes. Para este trabajo se buscó minimizar el error asociado al sesgo del intérprete, contratando a un experto nacional en el conocimiento de los tipos de vegetación en México, reco-

nocido por INEGI, con amplia experiencia en la interpretación de imágenes satelitales. Lo anterior sigue la recomendación de IPCC de involucrar en la evaluación de la incertidumbre del DA a las instituciones encargadas del desarrollo de los insumos espaciales (IPCC, 2006).

**Estimación de áreas insesgadas y análisis de incertidumbre**

En el contexto de estudios de cambios de cobertura de la tierra, el protocolo de estimación y análisis tiene dos objetivos clave: 1) la evaluación de la exactitud de la clasificación de los cambios, y 2) la estimación de las áreas de cambio insesgadas y de sus incertidumbres asociadas (Olofsson *et al.*, 2014). En este componente de la metodología, se pone especial atención a la generación de matrices de confusión (o matrices de error), toda vez que éstas juegan un papel importante para el cumplimiento de los dos objetivos señalados.

Una vez obtenidas las cuatro matrices de confusión se procedió a estimar, para cada una de

ellas, las exactitudes e incertidumbres para las 17 transiciones.

**Evaluación de la exactitud temática**

1. Acondicionamiento de la matriz de confusión en el formato requerido para la aplicación de la metodología, para lo cual simplemente fue necesario garantizar que en las filas de esta matriz se encontraran los estratos mapeados, y en las columnas, los estratos de campo.

**Tabla 5. Ejemplo de la matriz de confusión**

Clase	1	2	3	...	q	Total
1	n <sub>11</sub>	n <sub>12</sub>	n <sub>13</sub>	...	n <sub>1q</sub>	n <sub>1</sub>
2	n <sub>21</sub>	n <sub>22</sub>	n <sub>23</sub>	...	n <sub>2q</sub>	n <sub>2</sub>
3	n <sub>31</sub>	n <sub>32</sub>	n <sub>33</sub>	...	n <sub>3q</sub>	n <sub>3</sub>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
q	n <sub>q1</sub>	n <sub>q2</sub>	n <sub>q3</sub>	...	n <sub>qq</sub>	n <sub>q</sub>
Total	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	n <sub>3</sub>	...	n <sub>q</sub>	n

2. Obtención de la matriz de las proporciones de área, de las casillas ij (fila i, columna j) de la matriz de confusión mostrada, con la **Ecuación 4**.

**Ecuación 4**

$$\hat{p}_{ij} = W_i \frac{n_{ij}}{n_i}$$

**Tabla 6. Ejemplo de la matriz de confusión de proporciones**

Clase	1	2	3	...	q	Total
1	$\hat{p}_{11}$	$\hat{p}_{12}$	$\hat{p}_{13}$	...	$\hat{p}_{1q}$	$\hat{p}_1$
2	$\hat{p}_{21}$	$\hat{p}_{22}$	$\hat{p}_{23}$	...	$\hat{p}_{2q}$	$\hat{p}_2$
3	$\hat{p}_{31}$	$\hat{p}_{32}$	$\hat{p}_{33}$	...	$\hat{p}_{3q}$	$\hat{p}_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
q	$\hat{p}_{q1}$	$\hat{p}_{q2}$	$\hat{p}_{q3}$	...	$\hat{p}_{qq}$	$\hat{p}_q$
Total	$\hat{p}_1$	$\hat{p}_2$	$\hat{p}_3$	...	$\hat{p}_q$	1

Con la información obtenida en la tabla anterior se procedió a calcular la exactitud temática con las **Ecuaciones 5, 6 y 7**.

**Ecuación 5: error de comisión**

$$\hat{U}_i = \frac{\hat{p}_{ij}}{\hat{p}_j}$$

**Ecuación 6: error de comisión**

$$\hat{p}_i = \frac{\hat{p}_{ij}}{\hat{p}_j}$$

**Ecuación 7: exactitud total**

$$\hat{O} = \sum_{i=1}^q \hat{p}_{ii}$$

3. Del cálculo de la Tabla 15, se procedió a obtener los estimadores no sesgados para las áreas (A) para cada estrato j, mediante la **Ecuación 8**.

**Ecuación 8**

$$\hat{A}_j = A_{tot} \times \hat{p}_j$$

Donde

$$p_j = \sum_{i=1}^j w_i \frac{n_{ij}}{n_i}$$

**Cálculo de las incertidumbres de las áreas estimadas**

4. Finalmente, se estimó el error estándar del área ajustada (A<sub>j</sub>), los intervalos de confianza de A<sub>j</sub> y la incertidumbre de A<sub>j</sub> mediante la **Ecuación 9**.

**Ecuación 9: error estándar del área ajustada**

Donde

$$S(\hat{p}_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^q w_i^2 \frac{n_{ij}}{n_i} (1 - \frac{n_{ij}}{n_i})}$$

Mitad del intervalo de confianza:

$$IC_{1/2} = 1.96 \times S(\hat{A}_j)$$

$$U_j = IC_{1/2} / \hat{A}_j$$

5. Y de esta manera se obtuvieron las incertidumbres por estrato y la exactitud temática general que se encuentran citadas en la sección de resultados.

**Tabla 7. Representación matricial del proceso de estimación de la incertidumbre del DA**

Clase	1	2	...	q
1	$W_1 \frac{n_{11}}{n_1} (1 - \frac{n_{11}}{n_1})$	$W_2 \frac{n_{12}}{n_1} (1 - \frac{n_{12}}{n_1})$	...	$W_i \frac{n_{1q}}{n_1} (1 - \frac{n_{1q}}{n_1})$
2	$W_2 \frac{n_{21}}{n_2} (1 - \frac{n_{21}}{n_2})$	$W_2 \frac{n_{22}}{n_2} (1 - \frac{n_{22}}{n_2})$	...	$W_2 \frac{n_{2q}}{n_2} (1 - \frac{n_{2q}}{n_2})$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
q	$W_q \frac{n_{q1}}{n_q} (1 - \frac{n_{q1}}{n_q})$	$W_q \frac{n_{q2}}{n_q} (1 - \frac{n_{q2}}{n_q})$	...	$W_q \frac{n_{qq}}{n_q} (1 - \frac{n_{qq}}{n_q})$
$S(\hat{p}_1)$	$S(\hat{p}_1) = \sqrt{\sum_{i=1}^q W_i \frac{n_{i1}}{n_1} (1 - \frac{n_{i1}}{n_1})}$	$S(\hat{p}_2)$	...	$S(\hat{p}_q)$
$S(\hat{A}_i)$	$S(\hat{A}_1) = S(\hat{p}_1) * A_{tot}$	$S(\hat{A}_2) = S(\hat{p}_2) * A_{tot}$	...	$S(\hat{A}_q) = S(\hat{p}_q) * A_{tot}$
Mitad del ic del área ajustada	$\hat{A}_{1,ic} = 1.96 \times S(\hat{A}_1)$	$\hat{A}_{2,ic}$	...	$\hat{A}_{q,ic}$
Incertidumbre del área ajustada	$U_1 = \frac{\hat{A}_{1,ic}}{\hat{A}_1}$	$U_2 = \frac{\hat{A}_{2,ic}}{\hat{A}_2}$	...	$U_q = \frac{\hat{A}_{q,ic}}{\hat{A}_q}$

La representación matricial de la estimación de los procesos de estimación de la incertidumbre de los DA se muestra en la **Tabla 7**.

**Incertidumbre de datos de actividad**

A partir de las matrices de transición se obtuvieron las superficies de cada estrato, lo que permitió calcular el tamaño de la muestra del diseño de muestreo estratificado para la estimación de la incertidumbre de los datos de actividad.

Para el diseño de respuesta se validaron 15,918 polígonos de 1 ha para las cuatro transiciones entre las series históricas, las cuales generaron sus correspondientes matrices de error. Con las matrices de error derivadas del diseño de respuesta se procedió a calcular la incertidumbre de los

datos de actividad y las áreas insesgadas para las transiciones.

En forma general las incertidumbres más bajas se encuentran en las permanencias de las tierras forestales (2.74%), seguidas de las permanencias de pastizales (4.15%) y el grupo de “no aplica” (6.53%); estas tres transiciones representan aproximadamente 98% de la superficie insesgada del país.

Las incertidumbres más altas se encuentran en: tierras convertidas a pastizales, con un promedio de 101.13%, seguidas por las de pastizales que se convierten en asentamientos, con 97.55%. Las transiciones de tierras forestales convertidas a otros usos se encuentran en el orden de 79%, que representa aproximadamente un 1.2% de la superficie total del país.

**Tabla 8. Resumen de estimaciones Serie II-Serie III**

Transición	Área mapeada	Área insesgada	Desviación estándar del A no sesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área no sesgada UI
01. FL-FL	81,302,370	97,907,727	1,399,836	Normal(0,1)	2.72%
02. FL-FLd	3,795,194	665,266	153,942	Normal(0,1)	45.59%
03. FLd-FL	2,233,943	290,666	380,269	Normal(0,1)	39.36%
04. FL-GL	2,937,486	949,986	273,731	Normal(0,1)	56.58%
05. FL-CL	1,734,893	451,634	146,653	Normal(0,1)	63.60%
06. FL-S	40,135	172,020	14,751	Normal(0,1)	152.05%



Tabla 8. **Continuación**

Transición	Área mapeada	Área insesgada	Desviación estándar del A no sesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área no sesgada $U_i$
07. FL-OL	20,353	2,807	132,419	Normal(0,1)	52.84%
08. FL-WL	9,504	8,049	1,417	Normal(0,1)	18.44%
09. CONVL-FL / FLd	2,532,225	1,184,349	500,500	Normal(0,1)	51.27%
10. GL-GL	66,136,652	61,879,502	1,334,702	Normal(0,1)	4.21%
11. GL-CL	1,638,612	1,073,836	233,338	Normal(0,1)	48.86%
12. GL-S	36,693	23,291	133,186	Normal(0,1)	61.30%
13. GL-OL	24,875	1,555	132,011	Normal(0,1)	77.88%
14. GL-WL	43,501	23,201	3,247	Normal(0,1)	19.12%
15. CONVL-GL	805,387	155,607	108,287	Normal(0,1)	136.45%
16. RCL-RCL	1,342,568	1,630,010	229,487	Normal(0,1)	26.63%
17. No aplica	28,541,305	26,756,190	938,544	Normal(0,1)	6.87%

S= asentamientos humanos; OL= otras tierras; GL= pradera; CL= tierras agrícolas o de cultivo; CONVL= tierras convertidas; RCL= tierras de cultivos perennes; FL= tierras forestales; FLd= tierras forestales degradadas; WL= tierra de humedal.

Tabla 9. **Resumen de estimaciones Serie III-Serie IV**

Transición	Área mapeada	Área insesgada	Desviación estándar del A insesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área insesgada $U_i$
01. FL-FL	83,444,207	98,982,043	1,482,215	Normal(0,1)	2.80%
02. FL-FLd	1,602,022	626,310	176,655	Normal(0,1)	68.05%
03. FLd-FL	1,439,620	314,352	446,283	Normal(0,1)	81.16%
04. FL-GL	1,804,156	528,316	181,230	Normal(0,1)	69.08%
05. FL-CL	1,472,858	177,359	23,464	Normal(0,1)	48.16%
06. FL-S	78,518	33,682	122,966	Normal(0,1)	23.62%
07. FL-OL	11,758	6,063	2,673	Normal(0,1)	46.65%
08. FL-WL	10,593	124,254	117,864	Normal(0,1)	185.92%
09. CONVL-FL / FLd	2,350,939	586,722	433,172	Normal(0,1)	81.16%
10. GL-GL	66,446,717	60,652,884	1,386,810	Normal(0,1)	4.39%
11. GL-CL	1,877,520	918,582	313,106	Normal(0,1)	46.51%
12. GL-S	90,462	152,782	184,496	Normal(0,1)	167.60%
13. GL-OL	48,428	17,218	4,490	Normal(0,1)	34.65%
14. GL-WL	26,114	18,805	184,099	Normal(0,1)	20.57%
15. CONVL-GL	868,099	555,204	215,128	Normal(0,1)	75.56%
16. RCL-RCL	1,431,371	1,500,693	203,597	Normal(0,1)	30.21%
17. No aplica	30,172,314	27,980,426	958,141	Normal(0,1)	6.81%

S= asentamientos humanos; OL= otras tierras; GL= pradera; CL= tierras agrícolas o de cultivo; CONVL= tierras convertidas; RCL= tierras de cultivos perennes; FL= tierras forestales; FLd= tierras forestales degradadas; WL= tierra de humedal.

Tabla 10. Resumen de estimaciones Serie IV-Serie VA

Transición	Área mapeada	Área insesgada	Desviación estándar del A insesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área insesgada $U_i$
01. FL-FL	83,400,760	96,548,926	1,374,147	Normal(0,1)	2.77%
02. FL-FLd	1,157,105	566,324	255,437	Normal(0,1)	76.56%
03. FLd-FL	1,204,778	43,398	182,114	Normal(0,1)	89.72%
04. FL-GL	1,696,435	382,743	340,795	Normal(0,1)	67.18%
05. FL-CL	1,256,525	366,173	185,457	Normal(0,1)	97.61%
06. FL-S	75,793	17,671	10,829	Normal(0,1)	116.13%
07. FL-OL	33,566	4,895	2,064	Normal(0,1)	48.67%
08. FL-WL	11,826	1,788	127,137	Normal(0,1)	50.38%
09. CONVL-FL / FLd	2,562,026	626,555	254,088	Normal(0,1)	79.48%
10. GL-GL	66,033,535	63,670,123	1,293,540	Normal(0,1)	3.99%
11. GL-CL	1,289,099	435,219	183,379	Normal(0,1)	82.72%
12. GL-S	112,019	21,376	12,521	Normal(0,1)	104.33%
13. GL-OL	48,740	9,697	6,408	Normal(0,1)	119.91%
14. GL-WL	31,332	8,744	2,284	Normal(0,1)	34.17%
15. CONVL-GL	989,599	485,749	215,696	Normal(0,1)	87.13%
16. RCL-RCL	1,514,420	1,498,890	276,882	Normal(0,1)	34.93%
17. No aplica	31,758,138	28,487,426	932,731	Normal(0,1)	6.41%

S= asentamientos humanos; OL= otras tierras; GL= pradera; CL= tierras agrícolas o de cultivo; CONVL= tierras convertidas; RCL= tierras de cultivos perennes; FL= tierras forestales; FLd= tierras forestales degradadas; WL= tierra de humedal.

Tabla 11. Resumen de estimaciones Serie VA-Serie VI

Transición	Área mapeada	Área insesgada	Desviación estándar del A insesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área insesgada $U_i$
01. FL-FL	86,913,895	97,435,222	1,335,288	Normal(0,1)	2.68%
02. FL-FLd	246,241	182,397	36,078	Normal(0,1)	136.53%
03. FLd-FL	89,491	7,270	4,626	Normal(0,1)	124.71%
04. FL-GL	632,615	456,095	279,277	Normal(0,1)	92.93%
05. FL-CL	407,881	289,200	176,076	Normal(0,1)	119.33%
06. FL-S	18,575	3,482	1,276	Normal(0,1)	41.16%
07. FL-OL	10,205	4,235	3,312	Normal(0,1)	152.37%
08. FL-WL	5,766	596	356	Normal(0,1)	68.94%
09. CONVL-FL / FLd	678,525	395,284	214,413	Normal(0,1)	106.32%
10. GL-GL	67,993,226	62,880,059	1,274,221	Normal(0,1)	3.99%
11. GL-CL	272,496	86,965	8,137	Normal(0,1)	18.32%
12. GL-S	20,955	4,711	1,745	Normal(0,1)	56.97%
13. GL-OL	10,329	1,461	663	Normal(0,1)	48.79%

Tabla 11. **Continuación**

Transición	Área mapeada	Área inesgada	Desviación estándar del A inesgada $\sigma$	Función de densidad de probabilidad	Incertidumbre del área inesgada $U_i$
14. GL-WL	10,283	2,982	782	Normal(0,1)	33.40%
15. CONVL-GL	168,680	392,335	210,968	Normal(0,1)	105.39%
16. RCL-RCL	1,720,790	1,586,442	322,193	Normal(0,1)	38.32%
17. No aplica	33,975,743	29,446,961	908,690	Normal(0,1)	6.03%

S= asentamientos humanos; OL= otras tierras; GL= pradera; CL= tierras agrícolas o de cultivo; CONVL= tierras convertidas; RCL= tierras de cultivos perennes; FL= tierras forestales; FLd= tierras forestales degradadas; WL= tierra de humedal.

### Comparación de superficies mapeadas e inesgadas

En este apartado se muestran las áreas inesgadas por tipo de transición, estimadas a partir del diseño de respuesta. Para mayor detalle revisar el *Protocolo de Representación Coherente de Tierras*.

Las *Directrices del IPCC* indican que algunos datos de actividad deben reportarse en forma anualizada. Para tal fin se considera: Serie II-Serie III (1993-2002), nueve años, y se extiende el valor

anualizado desde 1990; para la Serie III-Serie IV (2002-2007), cinco años; para la Serie IV-Serie V (2007-2011), cuatro años, y para la Serie V-Serie VI (2011-2014), tres años y se extiende el valor anualizado hasta 2015.

En las **Figuras 11 a 28** se comparan el área mapeada y el área inesgada. Con color verde muestran el comportamiento del área mapeada y con color rojo, el área ajustada, con sus respectivos intervalos de confianza.

Figura 11. **Comparación de las superficies mapeadas e inesgadas para [3B1a] Permanencia de tierras forestales FL-FL**

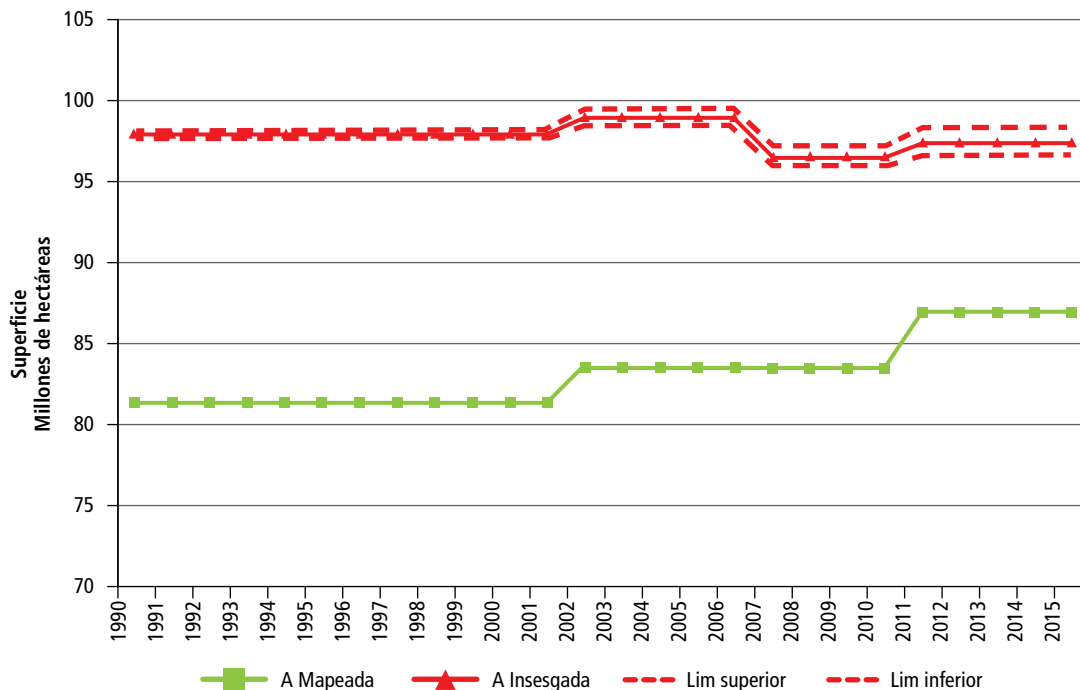


Figura 12. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1a] Permanencia de Tierras forestales-Recuperación (FLd-FL)

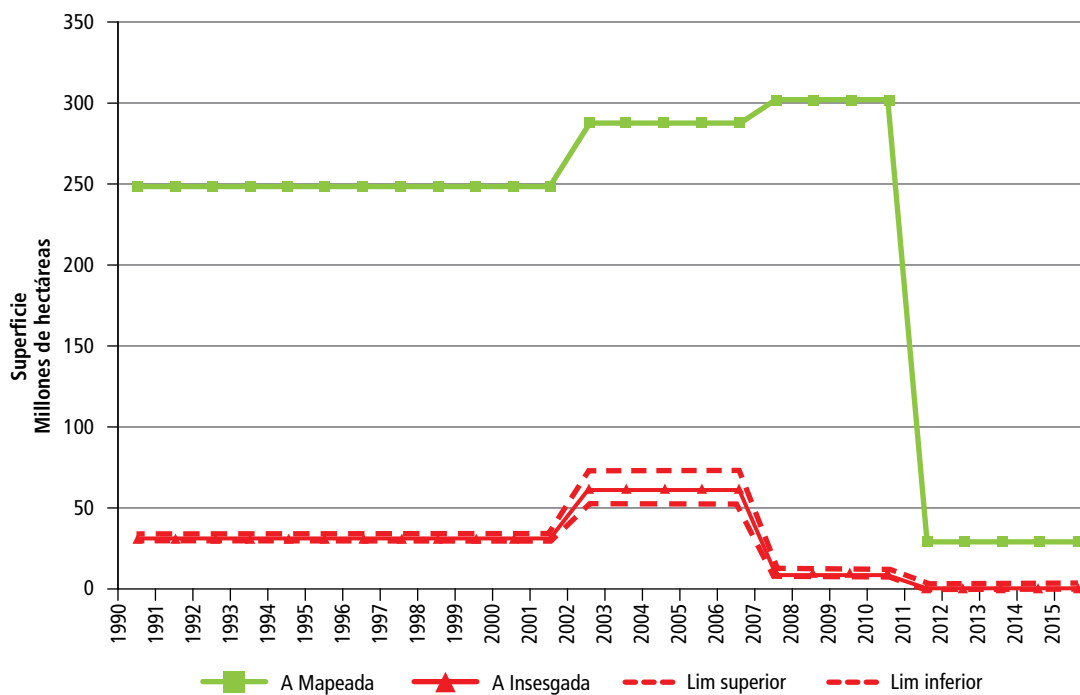


Figura 13. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1a] Permanencia de Tierras forestales-Degradación (FL-FLd)

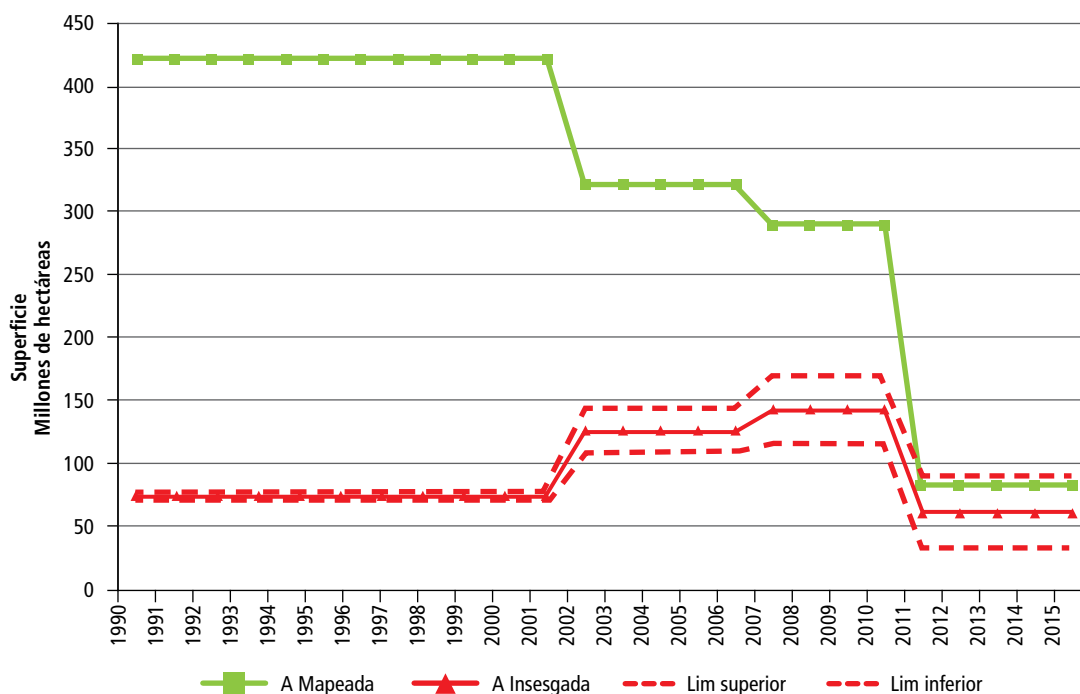


Figura 14. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B2bi], [3B3bi], [3B4bi], [3B5bi], [3B6bi] Tierras forestales que pasan a otros usos (FL-CL; FL-GL; FL-WL; FL-OL, y FL-S)

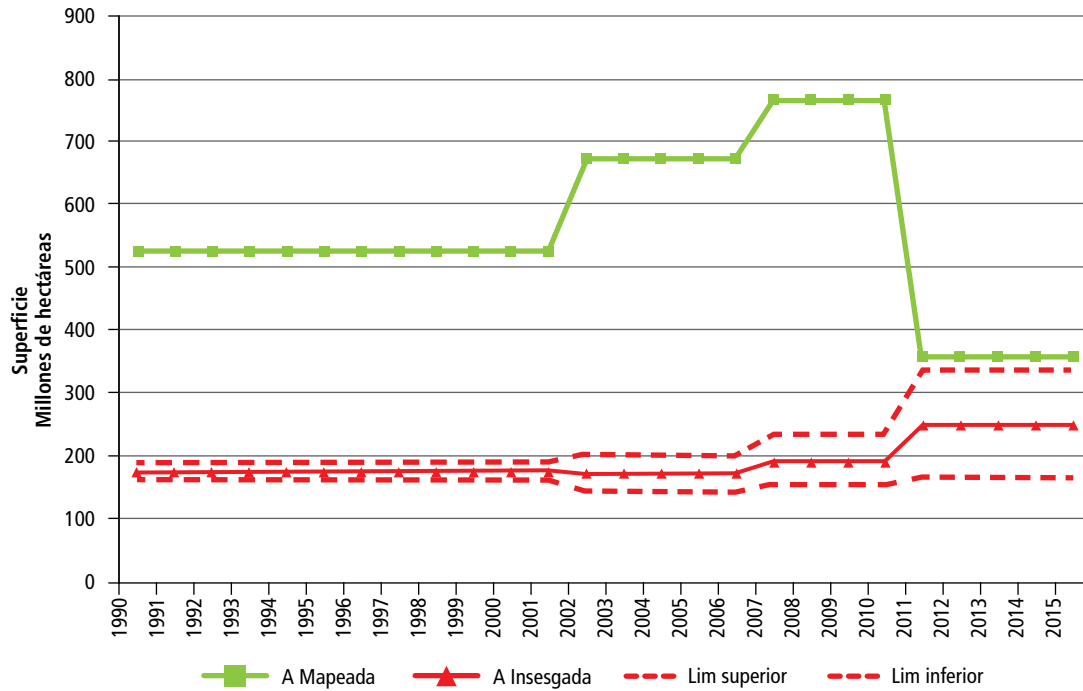


Figura 15. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B2b1] Tierras forestales convertidas a tierras agrícolas (FL-CL)

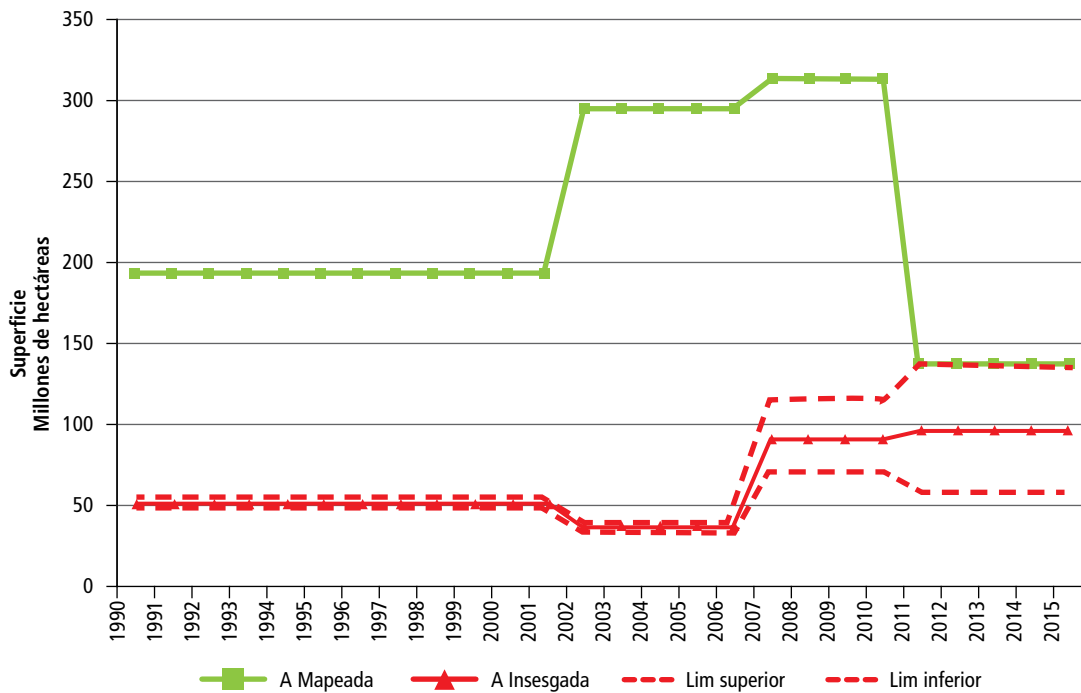


Figura 16. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición [3B3bi] Tierras forestales convertidas a praderas (FL-GL)

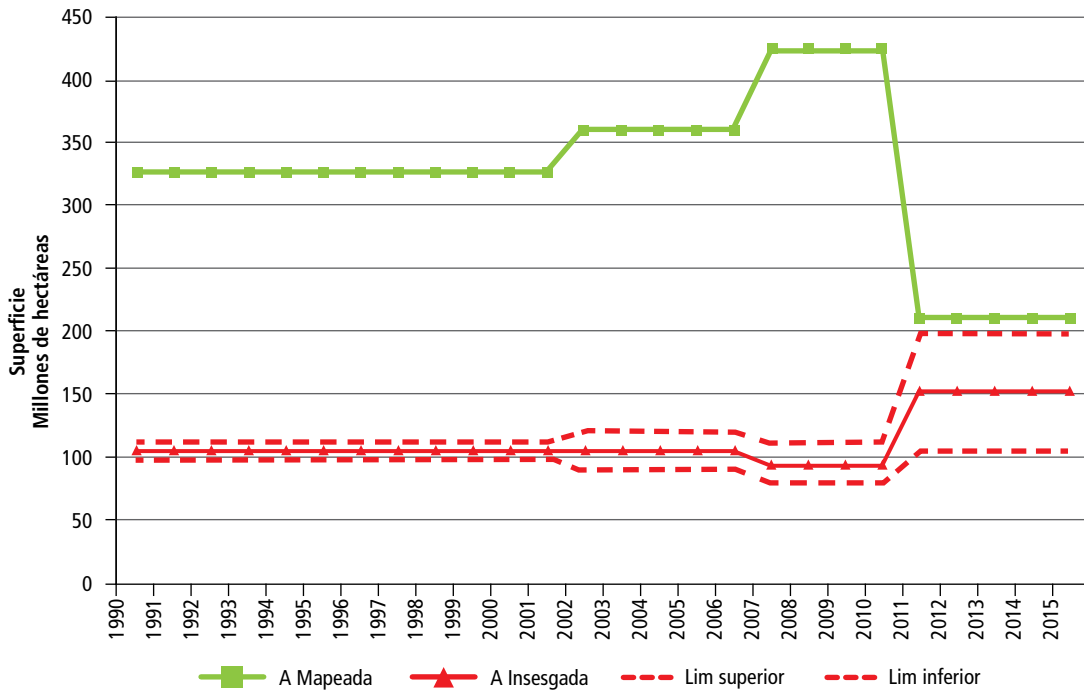


Figura 17. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B5bi] Tierras forestales convertidas en asentamientos (FL-S)

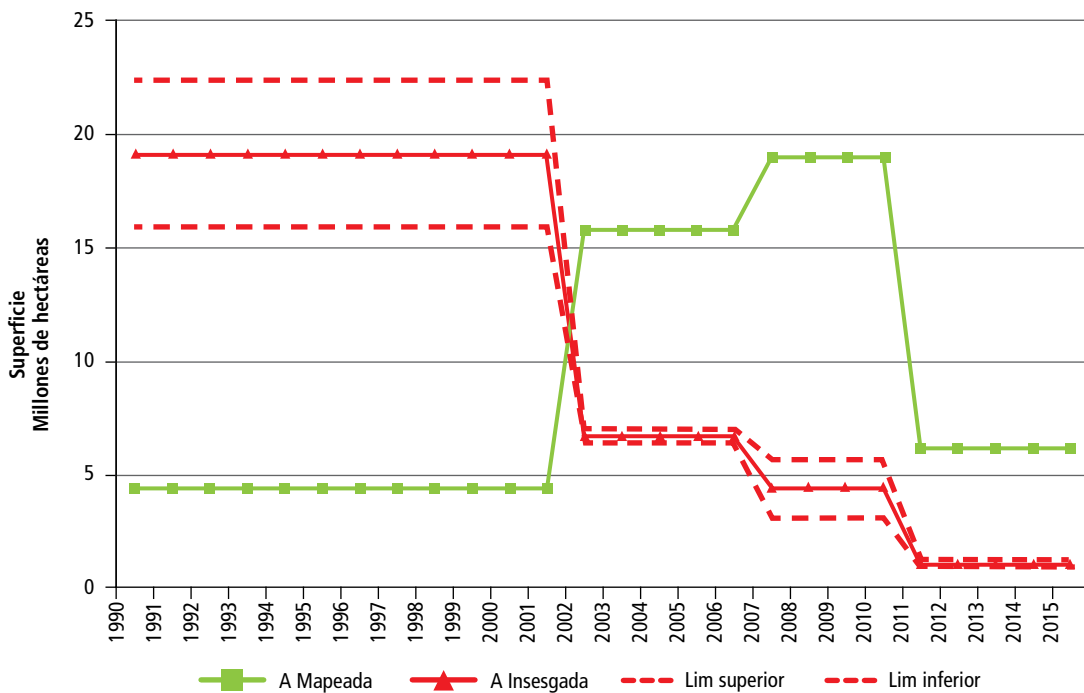


Figura 18. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B6bi] Tierras forestales a otras tierras (FL-OL)

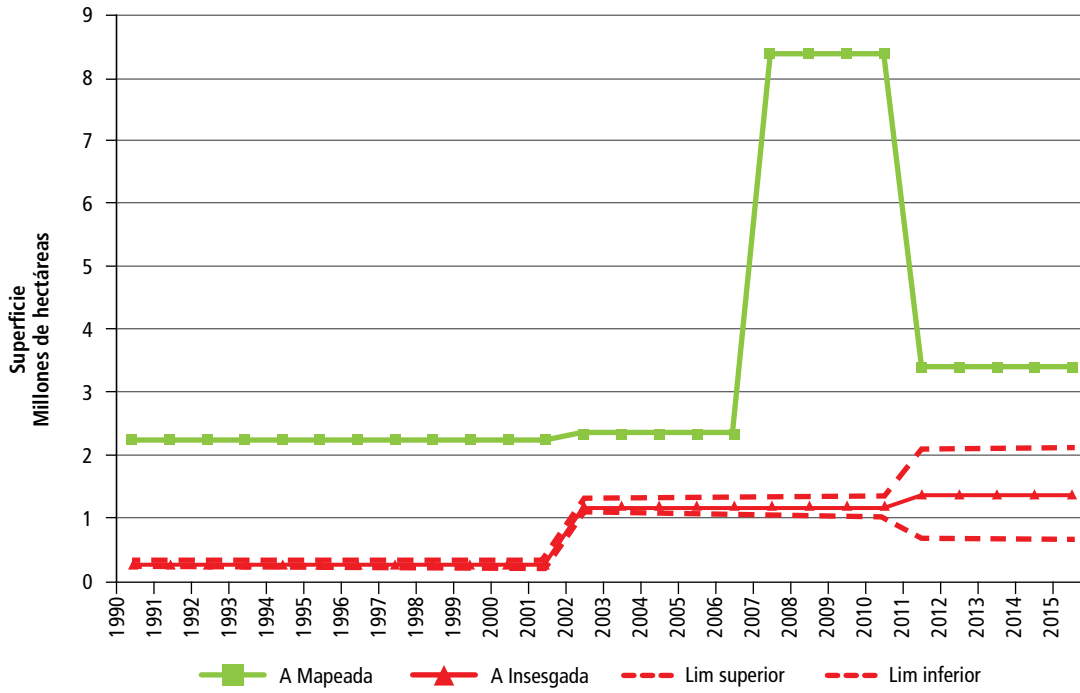


Figura 19. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B6bi] Tierras forestales a humedales (FL-WL)

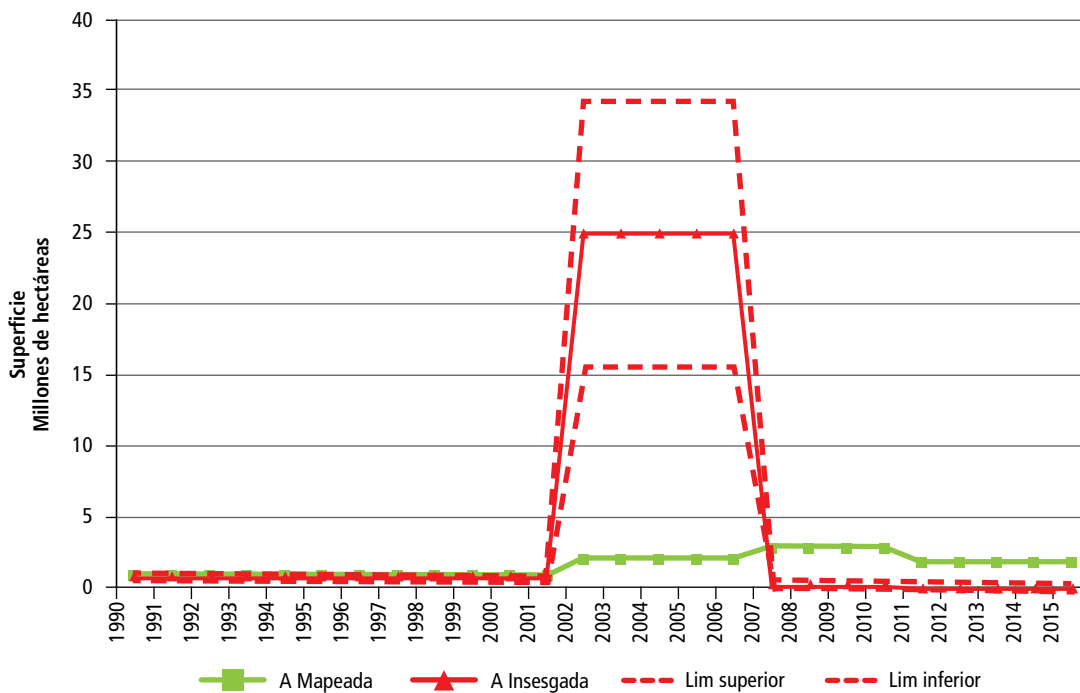


Figura 20. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1b] Otros usos a tierras forestales (GL-FL/FLd, CL-FL/FLd, WL-FL/FLd, OL-FL/FLd y S-FL/FLd)

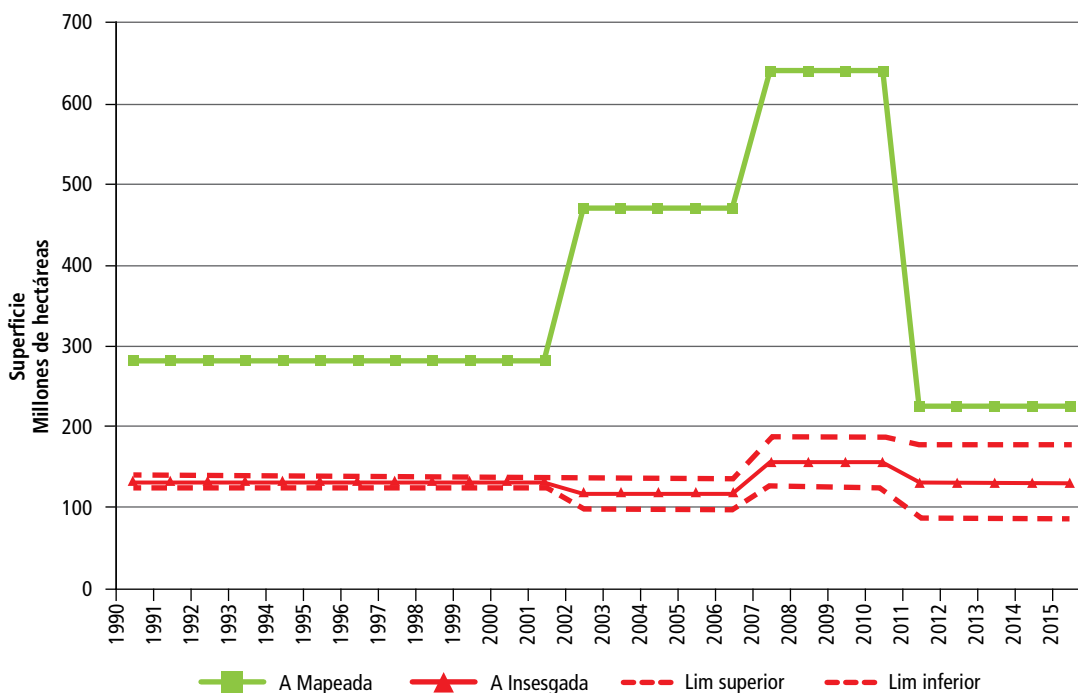


Figura 21. Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B3a] Permanencia de praderas (GL-GL)

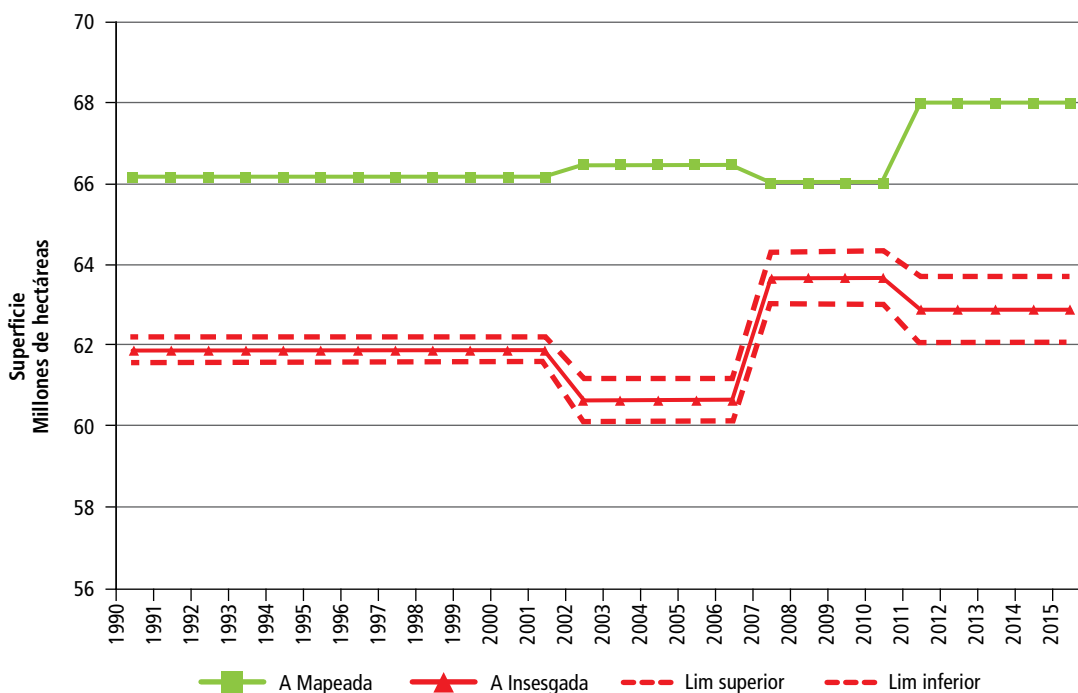




Figura 22. Comparación de las superficies mapeadas e inesgadas para la transición de [3B2bii], [3B4bii], [3B5biii], [3B6biii] Praderas convertidas a otros usos (GL-CL, GL-OL y GL-S)

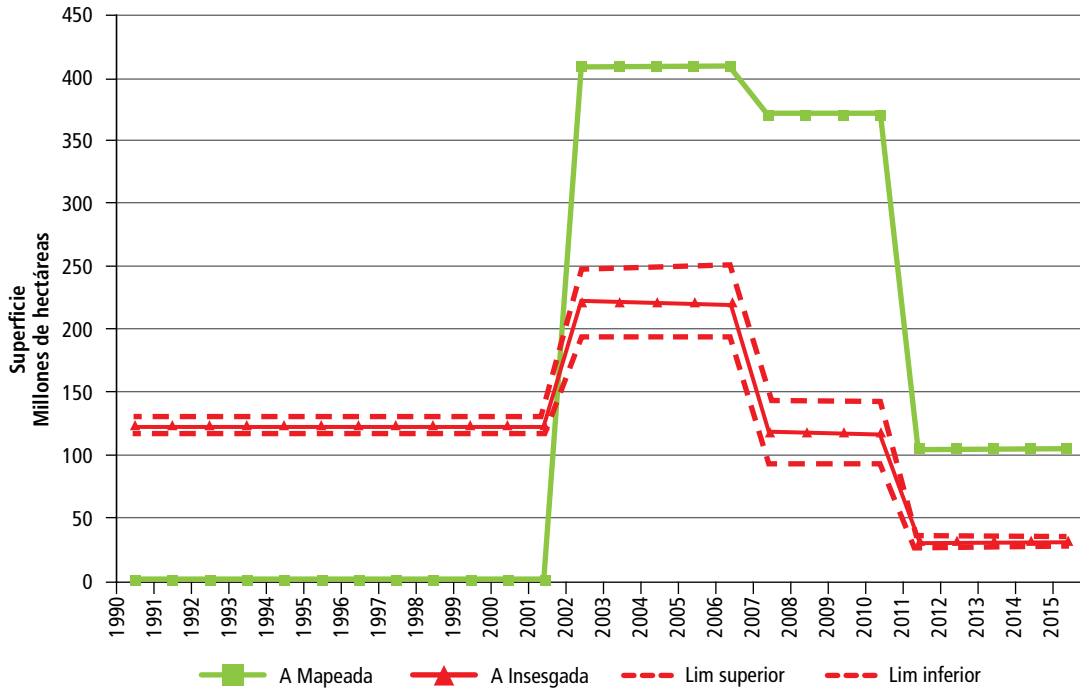


Figura 23. Comparación de las superficies inesgadas para la transición de [3B2bii] Praderas a tierras agrícolas (GL-CL)

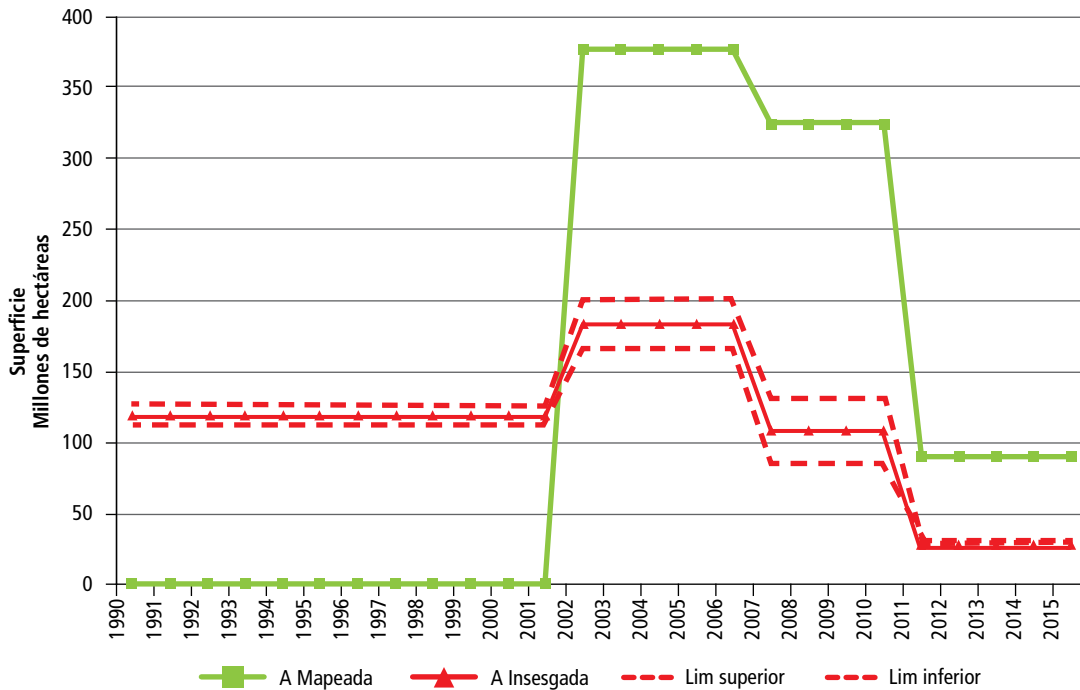


Figura 24. Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B4bii] Praderas a asentamientos humanos (GL-S)

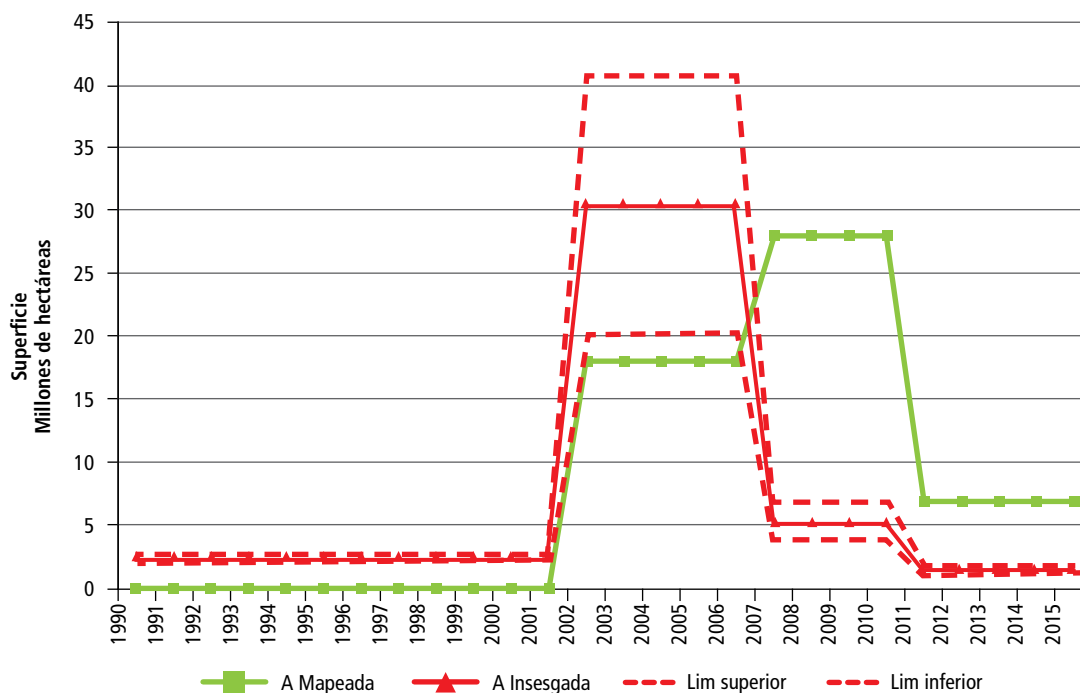


Figura 25. Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B6biii] Praderas a humedales (GL-WL)

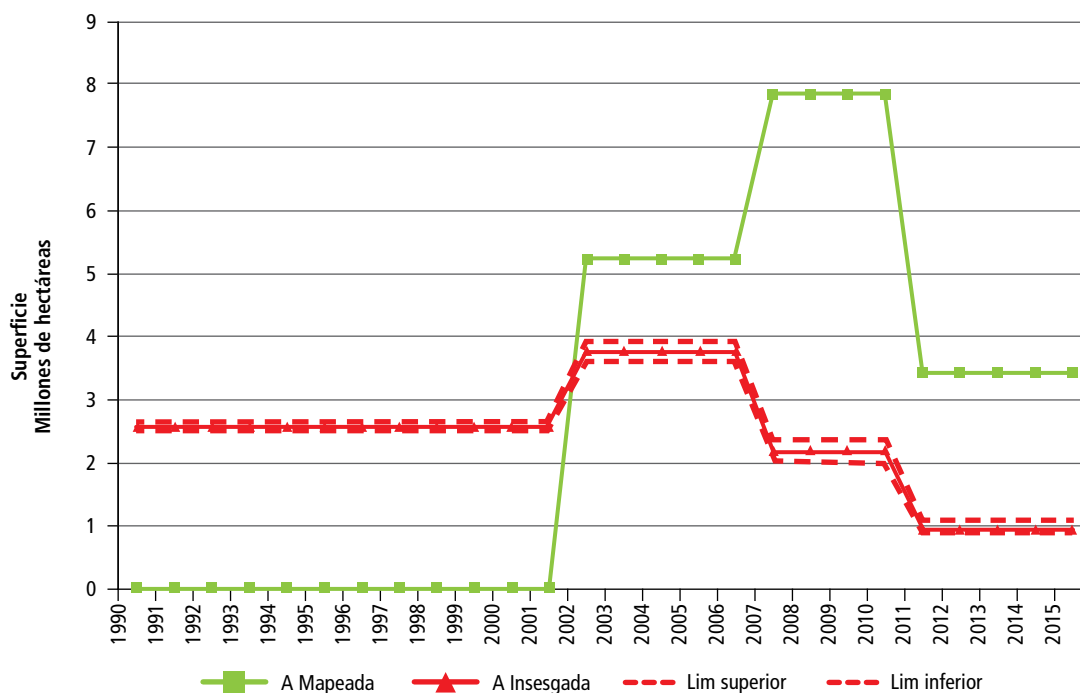


Figura 26. Comparación de las superficies incesgadas para la transición de [3B5biii] Praderas a otras tierras (GL-OL)

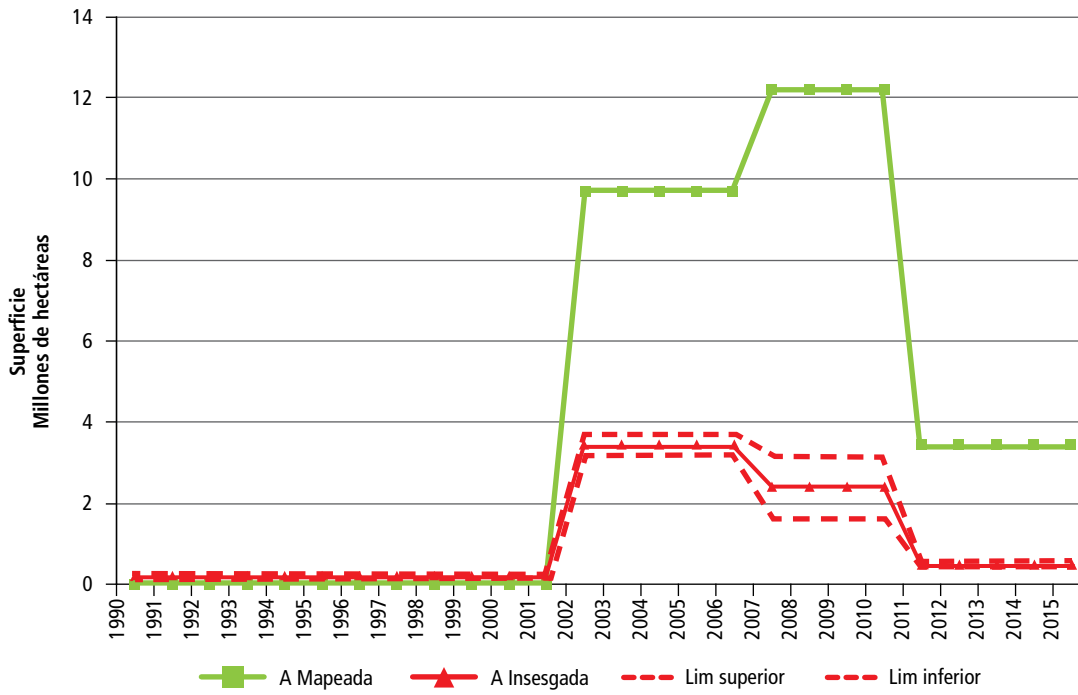


Figura 27. Comparación de las superficies incesgadas para la transición de [3B3b] Otros usos convertidos en praderas (CL-GL, S-GL, WL-GL y OL-GL)

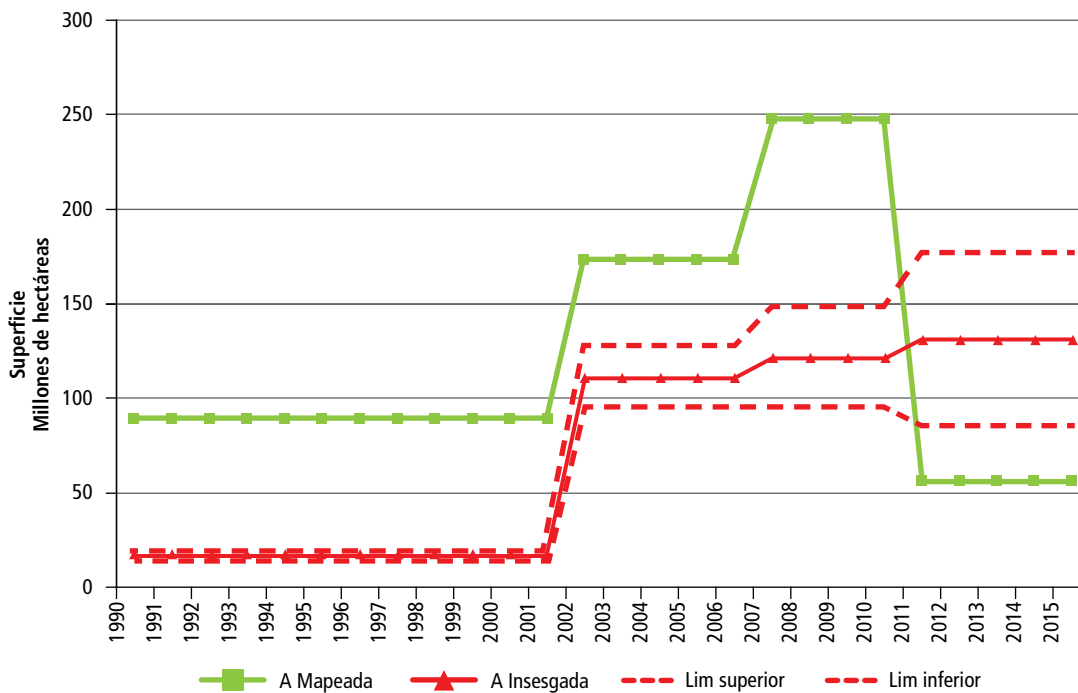
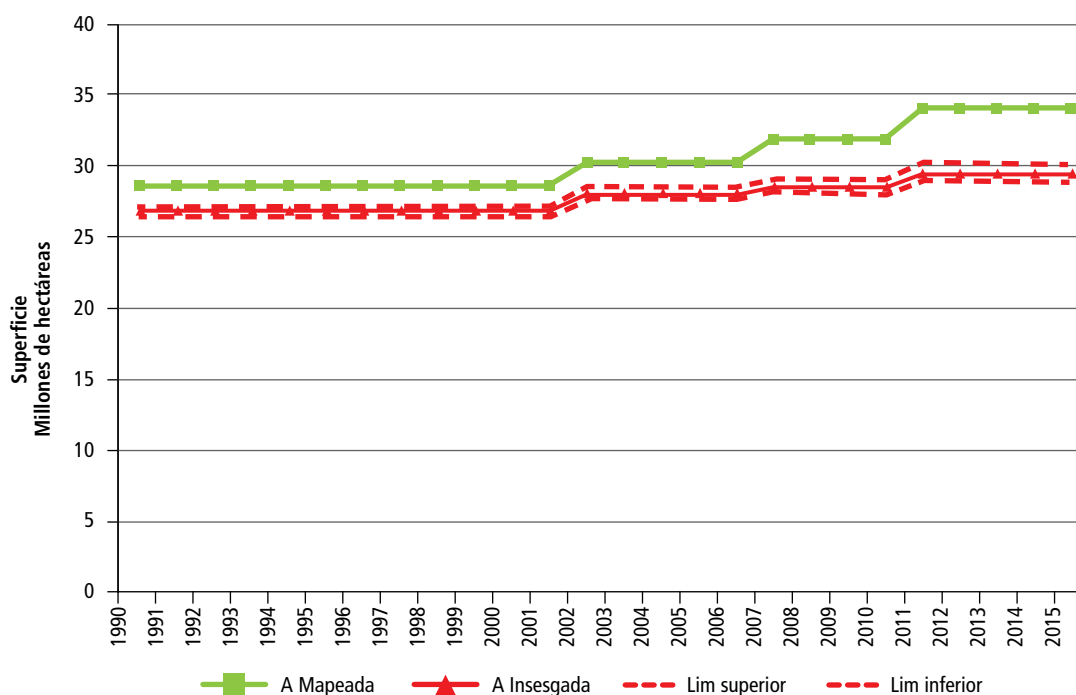


Figura 28. Comparación de las superficies insesgadas para [3B2a] Permanencia de tierras agrícolas perennes (RCL-RCL)



## Análisis de la superficie nacional de área verde urbana

Se realizó un primer diagnóstico de la cartografía de áreas verdes urbanas, con el fin de estimar la biomasa del arbolado para su futura incorporación en los inventarios del INEGYCEI.

Dentro de las principales actividades realizadas se evaluó la cartografía existente y se identificó, en primera instancia, la superficie que ocupan las áreas verdes urbanas dentro de las ciudades y, con base en la distribución y composición, evaluar la factibilidad de su uso para los INEGYCEI y generar recomendaciones.

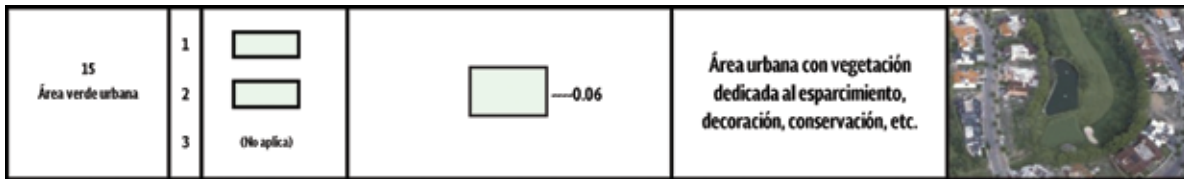
### Aspectos metodológicos

La carta topográfica escala 1:50,000 es un producto desarrollado por INEGI. Representa las características orográficas. Contiene información hidrológica, ilustrando tanto cuerpos como corrientes de agua, perennes e intermitentes. Muestra la cubierta vegetal —ilustrada en tonos verdes que identifican las

áreas de cultivo y la vegetación densa— y la obra civil, que incorpora vías de comunicación terrestres, aéreas y marítimas, construcciones de servicio tales como escuelas, centros médicos, templos, aeropuertos, puentes, túneles, presas, bordos, cementerios, muelles y faros. Incluye puntos geodésicos y límites internacionales, así como las localidades rurales y urbanas, identificándolas por medio de su nombre o topónimo y a las que se les asocia un rango de habitantes.

Para el territorio nacional se cuenta con las cartas topográficas de INEGI escala 1:50,000 integradas por entidad federativa. Tienen usos en proyectos de planeación por localidad o municipio y sirven como base cartográfica en la generación de otras cartas. Dentro de la simbología de estas cartas, el INEGI identifica al área verde urbana (AVU) como aquella con vegetación dedicada al esparcimiento, decoración, conservación, etcétera. Actualmente se cuenta con esta información para el análisis.

Figura 29. **Legenda de la carta topográfica 1:50,000 relacionada con área verde urbana**



Las cartas topográficas 1:50,000 cubren la totalidad del país. Se encuentran disponibles en formato shape.

**Procedimiento**

Para tres grandes centros urbanos del país (Ciudad de México, Guadalajara, Jal., y Monterrey, N. L.) se acopió acerca de la situación y evaluación de las AVU, con el objetivo antes mencionado: además de identificarlas, es deseable conocer el estado y composición de las mismas.

En el caso de la Ciudad de México ya hay un mapa y un inventario de áreas verdes urbanas hecho en 2003, que identifica el arbolado y las zonas de pastos. Tiene una mayor resolución (1:12,000) y por ello se observa mejor la dinámica del arbolado.

Al comparar el mapa de áreas verdes de la Ciudad de México con la carta topográfica (Figura 30), se puede observar que existe de entrada una subestimación de las áreas verdes. El primer insumo identifica más de 12,000 ha de zonas verdes de las cuales 56% se consideran áreas verdes arboladas (7,000 ha), en tanto la carta topográfica de INEGI sólo identifica 2,200 ha de AVU. Otro aspecto a considerar es que no todas las AVU se encuentran bajo manejo.

Hay otros tres estudios recientes referidos a bosques urbanos y áreas verdes urbanas dentro de

la Ciudad de México, cuyos resultados pueden ayudar a la estimación de los almacenes de C y específicamente de los bosques de Chapultepec, Tlalpan y San Juan de Aragón. Los estudios del bosque de San Juan de Aragón y de la segunda sección de Chapultepec (Figura 31) muestran la diversidad de especies arbóreas encontradas en una AVU, así como la variedad de condiciones que éstas. Los valores de contenido de C superan los 45 Mg C/ha (Hernández-Guillén, A. *et al.*, 2013; Mijangos-Hernández A. *et al.*, 2014, Santiago-Romero A. y F. Rojas-García, 2013).

La zona metropolitana de Guadalajara cuenta con un sistema de consulta de áreas verdes urbanas para que los usuarios puedan saber, a través del número de sección que aparece en su credencial de elector, cuántos metros cuadrados de áreas verdes urbanas hay por habitante. Para este ejercicio se identificaron no sólo parques y jardines públicos, sino también árboles en banquetas, camellones, jardines privados y áreas abiertas cercanas a zonas urbanas. Sin embargo, no hay un inventario del arbolado para la zona.

Figura 30. **Mapa de áreas verdes (Centro GEO 2003) vs. áreas verdes urbanas (carta topográfica INEGI)**

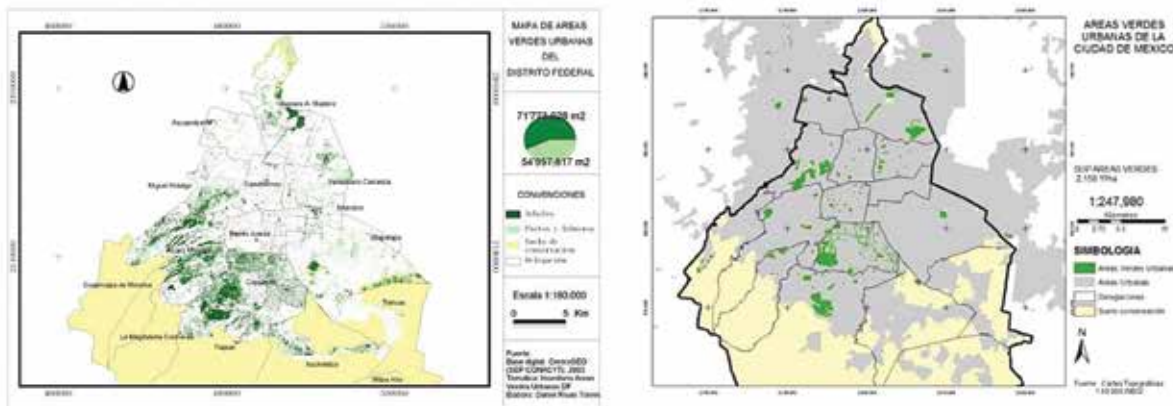
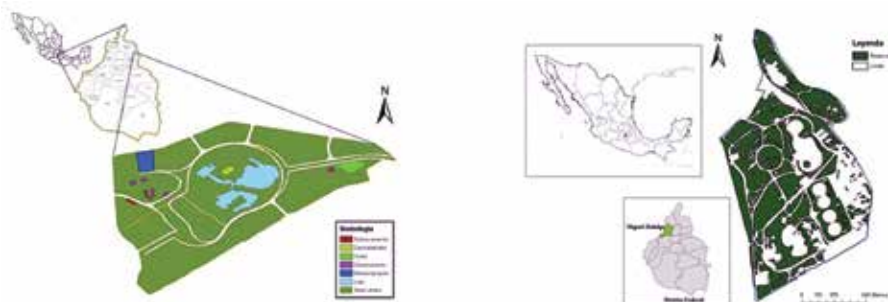


Figura 31. **Áreas verdes urbanas en la Ciudad de México**



Izquierda: áreas verdes urbanas en el bosque de San Juan de Aragón. Derecha: áreas verdes urbanas en la segunda sección del bosque de Chapultepec (Hernández-Guillén *et al.*, 2013; Mijangos *et al.*, 2014).

Un ejercicio similar se realizó para el municipio de Monterrey en el año 2012, con imágenes de satélite. Todas las áreas con cobertura vegetal (jardines, árboles en parques, calles y camellones, predios particulares y predios con vegetación escasa) fueron contabilizadas, y sumaron 1,838.75 ha después de quitar aquellas sólo cubiertas por vegetación (704 ha); esto concuerda aproximadamente con lo reportado por las cartas de INEGI.

En el territorio nacional se hizo una integración de las 32 capas estatales que corresponden al atributo de AVU de INEGI, para cuantificar la superficie total de esas áreas en el país.

De esa superficie se realizó una limpieza con las siguientes consideraciones:

Al parecer una porción considerable de la superficie de AVU se ha modificado a través del tiempo y muchas tienen dentro de su superficie cuerpos de agua e instalaciones deportivas. Para evitar hacer un conteo de la superficie que en realidad corresponde a tales características (Figura 32), se obtuvieron las 32 capas que correspondían a cuerpos de agua, y las 32 de instalaciones deportivas y también se aplicó un fundido (*merge*) a cada una para luego hacer una operación de traslape y sólo dejar las AVU, sin los polígonos de las instalaciones.

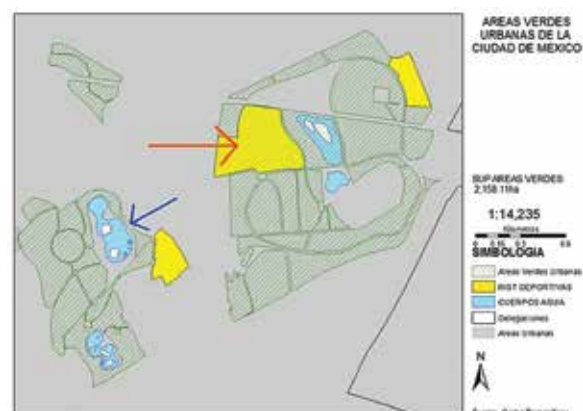
Se cuenta, entonces, con la distribución espacial de las zonas verdes, pero no con datos de composición florística, categorías estructurales, etc cétera. Y esta localización de polígonos de AVU en algunas ciudades pudiera tener un muestreo insuficiente si sólo se contemplan algunos de los parques y/o jardines públicos propios de una escala 1:50,000 con una unidad mínima cartografiada correspondiente.

De 7,129 ha de AVU en el territorio nacional, una vez eliminados los cuerpos de agua y las instalaciones deportivas, se contabilizan sólo 6,955 hectáreas.

### Oportunidades de mejora áreas de vegetación urbana

Evaluar por medio de las IMG Rapid Eye si los polígonos de AVU realmente son de áreas verdes arbóreas o, por el contrario, se trata de AVU con pastos o vegetación herbácea. En el caso de identificar zonas arbóreas y siendo evidente que no es posible hacer un inventario arbóreo actualmente para todas las AVU del país, se propone utilizar un factor de emisión para la ecorregión a la que pertenezca esa AVU, aun sabiendo que muchas veces los árboles que se utilizan dentro de las AVU pertenecen a especies introducidas.

Figura 32. **Limpieza de superficies de AVU**



Bosque de Chapultepec. Se observa en la flecha azul que los cuerpos de agua y áreas deportivas no están incluidos dentro de la AVU; sin embargo, la flecha roja muestra que hay una transposición de estas áreas en algunas AVU (Fuentes Carta topográfica 1;5).

## [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO<sub>2</sub> de la tierra

### Datos por cultivo, 1990-2015

Datos de superficie sembrada (ha), superficie cosechada (ha) y rendimiento (ton/ha) por cultivo para el periodo 1990-2015, en México.

Tabla 1. Superficie sembrada por cultivo en México, 1990-1999

Cultivo/Año	Hectáreas									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Cereales</b>	11,260,766	10,710,889	10,860,488	10,539,183	11,934,664	12,008,554	12,307,151	12,537,412	12,019,137	11,818,497
Maíz	7,917,518	7,730,038	8,002,675	8,248,362	9,196,723	9,081,737	8,639,172	9,133,224	8,521,061	8,495,876
Sorgo	1,915,717	1,509,351	1,457,811	974,280	1,434,665	1,584,954	2,344,767	2,123,185	2,199,242	2,142,031
Trigo	959,094	1,006,959	954,494	899,453	1,018,817	968,575	853,099	836,221	791,002	704,325
Cebada	267,758	295,841	308,235	283,522	136,923	255,646	314,364	265,537	331,495	301,306
Avena	81,071	72,926	40,337	70,274	50,872	27,475	64,370	61,202	67,092	90,154
Arroz	119,608	95,774	96,936	63,292	96,664	90,167	91,379	118,043	109,245	84,806
<b>Caña de azúcar</b>	678,307	642,782	641,048	621,172	629,079	632,982	688,423	680,509	709,392	709,719
<b>Leguminosas</b>	2,441,930	2,341,075	2,008,066	2,264,384	2,474,435	2,478,935	2,370,135	2,469,595	2,485,347	2,585,722
Frijol	2,271,620	2,198,857	1,860,880	2,151,020	2,385,562	2,353,750	2,195,898	2,319,561	2,376,318	2,405,873
Garbanzo	126,570	91,824	93,086	78,654	54,422	81,182	140,256	119,587	79,077	137,731
Haba	19,649	23,502	22,319	10,393	10,867	20,881	9,596	7,732	7,128	18,831
Chicharo	10,600	10,090	12,244	8,645	9,024	9,638	12,638	11,458	9,910	10,560
Lenteja	10,372	13,409	16,072	12,765	11,950	11,135	9,238	8,885	9,988	9,749
Arvejón	3,119	3,393	3,465	2,907	2,610	2,349	2,510	2,372	2,926	2,977
<b>Oleaginosas</b>	713,369	629,459	578,595	430,612	478,900	372,844	365,274	438,590	386,414	437,885
Soya	296,748	348,255	326,905	241,390	299,241	150,801	55,701	165,183	100,407	88,402
Cártamo	202,631	98,348	102,640	79,077	86,872	107,427	144,016	117,632	128,966	190,005
Ajonjolí	131,477	90,158	54,977	36,564	25,231	42,559	82,220	55,097	60,974	66,039
Cacahuete	81,246	92,010	93,144	68,710	64,990	70,858	81,753	96,803	95,236	92,124
Girasol	1,197	471	368	4,250	753	228	418	3,276	832	1,315
Canola/Colza	70	217	561	621	1,813	971	1,166	599	0	0
<b>Total nacional</b>	19,729,859	19,260,680	19,561,815	19,205,875	20,997,330	20,940,620	21,338,942	22,109,590	21,981,383	21,980,375
Total cultivos	204	208	251	269	270	264	277	277	279	286

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 2. Superficie sembrada por cultivo en México, 2000-2009

Cultivo/Año	Hectáreas									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Cereales</b>	11,846,259	11,768,626	11,417,784	11,359,839	11,381,435	11,015,375	10,748,570	11,142,511	11,205,395	11,027,806
Maíz	8,445,051	8,396,979	8,270,984	8,126,851	8,403,706	7,978,617	7,807,404	8,118,264	7,943,755	7,729,888
Sorgo	2,182,194	2,212,963	2,029,774	2,101,551	1,953,721	1,901,247	1,797,563	1,868,974	1,937,687	1,955,207
Trigo	731,256	696,786	658,487	623,456	535,607	654,608	667,994	706,849	845,085	866,431
Cebada	323,669	327,719	346,475	373,523	332,355	332,702	322,724	300,270	322,696	339,053
Avena	76,426	75,732	57,082	70,528	88,970	83,591	79,061	74,619	104,519	76,436
Arroz	87,662	58,447	54,982	63,929	67,076	64,610	73,825	73,536	51,654	60,792
<b>Caña de azúcar</b>	684,860	667,064	681,543	700,579	701,167	728,521	737,092	745,745	758,580	737,629
<b>Leguminosas</b>	2,309,599	2,197,010	2,428,304	2,205,650	1,944,852	1,898,918	1,973,518	1,827,669	1,761,189	1,800,025
Frijol	2,120,693	1,952,885	2,228,107	2,040,425	1,822,605	1,746,020	1,809,680	1,688,477	1,626,022	1,676,682
Garbanzo	141,613	196,912	150,573	116,899	75,060	110,106	118,491	92,062	92,627	78,753
Haba	24,967	25,178	29,052	24,982	21,058	20,738	20,841	23,959	21,274	24,785
Chicharo	9,964	9,906	9,720	9,920	14,877	11,311	13,783	11,547	10,581	10,490
Lenteja	9,038	8,424	7,699	9,504	8,645	8,671	7,229	7,920	8,297	6,726
Arvejón	3,325	3,705	3,153	3,920	2,607	2,072	3,495	3,704	2,388	2,590
<b>Oleaginosas</b>	360,391	367,617	256,604	341,775	449,042	357,887	270,721	290,250	293,132	307,568
Soya	77,430	75,234	60,216	71,418	96,898	106,367	78,200	73,357	88,093	92,600
Cártamo	115,349	136,093	82,187	158,429	223,998	120,762	96,553	108,701	88,016	81,710
Ajonjolí	73,978	75,038	49,543	58,308	59,306	60,791	44,514	50,933	60,327	65,065
Cacahuete	92,672	80,155	63,998	50,743	67,226	65,535	45,671	54,154	53,126	55,451
Girasol	120	188	66	1,484	104	24	175	3	4	230
Canola/Colza	842	909	593	1,393	1,511	4,408	5,609	3,102	3,566	12,512
<b>Total nacional</b>	21,780,047	21,607,967	21,664,018	21,754,412	21,874,034	21,640,072	21,436,172	21,733,230	21,902,573	21,832,754
<b>Total cultivos</b>	288	300	295	295	294	309	307	312	317	301

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).



**Tabla 3. Superficie sembrada por cultivo en México, 2010-2015**

Cultivo/Año	Hectáreas					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Cereales</b>	10,887,464	10,877,615	10,325,232	10,598,450	10,652,795	10,674,109
Maíz	7,864,735	7,753,698	7,376,755	7,493,909	7,436,195	7,621,489
Sorgo	1,888,732	1,972,059	1,937,009	2,012,330	2,078,504	1,765,521
Trigo	701,308	715,109	589,420	686,461	719,441	863,203
Cebada	314,227	338,235	341,297	322,291	323,410	330,102
Avena	68,258	61,702	48,041	49,440	54,167	51,483
Arroz	50,204	36,811	32,710	34,019	41,079	42,311
<b>Caña de azúcar</b>	756,258	798,660	826,614	880,702	861,046	860,150
<b>Leguminosas</b>	2,027,272	1,633,137	1,884,614	2,006,581	1,932,427	1,814,268
Frijol	1,887,177	1,506,034	1,700,514	1,831,309	1,774,225	1,681,282
Garbanzo	98,295	88,043	137,862	123,895	106,819	82,337
Haba	20,925	19,863	24,905	27,981	26,808	26,925
Chicharo	10,706	10,982	12,794	13,623	13,533	12,849
Lenteja	8,093	6,860	5,990	7,483	8,703	8,581
Arvejón	2,077	1,355	2,550	2,289	2,340	2,295
<b>Oleaginosas</b>	415,202	438,715	450,570	409,535	504,231	592,288
Soya	165,011	166,719	144,140	178,848	212,177	254,286
Cártamo	100,821	102,393	178,636	96,370	114,775	137,423
Ajonjolí	82,813	98,413	65,269	71,234	100,615	107,098
Cacahuete	55,466	63,971	58,177	57,354	59,415	67,087
Girasol	2,043	2,650	1,344	3,610	15,624	16,064
Canola/Colza	9,049	4,570	3,004	2,119	1,626	10,771
<b>Total nacional</b>	21,952,745	22,136,742	21,901,600	22,113,663	22,202,784	22,148,245
<b>Total cultivos</b>	311	317	308	328	319	326

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 4. Superficie cosechada por cultivo en México, 1990-1999

Cultivo/Año	Hectáreas									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Cereales</b>	10,534,445	9,750,493	9,926,905	9,546,671	10,645,184	10,669,899	11,479,597	10,473,748	11,033,366	10,124,551
Maíz	7,338,872	6,946,831	7,219,352	7,428,974	8,194,213	8,022,458	8,051,368	7,406,211	7,877,241	7,162,702
Sorgo	1,817,741	1,380,912	1,375,805	877,663	1,251,828	1,372,909	2,184,720	1,877,356	1,953,073	1,913,191
Trigo	932,928	983,941	916,116	877,737	964,599	929,331	809,243	772,400	768,988	652,429
Cebada	262,840	284,096	289,974	234,156	115,815	246,407	283,295	243,522	267,548	226,986
Avena	76,662	69,923	35,238	69,202	30,928	20,353	64,174	60,761	64,949	89,515
Arroz	105,402	84,790	90,420	58,939	87,801	78,441	86,797	113,498	101,567	79,728
<b>Caña de azúcar</b>	571,340	546,994	558,179	561,686	587,544	573,049	633,614	624,891	647,088	659,826
<b>Leguminosas</b>	2,259,065	2,124,413	1,383,845	1,985,618	2,175,327	2,163,180	2,220,060	1,761,622	2,238,366	1,884,052
Frijol	2,094,017	1,988,981	1,295,588	1,873,862	2,086,687	2,040,447	2,048,456	1,615,057	2,146,472	1,708,688
Garbanzo	121,960	86,064	41,511	77,327	54,337	78,979	138,386	117,806	68,061	137,142
Haba	19,357	22,979	22,274	10,350	10,866	20,699	9,444	7,110	6,040	16,096
Chicharo	10,319	9,733	11,604	8,434	8,896	9,603	12,381	10,555	9,432	10,291
Lenteja	10,293	13,302	9,414	12,765	11,950	11,127	8,886	8,755	6,620	8,920
Arvejon	3,119	3,354	3,454	2,880	2,591	2,325	2,508	2,339	1,741	2,917
<b>Oleaginosas</b>	633,930	597,435	538,982	415,988	429,610	338,430	332,937	359,209	368,888	393,551
Soya	285,615	341,679	322,803	237,765	288,510	134,396	49,260	122,548	94,065	81,159
Cártamo	157,199	93,704	81,102	73,443	57,676	96,795	120,544	96,152	123,140	166,358
Ajonjolí	110,432	72,104	42,981	35,471	18,897	36,682	80,322	43,028	57,763	54,257
Cacahuete	79,917	89,581	91,310	65,778	62,141	69,374	81,332	94,458	93,111	90,578
Girasol	697	156	237	2,910	585	212	344	2,424	809	1,199
Canola/Colza	70	211	549	621	1,801	971	1,135	599	0	0
<b>Total nacional</b>	17,974,637	17,106,488	17,278,429	17,423,326	18,866,622	18,753,551	19,981,003	18,727,843	20,212,682	19,097,574
<b>Total cultivos</b>	204	208	251	269	270	264	277	277	279	286
% Siniestralidad	91%	89%	88%	91%	90%	90%	94%	85%	92%	87%

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 5. Superficie cosechada por cultivo en México, 2000-2009

Cultivo/Año	Hectáreas									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Cereales</b>	10,136,621	10,875,848	9,872,834	10,569,443	10,502,521	9,279,908	10,004,987	10,231,582	10,480,628	9,120,620
Maíz	7,131,438	7,810,947	7,118,963	7,520,948	7,696,488	6,605,628	7,294,906	7,334,173	7,345,816	6,226,825
Sorgo	1,899,201	1,942,969	1,743,616	1,972,621	1,832,544	1,599,235	1,600,430	1,774,975	1,844,016	1,690,518
Trigo	708,508	688,048	635,098	604,855	518,713	634,962	647,371	692,849	829,100	828,816
Cebada	290,380	310,702	282,336	364,494	326,041	306,095	315,432	286,354	310,770	248,256
Avena	23,026	69,949	42,365	46,482	66,345	76,509	76,377	72,282	100,641	71,955
Airroz	84,069	53,232	50,457	60,044	62,390	57,479	70,470	70,949	50,286	54,250
<b>Caña de azúcar</b>	635,475	635,475	649,514	662,235	651,911	690,017	682,514	709,222	710,584	710,585
<b>Leguminosas</b>	1,683,854	1,933,073	2,247,836	2,062,225	1,793,347	1,399,965	1,880,411	1,622,105	1,635,686	1,320,914
Frijol	1,502,818	1,698,584	2,054,362	1,904,100	1,678,367	1,261,220	1,723,219	1,489,241	1,503,238	1,205,310
Garbanzo	134,909	194,464	147,337	114,401	73,929	97,751	113,262	89,665	90,970	78,385
Haba	24,062	23,215	26,583	24,082	18,959	19,266	20,014	21,290	20,818	18,155
Chicharo	9,943	9,867	9,457	9,890	11,221	11,304	13,716	10,496	10,551	9,972
Lenteja	9,038	3,307	6,971	5,865	8,269	8,650	6,792	7,810	8,291	6,611
Arvejón	3,085	3,636	3,125	3,888	2,602	1,774	3,410	3,602	1,818	2,482
<b>Oleaginosas</b>	317,074	338,233	209,209	321,768	423,957	273,004	212,956	259,028	250,597	235,699
Soya	69,969	73,825	56,501	68,035	89,317	96,266	54,325	62,580	75,767	64,740
Cártamo	84,705	112,945	52,758	146,597	212,011	86,957	69,883	93,141	65,415	65,344
Ajonjolí	69,702	70,943	37,353	55,621	55,635	37,741	38,529	48,168	54,963	51,876
Cacahuete	91,756	79,427	62,010	50,222	65,538	48,014	44,863	52,236	52,026	51,343
Girasol	100	185	56	124	90	22	175	3	4	216
Canola/Colza	842	909	531	1,169	1,368	4,004	5,182	2,900	2,422	2,181
Total nacional	18,734,050	20,032,833	19,318,966	20,118,776	20,191,532	18,528,491	19,967,457	20,054,634	20,502,834	18,688,835
<b>Total cultivos</b>	288	300	295	295	294	309	307	312	317	301
% Siniestralidad	86%	93%	89%	92%	92%	86%	93%	92%	94%	86%

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 6. Superficie cosechada por cultivo en México, 2010-2015

Hectáreas						
Cultivo/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Cereales</b>	9,981,134	8,771,390	9,740,198	9,809,388	10,205,842	10,039,165
Maíz	7,152,076	6,072,489	6,928,437	7,102,115	7,069,678	7,120,693
Sorgo	1,768,382	1,728,228	1,819,945	1,688,917	2,013,916	1,658,783
Trigo	679,276	662,466	579,241	637,658	713,019	847,847
Cebada	272,897	222,514	333,720	298,207	315,254	321,109
Avena	66,756	51,655	47,060	49,354	53,333	50,095
Arroz	41,748	34,037	31,795	33,137	40,642	40,638
<b>Caña de azúcar</b>	725,003	737,767	775,987	818,057	793,769	790,344
<b>Leguminosas</b>	1,756,224	975,940	1,736,745	1,914,760	1,838,587	1,687,986
Frijol	1,630,225	894,972	1,558,992	1,754,843	1,681,126	1,557,474
Garbanzo	89,196	48,067	133,492	115,551	106,434	80,386
Haba	20,330	14,850	23,141	25,049	26,467	26,831
Chícharo	10,533	9,912	12,637	11,889	13,518	12,849
Lenteja	3,889	6,821	5,980	5,479	8,703	8,163
Arvejón	2,052	1,319	2,504	1,951	2,340	2,283
<b>Oleaginosas</b>	368,506	355,850	436,206	363,309	492,415	550,272
Soya	153,473	155,513	142,469	157,419	206,275	250,419
Cártamo	83,949	62,800	172,866	80,454	114,574	128,357
Ajonjolí	70,504	71,308	58,892	63,642	96,318	79,010
Cacahuete	52,564	61,344	57,832	56,382	59,024	66,709
Girasol	1,879	1,850	1,280	3,610	14,729	15,336
Canola/Colza	6,138	3,036	2,867	1,803	1,496	10,441
<b>Total nacional</b>	20,167,773	18,093,807	20,511,051	20,710,982	21,161,489	20,801,780
<b>Total cultivos</b>	311	317	308	328	319	326
% Siniestralidad	92%	82%	94%	94%	95%	94%

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 7. Rendimiento por cultivo en México, 1990-1999

ton/ha										
Cultivo/Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Cereales</b>										
Maíz	1.99	2.05	2.35	2.44	2.23	2.29	2.24	2.38	2.34	2.47
Sorgo	3.29	3.12	3.89	2.94	2.96	3.04	3.12	3.04	3.32	2.99
Trigo	4.21	4.13	3.95	4.08	4.30	3.73	4.17	4.74	4.21	4.63
Cebada	1.87	2.04	1.90	2.31	2.65	1.98	2.07	1.93	1.54	2.00
Avena	1.57	1.73	1.12	1.19	1.31	1.79	1.89	1.59	1.37	1.49
Arroz	3.74	4.10	4.36	4.87	4.26	4.68	4.54	4.14	4.51	4.10
<b>Caña de azúcar</b>	69.87	70.28	74.72	76.46	69.08	77.65	71.24	72.33	74.74	70.13
<b>Leguminosas</b>										
Frijol	0.62	0.69	0.56	0.69	0.65	0.62	0.66	0.60	0.59	0.62

Tabla 7. **Continuación**

Cultivo/Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Garbanzo	1.33	1.66	1.17	1.39	1.47	1.47	1.61	1.71	1.45	1.44
Haba	0.90	1.12	0.99	0.75	0.69	0.81	0.91	0.84	0.54	0.56
Chícharo	4.40	4.10	3.90	4.30	4.02	4.15	4.59	4.35	4.31	4.99
Lenteja	1.96	0.92	0.72	0.76	0.85	1.03	0.93	0.92	0.45	0.97
Arvejón	0.85	0.69	0.80	0.86	0.99	0.90	0.99	1.02	0.76	0.92
<b>Oleaginosas</b>										
Soya	2.01	2.12	1.84	2.09	1.81	1.41	1.14	1.51	1.60	1.64
Cártamo	1.01	0.94	0.51	0.87	1.11	1.17	1.51	1.70	1.39	1.58
Ajonjolí	0.54	0.51	0.53	0.64	0.47	0.58	0.59	0.50	0.55	0.58
Cacahuate	1.24	1.29	1.31	1.26	1.29	1.32	1.38	1.45	1.40	1.45
Girasol	0.13	0.83	0.88	0.83	1.76	1.77	0.90	1.02	0.76	1.16
Canola/Colza	50.00	0.94	9.20	10.77	11.39	10.37	11.82	11.35	0.00	0.00
<b>Total cultivos</b>	<b>204</b>	<b>208</b>	<b>251</b>	<b>269</b>	<b>270</b>	<b>264</b>	<b>277</b>	<b>277</b>	<b>279</b>	<b>286</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 8. **Rendimiento por cultivo en México, 2000-2009**

Cultivo/Año	ton/ha									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Cereales</b>										
Maíz	2.46	2.58	2.71	2.75	2.82	2.93	3.00	3.21	3.32	3.24
Sorgo	3.08	3.38	2.99	3.43	3.82	3.45	3.45	3.50	3.58	3.61
Trigo	4.94	4.77	5.10	4.49	4.48	4.75	5.23	5.08	5.08	4.97
Cebada	2.45	2.45	2.61	2.97	2.86	2.49	2.76	2.28	2.51	2.17
Avena	1.41	1.28	1.51	2.03	1.52	1.66	2.00	1.72	1.47	1.81
Arroz	4.18	4.26	4.50	4.55	4.47	5.07	4.79	4.15	4.46	4.85
<b>Caña de azúcar</b>	<b>68.53</b>	<b>72.95</b>	<b>72.18</b>	<b>73.69</b>	<b>74.65</b>	<b>77.11</b>	<b>75.52</b>	<b>75.44</b>	<b>73.89</b>	<b>70.41</b>
<b>Leguminosas</b>										
Frijol	0.59	0.63	0.75	0.74	0.69	0.66	0.80	0.67	0.74	0.86
Garbanzo	1.73	1.68	1.60	1.25	1.41	1.37	1.43	1.66	1.81	1.69
Haba	0.72	0.85	1.05	1.11	1.07	1.10	1.13	1.20	1.31	1.02
Chícharo	4.72	4.91	4.66	4.51	4.82	4.74	4.80	4.98	4.97	4.82
Lenteja	1.02	0.87	1.22	0.68	0.80	0.89	1.03	1.16	0.98	0.98
Arvejón	1.07	1.15	1.16	2.11	1.62	1.02	1.12	1.11	0.99	0.82
<b>Oleaginosas</b>										
Soya	1.46	1.65	1.53	1.86	1.50	1.95	1.50	1.41	2.02	1.87
Cártamo	1.14	0.99	1.00	1.37	1.09	1.09	1.05	1.22	1.47	1.18
Ajonjolí	0.59	0.60	0.54	0.56	0.60	0.53	0.55	0.60	0.62	0.55
Cacahuate	1.55	1.51	1.20	1.82	1.51	1.52	1.52	1.59	1.55	1.67
Girasol	0.71	3.65	1.19	1.25	2.58	1.45	1.02	2.03	1.52	1.54
Canola/Colza	2.38	14.33	0.99	1.71	1.72	0.61	1.52	1.34	1.59	1.48
<b>Total cultivos</b>	<b>288</b>	<b>300</b>	<b>295</b>	<b>295</b>	<b>294</b>	<b>309</b>	<b>307</b>	<b>312</b>	<b>317</b>	<b>301</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 9. Rendimiento por cultivo en México, 2010-2015

	ton/ha					
Cultivo/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Cereales</b>						
Maíz	3.26	2.91	3.19	3.19	3.30	3.48
Sorgo	3.93	3.72	3.83	3.74	4.17	3.13
Trigo	5.42	5.48	5.66	5.29	5.19	4.53
Cebada	2.51	2.23	3.14	2.00	2.70	2.34
Avena	1.67	0.98	1.79	1.85	1.77	1.79
Arroz	5.19	5.10	5.62	5.43	5.71	5.81
Caña de azúcar	71.63	69.67	69.30	78.16	74.39	73.02
<b>Leguminosas</b>						
Frijol	0.71	0.63	0.69	0.74	0.76	0.62
Garbanzo	1.48	1.50	2.04	1.82	1.61	1.71
Haba	1.01	0.66	1.00	1.33	1.25	1.30
Chícharo	4.94	4.75	4.80	4.84	4.75	5.17
Lenteja	0.70	1.21	0.86	0.29	0.98	0.53
Arvejón	0.96	1.08	1.10	1.17	1.27	1.33
<b>Oleaginosas</b>						
Soya	1.09	1.32	1.74	1.52	1.88	1.36
Cártamo	1.16	2.09	1.49	1.14	1.26	0.98
Ajonjolí	0.53	0.57	0.71	0.65	0.67	0.65
Cacahuete	1.55	1.30	1.99	1.77	1.63	1.60
Girasol	2.02	1.53	1.02	1.26	1.12	0.94
Canola/Colza	1.23	1.24	1.17	1.60	1.30	1.06
<b>Total cultivos</b>	<b>311</b>	<b>317</b>	<b>308</b>	<b>328</b>	<b>319</b>	<b>326</b>

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

### [3C1a] Quema de residuos agrícolas en tierras forestales

El principal insumo para la estimación de las emisiones corresponde al área afectada por incendios forestales. Dicha información es generada y administrada por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Los reportes mensuales registran las áreas afectadas por incendios que fueron combatidos. La base de datos de reportes contiene información desde 1995 y no incluye la superficie de incendios que ocurrieron y no fueron combatidos. Cabe señalar que la información puede subestimar la superficie afectada, ya que no incluye la información de siniestros que fueron atendidos por brigadas ajenas a la CONAFOR.

Los reportes oficiales de las áreas afectadas contienen registros históricos por entidad federativa, año y clasificadas por estrato de vegetación afectada en arbóreo, arbustivo o herbáceo (**Tablas 10 a 15**). Los reportes de superficies afectadas por incendios son consistentes desde 1995 hasta la actualidad. En años anteriores a 1995 la información se encuentra almacenada en distinto formato y sin identificar el estrato afectado, de tal manera que, para los fines de este análisis y por consistencia en los métodos empleados, se excluyeron los años del periodo 1990-1994.

Cabe mencionar que el tipo de reporte que realiza CONAFOR se refiere al estrato como indicador de la forma de vida dominante del tipo de vegetación forestal donde ocurrió el incendio. Esto signifi-

ca que, si fue un incendio que afectó un estrato arbolado, sucedió en un bosque donde había predominantemente árboles, pero los incendios en su mayoría son de tipo superficial, afectando principalmente todo lo que se encuentra en la materia muerta y el estrato herbáceo arbustivo (Estrada, 2006).

**Tabla 10. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

1995						
Entidad	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	12	90	19	12	92	213
Baja California	63	4,574	300	0	7,972	12,846
Baja California Sur	2	0	1	0	1	2
Campeche	77	850	367	84	412	1,713
Chiapas	150	11,007	8,006	1,403	3,777	24,193
Chihuahua	692	5,691	1,750	3,225	3,809	14,475
Coahuila	61	1,845	137	12	7,246	9,240
Colima	66	481	123	441	3,428	4,473
Distrito Federal*	1,406	2,238	4	98	225	2,565
Durango	368	7,765	9,808	5,786	13,306	36,665
Guanajuato	35	1,028	0	27	1	1,056
Guerrero	214	2,639	316	1,005	1,276	5,236
Hidalgo	136	659	150	167	1,400	2,376
Jalisco	437	6,488	1,646	2,133	6,738	17,005
México	1,875	6,789	315	3,005	3,702	13,811
Michoacán	755	1,776	1,003	746	2,661	6,186
Morelos	228	238	18	35	237	528
Nayarit	45	2,159	602	406	1,516	4,683
Nuevo León	48	8	596	185	4,026	4,815
Oaxaca	147	2,331	1,203	1,337	3,593	8,464
Puebla	204	2,221	864	651	515	4,251
Querétaro	61	383	464	17	1,060	1,924
Quintana Roo	137	1,925	36,159	5,161	16,741	59,986
San Luis Potosí	109	896	1,871	453	6,425	9,645
Sinaloa	76	309	322	569	374	1,574
Sonora	29	2,092	11	519	2,387	5,009
Tabasco	15	2,401	352	0	1,678	4,431
Tamaulipas	27	1,377	32	47	3,183	4,639
Tlaxcala	146	382	1	46	85	514
Veracruz	148	611	346	172	712	1,841
Yucatán	16	192	0	0	895	1,087
Zacatecas	75	17,511	15,487	5,102	5,541	43,641

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 11. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

1996						
Entidad	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	22	496	115		303	914
Baja California	54	3,851	1,358		10,895	16,104
Baja California Sur	4	0	0		93	93
Campeche	3	15	7		0	22
Chiapas	197	7,496	7,008		4,070	18,574
Chihuahua	899	19,835	16,098		8,976	44,909
Coahuila	64	2,661	1,011		18,194	21,866
Colima	95	1,646	284		3,624	5,554
Distrito Federal*	1,484	2,710	252		204	3,166
Durango	319	9,382	7,405		12,515	29,302
Guanajuato	15	7,264	2,798		4,946	15,008
Guerrero	254	321	2		105	428
Hidalgo	154	5,562	1,162		1,544	8,268
Jalisco	354	968	399		808	2,175
México	2,771	5,852	2,552		6,179	14,583
Michoacán	774	1,559	1,346		3,283	6,188
Morelos	145	232	38		182	452
Nayarit	43	436	1,014		319	1,769
Nuevo León	67	477	856		3,641	4,974
Oaxaca	137	3,134	2,552		2,341	8,027
Puebla	336	2,412	751		485	3,648
Querétaro	97	237	2,017		3,475	5,729
Quintana Roo	111	323	1,192		691	2,206
San Luis Potosí	181	1,625	187		6,988	8,800
Sinaloa	141	905	2,602		731	4,238
Sonora	48	4,297	1,396		2,324	8,017
Tabasco	0	0	0		0	0
Tamaulipas	70	1,389	1,045		3,037	5,471
Tlaxcala	209	582	47		127	756
Veracruz	157	699	276		525	1,500
Yucatán	6	39	0		37	76
Zacatecas	45	3,019	1,369		1,560	5,948

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.



**Tabla 12. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

1997						
Entidad	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	5	20	0		11	31
Baja California	60	66	11		9,136	9,213
Baja California Sur	2	0	23		0	23
Campeche	7	100	54		1	155
Chiapas	181	23,851	13,504		10,759	48,114
Chihuahua	263	1,456	939		535	2,930
Coahuila	6	82	2		93	177
Colima	59	629	114		1,511	2,254
Distrito Federal*	1,115	1,432	60		38	1,530
Durango	23	74	208		153	435
Guanajuato	2	0	60		2	62
Guerrero	241	3,474	653		1,509	5,636
Hidalgo	51	97	125		275	497
Jalisco	115	672	480		879	2,031
México	1,496	2,030	691		1,796	4,517
Michoacán	611	1,353	1,231		3,020	5,604
Morelos	103	84	20		128	232
Nayarit	56	680	1,114		626	2,420
Nuevo León	11	28	86		345	459
Oaxaca	237	3,179	2,743		4,707	10,629
Puebla	176	834	155		224	1,213
Querétaro	13	14	15		37	66
Quintana Roo	58	101	259		269	629
San Luis Potosí	4	2	0		10	12
Sinaloa	54	291	548		77	916
Sonora	26	3,588	102		1,368	5,058
Tabasco	0	0	0		0	0
Tamaulipas	3	30	0		21	51
Tlaxcala	103	309	19		60	388
Veracruz	53	0	85		44	129
Yucatán	14	1,524	60		92	1,676
Zacatecas	15	477	83		198	758

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 13. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

Entidad	1998					
	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	5	5	63		99	167
Baja California	238	2,482	3		3,009	5,494
Baja California Sur	11	17	7		2	26
Campeche	76	182	5,271		0	5,453
Chiapas	405	85,335	65,883		47,590	198,808
Chihuahua	921	10,435	9,071		7,996	27,502
Coahuila	39	2,004	2,093		10,397	14,494
Colima	64	85	28		1,078	1,191
Distrito Federal*	1,932	4,705	316		714	5,735
Durango	436	24,191	20,422		24,347	68,960
Guanajuato	61	134	1,648		1,029	2,811
Guerrero	496	11,672	2,012		5,509	19,193
Hidalgo	420	5,984	3,351		5,222	14,557
Jalisco	428	8,208	3,867		6,121	18,196
México	3,649	9,616	3,881		12,350	25,847
Michoacán	1,793	8,553	5,922		11,315	25,790
Morelos	330	336	246		1,778	2,360
Nayarit	71	231	1,777		276	2,284
Nuevo León	94	502	2,556		25,076	28,134
Oaxaca	419	144,704	35,143		61,803	241,650
Puebla	544	5,745	5,230		8,860	19,835
Querétaro	96	776	1,136		15,612	17,524
Quintana Roo	234	880	1,409		3,920	6,209
San Luis Potosí	249	4,058	9,343		13,780	27,181
Sinaloa	129	2,757	4,595		859	8,211
Sonora	26	1,194	93		380	1,667
Tabasco	67	5,436	3,133		5,369	13,938
Tamaulipas	91	466	2,514		14,846	17,826
Tlaxcala	439	4,819	1,396		2,617	8,832
Veracruz	539	1,730	4,146		3,814	9,690
Yucatán	41	2,454	935		2,008	5,397
Zacatecas	102	2,546	997		1,127	4,670

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 14. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

1999						
Entidad	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	8	204	26		94	324
Baja California	134	681	102		7,361	8,145
Baja California Sur	7	113	0		0	113
Campeche	56	99	533		0	632
Chiapas	203	5,051	415		1,369	6,835
Chihuahua	1,476	22,865	7,929		18,581	49,375
Coahuila	29	954	2		1,530	2,486
Colima	45	312	19		581	912
Distrito Federal*	434	793	44		51	888
Durango	354	8,076	12,017		15,370	35,463
Guanajuato	34	1,253	420		185	1,858
Guerrero	462	10,342	2,158		5,202	17,701
Hidalgo	107	157	41		256	453
Jalisco	321	3,814	1,423		3,140	8,377
México	1,512	1,666	572		1,952	4,190
Michoacán	933	2,070	1,810		2,917	6,796
Morelos	275	147	11		398	556
Nayarit	74	2,405	95		921	3,421
Nuevo León	54	88	516		1,753	2,357
Oaxaca	292	4,792	5,277		9,481	19,550
Puebla	188	3,309	283		735	4,327
Querétaro	55	134	4		290	428
Quintana Roo	159	836	222		12,873	13,931
San Luis Potosí	99	852	1,200		4,270	6,322
Sinaloa	118	1,583	1,134		1,543	4,260
Sonora	76	9,842	1,824		843	12,509
Tabasco	18	143	524		142	809
Tamaulipas	41	21	466		3,749	4,236
Tlaxcala	105	325	21		142	487
Veracruz	146	79	39		954	1,072
Yucatán	60	1,528	1,398		2,094	5,020
Zacatecas	104	3,309	843		3,082	7,233

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 15. Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000**

2000						
Entidad	Número de incendios	Herbáceo (ha)	Arbolado (ha)	Renuevo (ha)	Arbustivo (ha)	Superficie afectada (ha)
Aguascalientes	8	441	29		381	851
Baja California	93	187	254		13,370	13,810
Baja California Sur	2	0	1		8	9
Campeche	54	175	1,331		0	1,506
Chiapas	307	18,013	3,011		7,598	28,623
Chihuahua	1,258	17,390	4,864		5,923	28,177
Coahuila	54	4,206	117		4,666	8,989
Colima	31	16	4		369	389
Distrito Federal*	601	867	445		83	1,395
Durango	349	16,114	12,272		18,623	47,009
Guanajuato	69	1,370	146		607	2,123
Guerrero	401	13,490	3,787		9,585	26,862
Hidalgo	106	298	78		237	613
Jalisco	456	5,239	1,921		5,260	12,420
México	2,152	3,016	694		3,125	6,835
Michoacán	777	2,291	1,574		3,982	7,847
Morelos	266	320	42		606	967
Nayarit	67	1,690	206		991	2,887
Nuevo León	67	64	18		259	341
Oaxaca	227	4,710	3,307		4,187	12,203
Puebla	205	1,704	277		698	2,678
Querétaro	61	399	9		637	1,044
Quintana Roo	172	113	267		1,823	2,203
San Luis Potosí	125	556	915		3,158	4,629
Sinaloa	130	1,667	1,306		1,743	4,716
Sonora	87	2,400	1,467		1,675	5,542
Tabasco	18	256	588		1,030	1,874
Tamaulipas	29	21	125		1,144	1,290
Tlaxcala	158	878	51		494	1,422
Veracruz	84	59	24		136	219
Yucatán	43	644	5		459	1,108
Zacatecas	100	2,564	1,343		1,430	5,337

\*Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

### [3C1b] Quema de residuos agrícolas en tierras de cultivo

Tabla 16. Biomasa quemada por cultivo en México, 1990-1999

ton de materia seca										
Cultivo/Año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Cereales</b>	3,478,181	3,233,825	3,664,235	3,439,431	3,645,811	3,666,456	3,999,312	3,816,409	3,958,430	3,722,127
Maíz	1,971,588	1,922,535	2,280,593	2,447,311	2,466,877	2,480,330	2,434,774	2,379,666	2,488,527	2,388,403
Sorgo	807,350	581,640	722,504	348,344	500,230	563,348	920,204	770,467	875,367	772,260
Trigo	530,201	548,597	488,542	483,424	559,940	467,965	455,562	494,252	436,999	407,758
Cebada	101,743	119,968	114,047	111,966	63,530	100,992	121,389	97,289	85,289	93,972
Avena	14,082	14,153	5,328	9,635	4,740	4,263	14,191	11,303	10,411	15,605
Arroz	53,217	46,931	53,221	38,749	50,493	49,558	53,191	63,432	61,837	44,129
<b>Caña de azúcar</b>	4,176,912	4,021,580	4,712,388	4,492,412	4,246,610	4,651,131	4,717,192	4,731,603	5,017,384	4,792,116
<b>Leguminosas</b>	180,899	186,668	101,818	170,429	174,588	169,808	217,482	144,251	165,348	155,443
Frijol	151,900	160,570	84,887	151,277	158,693	148,014	182,517	113,377	148,171	123,948
Garbanzo	18,978	16,715	6,557	12,576	9,345	13,584	26,068	23,569	11,547	23,106
Haba	2,038	3,011	2,977	908	877	1,962	1,005	699	382	1,055
Chícharo	5,312	4,669	6,110	4,243	4,184	4,663	6,634	5,384	4,745	6,008
Lenteja	2,360	1,432	915	1,135	1,188	1,341	967	942	349	1,012
Arvejón	310	271	373	290	300	245	291	279	155	314
<b>Oleaginosas</b>	127,018	136,494	105,726	95,847	98,524	72,025	62,253	76,756	72,152	82,454
Soya	77,502	97,789	80,185	67,085	70,496	39,226	7,569	24,981	20,318	17,969
Cártamo	21,434	11,891	5,584	8,626	8,643	15,289	24,573	22,067	23,107	35,484
Ajonjolí	9,661	5,957	3,075	3,678	1,439	3,447	7,677	3,485	5,147	5,098
Cacahuete	17,837	20,801	16,025	14,918	14,429	12,362	20,203	24,654	23,464	23,641
Girasol	17	24	39	456	195	71	59	467	116	263
Canola/Colza	567	32	818	1,083	3,323	1,630	2,173	1,101	0	0
<b>Total</b>	<b>7,963,010</b>	<b>7,578,568</b>	<b>8,584,168</b>	<b>8,198,118</b>	<b>8,165,534</b>	<b>8,559,419</b>	<b>8,996,240</b>	<b>8,769,019</b>	<b>9,213,313</b>	<b>8,752,140</b>

Fuente: estimación propia a partir de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 17. Biomasa quemada por cultivo en México, 2000-2009

ton de materia seca										
Cultivo/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Cereales</b>	3,828,794	4,248,760	3,936,056	4,344,141	4,431,548	3,976,095	4,400,475	4,682,105	4,962,012	4,271,055
Maíz	2,368,369	2,720,573	2,604,477	2,792,156	2,930,082	2,612,856	2,954,433	3,178,887	3,293,276	2,725,816
Sorgo	789,688	886,618	703,823	913,422	945,043	744,844	745,400	838,676	891,213	823,874
Trigo	472,232	442,788	437,103	366,608	313,673	407,135	456,969	475,099	568,470	555,954
Cebada	147,266	157,591	152,526	224,088	193,069	157,137	180,213	135,148	161,467	114,656
Avena	3,799	10,576	7,473	10,985	12,116	14,860	17,891	14,546	17,309	15,238
Arroz	47,440	30,614	30,653	36,882	37,565	39,264	45,569	39,749	30,277	35,517
<b>Caña de azúcar</b>	4,485,121	4,847,827	5,134,141	5,345,897	5,321,781	5,604,921	5,163,106	5,309,769	5,314,391	5,151,618
<b>Leguminosas</b>	140,029	172,232	217,662	191,361	157,659	122,921	191,900	144,789	159,890	145,564
Frijol	103,740	125,216	180,270	164,857	135,495	97,391	161,293	116,742	130,150	121,278

Tabla 17. **Continuación**

Cultivo/Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Garbanzo	27,307	38,224	27,582	16,731	12,196	15,668	18,950	17,415	19,265	15,499
Haba	2,027	2,309	3,235	3,127	2,373	2,480	2,646	2,989	3,191	2,167
Chícharo	5,491	5,657	5,156	5,219	6,328	6,269	7,746	6,115	6,123	5,624
Lenteja	1,079	337	995	467	774	901	818	1,060	950.6	758
Arvejón	386	489	424	960	493	212	447	468	210.6	238
<b>Oleaginosas</b>	<b>59,314</b>	<b>59,180</b>	<b>35,573</b>	<b>65,942</b>	<b>72,887</b>	<b>55,353</b>	<b>37,886</b>	<b>47,519</b>	<b>54,216</b>	<b>47,302</b>
Soya	13,791	16,432	11,671	17,086	18,042	25,318	10,996	11,912	20,662	16,344
Cártamo	13,036	15,095	7,122	27,113	31,197	12,796	9,906	15,340	12,893	10,409
Ajonjolí	6,549	5,746	3,268	5,046	5,408	3,240	3,433	4,682	5,521	4,622
Cacahuete	25,600	21,445	13,394	16,453	17,813	13,137	12,275	14,856	14,515	15,341
Girasol	13	127	13	29	44	6	0	1	1	63
Canola/Colza	325	334	105	215	383	857	1,276	728	624	523
<b>Total</b>	<b>8,513,258</b>	<b>9,327,999</b>	<b>9,323,431</b>	<b>9,947,340</b>	<b>9,983,874</b>	<b>9,759,290</b>	<b>9,793,367</b>	<b>10,184,181</b>	<b>10,490,507</b>	<b>9,615,540</b>

Fuente: estimación propia a partir de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Tabla 18. **Biomasa quemada por cultivo en México, 2010-2015**

ton de materia seca

Cultivo/Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Cereales</b>	<b>4,769,324</b>	<b>3,880,195</b>	<b>4,623,221</b>	<b>4,527,894</b>	<b>5,003,584</b>	<b>4,769,038</b>
Maíz	3,150,099	2,387,581	2,986,506	3,061,721	3,152,589	3,350,227
Sorgo	935,828	867,916	941,002	852,734	1,133,733	700,930
Trigo	496,686	489,975	442,442	454,290	497,763	516,380
Cebada	144,495	105,365	219,292	124,233	176,973	158,624
Avena	12,965	5,923	9,856	10,625	11,197	11,003
Arroz	29,251	23,435	24,123	24,291	31,329	31,874
<b>Caña de azúcar</b>	<b>5,198,997</b>	<b>5,159,271</b>	<b>5,549,793</b>	<b>6,636,722</b>	<b>6,045,523</b>	<b>5,965,807</b>
<b>Leguminosas</b>	<b>159,905</b>	<b>82,192</b>	<b>168,448</b>	<b>187,607</b>	<b>182,267</b>	<b>142,070</b>
Frijol	135,423	65,968	125,857	151,934	149,489	113,273
Garbanzo	15,445	8,436	31,862	24,605	20,049	16,083
Haba	2,402	1,147	2,707	3,898	3,871	4,081
Chícharo	6,086	5,509	7,097	6,719	7,512	7,772
Lenteja	319	966	602	186	998	506
Arvejón	230	167	322	265	348	355
<b>Oleaginosas</b>	<b>58,389</b>	<b>67,398</b>	<b>96,545</b>	<b>70,789</b>	<b>103,101</b>	<b>95,075</b>
Soya	22,584	27,712	33,471	32,392	52,407	46,036
Cártamo	13,146	17,634	34,772	12,382	19,489	16,982
Ajonjolí	6,053	6,585	6,774	6,701	10,454	8,320
Cacahuete	14,665	14,354	20,715	17,963	17,318	19,212
Girasol	717	535	247	860	3,118	2,725
Canola/Colza	1,223	578	566	491	315	1,800
<b>Total</b>	<b>10,186,614</b>	<b>9,189,056</b>	<b>10,438,006</b>	<b>11,423,011</b>	<b>11,334,476</b>	<b>10,971,991</b>

Fuente: estimación propia a partir de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

## [3C2] Emisiones de dióxido de carbono por encalado

Tabla 19. Producción de cal y dolomita en México, 1990-2015

Año	Toneladas				Total
	Cal viva*	Cal hidratada (aérea e hidráulica)	Cal siderúrgica y química	Cal dolomítica**	
1990	484,790	2,844,644	19,094	153,632	3,502,160
1991	492,344	2,839,687	52,127	161,007	3,545,165
1992	499,899	2,834,730	85,159	168,382	3,588,170
1993	479,744	2,906,777	100,266	172,009	3,658,796
1994	459,648	2,978,823	115,372	175,636	3,729,479
1995	556,602	2,649,674	214,924	182,732	3,603,932
1996	613,589	2,580,822	293,298	207,208	3,694,917
1997	571,889	2,783,083	291,790	218,504	3,865,266
1998	514,508	2,803,472	263,434	225,052	3,806,466
1999	532,737	2,762,900	245,031	221,012	3,761,680
2000	592,803	2,812,685	304,660	204,553	3,914,701
2001	631,158	2,805,822	350,975	182,726	3,970,681
2002	545,587	2,825,260	440,020	250,714	4,061,581
2003	606,335	2,743,345	436,956	267,915	4,054,551
2004	580,987	2,665,385	419,573	279,710	3,945,655
2005	525,140	2,587,803	482,505	299,133	3,894,581
2006	636,520	2,729,766	409,436	346,293	4,122,015
2007	806,987	2,585,065	416,026	330,746	4,138,824
2008	911,355	2,687,497	348,810	314,868	4,262,530
2009	802,313	2,512,057	396,307	312,369	4,023,046
2010	1,017,145	2,470,734	539,094	324,906	4,351,879
2011	1,391,379	2,415,230	631,161	289,314	4,727,084
2012	1,501,433	2,282,885	697,367	465,945	4,947,630
2013	1,577,504	718,771	1,397,557	638,315	4,332,147
2014	1,487,578	773,360	1,407,016	557,061	4,225,015
2015	1,463,242	769,625	1,353,138	614,662	4,200,667

1990 - 1993 Inventario Nacional de Emisiones de Gases de efecto Invernadero 1990-2006. Procesos industriales y uso de productos.

1994 - 2006 INEGI. Banco de Información Económica. > Series que ya no se actualizan > Sector manufacturero > Encuesta industrial mensual (CMAP) > Cifras absolutas > 205 clases de actividad económica > Volumen y valor de producción por clase de actividad y producto > VI Productos de minerales no metálicos, excepto derivados del petróleo y carbón > 369112 Elaboración de cal.

2007 - 2015 INEGI. Banco de Información Económica. > Manufacturas > Encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM) > Volumen y valor de producción por clase de actividad y producto > 327 Fabricación de productos a base de minerales no metálicos > 3274 Fabricación de cal, yeso y productos de yeso > 327410 Fabricación de cal.

\* Cal: 2% de la producción nacional de cal viva (óxido de calcio), cal hidratada (hidróxido de calcio) y cal química.

\*\* Dolomita: 2% de la producción nacional de cal dolomítica.

Datos de actividad empleados en la Categoría [2A2].

### [3C3] Emisiones de dióxido de carbono por aplicación de urea

Tabla 20. Consumo de urea en México, 1990-2015

		Miles de toneladas									
Producto		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Urea		594.8	449.6	566.0	520.0	547.1	426.0	427.0	441.0	569.0	604.0
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
		600.0	605.0	560.0	602.0	614.0	615.0	540.0	714.3	584.4	590.0
		2010	2011	2012	2013	2014	2015				
		680.0	680.0	690.0	654.0	700.0	558.7				

Fuente: Asociación Internacional de Industrias del Fertilizantes (IFADATA).

### [3C4] y [3C5] Emisiones directas e indirectas de óxido nitroso por incorporación de nitrógeno en campos agrícolas

Tabla 21. Fracción de nitrógeno incorporado por biomasa de cultivos agrícolas ( $F_{CR}$ )\*

		t N/año									
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
$F_{CR}$		542,628	557,370	605,112	629,011	655,103	620,124	648,020	702,113	735,709	772,822
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
		768,454	875,403	916,466	962,659	991,237	980,535	1,069,706	1,155,971	1,121,633	1,055,795
		2010	2011	2012	2013	2014	2015				
		1,090,439	1,008,807	1,134,976	1,164,453	1,180,952	1,172,424				

\* Fracción por residuos de cultivos, por *Crop Residues Fraction*.

Fuente: estimación propia a partir de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de SAGARPA.

Tabla 22. Fracción de nitrógeno incorporado en suelos por aplicación de fertilizantes sintéticos ( $F_{SN}$ )\*

		Miles t N/año												
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
$F_{SN}$		1346.3	1155.2	1230.0	1193.0	1182.4	1049.0	1207.4	1197.0	1336.0	1300.0	1342.0	1374.1	886.1
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
		912.6	942.5	1219.5	1057.6	1141.9	939.5	1038.7	1074.7	1100.7	1291.1	1290.2	1361.6	1126.9

\* Fracción por nitrógeno sintético, *Synthetic Nitrogen Fraction*.

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT).



**Tabla 23. Fracción de nitrógeno incorporado en suelos por estiércol del ganado en pastoreo ( $F_{PRP}$ )\***

**kg N/año**

<b>Año</b>	<b>Bovinos, porcinos y aves de corral</b>	<b>Ovinos, caprinos y equinos</b>	<b>Total</b>
1990	1,542,608,153	519,843,064	2,062,451,217
1991	1,491,838,276	509,937,725	2,001,776,001
1992	1,432,279,818	497,779,933	1,930,059,751
1993	1,415,161,257	503,076,448	1,918,237,705
1994	1,463,739,687	493,989,901	1,957,729,588
1995	1,424,795,013	479,042,336	1,903,837,349
1996	1,379,699,609	460,884,046	1,840,583,655
1997	1,415,312,603	442,339,644	1,857,652,247
1998	1,388,465,223	427,081,511	1,815,546,734
1999	1,318,413,145	420,792,612	1,739,205,757
2000	1,321,563,385	409,027,571	1,730,590,956
2001	1,313,292,628	402,520,887	1,715,813,515
2002	1,346,200,367	404,215,369	1,750,415,736
2003	1,343,478,810	398,744,820	1,742,223,630
2004	1,324,474,890	391,836,378	1,716,311,268
2005	1,309,485,026	385,136,042	1,694,621,068
2006	1,303,410,447	378,346,956	1,681,757,403
2007	1,300,472,494	372,060,594	1,672,533,088
2008	1,307,329,471	368,440,781	1,675,770,252
2009	1,326,395,706	363,027,786	1,689,423,492
2010	1,327,361,321	356,502,555	1,683,863,876
2011	1,327,787,189	349,885,570	1,677,672,759
2012	1,258,750,307	341,638,097	1,600,388,404
2013	1,299,426,609	345,286,686	1,644,713,295
2014	1,328,704,345	344,940,594	1,673,644,939
2015	1,427,575,706	348,903,238	1,776,478,944

\* Fracción por pasturas, praderas y potreros, por *pastures, range and paddocks*.

Fuente: estimación propia a partir de datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de SAGARPA.

# Anexo D:

## [4] Residuos

### [4A] Disposición final de residuos sólidos

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) reportó en 2012 la masa de residuos dispuestos por entidad federativa. Para la presente estimación de emisiones de metano, se utilizó esta información y se reforzó con los datos obtenidos del cuestionario enviado a las oficinas responsables del tema de residuos en cada entidad federativa (secretarías estatales o su equivalente).

Este cuestionario consideró: información general, caracterización, registros, sitios clausurados y sitios nuevos. Se incluyó una lista que facilitara al usuario su llenado. Cada sección incluye la información desglosada en la **Tabla 1**.

El cuestionario fue aplicado en junio de 2016 y se recibió respuesta de 31 entidades federativas,

siendo Colima el único estado del que no se obtuvo información. Uno de los datos más importantes del cuestionario fue la masa de residuos dispuestos, ya que este dato es la tasa de actividad para cuantificar las emisiones de metano en SDF.

Considerando que el año base del inventario es 2015, se utilizó el dato de la masa de residuos dispuestos en este año; cabe mencionar que únicamente 111 SDF reportaron esta información, por lo tanto, se utilizó la masa de residuos dispuestos reportada por SEMARNAT y para aquellos 111 SDF que contaban con información se actualizó con las cifras obtenidas en la encuesta. La **Tabla 2** muestra la masa de residuos dispuestos por municipio o SDF.

**Tabla 1. Estructura general del cuestionario de residuos sólidos urbanos 2015**

Sección 1 Información general	Sección 2 Caracterización	Sección 3 Registros	Sección 4 Sitios clausurados	Sección 5 Sitios nuevos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del SDF.</li> <li>• Municipio.</li> <li>• Ubicación exacta (latitud y longitud en sistema decimal).</li> <li>• ¿Cumple el SDF con la NOM-083<sup>1</sup> y cuál es su clasificación de acuerdo con la misma?</li> <li>• Tipo de operación.<sup>2</sup></li> <li>• Población atendida.</li> <li>• Tipo de servicio.<sup>3</sup></li> <li>• Año de apertura.</li> <li>• Año proyectado de clausura.</li> <li>• Método de estimación de la disposición anual.<sup>4</sup></li> <li>• Profundidad del SDF.</li> <li>• Método de estimación de peso de los RSU a la entrada del SDF.</li> <li>• ¿Cuenta con planta de separación?</li> <li>• Tipo de cubierta y porcentaje de residuos cubierto.</li> <li>• ¿Realizan el procedimiento de cubierta diaria?</li> <li>• ¿Cuenta con registros de incendios?</li> <li>• ¿Cuenta con captura de biogás, compactación de residuos, regulación de lixiviados?<sup>5</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del sitio.</li> <li>• Año de estudio de la caracterización de los residuos (en caso de contar con él).</li> <li>• Caracterización de los residuos.<sup>6</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Año.</li> <li>• Nombre del SDF.</li> <li>• Disposición anual (toneladas por año).<sup>7</sup></li> <li>• Frecuencia estimada de incendios.</li> <li>• Recuperación de biogás y generación de energía del SDF.<sup>8</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre del SDF clausurado.</li> <li>• Municipio.</li> <li>• Ubicación exacta.</li> <li>• Año de inicio de operaciones.</li> <li>• Año de clausura.</li> <li>• Estimado de la cantidad de residuos contenido (ton).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Se cuenta con proyectos de creación de nuevos SDF?</li> <li>• Municipio de ubicación.</li> <li>• Año estimado de inicio y de clausura.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

<sup>1</sup> Se refiere a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las Especificaciones de Protección Ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de RSU y de manejo especial.

<sup>2</sup> Se consideraron tres tipos de operación: municipal, concesionada o mixta.

<sup>3</sup> El tipo de servicio puede ser: municipal o intermunicipal (en este caso se solicitó que indicaran los municipios atendidos).

<sup>4</sup> Algunos de los métodos considerados fueron: peso en báscula de los residuos a la entrada de los SDF, estimación por número de camiones que entran al SDF y estimación de la disposición a partir de la generación per cápita de acuerdo con el número de habitantes del municipio o de los municipios de acuerdo con el tipo de servicio otorgado.

<sup>5</sup> En caso de que el SDF cuente con captura de biogás, se solicitó el año de arranque del sistema y el porcentaje de residuos cubierto.

<sup>6</sup> Fracción de los residuos según las siguientes categorías: comida, papel y cartón, poda, madera, caucho, piel, huesos, textiles, papel higiénico, pañales, madera, metales, construcción y demolición, vidrio y cerámica, plásticos y otros.

<sup>7</sup> Considerando que es necesario establecer una serie histórica de los residuos dispuestos, se solicitó el registro de la masa de residuos dispuestos de aquellos años que contaran con información.

<sup>8</sup> En aquellos casos en donde los SDF recuperan biogás se solicitó la cantidad recuperada (m<sup>3</sup>) y la cantidad de energía producida en caso de que el SDF cuente con un sistema de generación de energía.

Tabla 2. Sitios de disposición final considerados para la estimación de metano, 2015

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Aguascalientes1	Aguascalientes	Aguascalientes	372,861	R	1998
Aguascalientes2	Aguascalientes	Asientos	7,835	SNC	2004
Aguascalientes3	Aguascalientes	Calvillo	9,324	SNC	2004
Aguascalientes4	Aguascalientes	Cosío	2,591	SNC	2004
Aguascalientes5	Aguascalientes	Jesús María	17,152	SNC	2004
Aguascalientes6	Aguascalientes	Pabellón de Arteaga	7,210	SNC	2004
Aguascalientes7	Aguascalientes	Rincón de Romos	8,466	SNC	2004
Aguascalientes8	Aguascalientes	San José de Gracia	1,454	SNC	2004
Aguascalientes9	Aguascalientes	Tepezalá	3,387	SNC	2004
Aguascalientes10	Aguascalientes	El Llano	3,243	SNC	2004
Aguascalientes11	Aguascalientes	San Francisco de los Romo	6,160	SNC	2004
Baja California1	Baja California	Ensenada	102,010	R	1987
Baja California2	Baja California	Ensenada	131,274	R	2004
Baja California3	Baja California	Mexicali	307,330	R	2004
Baja California4	Baja California	Tecate	43,020	R	2004
Baja California5	Baja California	Tijuana	584,183	SC	1970
Baja California6	Baja California	Tijuana	584,183	R	2003
Baja California7	Baja California	Playas de Rosarito	43,020	R	2004
Baja California Sur1	Baja California Sur	Comondú	29,787	SNC	2004
Baja California Sur2	Baja California Sur	Comondú	1,862	SNC	2004
Baja California Sur3	Baja California Sur	Comondú	1,862	SNC	2004
Baja California Sur4	Baja California Sur	Comondú	10,425	SNC	2004
Baja California Sur5	Baja California Sur	Mulegé	10,181	SC	2004
Baja California Sur6	Baja California Sur	Mulegé	13,032	SNC	2004
Baja California Sur7	Baja California Sur	Mulegé	1,324	SNC	2004
Baja California Sur8	Baja California Sur	Mulegé	2,198	SNC	2004
Baja California Sur9	Baja California Sur	Mulegé	10,181	SNC	2004
Baja California Sur14	Baja California Sur	Mulegé	653	R	2013
Baja California Sur15	Baja California Sur	La Paz	148,555	SC	2004
Baja California Sur16	Baja California Sur	La Paz	8,191	SNC	2004
Baja California Sur27	Baja California Sur	Los Cabos	161,222	SC	2004
Baja California Sur28	Baja California Sur	Los Cabos	74,467	SC	2004
Baja California Sur29	Baja California Sur	Los Cabos	67,021	SC	2004
Baja California Sur30	Baja California Sur	Los Cabos	1,862	SC	2004
Baja California Sur31	Baja California Sur	Los Cabos	24,386	SNC	2004
Baja California Sur32	Baja California Sur	Loreto	19,361	SNC	2004
Baja California Sur33	Baja California Sur	Loreto	2,883	SNC	2004
Baja California Sur34	Baja California Sur	Loreto	0	SNC	2004
Baja California Sur35	Baja California Sur	Loreto	0	SNC	2004
Baja California Sur36	Baja California Sur	Loreto	0	SNC	2004
Campeche1	Campeche	Calkiní	9,109	SNC	2004
Campeche2	Campeche	Calkiní	0	R	2004
Campeche3	Campeche	Campeche	44,607	SC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Campeche4	Campeche	Carmen	38,078	SC	2004
Campeche5	Campeche	Champotón	14,298	R	2004
Campeche6	Campeche	Hecelchakán	4,875	SNC	2004
Campeche7	Campeche	Hecelchakán	0	R	2004
Campeche8	Campeche	Hopelchén	6,506	SNC	2004
Campeche9	Campeche	Hopelchén	0	R	2004
Campeche10	Campeche	Palizada	1,438	SNC	2004
Campeche11	Campeche	Tenabo	1,677	SNC	2004
Campeche12	Campeche	Escárcega	9,332	SC	2004
Campeche13	Campeche	Calakmul	4,630	SNC	2004
Campeche14	Campeche	Candelaria	7,095	SNC	2004
Coahuila1	Coahuila	Abasolo	184	SNC	2004
Coahuila3	Coahuila	Acuña	23,552	R	2004
Coahuila4	Coahuila	Allende	3,905	SNC	2004
Coahuila6	Coahuila	Arteaga	3,883	R	2013
Coahuila7	Coahuila	Candela	311	SNC	2004
Coahuila9	Coahuila	Cuatro Ciénegas	2,241	SNC	2004
Coahuila10	Coahuila	Escobedo	500	SNC	2004
Coahuila12	Coahuila	Francisco I. Madero	21,419	R	2012
Coahuila14	Coahuila	General Cepeda	2,012	R	2013
Coahuila15	Coahuila	Guerrero	360	SNC	2004
Coahuila16	Coahuila	Hidalgo	319	SNC	2004
Coahuila17	Coahuila	Jiménez	1,711	SNC	2004
Coahuila18	Coahuila	Juárez	275	SNC	2004
Coahuila19	Coahuila	Lamadrid	316	SNC	2004
Coahuila20	Coahuila	Matamoros-A	18,455	R	2004
Coahuila21	Coahuila	Monclova	37,236	R	2004
Coahuila22	Coahuila	Morelos	1,413	R	2004
Coahuila23	Coahuila	Múzquiz	11,510	SNC	2004
Coahuila26	Coahuila	Nava	4,810	SNC	2004
Coahuila27	Coahuila	Ocampo	1,893	R	2013
Coahuila28	Coahuila	Parras	7,819	SNC	2004
Coahuila30	Coahuila	Piedras Negras	26,317	R	2004
Coahuila33	Coahuila	Sabinas	10,479	SNC	2004
Coahuila35	Coahuila	Sacramento	399	SNC	2004
Coahuila36	Coahuila	Saltillo	231,359	R	1992
Coahuila38	Coahuila	San Juan de Sabinas	7,173	SNC	2004
Coahuila40	Coahuila	San Pedro	17,679	R	2013
Coahuila41	Coahuila	Sierra Mojada	1,098	SNC	2004
Coahuila42	Coahuila	Torreón	110,159	R	2004
Coahuila43	Coahuila	Viesca	3,672	R	2004
Coahuila44	Coahuila	Villa Unión	1,083	SNC	2004
Coahuila45	Coahuila	Zaragoza	2,188	SNC	2004
Colima1	Colima	Armería	13,404	SC	1998

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Colima2	Colima	Colima	104,735	R	2010
Colima3	Colima	Colima	111,701	R	1999
Colima6	Colima	Cuauhtémoc	15,638	SC	1996
Colima7	Colima	Ixtlahuacán	1,862	SC	2000
Colima8	Colima	Manzanillo	67,021	SC	2012
Colima9	Colima	Manzanillo	67,021	R	2012
Colima10	Colima	Minatitlán	2,979	SC	1999
Colima11	Colima	Tecomán	51,755	SC	1999
Chiapas2	Chiapas	Acala	4,985	SNC	2004
Chiapas3	Chiapas	Acapetahua	4,750	SNC	2004
Chiapas4	Chiapas	Altamirano	5,143	SNC	2004
Chiapas5	Chiapas	Amatán	3,664	SNC	2004
Chiapas6	Chiapas	Amatán	12,037	R	2011
Chiapas7	Chiapas	Amatenango de la Frontera	5,089	SNC	2004
Chiapas8	Chiapas	Amatenango del Valle	1,503	SNC	2004
Chiapas9	Chiapas	Ángel Albino Corzo	4,586	SNC	2004
Chiapas10	Chiapas	Arriaga	6,896	SNC	2004
Chiapas11	Chiapas	Bejucal de Ocampo	1,313	SNC	2004
Chiapas12	Chiapas	Bella Vista	3,321	SNC	2004
Chiapas13	Chiapas	Berriozábal	7,436	SNC	2004
Chiapas14	Chiapas	Bochil	5,277	SNC	2004
Chiapas15	Chiapas	El Bosque	3,196	SNC	2004
Chiapas18	Chiapas	Cintalapa	13,453	SNC	2004
Chiapas19	Chiapas	Coapilla	1,454	SNC	2004
Chiapas20	Chiapas	Comitán de Domínguez	47,593	SNC	2004
Chiapas21	Chiapas	La Concordia	7,592	SNC	2004
Chiapas22	Chiapas	Copainalá	3,625	SNC	2004
Chiapas23	Chiapas	Chalchihuitán	2,416	SNC	2004
Chiapas24	Chiapas	Chamula	13,251	SNC	2004
Chiapas25	Chiapas	Chanal	1,863	SNC	2004
Chiapas26	Chiapas	Chanal	13,084	R	2011
Chiapas27	Chiapas	Chapultenango	1,263	SNC	2004
Chiapas28	Chiapas	Chenalhó	6,219	SNC	2004
Chiapas29	Chiapas	Chiapa de Corzo	15,087	SNC	2004
Chiapas30	Chiapas	Chiapilla	931	SNC	2004
Chiapas31	Chiapas	Chicoasén	864	SNC	2004
Chiapas32	Chiapas	Chicomuselo	5,428	SNC	2004
Chiapas33	Chiapas	Chilón	19,212	SNC	2004
Chiapas34	Chiapas	Escuintla	7,920	R	2010
Chiapas35	Chiapas	Francisco León	1,206	SNC	2004
Chiapas36	Chiapas	Frontera Comalapa	11,541	SNC	2004
Chiapas37	Chiapas	Frontera Hidalgo	2,181	SNC	2004
Chiapas38	Chiapas	La Grandeza	1,252	SNC	2004
Chiapas40	Chiapas	Huixtán	3,704	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Chiapas41	Chiapas	Huitiupán	3,881	SNC	2004
Chiapas43	Chiapas	Huixtla	16,632	SNC	2004
Chiapas44	Chiapas	La Independencia	7,107	SNC	2004
Chiapas45	Chiapas	Ixhuatán	1,763	SNC	2004
Chiapas47	Chiapas	Ixtapa	4,222	SNC	2004
Chiapas49	Chiapas	Jiquipilas	6,513	SNC	2004
Chiapas50	Chiapas	Jitotol	3,218	SNC	2004
Chiapas52	Chiapas	Larráinzar	3,505	SNC	2004
Chiapas54	Chiapas	Mapastepec	7,563	SNC	2004
Chiapas55	Chiapas	Las Margaritas	19,200	SNC	2004
Chiapas59	Chiapas	Mitontic	1,922	SNC	2004
Chiapas60	Chiapas	Motozintla	78,505	SNC	2010
Chiapas62	Chiapas	Nicolás Ruíz	743	SNC	2004
Chiapas63	Chiapas	Ocosingo	65,421	SNC	2009
Chiapas65	Chiapas	Ocotepec	2,046	SNC	2004
Chiapas67	Chiapas	Ocozacoautla de Espinosa	14,133	SNC	2004
Chiapas68	Chiapas	Ostuacán	2,939	SNC	2004
Chiapas69	Chiapas	Osumacinta	653	SNC	2004
Chiapas70	Chiapas	Oxchuc	7,466	SNC	2004
Chiapas71	Chiapas	Palenque	36,846	SNC	2004
Chiapas72	Chiapas	Pantelhó	3,546	SNC	2004
Chiapas73	Chiapas	Pantepec	1,872	SNC	2004
Chiapas74	Chiapas	Pichucalco	10,514	R	2009
Chiapas75	Chiapas	Pijijiapan	8,625	SNC	2004
Chiapas76	Chiapas	El Porvenir	2,274	SNC	2004
Chiapas78	Chiapas	Pueblo Nuevo Solistahuacán	5,352	SNC	2004
Chiapas79	Chiapas	Rayón	1,550	SNC	2004
Chiapas80	Chiapas	Reforma	7,011	SNC	2004
Chiapas81	Chiapas	Las Rosas	4,397	SNC	2004
Chiapas82	Chiapas	Sabanilla	4,338	SNC	2004
Chiapas83	Chiapas	Salto de Agua	9,860	SNC	2004
Chiapas85	Chiapas	San Cristóbal de las Casas	32,019	SNC	2004
Chiapas86	Chiapas	San Fernando	5,694	SC	2004
Chiapas87	Chiapas	Siltepec	6,569	SNC	2004
Chiapas88	Chiapas	Simojovel	6,940	SNC	2004
Chiapas89	Chiapas	Simojovel	36,636	R	2010
Chiapas90	Chiapas	Sitalá	2,113	SNC	2004
Chiapas91	Chiapas	Sitalá	10,467	R	2010
Chiapas92	Chiapas	Socoltenango	2,949	SNC	2004
Chiapas93	Chiapas	Solosuchiapa	1,389	SNC	2004
Chiapas94	Chiapas	Soyaló	1,677	SNC	2004
Chiapas95	Chiapas	Suchiapa	3,624	SNC	2004
Chiapas96	Chiapas	Suchiate	6,037	SNC	2004
Chiapas98	Chiapas	Tapachula	176,054	SC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Chiapas99	Chiapas	Tapalapa	710	SNC	2004
Chiapas100	Chiapas	Tapilula	2,096	SNC	2004
Chiapas101	Chiapas	Tecpatán	7,069	SNC	2004
Chiapas102	Chiapas	Tenejapa	6,935	SNC	2004
Chiapas103	Chiapas	Teopisca	6,477	SNC	2004
Chiapas104	Chiapas	Tila	12,302	SNC	2004
Chiapas106	Chiapas	Tonalá	14,569	SNC	2004
Chiapas107	Chiapas	Totolapa	1,098	SNC	2004
Chiapas108	Chiapas	La Trinitaria	12,533	SNC	2004
Chiapas109	Chiapas	Tumbalá	5,463	SNC	2004
Chiapas110	Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	284,337	R	2008
Chiapas111	Chiapas	Tuxtla Chico	6,499	SNC	2004
Chiapas112	Chiapas	Tuzantán	9,388	SNC	2004
Chiapas113	Chiapas	Tzimol	2,413	SNC	2004
Chiapas114	Chiapas	Unión Juárez	2,426	SNC	2004
Chiapas115	Chiapas	Venustiano Carranza	12,082	R	2009
Chiapas116	Chiapas	Villa Corzo	12,827	SNC	2004
Chiapas117	Chiapas	Villaflores	34,726	R	2010
Chiapas119	Chiapas	Yajalón	5,860	SNC	2004
Chiapas120	Chiapas	Yajalón	39,253	R	2009
Chiapas121	Chiapas	San Lucas	1,160	SNC	2004
Chiapas122	Chiapas	Zinacantán	6,284	SNC	2004
Chiapas123	Chiapas	San Juan Cancuc	4,997	SNC	2004
Chiapas126	Chiapas	Maravilla Tenejapa	1,972	SNC	2004
Chiapas128	Chiapas	Marqués de Comillas	1,697	SNC	2004
Chiapas130	Chiapas	Montecristo de Guerrero	1,188	SNC	2004
Chiapas131	Chiapas	San Andrés Duraznal	783	SNC	2004
Chiapas133	Chiapas	Santiago el Pinar	559	SNC	2004
Chihuahua1	Chihuahua	Ahumada	1,973	SNC	2004
Chihuahua3	Chihuahua	Allende	1,448	SNC	2004
Chihuahua5	Chihuahua	Ascensión	4,129	SC	2004
Chihuahua6	Chihuahua	Bachíniva	1,035	SNC	2004
Chihuahua8	Chihuahua	Balleza	3,044	SNC	2004
Chihuahua10	Chihuahua	Batopilas	2,473	SNC	2004
Chihuahua11	Chihuahua	Bocoyna	4,954	SNC	2004
Chihuahua12	Chihuahua	Bocoyna	63,156	R	2009
Chihuahua13	Chihuahua	Buenaventura	3,854	SC	2004
Chihuahua14	Chihuahua	Camargo	8,396	SC	2004
Chihuahua15	Chihuahua	Carichí	1,515	SNC	2004
Chihuahua16	Chihuahua	Casas Grandes	1,823	SC	2004
Chihuahua17	Chihuahua	Coronado	393	SNC	2004
Chihuahua18	Chihuahua	Coyame del Sotol	290	SNC	2004
Chihuahua19	Chihuahua	La Cruz	1,453	SNC	2004
Chihuahua20	Chihuahua	Cuauhtémoc	26,633	SNC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Chihuahua21	Chihuahua	Cusihuirachi	932	SNC	2004
Chihuahua22	Chihuahua	Chihuahua	435,583	R	1993
Chihuahua23	Chihuahua	Chínipas	1,454	SNC	2004
Chihuahua24	Chihuahua	Delicias	23,756	SC	2004
Chihuahua25	Chihuahua	Dr. Belisario Domínguez	501	SNC	2004
Chihuahua27	Chihuahua	Galeana	1,015	SC	2004
Chihuahua29	Chihuahua	Santa Isabel	678	SNC	2004
Chihuahua30	Chihuahua	Gómez Farías	1,485	SC	2004
Chihuahua31	Chihuahua	Gran Morelos	553	R	2004
Chihuahua32	Chihuahua	Guachochi	8,558	R	2004
Chihuahua34	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	9,214	SNC	2004
Chihuahua35	Chihuahua	Guazapares	1,550	SNC	2004
Chihuahua36	Chihuahua	Guerrero	6,825	SNC	2004
Chihuahua37	Chihuahua	Hidalgo del Parral	169,039	R	2009
Chihuahua38	Chihuahua	Huejotitán	181	SNC	2004
Chihuahua39	Chihuahua	Ignacio Zaragoza	1,194	SC	2004
Chihuahua40	Chihuahua	Janos	1,886	R	2004
Chihuahua41	Chihuahua	Jiménez	7,107	SC	2004
Chihuahua42	Chihuahua	Juárez	72,713	R	1995
Chihuahua43	Chihuahua	Julimes	853	SNC	2004
Chihuahua44	Chihuahua	López	693	SNC	2004
Chihuahua45	Chihuahua	Madera	5,100	SNC	2004
Chihuahua47	Chihuahua	Maguarichi	331	SNC	2004
Chihuahua48	Chihuahua	Manuel Benavides	276	SNC	2004
Chihuahua49	Chihuahua	Matachí	535	SNC	2004
Chihuahua50	Chihuahua	Matamoros-B	775	SNC	2004
Chihuahua51	Chihuahua	Meoqui	7,549	SNC	2004
Chihuahua52	Chihuahua	Morelos	1,437	SNC	2004
Chihuahua53	Chihuahua	Moris	915	SC	2004
Chihuahua54	Chihuahua	Namiquipa	3,940	SNC	2004
Chihuahua55	Chihuahua	Nonoava	491	SNC	2004
Chihuahua56	Chihuahua	Nuevo Casas Grandes	10,219	SC	2004
Chihuahua58	Chihuahua	Ojinaga	4,530	R	2004
Chihuahua59	Chihuahua	Praxedis G. Guerrero	827	SC	2004
Chihuahua62	Chihuahua	Riva Palacio	1,380	SNC	2004
Chihuahua65	Chihuahua	Rosario	385	SNC	2004
Chihuahua66	Chihuahua	San Francisco de Borja	394	SNC	2004
Chihuahua67	Chihuahua	San Francisco de Conchos	514	SNC	2004
Chihuahua68	Chihuahua	San Francisco del Oro	819	SNC	2004
Chihuahua69	Chihuahua	Santa Bárbara	1,796	SNC	2004
Chihuahua70	Chihuahua	Satevó	631	SC	2004
Chihuahua72	Chihuahua	Temósachic	1,070	SNC	2004
Chihuahua74	Chihuahua	El Tule	322	SNC	2004
Chihuahua80	Chihuahua	Uruachi	1,412	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Chihuahua81	Chihuahua	Valle de Zaragoza	879	SNC	2004
Durango1	Durango	Canatlán	2,569	SNC	2004
Durango3	Durango	Coneto de Comonfort	780	SNC	2004
Durango4	Durango	Cuencamé	5,798	SNC	2004
Durango5	Durango	Durango	131,157	R	1999
Durango6	Durango	General Simón Bolívar	1,831	SNC	2004
Durango7	Durango	Gómez Palacio	57,493	R	2000
Durango8	Durango	Guadalupe Victoria	7,819	R	2004
Durango10	Durango	Hidalgo	735	SNC	2004
Durango11	Durango	Indé	745	SC	2004
Durango12	Durango	Lerdo	244,547	R	2010
Durango13	Durango	Mapimí	5,585	R	2004
Durango15	Durango	Mezquital	745	R	2004
Durango16	Durango	Nazas	2,137	SNC	2004
Durango17	Durango	Nombre de Dios	2,048	R	2004
Durango18	Durango	Ocampo	1,658	SNC	2004
Durango19	Durango	El Oro	1,950	SNC	2004
Durango20	Durango	Otáez	897	SNC	2004
Durango21	Durango	Pánuco de Coronado	2,054	SNC	2004
Durango22	Durango	Pánuco de Coronado	20,008	R	2011
Durango24	Durango	Poanas	4,291	R	2013
Durango25	Durango	Pueblo Nuevo	4,468	R	2010
Durango26	Durango	Rodeo	2,202	SNC	2004
Durango27	Durango	San Bernardo	591	SNC	2004
Durango28	Durango	San Dimas	5,585	SC	2004
Durango29	Durango	San Dimas	4,446	R	2012
Durango30	Durango	San Juan de Guadalupe	1,024	SNC	2004
Durango31	Durango	San Juan del Río	2,223	R	2011
Durango33	Durango	San Luis del Cordero	376	SNC	2004
Durango34	Durango	San Pedro del Gallo	294	SNC	2004
Durango35	Durango	Santa Clara	1,206	SNC	2004
Durango36	Durango	Santiago Papasquiaro	13,032	SC	2004
Durango37	Durango	Santiago Papasquiaro	71,141	R	2011
Durango38	Durango	Súchil	1,164	SNC	2004
Durango39	Durango	Tamazula	1,489	SC	2004
Durango40	Durango	Tepehuanes	1,851	SNC	2004
Durango42	Durango	Tepehuanes	22,232	R	2012
Durango43	Durango	Tlahualilo	931	SNC	2004
Durango45	Durango	Vicente Guerrero	5,585	SNC	2004
Durango46	Durango	Nuevo Ideal	4,494	SNC	2004
Durango47	Durango	Nuevo Ideal	48,909	R	2012
Guanajuato3	Guanajuato	San Miguel de Allende	27,622	SC	2004
Guanajuato4	Guanajuato	Apaseo el Alto	11,097	SNC	2004
Guanajuato5	Guanajuato	Apaseo el Grande	14,694	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Guanajuato6	Guanajuato	Atarjea	966	SNC	2004
Guanajuato7	Guanajuato	Celaya	80,682	SC	2004
Guanajuato8	Guanajuato	Celaya	151,327	R	2010
Guanajuato9	Guanajuato	Manuel Doblado	6,397	SNC	2004
Guanajuato10	Guanajuato	Comonfort	13,398	SNC	2004
Guanajuato11	Guanajuato	Coroneo	2,013	SNC	2004
Guanajuato12	Guanajuato	Cortázar	15,224	R	2004
Guanajuato13	Guanajuato	Cuerámara	4,703	SNC	2004
Guanajuato14	Guanajuato	Doctor Mora	4,017	SNC	2004
Guanajuato15	Guanajuato	Doctor Mora	11,395	R	2012
Guanajuato16	Guanajuato	Dolores Hidalgo Cuna de la Independencia Nacional	25,519	SNC	2004
Guanajuato17	Guanajuato	Guanajuato	29,572	R	2004
Guanajuato18	Guanajuato	Huanímaro	3,465	R	2004
Guanajuato19	Guanajuato	Irapuato	91,182	SC	2004
Guanajuato20	Guanajuato	Jaral del Progreso	6,301	SC	2004
Guanajuato21	Guanajuato	Jerécuaro	8,754	R	2004
Guanajuato22	Guanajuato	León	501,386	R	1985
Guanajuato23	Guanajuato	Moroleón	8,502	R	2004
Guanajuato24	Guanajuato	Ocampo	3,907	SNC	2004
Guanajuato25	Guanajuato	Pénjamo	45,581	R	2010
Guanajuato26	Guanajuato	Pueblo Nuevo	1,924	SNC	2004
Guanajuato27	Guanajuato	Purísima del Rincón	11,848	R	2004
Guanajuato28	Guanajuato	Romita	9,757	SC	2004
Guanajuato29	Guanajuato	Salamanca	44,904	SC	2004
Guanajuato30	Guanajuato	Salamanca	44,904	SC	2004
Guanajuato31	Guanajuato	Salvatierra	16,715	R	2004
Guanajuato32	Guanajuato	San Diego de la Unión	6,390	R	2004
Guanajuato33	Guanajuato	San Felipe	18,420	R	2004
Guanajuato34	Guanajuato	San Francisco del Rincón	19,559	R	2004
Guanajuato35	Guanajuato	San José Iturbide	12,471	SC	2004
Guanajuato36	Guanajuato	San Luis de la Paz	19,919	SC	2004
Guanajuato37	Guanajuato	Santa Catarina	882	R	2004
Guanajuato38	Guanajuato	Santa Cruz de Juventino Rosas	13,643	SNC	2004
Guanajuato39	Guanajuato	Santiago Maravatío	1,149	SNC	2004
Guanajuato40	Guanajuato	Santiago Maravatío	5,470	R	2010
Guanajuato41	Guanajuato	Silao	29,799	R	2004
Guanajuato42	Guanajuato	Tarandacua	2,005	SNC	2004
Guanajuato43	Guanajuato	Tarimoro	6,126	R	2004
Guanajuato44	Guanajuato	Tierra Blanca	3,130	SNC	2004
Guanajuato45	Guanajuato	Uriangato	10,214	R	2004
Guanajuato46	Guanajuato	Valle de Santiago	24,294	SNC	2004
Guanajuato47	Guanajuato	Victoria	3,413	SNC	2004
Guanajuato48	Guanajuato	Villagrán	9,607	SNC	2004
Guanajuato49	Guanajuato	Xichú	1,991	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Guanajuato50	Guanajuato	Yuriria	12,190	SC	2004
Guerrero1	Guerrero	Acapulco de Juárez	335,103	R	2004
Guerrero2	Guerrero	Ahuacuotzingo	4,310	SNC	2004
Guerrero3	Guerrero	Ajuchitlán del Progreso	6,579	SNC	2004
Guerrero4	Guerrero	Alcozauca de Guerrero	3,267	SNC	2004
Guerrero5	Guerrero	Alpoyeca	1,143	SNC	2004
Guerrero6	Guerrero	Apaxtla	2,134	SNC	2004
Guerrero7	Guerrero	Arcelia	5,542	SNC	2004
Guerrero8	Guerrero	Atenango del Río	1,445	SNC	2004
Guerrero9	Guerrero	Atlamajalcingo del Monte	983	SNC	2004
Guerrero10	Guerrero	Atlixac	4,537	SNC	2004
Guerrero11	Guerrero	Atoyac de Álvarez	10,560	SNC	2004
Guerrero12	Guerrero	Ayutla de los Libres	10,797	SNC	2004
Guerrero13	Guerrero	Azoyú	2,485	SNC	2004
Guerrero14	Guerrero	Benito Juárez-B	2,587	SNC	2004
Guerrero15	Guerrero	Buenavista de Cuéllar	4,096	R	2014
Guerrero16	Guerrero	Coahuayutla de José María Izazaga	2,243	SNC	2004
Guerrero17	Guerrero	Cocula	2,533	SNC	2004
Guerrero18	Guerrero	Cocula	2,533	SNC	2004
Guerrero19	Guerrero	Copala	2,348	SNC	2004
Guerrero20	Guerrero	Copalillo	2,490	SNC	2004
Guerrero21	Guerrero	Copanatoyac	3,247	SNC	2004
Guerrero22	Guerrero	Coyuca de Benítez	12,652	SNC	2004
Guerrero23	Guerrero	Coyuca de Catalán	7,245	SNC	2004
Guerrero24	Guerrero	Cuajinicuilapa	4,464	SNC	2004
Guerrero25	Guerrero	Cualác	1,207	SNC	2004
Guerrero26	Guerrero	Cuatepec	2,603	SNC	2004
Guerrero27	Guerrero	Cuetzala del Progreso	1,579	SNC	2004
Guerrero28	Guerrero	Cutzamala de Pinzón	3,684	SNC	2004
Guerrero29	Guerrero	Chilapa de Álvarez	11,170	R	2008
Guerrero30	Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	7,678	SC	1997
Guerrero31	Guerrero	Chilpancingo de los Bravo	7,678	R	2010
Guerrero32	Guerrero	Florencio Villarreal	3,475	SNC	2004
Guerrero33	Guerrero	General Canuto A. Neri	1,085	SNC	2004
Guerrero34	Guerrero	General Heliodoro Castillo	6,301	SNC	2004
Guerrero35	Guerrero	Huamuxtlán	2,479	SNC	2004
Guerrero36	Guerrero	Huitzoco de los Figueroa	2,606	R	2010
Guerrero37	Guerrero	Iguala de la Independencia	44,680	R	1993
Guerrero38	Guerrero	Igualapa	1,863	SNC	2004
Guerrero39	Guerrero	Ixcateopan de Cuauhtémoc	1,137	SNC	2004
Guerrero40	Guerrero	Zihuatanejo de Azueta	39,728	SC	1982
Guerrero41	Guerrero	Juan R. Escudero	4,196	SNC	2004
Guerrero42	Guerrero	Leonardo Bravo	4,257	SNC	2004
Guerrero43	Guerrero	Malinaltepec	5,098	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Guerrero44	Guerrero	Mártir de Cuilapan	3,049	SNC	2004
Guerrero45	Guerrero	Metlatónoc	3,268	SNC	2004
Guerrero46	Guerrero	Mochitlán	1,959	SNC	2004
Guerrero47	Guerrero	Olinalá	4,258	SNC	2004
Guerrero48	Guerrero	Ometepec	3,723	SNC	2014
Guerrero49	Guerrero	Pedro Ascencio Alquisiras	1,202	SNC	2004
Guerrero50	Guerrero	Petatlán	7,746	SNC	2004
Guerrero51	Guerrero	Pilcaya	1,991	SNC	2004
Guerrero52	Guerrero	Pungarabato	6,378	SNC	2004
Guerrero53	Guerrero	Quechultenango	5,981	SNC	2004
Guerrero54	Guerrero	San Luis Acatlán	7,295	SNC	2004
Guerrero55	Guerrero	San Marcos	8,353	SNC	2004
Guerrero56	Guerrero	San Miguel Totolapan	4,824	SNC	2004
Guerrero57	Guerrero	Taxco de Alarcón	17,920	SNC	2004
Guerrero58	Guerrero	Tecoanapa	7,591	SNC	2004
Guerrero59	Guerrero	Tecpan de Galeana	10,690	SNC	2004
Guerrero60	Guerrero	Teloloapan	9,260	SNC	2004
Guerrero61	Guerrero	Tepecoacuilco de Trujano	5,248	SNC	2004
Guerrero62	Guerrero	Tetipac	2,261	SNC	2004
Guerrero63	Guerrero	Tixtla de Guerrero	6,899	SNC	2004
Guerrero64	Guerrero	Tlacoachistlahuaca	3,669	SNC	2004
Guerrero65	Guerrero	Tlacoapa	1,717	SNC	2004
Guerrero66	Guerrero	Tlalchapa	1,980	SNC	2004
Guerrero67	Guerrero	Tlalixtaquilla de Maldonado	1,222	SNC	2004
Guerrero68	Guerrero	Tlapa de Comonfort	14,022	SNC	2004
Guerrero69	Guerrero	Tlapehuala	3,758	SNC	2004
Guerrero70	Guerrero	La Unión de Isidoro Montes de Oca	4,428	SNC	2004
Guerrero71	Guerrero	Xalpatláhuac	2,108	SNC	2004
Guerrero72	Guerrero	Xochihuehuetlán	1,219	SNC	2004
Guerrero73	Guerrero	Xochistlahuaca	4,838	SNC	2004
Guerrero74	Guerrero	Zapotitlán Tablas	1,811	SNC	2004
Guerrero75	Guerrero	Zirándaro	3,240	SNC	2004
Guerrero76	Guerrero	Zitlala	3,890	SNC	2004
Guerrero77	Guerrero	Eduardo Neri	7,950	SNC	2004
Guerrero78	Guerrero	Acatepec	5,648	SNC	2004
Guerrero79	Guerrero	Marquelia	2,224	SNC	2004
Guerrero80	Guerrero	Cochoapa el Grande	3,234	SNC	2004
Guerrero82	Guerrero	Juchitán	1,234	SNC	2004
Guerrero83	Guerrero	Iliatenco	1,812	SNC	2004
Hidalgo1	Hidalgo	Acatlán	3,458	SNC	2004
Hidalgo2	Hidalgo	Acaxochitlán	6,989	SNC	2004
Hidalgo3	Hidalgo	Actopan	9,352	SNC	2004
Hidalgo4	Hidalgo	Agua Blanca de Iturbide	6,992	R	2004
Hidalgo5	Hidalgo	Ajacuba	2,937	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Hidalgo6	Hidalgo	Alfajayucan	3,251	SNC	2004
Hidalgo7	Hidalgo	Almoloya	1,945	SNC	2004
Hidalgo8	Hidalgo	Apan	12,678	SC	2004
Hidalgo9	Hidalgo	Apan	32,518	R	2012
Hidalgo10	Hidalgo	El Arenal	2,992	SNC	2004
Hidalgo11	Hidalgo	Atitalaquia	4,634	SNC	2004
Hidalgo12	Hidalgo	Atlapexco	3,350	SNC	2004
Hidalgo13	Hidalgo	Atotonilco el Grande	4,640	SNC	2004
Hidalgo14	Hidalgo	Atotonilco el Grande	7,949	R	2010
Hidalgo15	Hidalgo	Atotonilco de Tula	70,502	R	2011
Hidalgo16	Hidalgo	Atotonilco de Tula	5,352	SC	2004
Hidalgo17	Hidalgo	Calnali	2,921	SNC	2004
Hidalgo18	Hidalgo	Cardonal	3,174	SNC	2004
Hidalgo19	Hidalgo	Cardonal	3,174	SNC	2004
Hidalgo20	Hidalgo	Cuautepec de Hinojosa	18,669	R	2010
Hidalgo21	Hidalgo	Chapantongo	4,203	SC	2000
Hidalgo22	Hidalgo	Chapantongo	2,113	R	2014
Hidalgo23	Hidalgo	Chapulhuacán	3,858	SNC	2004
Hidalgo24	Hidalgo	Chilcuautila	3,003	SC	2004
Hidalgo25	Hidalgo	Chilcuautila	3,613	R	2009
Hidalgo26	Hidalgo	Eloxochitlán	482	SNC	2004
Hidalgo28	Hidalgo	Emiliano Zapata	7,226	SC	2011
Hidalgo30	Hidalgo	Francisco I. Madero	5,839	SNC	2004
Hidalgo31	Hidalgo	Francisco I. Madero	28,904	SC	2010
Hidalgo32	Hidalgo	Huasca de Ocampo	5,887	R	1998
Hidalgo33	Hidalgo	Huautla	3,896	SNC	2004
Hidalgo34	Hidalgo	Huazalingo	2,201	SNC	2004
Hidalgo35	Hidalgo	Huehuetla	8,072	SNC	2003
Hidalgo36	Hidalgo	Huejutla de Reyes	21,167	SNC	2004
Hidalgo37	Hidalgo	Huichapan	9,308	R	2000
Hidalgo38	Hidalgo	Ixmiquilpan	29,583	SNC	1994
Hidalgo39	Hidalgo	Jacala de Ledezma	2,205	SNC	2004
Hidalgo40	Hidalgo	Jaltocán	1,883	SNC	2004
Hidalgo41	Hidalgo	Juárez Hidalgo	550	SNC	2004
Hidalgo42	Hidalgo	Lolotla	1,695	SNC	2004
Hidalgo43	Hidalgo	Metepc	1,968	SNC	2004
Hidalgo44	Hidalgo	San Agustín Metzquititlán	1,613	SNC	2004
Hidalgo45	Hidalgo	Metztitlán	3,724	SNC	2004
Hidalgo47	Hidalgo	Mineral del Monte	2,388	SNC	2004
Hidalgo48	Hidalgo	La Misión	1,800	SNC	2004
Hidalgo49	Hidalgo	Mixquiahuala de Juárez	5,957	SC	2004
Hidalgo50	Hidalgo	Molango de Escamilla	1,930	SNC	2004
Hidalgo51	Hidalgo	Nicolás Flores	1,139	SNC	2004
Hidalgo52	Hidalgo	Nopala de Villagrán	8,769	SC	1995

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Hidalgo53	Hidalgo	Omitlán de Juárez	1,544	SNC	2004
Hidalgo54	Hidalgo	San Felipe Orizatlán	6,748	SNC	2004
Hidalgo55	Hidalgo	Pacula	870	SNC	2004
Hidalgo56	Hidalgo	Pachuca de Soto	105,468	R	1994
Hidalgo57	Hidalgo	Pisaflores	3,142	SNC	2004
Hidalgo58	Hidalgo	Pisaflores	723	R	2010
Hidalgo59	Hidalgo	Progreso de Obregón	3,826	SC	2004
Hidalgo63	Hidalgo	San Salvador	5,644	SNC	2004
Hidalgo64	Hidalgo	San Salvador	21,678	R	2011
Hidalgo65	Hidalgo	Santiago de Anaya	2,758	SNC	2004
Hidalgo66	Hidalgo	Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	5,769	SNC	2004
Hidalgo67	Hidalgo	Singuilucan	2,558	SNC	2004
Hidalgo68	Hidalgo	Tasquillo	2,905	SC	2004
Hidalgo69	Hidalgo	Tecoautla	13,032	SC	2011
Hidalgo70	Hidalgo	Tenango de Doria	5,894	SNC	2000
Hidalgo71	Hidalgo	Tenango de Doria	9,394	R	2010
Hidalgo72	Hidalgo	Tepeapulco	17,697	SNC	1998
Hidalgo74	Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo	13,883	SNC	2004
Hidalgo75	Hidalgo	Tepeji del Río de Ocampo	13,883	R	2004
Hidalgo76	Hidalgo	Tepetitlán	1,712	SNC	2004
Hidalgo77	Hidalgo	Tetepango	1,914	SNC	2004
Hidalgo78	Hidalgo	Tetepango	5,781	R	2009
Hidalgo79	Hidalgo	Villa de Tezontepec	3,991	R	2010
Hidalgo80	Hidalgo	Tezontepec de Aldama	8,271	SNC	2004
Hidalgo81	Hidalgo	Tianguistengo	2,418	SNC	2004
Hidalgo82	Hidalgo	Tizayuca	86,713	SC	2011
Hidalgo84	Hidalgo	Tlahuiltepa	2,890	SNC	2009
Hidalgo85	Hidalgo	Tlanalapa	1,765	R	2004
Hidalgo86	Hidalgo	Tlanchinol	6,266	SNC	2004
Hidalgo87	Hidalgo	Tlaxcoapan	4,608	SNC	2004
Hidalgo88	Hidalgo	Tolcayuca	70,502	SNC	2011
Hidalgo89	Hidalgo	Tula de Allende	73,224	R	2011
Hidalgo90	Hidalgo	Tula de Allende	17,897	SC	2004
Hidalgo92	Hidalgo	Xochiatipan	3,284	SNC	2004
Hidalgo93	Hidalgo	Xochicoatlán	1,261	SNC	2004
Hidalgo94	Hidalgo	Yahualica	4,066	SNC	2004
Hidalgo95	Hidalgo	Zacualtipán de Ángeles	5,586	SNC	2004
Hidalgo96	Hidalgo	Zapotlán de Juárez	3,106	SNC	2004
Hidalgo97	Hidalgo	Zapotlán de Juárez	2,890	R	2012
Hidalgo98	Hidalgo	Zempoala	13,408	R	2010
Hidalgo99	Hidalgo	Zempoala	6,741	SNC	2004
Hidalgo100	Hidalgo	Zimapán	6,633	SNC	2004
Jalisco1	Jalisco	Acatit	3,695	SNC	2004
Jalisco2	Jalisco	Acatlán de Juárez	8,351	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Jalisco3	Jalisco	Ahualulco de Mercado	7,802	SC	2004
Jalisco4	Jalisco	Ahualulco de Mercado	3,740	SNC	2004
Jalisco5	Jalisco	Amacueca	1,992	SNC	2004
Jalisco6	Jalisco	Amacueca	955	R	2014
Jalisco7	Jalisco	Amatitán	5,263	SNC	2004
Jalisco8	Jalisco	Ameca	20,603	SNC	2004
Jalisco9	Jalisco	San Juanito de Escobedo	3,196	SNC	2004
Jalisco10	Jalisco	Arandas	31,448	SNC	2004
Jalisco11	Jalisco	EL Arenal	6,304	SNC	2004
Jalisco12	Jalisco	Atemajac de Brizuela	1,341	SC	2004
Jalisco13	Jalisco	Atengo	1,940	SNC	2004
Jalisco14	Jalisco	Atenguillo	1,479	SNC	2004
Jalisco15	Jalisco	Atotonilco el Alto	20,738	SNC	2004
Jalisco16	Jalisco	Atoyac	2,974	SNC	2004
Jalisco17	Jalisco	Autlán de Navarro	15,002	R	2004
Jalisco18	Jalisco	Ayotlán	13,758	SNC	2004
Jalisco19	Jalisco	Ayutla	4,550	SNC	2004
Jalisco20	Jalisco	La Barca	23,092	SNC	2004
Jalisco21	Jalisco	Bolaños	2,450	SNC	2004
Jalisco22	Jalisco	Cabo Corrientes	3,603	SC	2004
Jalisco23	Jalisco	Casimiro Castillo	7,716	SNC	2004
Jalisco24	Jalisco	Cihuatlán	14,020	SC	2004
Jalisco25	Jalisco	Zapotlán el Grande	36,122	SNC	2004
Jalisco26	Jalisco	Cocula	9,404	SC	2004
Jalisco27	Jalisco	Colotlán	6,500	SNC	2004
Jalisco29	Jalisco	Cuautilán de García Barragán	6,224	SC	2004
Jalisco30	Jalisco	Cuatla	780	SC	2004
Jalisco31	Jalisco	Cuquío	6,394	SC	2004
Jalisco33	Jalisco	Chimaltitán	1,355	SNC	2004
Jalisco34	Jalisco	Chiquilistlán	2,089	SNC	2004
Jalisco35	Jalisco	Degollado	7,593	SNC	2004
Jalisco36	Jalisco	Ejutla	450	SNC	2004
Jalisco37	Jalisco	Encarnación de Díaz	18,467	SNC	2004
Jalisco38	Jalisco	Etzatlán	6,695	SC	2004
Jalisco39	Jalisco	El Grullo	5,833	SC	2004
Jalisco40	Jalisco	Guachinango	1,553	SNC	2004
Jalisco42	Jalisco	Hostotipaquillo	3,695	SNC	2004
Jalisco43	Jalisco	Huejúcar	2,186	SNC	2004
Jalisco44	Jalisco	Huejuquilla el Alto	3,155	SC	2004
Jalisco45	Jalisco	La Huerta	8,418	SNC	2004
Jalisco47	Jalisco	Ixtlahuacán de los Membrillos	132,083	R	2006
Jalisco48	Jalisco	Ixtlahuacán del Río	6,829	SNC	2004
Jalisco49	Jalisco	Jalostotitlán	11,479	SNC	2004
Jalisco50	Jalisco	Jamay	7,011	SC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Jalisco51	Jalisco	Jesús María	3,982	SNC	2004
Jalisco53	Jalisco	Jocotepec	9,734	SNC	2004
Jalisco55	Jalisco	Juchitlán	1,982	SNC	2004
Jalisco56	Jalisco	Lagos de Moreno	55,267	R	2004
Jalisco57	Jalisco	El Limón	1,306	SC	2004
Jalisco58	Jalisco	Magdalena	7,661	SNC	2004
Jalisco61	Jalisco	Mascota	6,328	SNC	2004
Jalisco62	Jalisco	Mazamitla	2,561	R	2010
Jalisco63	Jalisco	Mexxicacán	1,613	SNC	2004
Jalisco64	Jalisco	Mezquitic	4,518	SNC	2004
Jalisco65	Jalisco	Mixtlán	1,284	SNC	2004
Jalisco66	Jalisco	Ocotlán	28,384	SNC	2004
Jalisco67	Jalisco	Ojuelos de Jalisco	10,814	SNC	2004
Jalisco68	Jalisco	Pihuamo	4,354	SNC	2004
Jalisco69	Jalisco	Poncitlán	15,338	SNC	2004
Jalisco70	Jalisco	Puerto Vallarta	231,587	R	1981
Jalisco71	Jalisco	Villa Purificación	4,176	SNC	2004
Jalisco74	Jalisco	San Cristóbal de la Barranca	1,141	SNC	2004
Jalisco75	Jalisco	San Diego de Alejandría	2,388	SC	2004
Jalisco76	Jalisco	San Juan de los Lagos	23,433	SNC	2004
Jalisco77	Jalisco	San Julián	5,553	SC	2004
Jalisco78	Jalisco	San Marcos	1,352	SNC	2004
Jalisco79	Jalisco	San Martín de Bolaños	1,223	SC	2004
Jalisco80	Jalisco	San Martín Hidalgo	9,452	SNC	2004
Jalisco81	Jalisco	San Miguel el Alto	14,157	SNC	2004
Jalisco82	Jalisco	Gómez Farías	5,034	SNC	2004
Jalisco83	Jalisco	San Sebastián del Oeste	2,068	SC	2004
Jalisco84	Jalisco	Santa María de los Ángeles	931	SC	2004
Jalisco85	Jalisco	Sayula	12,514	SC	2004
Jalisco86	Jalisco	Tala	24,803	SNC	2004
Jalisco87	Jalisco	Talpa de Allende	5,956	SNC	2004
Jalisco89	Jalisco	Tapalpa	6,502	SC	2004
Jalisco91	Jalisco	Tecolotlán	5,955	SC	2004
Jalisco92	Jalisco	Techaluta de Montenegro	1,262	SNC	2004
Jalisco93	Jalisco	Tenamaxtlán	2,533	SNC	2004
Jalisco94	Jalisco	Teocaltiche	14,410	SNC	2004
Jalisco95	Jalisco	Teocuitatlán de Corona	3,894	SC	2004
Jalisco96	Jalisco	Teocuitatlán de Corona	1,866	SNC	2004
Jalisco97	Jalisco	Tepatitlán de Morelos	50,532	SC	2004
Jalisco98	Jalisco	Tequila	14,623	R	2009
Jalisco99	Jalisco	Teuchitlán	3,265	SNC	2004
Jalisco103	Jalisco	Tolimán	1,800	SC	2004
Jalisco104	Jalisco	Tomatlán	12,594	SC	2004
Jalisco105	Jalisco	Tonalá	172,352	R	1989

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Jalisco106	Jalisco	Tonaya	1,828	SNC	2004
Jalisco108	Jalisco	Totatiche	1,594	SNC	2004
Jalisco109	Jalisco	Tototlán	7,858	SNC	2004
Jalisco110	Jalisco	Tuxcacuesco	1,540	SC	2004
Jalisco112	Jalisco	Tuxpan	12,282	R	2004
Jalisco113	Jalisco	Unión de San Antonio	6,225	SNC	2004
Jalisco114	Jalisco	Unión de Tula	4,291	SC	2004
Jalisco115	Jalisco	Valle de Guadalupe	2,419	SNC	2004
Jalisco117	Jalisco	San Gabriel	6,271	SNC	2004
Jalisco118	Jalisco	Villa Corona	6,097	SNC	2004
Jalisco119	Jalisco	Villa Guerrero	2,026	SNC	2004
Jalisco120	Jalisco	Villa Hidalgo	6,723	SNC	2004
Jalisco121	Jalisco	Cañadas de Obregón	1,492	SNC	2004
Jalisco122	Jalisco	Yahualica de González Gallo	7,235	SNC	2004
Jalisco123	Jalisco	Zacoalco de Torres	10,025	SC	2004
Jalisco124	Jalisco	Zapopan	484,399	R	2000
Jalisco126	Jalisco	Zapotitlán de Vadillo	1,254	SNC	2004
Jalisco127	Jalisco	Zapotlán del Rey	3,490	SNC	2004
Jalisco128	Jalisco	Zapotlanejo	25,116	R	2005
Jalisco129	Jalisco	San Ignacio Cerro Gordo	6,064	SNC	2004
México1	México	Acambay	21,900	R	2006
México2	México	Acambay	10,492	SC	2004
México5	México	Aculco	12,775	R	2004
México7	México	Almoloya de Juárez	14,573	R	2009
México8	México	Almoloya del Río	2,920	R	2004
México10	México	Amatepec	14,965	SNC	2004
México12	México	Amecameca	18,250	SC	2004
México13	México	Apaxco	9,125	SNC	2004
México15	México	Atenco	9,686	SC	2004
México16	México	Atizapán	1,774	R	2004
México17	México	Atizapán de Zaragoza	237,250	R	1995
México18	México	Atlacomulco	34,675	SC	2002
México19	México	Atlacomulco	98,620	R	2015
México20	México	Atlautla	9,855	SNC	2012
México21	México	Axapusco	9,490	SC	2004
México22	México	Ayapango	1,527	R	2004
México23	México	Calimaya	11,752	SC	2002
México24	México	Capulhuac	9,125	R	2004
México26	México	Coatepec Harinas	16,425	SNC	2012
México27	México	Cocotitlán	4,015	SNC	2004
México29	México	Cuautitlán	208,050	R	2010
México31	México	Chapa de Mota	10,220	SC	2004
México33	México	Chiautla	4,511	SNC	2004
México34	México	Chicoloapan	82,125	R	2012

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
México35	México	Chiconcuac	3,930	SC	2004
México36	México	Chimalhuacán	164,250	SNC	2004
México37	México	Donato Guerra	5,762	SC	2004
México38	México	Ecatepec de Morelos	565,750	SC	1994
México39	México	Ecatzingo	2,555	SNC	2004
México40	México	Huehuetoca	36,500	SC	2010
México41	México	Hueyoxtla	6,866	SNC	2004
México42	México	Huixquilucan	41,707	SC	2004
México43	México	Isidro Fabela	2,920	SNC	2004
México44	México	Ixtapaluca	248,200	R	2012
México45	México	Ixtapaluca	1,005,309	R	2004
México46	México	Ixtapan de la Sal	5,777	SC	2004
México47	México	Ixtapan del Oro	1,142	SC	2004
México48	México	Ixtlahuaca	29,787	SC	2009
México49	México	Ixtlahuaca	65,747	R	2000
México50	México	Xalatlaco	4,627	SNC	2004
México51	México	Jaltenco	4,534	R	2004
México52	México	Jilotepec	21,900	SNC	2004
México53	México	Jilotzingo	3,095	SNC	2004
México54	México	Jiquipilco	18,250	SNC	2004
México55	México	Jocotitlán	22,995	SNC	2004
México56	México	Joquicingo	2,211	SNC	2004
México57	México	Juchitepec	8,760	R	2009
México61	México	Metepec	36,884	R	2004
México63	México	Morelos	10,220	SNC	2004
México64	México	Naucalpan de Juárez	876,626	R	2006
México65	México	Nezahualcóyotl	438,000	R	1985
México66	México	Nextlalpan	5,920	SNC	2004
México67	México	Nicolás Romero	63,138	SC	2004
México68	México	Nopaltepec	2,555	SNC	1999
México71	México	El Oro	5,932	SC	2004
México72	México	Otumba	5,896	SNC	2004
México73	México	Otzoloapan	1,825	SNC	2004
México74	México	Otzolotepec	7,219	R	2007
México75	México	Ozumba	9,855	SC	2004
México76	México	Papalotla	4,745	R	2004
México77	México	La Paz	43,718	SNC	2004
México78	México	Polotitlán	4,745	SNC	2011
México80	México	San Antonio la Isla	4,745	R	2004
México81	México	San Felipe del Progreso	36,500	R	2002
México82	México	San Martín de las Pirámides	9,125	SC	1989
México84	México	San Simón de Guerrero	730	SNC	2004
México85	México	Santo Tomás	3,650	SNC	2004
México86	México	Soyaniquilpan de Juárez	3,285	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
México87	México	Sultepec	1,273	SNC	2003
México88	México	Tecámac	135,050	R	2004
México89	México	Tejupilco	20,075	SC	2009
México90	México	Temamatla	1,930	SNC	2004
México91	México	Temascalapa	6,198	SNC	2004
México92	México	Temascalcingo	10,798	SC	2004
México93	México	Temascaltepec	5,475	SNC	2004
México95	México	Tenancingo	15,663	SNC	2004
México97	México	Tenango del Valle	34,675	SNC	2004
México98	México	Teoloyucan	10,870	SNC	2004
México99	México	Teotihuacán	16,060	SC	2004
México100	México	Tepetlaoxtoc	4,813	R	2004
México101	México	Tepetlixpa	6,570	SNC	2004
México102	México	Tepotztlán	21,900	R	2004
México104	México	Texcaltitlán	6,205	SNC	2004
México106	México	Texcoco	40,499	SC	2004
México107	México	Tezoyuca	6,062	SNC	2004
México108	México	Tianguistenco	12,173	SNC	2004
México109	México	Timilpan	3,650	SNC	2004
México110	México	Tlalmanalco	16,790	SNC	2004
México111	México	Tlalnepantla de Baz	248,200	R	1998
México112	México	Tlatlaya	3,650	SC	2002
México113	México	Toluca	141,148	R	2004
México115	México	Tultepec	43,070	R	2004
México116	México	Tultitlán	58,076	R	1997
México117	México	Valle de Bravo	24,455	SC	2004
México118	México	Villa de Allende	8,217	SNC	2004
México119	México	Villa del Carbón	16,425	SC	2012
México120	México	Villa Guerrero	75,584	R	2010
México121	México	Villa Victoria	27,375	SNC	2004
México122	México	Xonacatlán	10,950	SNC	2004
México123	México	Zacazonapan	4,745	SNC	2004
México124	México	Zacualpan	7,300	SNC	1992
México125	México	Zinacantepec	23,725	R	2007
México127	México	Zumpango	32,850	SNC	2004
México128	México	Cuautitlán Izcalli	280,342	R	1989
México129	México	Valle de Chalco Solidaridad	61,595	SNC	2004
México130	México	Luvianos	4,785	SNC	2004
México131	México	San José del Rincón	30,904	SNC	2004
Michoacán1	Michoacán	Acuitzio	1,892	R	2004
Michoacán2	Michoacán	Aguililla	2,792	SNC	2004
Michoacán3	Michoacán	Álvaro Obregón	3,602	SNC	2004
Michoacán4	Michoacán	Angamacutiro	2,529	SNC	2004
Michoacán5	Michoacán	Angangué	1,855	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Michoacán6	Michoacán	Apatzingán	21,295	SNC	2004
Michoacán7	Michoacán	Aporo	554	SNC	2004
Michoacán8	Michoacán	Aquila	4,053	SNC	2004
Michoacán9	Michoacán	Ario	6,002	SNC	2004
Michoacán15	Michoacán	Arteaga	3,753	SNC	2004
Michoacán16	Michoacán	Briseñas	1,835	SNC	2004
Michoacán17	Michoacán	Buenavista	7,274	SNC	2004
Michoacán19	Michoacán	Carácuaro	1,587	SNC	2004
Michoacán20	Michoacán	Coahuayana	2,435	SNC	2004
Michoacán21	Michoacán	Coalcomán de Vázquez Pallares	3,034	SNC	2004
Michoacán22	Michoacán	Coeneo	3,529	SNC	2004
Michoacán23	Michoacán	Contepec	5,675	SNC	2004
Michoacán24	Michoacán	Copándaro	1,542	SNC	2004
Michoacán25	Michoacán	Cotija	3,383	SNC	2004
Michoacán26	Michoacán	Cuitzeo	4,861	SNC	2004
Michoacán27	Michoacán	Charapan	2,095	SNC	2004
Michoacán31	Michoacán	Charo	3,741	SNC	2004
Michoacán33	Michoacán	Chavinda	1,718	SNC	2004
Michoacán34	Michoacán	Cherán	3,124	SNC	2004
Michoacán35	Michoacán	Chilchota	6,251	SNC	2004
Michoacán36	Michoacán	Chinicuila	908	SNC	2004
Michoacán37	Michoacán	Chucándiro	890	SNC	2004
Michoacán38	Michoacán	Churintzio	958	SNC	2004
Michoacán39	Michoacán	Churumuco	2,474	SNC	2004
Michoacán40	Michoacán	Ecuandureo	2,214	SC	2004
Michoacán41	Michoacán	Epitacio Huerta	2,793	SNC	2004
Michoacán42	Michoacán	Erongarícuaro	2,507	SNC	2004
Michoacán43	Michoacán	Gabriel Zamora	3,667	SNC	2004
Michoacán44	Michoacán	Hidalgo	20,257	R	2004
Michoacán45	Michoacán	La Huacana	5,642	R	2004
Michoacán46	Michoacán	Huandacareo	1,996	SNC	2004
Michoacán48	Michoacán	Huaniqueo	1,375	SNC	2004
Michoacán49	Michoacán	Huetamo	7,223	SNC	2004
Michoacán50	Michoacán	Huiramba	1,365	SNC	2004
Michoacán51	Michoacán	Indaparapeo	2,829	R	2004
Michoacán53	Michoacán	Ixtlán	2,339	SNC	2004
Michoacán54	Michoacán	Jacona	11,024	SNC	2004
Michoacán56	Michoacán	Jiquilpan	5,890	SNC	2004
Michoacán57	Michoacán	Juárez	2,343	SNC	2004
Michoacán58	Michoacán	Jungapeo	3,442	SC	2004
Michoacán59	Michoacán	Lagunillas	948	SNC	2004
Michoacán60	Michoacán	Madero	3,001	SNC	2004
Michoacán61	Michoacán	Maravatío	13,822	R	2004
Michoacán62	Michoacán	Marcos Castellanos	2,244	SC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Michoacán63	Michoacán	Lázaro Cárdenas-A	30,797	SNC	2004
Michoacán64	Michoacán	Morelia	125,599	SC	2004
Michoacán65	Michoacán	Morelos	1,393	SNC	2004
Michoacán66	Michoacán	Múgica	7,744	SNC	2004
Michoacán67	Michoacán	Nahuatzen	4,680	SNC	2004
Michoacán68	Michoacán	Nocupétaro	1,343	R	2004
Michoacán69	Michoacán	Nuevo Parangaricutiro	3,244	SNC	2004
Michoacán70	Michoacán	Nuevo Urecho	1,419	SNC	2004
Michoacán71	Michoacán	Numarán	1,653	SC	2004
Michoacán72	Michoacán	Ocampo	3,897	SC	2004
Michoacán73	Michoacán	Pajacuarán	3,350	SNC	2004
Michoacán74	Michoacán	Panindícuaro	2,767	SNC	2004
Michoacán75	Michoacán	Parácuaro	4,365	SNC	2004
Michoacán76	Michoacán	Paracho	5,980	SNC	2004
Michoacán77	Michoacán	Pátzcuaro	15,120	SNC	2004
Michoacán78	Michoacán	Penjamillo	2,955	SNC	2004
Michoacán79	Michoacán	Peribán	4,357	SNC	2004
Michoacán80	Michoacán	La Piedad	17,149	SC	2004
Michoacán81	Michoacán	Purépero	2,636	SNC	2004
Michoacán82	Michoacán	Puruándiro	11,683	R	2004
Michoacán83	Michoacán	Queréndaro	2,334	SNC	2004
Michoacán84	Michoacán	Quiroga	4,408	SNC	2004
Michoacán85	Michoacán	Cojumatlán de Régules	1,719	SNC	2004
Michoacán86	Michoacán	Los Reyes	11,047	SNC	2004
Michoacán87	Michoacán	Sahuayo	12,545	SNC	2004
Michoacán88	Michoacán	San Lucas	3,179	SNC	2004
Michoacán89	Michoacán	Santa Ana Maya	2,173	SNC	2004
Michoacán91	Michoacán	Senguio	3,174	SC	2004
Michoacán92	Michoacán	Susupuato	1,499	SNC	2004
Michoacán93	Michoacán	Tacámbaro	12,048	SNC	2004
Michoacán94	Michoacán	Tancítaro	5,066	SNC	2004
Michoacán95	Michoacán	Tangamandapio	4,792	SNC	2004
Michoacán96	Michoacán	Tangancícuaro	5,628	SNC	2004
Michoacán97	Michoacán	Tanhuato	2,614	SNC	2004
Michoacán98	Michoacán	Taretan	2,335	SNC	2004
Michoacán99	Michoacán	Tarímbaro	13,541	SNC	2004
Michoacán100	Michoacán	Tepalcatepec	3,959	SNC	2004
Michoacán101	Michoacán	Tingambato	2,403	SNC	2004
Michoacán102	Michoacán	Tingüindín	2,327	SNC	2004
Michoacán103	Michoacán	Tiquicheo de Nicolás Romero	2,458	SNC	2004
Michoacán104	Michoacán	Tlalpujahuá	4,751	SNC	2004
Michoacán105	Michoacán	Tlazazalca	1,187	SNC	2004
Michoacán106	Michoacán	Tocumbo	1,981	SNC	2004
Michoacán107	Michoacán	Tumbiscatío	1,359	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Michoacán108	Michoacán	Turicato	5,490	SNC	2004
Michoacán109	Michoacán	Tuxpan	4,482	SC	2004
Michoacán110	Michoacán	Tuzantla	2,808	SNC	2004
Michoacán112	Michoacán	Tzintzuntzan	2,335	SNC	2004
Michoacán113	Michoacán	Tzitzio	1,579	SNC	2004
Michoacán114	Michoacán	Uruapan	54,311	SNC	2004
Michoacán115	Michoacán	Venustiano Carranza	4,040	SNC	2004
Michoacán116	Michoacán	Villamar	2,926	SNC	2004
Michoacán117	Michoacán	Vista Hermosa	3,271	SNC	2004
Michoacán118	Michoacán	Yurécuaro	5,166	SNC	2004
Michoacán119	Michoacán	Zacapu	12,651	SNC	2004
Michoacán120	Michoacán	Zamora	32,051	R	2004
Michoacán122	Michoacán	Zinapécuaro	8,037	SNC	2004
Michoacán124	Michoacán	Zitácuaro	26,787	SNC	2004
Michoacán125	Michoacán	José Sixto Verduzco	4,405	SNC	2004
Morelos3	Morelos	Axochiapan	6,839	SNC	2004
Morelos4	Morelos	Axochiapan	5,803	SNC	2004
Morelos5	Morelos	Ayala	43,110	SC	2012
Morelos7	Morelos	Cuatla	167,551	R	1999
Morelos9	Morelos	Emiliano Zapata	25,942	SC	2004
Morelos10	Morelos	Huitzilac	4,254	SC	2004
Morelos13	Morelos	Jojutla	12,403	SNC	2004
Morelos14	Morelos	Jojutla	9,492	R	2004
Morelos16	Morelos	Mazatepec	2,451	R	2004
Morelos19	Morelos	Puente de Ixtla	10,103	SNC	2004
Morelos20	Morelos	Puente de Ixtla	10,606	SNC	2004
Morelos21	Morelos	Temixco	836	SNC	1973
Morelos22	Morelos	Tepalcingo	31,106	SNC	2004
Morelos23	Morelos	Tepalcingo	4,365	SNC	2004
Morelos24	Morelos	Tepalcingo	4,365	SNC	2004
Morelos25	Morelos	Tepoztlán	15,213	SNC	2004
Morelos29	Morelos	Tlaltizapán	8,418	SNC	2004
Morelos30	Morelos	Tlaquiltenango	7,550	SNC	2004
Morelos31	Morelos	Tlayacapan	2,849	SC	2004
Morelos34	Morelos	Yautepec	43,110	SC	2004
Morelos35	Morelos	Yecapixtla	9,065	R	2004
Morelos36	Morelos	Zacatepec	8,015	SNC	2001
Nayarit1	Nayarit	Acaponeta	24,202	R	2008
Nayarit3	Nayarit	Amatlán de Cañas	3,351	R	2011
Nayarit4	Nayarit	Compostela	18,617	R	2008
Nayarit5	Nayarit	Huajicori	3,351	R	2011
Nayarit6	Nayarit	Ixtlán del Río	26,064	R	2007
Nayarit8	Nayarit	Xalisco	8,457	SNC	2004
Nayarit9	Nayarit	Del Nayar	5,907	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Nayarit10	Nayarit	Rosamorada	18,617	R	2011
Nayarit12	Nayarit	San Blas	14,893	R	2013
Nayarit14	Nayarit	Santa María del Oro	9,308	R	2008
Nayarit15	Nayarit	Santiago Ixcuintla	22,340	R	2008
Nayarit17	Nayarit	Tepic	163,828	R	1989
Nayarit18	Nayarit	Tepic	65,488	R	2004
Nayarit20	Nayarit	La Yesca	3,351	R	2011
Nayarit21	Nayarit	Bahía de Banderas	85,637	R	2008
Nuevo León2	Nuevo León	Agualeguas	1,285	R	2006
Nuevo León3	Nuevo León	Los Aldamas	237	SNC	2004
Nuevo León5	Nuevo León	Anáhuac	9,222	R	2005
Nuevo León7	Nuevo León	Aramberri	2,664	SNC	2004
Nuevo León10	Nuevo León	Bustamante	2,056	R	2005
Nuevo León11	Nuevo León	Cadereyta Jiménez	173,086	R	2000
Nuevo León13	Nuevo León	Cerralvo	3,237	R	2005
Nuevo León15	Nuevo León	China	1,871	SNC	2004
Nuevo León16	Nuevo León	Dr. Arroyo	6,280	R	2008
Nuevo León17	Nuevo León	Dr. Coss	296	SNC	2004
Nuevo León18	Nuevo León	Dr. González	576	SNC	2004
Nuevo León19	Nuevo León	Galeana	6,887	SNC	2004
Nuevo León20	Nuevo León	García	22,828	R	1996
Nuevo León21	Nuevo León	García	22,828	R	2003
Nuevo León23	Nuevo León	Gral. Bravo	952	SNC	2004
Nuevo León25	Nuevo León	Gral. Terán	2,486	SNC	2004
Nuevo León26	Nuevo León	Gral. Treviño	1,306	R	2006
Nuevo León27	Nuevo León	Gral. Zaragoza	1,023	SNC	2004
Nuevo León28	Nuevo León	Gral. Zuazua	22,828	R	2005
Nuevo León30	Nuevo León	Los Herreras	1,463	SNC	2008
Nuevo León33	Nuevo León	Iturbide	613	SNC	2004
Nuevo León35	Nuevo León	Lampazos de Naranjo	1,567	R	2005
Nuevo León36	Nuevo León	Linares	13,549	SNC	1993
Nuevo León37	Nuevo León	Marín	19,354	R	2005
Nuevo León39	Nuevo León	Mier y Noriega	1,222	SNC	2004
Nuevo León41	Nuevo León	Montemorelos	10,181	R	2004
Nuevo León43	Nuevo León	Monterrey	195,569	SNC	2004
Nuevo León44	Nuevo León	Parás	740	R	2006
Nuevo León45	Nuevo León	Pesquería	3,590	SNC	2004
Nuevo León46	Nuevo León	Los Ramones	923	SNC	2004
Nuevo León47	Nuevo León	Rayones	2,804	SNC	2008
Nuevo León48	Nuevo León	Sabinas Hidalgo	5,971	SNC	1993
Nuevo León49	Nuevo León	Salinas Victoria	13,814	R	2000
Nuevo León50	Nuevo León	Salinas Victoria	1,303,178	R	1990
Nuevo León56	Nuevo León	Villaldama	708	SNC	2004
Oaxaca1	Oaxaca	Abejones	187	SNC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca2	Oaxaca	Acatlán de Pérez Figueroa	7,730	SNC	2004
Oaxaca5	Oaxaca	Asunción Ixtaltepec	2,540	SNC	2004
Oaxaca6	Oaxaca	Asunción Nochixtlán	3,069	SNC	2004
Oaxaca7	Oaxaca	Asunción Ocotlán	450	SNC	2004
Oaxaca8	Oaxaca	Asunción Tlacolulita	145	SNC	2004
Oaxaca9	Oaxaca	Ayotzintepec	1,157	SNC	2004
Oaxaca10	Oaxaca	El Barrio de la Soledad	2,344	SNC	2004
Oaxaca11	Oaxaca	Calihualá	210	SNC	2004
Oaxaca12	Oaxaca	Candelaria Loxicha	1,698	SNC	2004
Oaxaca14	Oaxaca	Ciudad Ixtepec	4,555	SNC	2004
Oaxaca15	Oaxaca	Coatecas Altas	812	SNC	2004
Oaxaca16	Oaxaca	Coicoyán de las Flores	1,469	SNC	2004
Oaxaca17	Oaxaca	La Compañía	569	SNC	2004
Oaxaca18	Oaxaca	Concepción Buenavista	144	SNC	2004
Oaxaca19	Oaxaca	Concepción Pápalo	529	SNC	2004
Oaxaca20	Oaxaca	Constancia del Rosario	665	SNC	2004
Oaxaca21	Oaxaca	Cosolapa	2,526	SNC	2004
Oaxaca23	Oaxaca	Cuilápam de Guerrero	3,174	SNC	2004
Oaxaca25	Oaxaca	Chahuites	1,913	SNC	2004
Oaxaca26	Oaxaca	Chalcatongo de Hidalgo	1,461	SNC	2004
Oaxaca28	Oaxaca	Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo	3,389	SNC	2004
Oaxaca29	Oaxaca	Eloxochitlán de Flores Magón	734	SNC	2004
Oaxaca30	Oaxaca	El Espinal	1,431	SNC	2004
Oaxaca31	Oaxaca	Tamazulápam del Espíritu Santo	1,268	SNC	2004
Oaxaca32	Oaxaca	Fresnillo de Trujano	178	SNC	2004
Oaxaca33	Oaxaca	Guadalupe Etla	419	SNC	2004
Oaxaca34	Oaxaca	Guadalupe de Ramírez	245	SNC	2004
Oaxaca35	Oaxaca	Guelatao de Juárez	94	SNC	2004
Oaxaca37	Oaxaca	Mesones Hidalgo	758	SNC	2004
Oaxaca38	Oaxaca	Villa Hidalgo	364	SNC	2004
Oaxaca39	Oaxaca	Heroica Ciudad de Huajuapán de León	12,028	SC	2004
Oaxaca40	Oaxaca	Huauteppec	1,032	SNC	2004
Oaxaca41	Oaxaca	Huautla de Jiménez	5,167	R	2004
Oaxaca42	Oaxaca	Ixtlán de Juárez	1,322	SNC	2004
Oaxaca43	Oaxaca	Ixtlán de Juárez	215	R	2012
Oaxaca44	Oaxaca	Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	16,023	R	2004
Oaxaca45	Oaxaca	Loma Bonita	7,153	SNC	2004
Oaxaca46	Oaxaca	Magdalena Apasco	1,295	SNC	2004
Oaxaca47	Oaxaca	Magdalena Jaltepec	571	SNC	2004
Oaxaca49	Oaxaca	Magdalena Mixtepec	225	SNC	2004
Oaxaca50	Oaxaca	Magdalena Ocotlán	197	SNC	2004
Oaxaca51	Oaxaca	Magdalena Peñasco	651	SNC	2004
Oaxaca52	Oaxaca	Magdalena Teitipac	752	SNC	2004
Oaxaca53	Oaxaca	Magdalena Tequisistlán	1,065	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca54	Oaxaca	Magdalena Tlacotepec	210	SNC	2004
Oaxaca55	Oaxaca	Magdalena Zahuatlán	70	SNC	2004
Oaxaca56	Oaxaca	Mariscala de Juárez	608	SNC	2004
Oaxaca57	Oaxaca	Mártires de Tacubaya	250	SNC	2004
Oaxaca58	Oaxaca	Matías Romero Avendaño	6,548	SNC	2004
Oaxaca59	Oaxaca	Mazatlán Villa de Flores	2,314	SNC	2004
Oaxaca60	Oaxaca	Miahuatlán de Porfirio Díaz	7,128	SNC	2004
Oaxaca61	Oaxaca	Mixistlán de la Reforma	477	SNC	2004
Oaxaca62	Oaxaca	Monjas	442	SNC	2004
Oaxaca63	Oaxaca	Natividad	101	SNC	2004
Oaxaca65	Oaxaca	Nejapa de Madero	1,273	SNC	2004
Oaxaca66	Oaxaca	Ixpantepec Nieves	204	SNC	2004
Oaxaca67	Oaxaca	Santiago Niltepec	922	SNC	2004
Oaxaca68	Oaxaca	Oaxaca de Juárez	45,356	SNC	2004
Oaxaca69	Oaxaca	Ocotlán de Morelos	3,675	SNC	2004
Oaxaca70	Oaxaca	La Pe	421	SNC	2004
Oaxaca71	Oaxaca	Pinotepa de Don Luis	1,142	SNC	2004
Oaxaca72	Oaxaca	Pluma Hidalgo	527	SC	2004
Oaxaca74	Oaxaca	Putla Villa de Guerrero	5,493	SNC	2004
Oaxaca75	Oaxaca	Santa Catarina Quioquitani	87	SNC	2004
Oaxaca76	Oaxaca	Reforma de Pineda	460	SNC	2004
Oaxaca77	Oaxaca	La Reforma	574	SNC	2004
Oaxaca78	Oaxaca	Reyes Etla	614	SNC	2004
Oaxaca79	Oaxaca	Rojas de Cuauhtémoc	188	SNC	2004
Oaxaca80	Oaxaca	Salina Cruz	14,186	SNC	2004
Oaxaca82	Oaxaca	San Agustín Atenango	330	SNC	2004
Oaxaca84	Oaxaca	San Agustín Chayuco	681	SNC	2004
Oaxaca87	Oaxaca	San Agustín Loxicha	3,886	SNC	2004
Oaxaca88	Oaxaca	San Agustín Tlacotepec	151	SNC	2004
Oaxaca90	Oaxaca	San Andrés Cabecera Nueva	491	SNC	2004
Oaxaca91	Oaxaca	San Andrés Dinicuiti	371	SNC	2004
Oaxaca92	Oaxaca	San Andrés Huaxpaltepec	1,010	SNC	2004
Oaxaca95	Oaxaca	San Andrés Lagunas	87	SNC	2004
Oaxaca99	Oaxaca	San Andrés Solaga	300	SNC	2004
Oaxaca100	Oaxaca	San Andrés Teotilalpam	762	SNC	2004
Oaxaca101	Oaxaca	San Andrés Tepetlapa	82	SNC	2004
Oaxaca103	Oaxaca	San Andrés Yaá	86	SNC	2004
Oaxaca104	Oaxaca	San Andrés Zabache	125	SNC	2004
Oaxaca105	Oaxaca	San Andrés Zautla	759	SNC	2004
Oaxaca106	Oaxaca	San Antonino Castillo Velasco	973	SNC	2004
Oaxaca107	Oaxaca	San Antonino el Alto	432	SNC	2004
Oaxaca111	Oaxaca	San Antonio Huitepec	739	SNC	2004
Oaxaca112	Oaxaca	San Antonio Nanahuatípam	212	SNC	2004
Oaxaca114	Oaxaca	San Antonio Tepetlapa	757	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca115	Oaxaca	San Baltazar Chichicápam	420	SNC	2004
Oaxaca116	Oaxaca	San Baltazar Loxicha	488	SNC	2004
Oaxaca117	Oaxaca	San Baltazar Yatzachi el Bajo	117	SNC	2004
Oaxaca120	Oaxaca	San Bartolomé Loxicha	417	SNC	2004
Oaxaca121	Oaxaca	San Bartolomé Quialana	425	SNC	2004
Oaxaca125	Oaxaca	San Bartolo Yautepec	117	SNC	2004
Oaxaca126	Oaxaca	San Bernardo Mixtepec	466	SNC	2004
Oaxaca128	Oaxaca	San Carlos Yautepec	2,034	SNC	2004
Oaxaca129	Oaxaca	San Cristóbal Amatlán	865	SNC	2004
Oaxaca131	Oaxaca	San Cristóbal Lachirioag	212	SNC	2004
Oaxaca133	Oaxaca	San Dionisio del Mar	878	SNC	2004
Oaxaca134	Oaxaca	San Dionisio Ocotepec	1,808	SNC	2004
Oaxaca139	Oaxaca	San Felipe Usila	1,993	SNC	2004
Oaxaca140	Oaxaca	San Francisco Cahuacuá	590	SNC	2004
Oaxaca142	Oaxaca	San Francisco Chapulapa	368	SNC	2004
Oaxaca144	Oaxaca	San Francisco del Mar	1,246	SNC	2004
Oaxaca146	Oaxaca	San Francisco Ixhuatán	1,543	SNC	2004
Oaxaca151	Oaxaca	San Francisco Ozolotepec	335	SNC	2004
Oaxaca152	Oaxaca	San Francisco Sola	260	SNC	2004
Oaxaca153	Oaxaca	San Francisco Telixtlahuaca	2,048	SNC	2004
Oaxaca155	Oaxaca	San Francisco Tlapancingo	371	SNC	2004
Oaxaca156	Oaxaca	San Gabriel Mixtepec	815	SNC	2004
Oaxaca159	Oaxaca	San Ildefonso Villa Alta	599	SNC	2004
Oaxaca162	Oaxaca	San Jerónimo Coatlán	938	SNC	2004
Oaxaca163	Oaxaca	San Jerónimo Silacayoapilla	250	SNC	2004
Oaxaca165	Oaxaca	San Jerónimo Taviche	318	SNC	2004
Oaxaca166	Oaxaca	San Jerónimo Tecóatl	277	SNC	2004
Oaxaca167	Oaxaca	San Jorge Nuchita	554	SNC	2004
Oaxaca174	Oaxaca	San José Tenango	3,182	SNC	2004
Oaxaca175	Oaxaca	San Juan Achiutla	74	SNC	2004
Oaxaca176	Oaxaca	San Juan Atepec	261	SNC	2004
Oaxaca178	Oaxaca	San Juan Bautista Atatlahuca	297	SNC	2004
Oaxaca179	Oaxaca	San Juan Bautista Coixtlahuaca	484	SNC	2004
Oaxaca180	Oaxaca	San Juan Bautista Cuicatlán	1,626	SNC	2004
Oaxaca182	Oaxaca	San Juan Bautista Jayacatlán	252	SNC	2004
Oaxaca183	Oaxaca	San Juan Bautista Lo de Soto	400	SNC	2004
Oaxaca185	Oaxaca	San Juan Bautista Tlacoatzintepec	395	SNC	2004
Oaxaca187	Oaxaca	San Juan Bautista Tuxtepec	26,827	SNC	2004
Oaxaca188	Oaxaca	San Juan Cacahuatpec	1,495	SNC	2004
Oaxaca189	Oaxaca	San Juan Cieneguilla	104	SNC	2004
Oaxaca190	Oaxaca	San Juan Coatzóspam	437	SNC	2004
Oaxaca191	Oaxaca	San Juan Colorado	1,635	SNC	2004
Oaxaca192	Oaxaca	San Juan Comaltepec	433	SNC	2004
Oaxaca193	Oaxaca	San Juan Cotzocón	3,850	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca194	Oaxaca	San Juan Chicomezúchil	55	SNC	2004
Oaxaca196	Oaxaca	San Juan del Estado	438	SNC	2004
Oaxaca197	Oaxaca	San Juan del Río	212	SNC	2004
Oaxaca198	Oaxaca	San Juan Diuxi	216	SNC	2004
Oaxaca199	Oaxaca	San Juan Evangelista Analco	70	SNC	2004
Oaxaca200	Oaxaca	San Juan Guelavía	525	SNC	2004
Oaxaca202	Oaxaca	San Juan Ihualtepec	123	SNC	2004
Oaxaca203	Oaxaca	San Juan Juquila Mixes	676	SNC	2004
Oaxaca204	Oaxaca	San Juan Juquila Vijanos	316	SNC	2004
Oaxaca206	Oaxaca	San Juan Lachigalla	566	SNC	2004
Oaxaca208	Oaxaca	San Juan Lajarcia	123	SNC	2004
Oaxaca209	Oaxaca	San Juan Lalana	2,996	SNC	2004
Oaxaca210	Oaxaca	San Juan de los Cués	406	SNC	2004
Oaxaca211	Oaxaca	San Juan Mazatlán	2,945	SNC	2004
Oaxaca212	Oaxaca	San Juan Mixtepec-Dto. 08-	1,311	SNC	2004
Oaxaca213	Oaxaca	San Juan Mixtepec-Dto. 26-	122	SNC	2004
Oaxaca215	Oaxaca	San Juan Ozolotepec	546	SNC	2004
Oaxaca217	Oaxaca	San Juan Quiahije	625	SNC	2004
Oaxaca220	Oaxaca	San Juan Tabaá	229	SNC	2004
Oaxaca221	Oaxaca	San Juan Tamazola	593	SNC	2004
Oaxaca222	Oaxaca	San Juan Teita	105	SNC	2004
Oaxaca224	Oaxaca	San Juan Tepeuxila	478	SNC	2004
Oaxaca225	Oaxaca	San Juan Teposcolula	231	SNC	2004
Oaxaca226	Oaxaca	San Juan Yaeé	264	SNC	2004
Oaxaca227	Oaxaca	San Juan Yatzona	78	SNC	2004
Oaxaca228	Oaxaca	San Juan Yucuita	118	SNC	2004
Oaxaca229	Oaxaca	San Lorenzo	1,026	SNC	2004
Oaxaca231	Oaxaca	San Lorenzo Cacaotepec	2,360	SC	2004
Oaxaca232	Oaxaca	San Lorenzo Cacaotepec	1,862	R	2012
Oaxaca234	Oaxaca	San Lorenzo Texmelúcan	1,214	SNC	2004
Oaxaca235	Oaxaca	San Lorenzo Victoria	173	SNC	2004
Oaxaca236	Oaxaca	San Lucas Camotlán	521	SNC	2004
Oaxaca238	Oaxaca	San Lucas Quiaviní	301	SNC	2004
Oaxaca240	Oaxaca	San Luis Amatlán	624	SNC	2004
Oaxaca241	Oaxaca	San Marcial Ozolotepec	263	SNC	2004
Oaxaca242	Oaxaca	San Marcos Arteaga	268	SNC	2004
Oaxaca246	Oaxaca	San Martín Lachilá	187	SNC	2004
Oaxaca247	Oaxaca	San Martín Peras	1,957	SNC	2004
Oaxaca249	Oaxaca	San Martín Toxpalan	632	SNC	2004
Oaxaca250	Oaxaca	San Martín Zacatepec	220	SNC	2004
Oaxaca251	Oaxaca	San Mateo Cajonos	107	SNC	2004
Oaxaca252	Oaxaca	Capulálpam de Méndez	253	R	2013
Oaxaca253	Oaxaca	San Mateo del Mar	2,455	SNC	2004
Oaxaca254	Oaxaca	San Mateo Yoloxochitlán	598	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca255	Oaxaca	San Mateo Etlatongo	203	SNC	2004
Oaxaca256	Oaxaca	San Mateo Nejápam	203	SNC	2004
Oaxaca257	Oaxaca	San Mateo Peñasco	364	SNC	2004
Oaxaca258	Oaxaca	San Mateo Piñas	383	SNC	2004
Oaxaca259	Oaxaca	San Mateo Río Hondo	570	SNC	2004
Oaxaca260	Oaxaca	San Mateo Sindihui	359	SNC	2004
Oaxaca261	Oaxaca	San Mateo Tlapiltepec	40	SNC	2004
Oaxaca262	Oaxaca	San Melchor Betaza	188	SNC	2004
Oaxaca263	Oaxaca	San Miguel Achiutla	128	SNC	2004
Oaxaca265	Oaxaca	San Miguel Aloápam	428	R	2004
Oaxaca268	Oaxaca	San Miguel Coatlán	600	SNC	2004
Oaxaca272	Oaxaca	San Miguel del Río	51	R	2004
Oaxaca273	Oaxaca	San Miguel Ejutla	158	SNC	2004
Oaxaca276	Oaxaca	San Miguel Mixtepec	559	SNC	2004
Oaxaca277	Oaxaca	San Miguel Panixtlahuaca	1,061	SNC	2004
Oaxaca278	Oaxaca	San Miguel Peras	602	SNC	2004
Oaxaca279	Oaxaca	San Miguel Piedras	223	SNC	2004
Oaxaca281	Oaxaca	San Miguel Santa Flor	138	SNC	2004
Oaxaca282	Oaxaca	Villa Sola de Vega	2,157	SNC	2004
Oaxaca283	Oaxaca	San Miguel Soyaltepec	6,297	SNC	2004
Oaxaca285	Oaxaca	Villa Talea de Castro	412	SNC	2004
Oaxaca287	Oaxaca	San Miguel Tenango	137	SNC	2004
Oaxaca289	Oaxaca	San Miguel Tilquiápam	544	SNC	2004
Oaxaca290	Oaxaca	San Miguel Tlacamama	583	SNC	2004
Oaxaca291	Oaxaca	San Miguel Tlacotepec	555	SNC	2004
Oaxaca292	Oaxaca	San Miguel Tulancingo	60	SNC	2004
Oaxaca295	Oaxaca	San Nicolás Hidalgo	174	SNC	2004
Oaxaca296	Oaxaca	San Pablo Coatlán	718	SNC	2004
Oaxaca299	Oaxaca	San Pablo Huitzo	1,086	SNC	2004
Oaxaca300	Oaxaca	San Pablo Huixtepec	1,554	SNC	2004
Oaxaca301	Oaxaca	San Pablo Macuiltianguis	160	R	2004
Oaxaca302	Oaxaca	San Pablo Tijaltepec	370	SNC	2004
Oaxaca303	Oaxaca	San Pablo Villa de Mitla	2,037	SNC	2004
Oaxaca304	Oaxaca	San Pablo Yaganiza	191	SNC	2004
Oaxaca305	Oaxaca	San Pedro Amuzgos	1,114	SNC	2004
Oaxaca306	Oaxaca	San Pedro Apóstol	266	SNC	2004
Oaxaca308	Oaxaca	San Pedro Cajonos	202	SNC	2004
Oaxaca310	Oaxaca	San Pedro Comitancillo	679	SNC	2004
Oaxaca311	Oaxaca	San Pedro el Alto	672	SNC	2004
Oaxaca312	Oaxaca	San Pedro Huamelula	1,652	SNC	2004
Oaxaca313	Oaxaca	San Pedro Huilotepec	489	SNC	2004
Oaxaca314	Oaxaca	San Pedro Ixcatlán	1,786	SNC	2004
Oaxaca315	Oaxaca	San Pedro Ixtlahuaca	1,175	SNC	2004
Oaxaca320	Oaxaca	San Pedro Mártir	295	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca321	Oaxaca	San Pedro Mártir Quiechapa	130	SNC	2004
Oaxaca323	Oaxaca	San Pedro Mixtepec-Dto. 22-	7,382	R	2004
Oaxaca325	Oaxaca	San Pedro Molinos	125	SNC	2004
Oaxaca326	Oaxaca	San Pedro Nopala	145	SNC	2004
Oaxaca328	Oaxaca	San Pedro Ocoteppec	368	SNC	2004
Oaxaca329	Oaxaca	San Pedro Pochutla	7,554	SNC	2004
Oaxaca330	Oaxaca	San Pedro Quiatoni	1,807	SNC	2004
Oaxaca331	Oaxaca	San Pedro Sochiápam	854	SNC	2004
Oaxaca333	Oaxaca	San Pedro Taviche	202	SNC	2004
Oaxaca334	Oaxaca	San Pedro Teozacoalco	227	SNC	2004
Oaxaca335	Oaxaca	San Pedro Teutila	737	SNC	2004
Oaxaca337	Oaxaca	San Pedro Topiltepec	70	SNC	2004
Oaxaca339	Oaxaca	Villa de Tututepec de Melchor Ocampo	7,563	R	2004
Oaxaca340	Oaxaca	San Pedro Yaneri	173	R	2004
Oaxaca342	Oaxaca	San Pedro y San Pablo Ayutla	965	SNC	2004
Oaxaca345	Oaxaca	San Pedro y San Pablo Tequixtepec	323	SNC	2004
Oaxaca346	Oaxaca	San Pedro Yucunama	40	SNC	2004
Oaxaca348	Oaxaca	San Sebastián Abasolo	318	SNC	2004
Oaxaca349	Oaxaca	San Sebastián Coatlán	450	SNC	2004
Oaxaca350	Oaxaca	San Sebastián Ixcapa	683	SNC	2004
Oaxaca351	Oaxaca	San Sebastián Nicananduta	250	SNC	2004
Oaxaca352	Oaxaca	San Sebastián Río Hondo	631	SNC	2004
Oaxaca353	Oaxaca	San Sebastián Tecomaxtlahuaca	1,420	SNC	2004
Oaxaca356	Oaxaca	San Simón Almolongas	452	SNC	2004
Oaxaca357	Oaxaca	San Simón Zahuatlán	660	SNC	2004
Oaxaca358	Oaxaca	Santa Ana	341	SNC	2004
Oaxaca361	Oaxaca	Santa Ana del Valle	343	SNC	2004
Oaxaca363	Oaxaca	Santa Ana Tlapacoyan	319	SNC	2004
Oaxaca364	Oaxaca	Santa Ana Yareni	139	SNC	2004
Oaxaca366	Oaxaca	Santa Catalina Quierí	159	SNC	2004
Oaxaca367	Oaxaca	Santa Catarina Cuixtla	258	SNC	2004
Oaxaca368	Oaxaca	Santa Catarina Ixtepeji	453	SNC	2004
Oaxaca369	Oaxaca	Santa Catarina Juquila	2,533	SNC	2004
Oaxaca370	Oaxaca	Santa Catarina Lachatao	225	SNC	2004
Oaxaca371	Oaxaca	Santa Catarina Loxicha	686	SNC	2004
Oaxaca372	Oaxaca	Santa Catarina Mechoacán	782	SNC	2004
Oaxaca374	Oaxaca	Santa Catarina Quiané	318	SNC	2004
Oaxaca375	Oaxaca	Santa Catarina Tayata	117	SNC	2004
Oaxaca376	Oaxaca	Santa Catarina Ticuá	164	SNC	2004
Oaxaca381	Oaxaca	Santa Cruz de Bravo	63	SNC	2004
Oaxaca382	Oaxaca	Santa Cruz Itundujia	1,890	SNC	2004
Oaxaca383	Oaxaca	Santa Cruz Mixtepec	623	SNC	2004
Oaxaca385	Oaxaca	Santa Cruz Papalutla	340	SNC	2004
Oaxaca387	Oaxaca	Santa Cruz Tacahua	202	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca389	Oaxaca	Santa Cruz Xitla	777	SNC	2004
Oaxaca391	Oaxaca	Santa Cruz Zenzontepec	3,082	SNC	2004
Oaxaca392	Oaxaca	Santa Gertrudis	492	SNC	2004
Oaxaca396	Oaxaca	Santa Lucía Miahuatlán	578	SNC	2004
Oaxaca397	Oaxaca	Santa Lucía Monteverde	1,150	SNC	2004
Oaxaca398	Oaxaca	Santa Lucía Ocotlán	621	SNC	2004
Oaxaca400	Oaxaca	Santa María Apazco	327	SNC	2004
Oaxaca401	Oaxaca	Santa María la Asunción	560	SNC	2004
Oaxaca402	Oaxaca	Heroica Ciudad de Tlaxiaco	6,623	R	2004
Oaxaca403	Oaxaca	Ayoquezco de Aldama	759	SNC	2004
Oaxaca404	Oaxaca	Santa María Atzompa	4,730	SNC	2004
Oaxaca405	Oaxaca	Santa María Camotlán	281	SNC	2004
Oaxaca406	Oaxaca	Santa María Colotepec	3,886	SNC	2004
Oaxaca407	Oaxaca	Santa María Cortijo	187	SNC	2004
Oaxaca410	Oaxaca	Villa de Chilapa de Díaz	333	SNC	2004
Oaxaca411	Oaxaca	Santa María Chilchotla	3,545	SNC	2004
Oaxaca412	Oaxaca	Santa María Chimalapa	1,465	SNC	2004
Oaxaca414	Oaxaca	Santa María del Tule	1,406	SNC	2004
Oaxaca415	Oaxaca	Santa María Ecatepec	596	SNC	2004
Oaxaca417	Oaxaca	Santa María Guienagati	566	SNC	2004
Oaxaca418	Oaxaca	Santa María Huatulco	6,653	R	2004
Oaxaca419	Oaxaca	Santa María Huazolotitlán	1,859	SNC	2004
Oaxaca420	Oaxaca	Santa María Ipalapa	842	SNC	2004
Oaxaca421	Oaxaca	Santa María Ixcatlán	89	SNC	2004
Oaxaca423	Oaxaca	Santa María Jalapa del Marqués	2,047	SNC	2004
Oaxaca424	Oaxaca	Santa María Jaltianguis	99	SNC	2004
Oaxaca425	Oaxaca	Santa María Lachixío	289	SNC	2004
Oaxaca426	Oaxaca	Santa María Mixtequilla	765	SNC	2004
Oaxaca427	Oaxaca	Santa María Nativitas	117	SNC	2004
Oaxaca428	Oaxaca	Santa María Nduayaco	95	SNC	2004
Oaxaca430	Oaxaca	Santa María Pápalo	380	SNC	2004
Oaxaca432	Oaxaca	Santa María Petapa	2,650	SNC	2004
Oaxaca435	Oaxaca	Santa María Tataltepec	44	SNC	2004
Oaxaca436	Oaxaca	Santa María Tecomavaca	306	SNC	2004
Oaxaca437	Oaxaca	Santa María Temascalapa	167	SNC	2004
Oaxaca438	Oaxaca	Santa María Temascaltepec	447	SNC	2004
Oaxaca440	Oaxaca	Santa María Tepantlali	604	SNC	2004
Oaxaca441	Oaxaca	Santa María Texcatitlán	192	SNC	2004
Oaxaca442	Oaxaca	Santa María Tlahuitoltepec	1,664	SNC	2004
Oaxaca445	Oaxaca	Santa María Totolapilla	154	SNC	2004
Oaxaca446	Oaxaca	Santa María Xadani	1,340	SNC	2004
Oaxaca447	Oaxaca	Santa María Yalina	61	SNC	2004
Oaxaca448	Oaxaca	Santa María Yavesía	77	SNC	2004
Oaxaca452	Oaxaca	Santa María Zacatepec	2,596	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca454	Oaxaca	Santa María Zoquitlán	578	SNC	2004
Oaxaca455	Oaxaca	Santiago Amoltepec	2,121	SNC	2004
Oaxaca456	Oaxaca	Santiago Apoala	181	SNC	2004
Oaxaca458	Oaxaca	Santiago Astata	674	SNC	2004
Oaxaca460	Oaxaca	Santiago Ayuquillilla	473	SNC	2004
Oaxaca461	Oaxaca	Santiago Cacaloxtepec	290	SNC	2004
Oaxaca462	Oaxaca	Santiago Camotlán	585	SNC	2004
Oaxaca463	Oaxaca	Santiago Comaltepec	192	SNC	2004
Oaxaca464	Oaxaca	Santiago Chazumba	771	SNC	2004
Oaxaca465	Oaxaca	Santiago Choápam	932	SNC	2004
Oaxaca466	Oaxaca	Santiago del Río	106	SNC	2004
Oaxaca467	Oaxaca	Santiago Huajolotitlán	749	SNC	2004
Oaxaca468	Oaxaca	Santiago Huauclilla	114	SNC	2004
Oaxaca470	Oaxaca	Santiago Ixcuintepec	270	SNC	2004
Oaxaca471	Oaxaca	Santiago Ixtayutla	2,052	SNC	2004
Oaxaca472	Oaxaca	Santiago Jamiltepec	3,166	SNC	2004
Oaxaca474	Oaxaca	Santiago Juxtlahuaca	5,671	R	2004
Oaxaca475	Oaxaca	Santiago Lachiguiri	808	SNC	2004
Oaxaca476	Oaxaca	Santiago Lalopa	85	SNC	2004
Oaxaca477	Oaxaca	Santiago Laollaga	551	SNC	2004
Oaxaca480	Oaxaca	Santiago Matatlán	1,662	SNC	2004
Oaxaca481	Oaxaca	Santiago Miltepec	70	SNC	2004
Oaxaca482	Oaxaca	Santiago Minas	246	SNC	2004
Oaxaca483	Oaxaca	Santiago Nacaltepec	329	SNC	2004
Oaxaca484	Oaxaca	Santiago Nejapilla	38	SNC	2004
Oaxaca487	Oaxaca	Santiago Pinotepa Nacional	8,664	SNC	2004
Oaxaca489	Oaxaca	Santiago Suchilquitongo	1,643	SC	2004
Oaxaca490	Oaxaca	Santiago Tamazola	725	SNC	2004
Oaxaca493	Oaxaca	Santiago Tenango	335	SNC	2004
Oaxaca494	Oaxaca	Santiago Tepetlapa	23	SNC	2004
Oaxaca497	Oaxaca	Santiago Textitlán	718	SNC	2004
Oaxaca498	Oaxaca	Santiago Tilantongo	553	SNC	2004
Oaxaca499	Oaxaca	Santiago Tillo	95	SNC	2004
Oaxaca502	Oaxaca	Santiago Xiacuí	374	SNC	2004
Oaxaca503	Oaxaca	Santiago Yaittepec	710	SNC	2004
Oaxaca505	Oaxaca	Santiago Yolomécatl	348	SNC	2004
Oaxaca506	Oaxaca	Santiago Yosondúa	1,358	SNC	2004
Oaxaca507	Oaxaca	Santiago Yucuyachi	162	SNC	2004
Oaxaca508	Oaxaca	Santiago Zacatepec	950	SNC	2004
Oaxaca509	Oaxaca	Santiago Zochila	64	SNC	2004
Oaxaca511	Oaxaca	Santo Domingo Ingenio	1,301	SNC	2004
Oaxaca513	Oaxaca	Santo Domingo Armenta	555	SNC	2004
Oaxaca514	Oaxaca	Santo Domingo Chihuitán	262	SNC	2004
Oaxaca515	Oaxaca	Santo Domingo de Morelos	1,816	SNC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca517	Oaxaca	Santo Domingo Nuxaá	622	SNC	2004
Oaxaca519	Oaxaca	Santo Domingo Petapa	1,446	SNC	2004
Oaxaca520	Oaxaca	Santo Domingo Roayaga	172	SNC	2004
Oaxaca521	Oaxaca	Santo Domingo Tehuantepec	10,656	SNC	2004
Oaxaca522	Oaxaca	Santo Domingo Teojomulco	787	SNC	2004
Oaxaca523	Oaxaca	Santo Domingo Tepuxtepec	895	SNC	2004
Oaxaca525	Oaxaca	Santo Domingo Tomaltepec	481	SNC	2004
Oaxaca526	Oaxaca	Santo Domingo Tonalá	1,232	SNC	2004
Oaxaca528	Oaxaca	Santo Domingo Xagacía	209	SNC	2004
Oaxaca529	Oaxaca	Santo Domingo Yanhuitlán	277	SNC	2004
Oaxaca530	Oaxaca	Santo Domingo Yodohino	64	SNC	2004
Oaxaca531	Oaxaca	Santo Domingo Zanatepec	1,932	SNC	2004
Oaxaca532	Oaxaca	Santos Reyes Nopala	2,753	SNC	2004
Oaxaca533	Oaxaca	Santos Reyes Pápalo	487	SNC	2004
Oaxaca534	Oaxaca	Santos Reyes Tepejillo	209	SNC	2004
Oaxaca535	Oaxaca	Santos Reyes Yucuná	229	SNC	2004
Oaxaca537	Oaxaca	Santo Tomás Mazaltepec	402	SNC	2004
Oaxaca539	Oaxaca	Santo Tomás Tamazulapan	377	SNC	2004
Oaxaca540	Oaxaca	San Vicente Coatlán	683	SNC	2004
Oaxaca542	Oaxaca	San Vicente Nuñú	85	SNC	2004
Oaxaca543	Oaxaca	Silacayoápam	1,162	SNC	2004
Oaxaca544	Oaxaca	Sitio de Xitlapehua	121	SNC	2004
Oaxaca545	Oaxaca	Soledad Etlá	865	SNC	2004
Oaxaca546	Oaxaca	Villa de Tamazulápam del Progreso	1,216	SNC	2004
Oaxaca548	Oaxaca	Tanetze de Zaragoza	294	SNC	2004
Oaxaca550	Oaxaca	Tataltepec de Valdés	958	SNC	2004
Oaxaca552	Oaxaca	Teococuilco de Marcos Pérez	190	SNC	2004
Oaxaca553	Oaxaca	Teotitlán de Flores Magón	1,544	SNC	2004
Oaxaca554	Oaxaca	Teotitlán del Valle	971	SC	2004
Oaxaca555	Oaxaca	Teotongo	164	SNC	2004
Oaxaca556	Oaxaca	Tepelmeme Villa de Morelos	299	SNC	2004
Oaxaca557	Oaxaca	Tezoatlán de Segura y Luna	1,949	SNC	2004
Oaxaca558	Oaxaca	San Jerónimo Tlacoahuaya	874	SNC	2004
Oaxaca559	Oaxaca	Tlacolula de Matamoros	3,380	SC	2004
Oaxaca560	Oaxaca	Tlacolula de Matamoros	3,731	R	2011
Oaxaca561	Oaxaca	Tlacotepec Plumas	88	SNC	2004
Oaxaca563	Oaxaca	Totontepec Villa de Morelos	964	SNC	2004
Oaxaca567	Oaxaca	Valerio Trujano	266	SNC	2004
Oaxaca569	Oaxaca	Villa Díaz Ordaz	1,063	SNC	2004
Oaxaca571	Oaxaca	Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz	251	SNC	2004
Oaxaca572	Oaxaca	Yogana	225	SNC	2004
Oaxaca573	Oaxaca	Yutanduchi de Guerrero	223	SNC	2004
Oaxaca574	Oaxaca	Villa de Zaachila	5,873	R	2004
Oaxaca575	Oaxaca	San Mateo Yucutindó	523	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Oaxaca576	Oaxaca	Zapotitlán Lagunas	540	SNC	2004
Oaxaca577	Oaxaca	Zapotitlán Palmas	261	SNC	2004
Oaxaca579	Oaxaca	Zimatlán de Álvarez	3,309	SNC	2004
Puebla2	Puebla	Acateno	1,536	SNC	2004
Puebla3	Puebla	Acatlán	5,832	SNC	2004
Puebla4	Puebla	Acatzingo	8,969	R	2004
Puebla5	Puebla	Acteopan	496	SNC	2004
Puebla6	Puebla	Ahuacatlán	2,541	SNC	2004
Puebla9	Puebla	Ahuehuetitla	346	SNC	2004
Puebla10	Puebla	Ajalpan	10,440	SC	2004
Puebla16	Puebla	Aquixtla	1,352	SNC	2004
Puebla17	Puebla	Atempan	4,372	SNC	2004
Puebla18	Puebla	Atexcal	643	SNC	2004
Puebla19	Puebla	Atlixco	21,883	R	2004
Puebla24	Puebla	Axutla	163	SNC	2004
Puebla30	Puebla	Coatepec	131	SNC	2004
Puebla31	Puebla	Coatzingo	510	SNC	2004
Puebla32	Puebla	Cohetzala	221	R	2004
Puebla35	Puebla	Coxcatlán	3,382	SNC	2004
Puebla36	Puebla	Coyomeapan	2,446	SNC	2004
Puebla37	Puebla	Coyotepec	403	SNC	2004
Puebla39	Puebla	Cuautempan	1,587	SNC	2004
Puebla42	Puebla	Cuayuca de Andrade	527	SNC	2004
Puebla43	Puebla	Cuetzalan del Progreso	8,169	SC	2004
Puebla45	Puebla	Chalchicomula de Sesma	7,558	SC	2004
Puebla46	Puebla	Chapulco	1,204	SNC	2004
Puebla49	Puebla	Chiconcuautla	2,715	SNC	2004
Puebla52	Puebla	Chigmecatitlán	211	SNC	2004
Puebla53	Puebla	Chignahuapan	9,973	SNC	2004
Puebla55	Puebla	Chila	809	SNC	2004
Puebla59	Puebla	Chinantla	425	SNC	2004
Puebla64	Puebla	Francisco Z. Mena	2,802	SNC	2004
Puebla65	Puebla	General Felipe Ángeles	3,279	R	2004
Puebla66	Puebla	Guadalupe	1,081	SNC	2004
Puebla70	Puebla	Huatlatlauca	1,144	SNC	2004
Puebla71	Puebla	Huachinango	16,835	SC	2004
Puebla72	Puebla	Huehuetla	2,702	SNC	2004
Puebla73	Puebla	Huehuetlán el Chico	1,495	SNC	2004
Puebla76	Puebla	Hueytamalco	4,596	SNC	2004
Puebla78	Puebla	Huitzilán de Serdán	2,408	SC	2004
Puebla81	Puebla	Ixcamilpa de Guerrero	636	SNC	2004
Puebla85	Puebla	Izúcar de Matamoros	12,538	R	2004
Puebla86	Puebla	Jalpan	2,161	SNC	2004
Puebla94	Puebla	Libres	5,431	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Puebla103	Puebla	Nicolás Bravo	1,035	SC	2004
Puebla105	Puebla	Ocotepc	831	SC	2004
Puebla107	Puebla	Olintla	2,005	SNC	2004
Puebla109	Puebla	Pahuatlán	3,551	SNC	2004
Puebla111	Puebla	Pantepec	3,175	SNC	2004
Puebla112	Puebla	Petlatcingo	1,616	SNC	2004
Puebla113	Puebla	Pixtla	790	SNC	2004
Puebla114	Puebla	Puebla	554,934	SC	1995
Puebla117	Puebla	Rafael Lara Grajales	2,420	SNC	2004
Puebla123	Puebla	San Felipe Tepatlán	710	SNC	2004
Puebla132	Puebla	San Martín Texmelucan	24,303	R	2004
Puebla135	Puebla	San Miguel Ixitlán	101	SNC	2004
Puebla139	Puebla	San Pablo Anicano	612	SNC	2004
Puebla141	Puebla	San Pedro Yeloixtlahuaca	585	SNC	2004
Puebla146	Puebla	Santa Catarina Tlaltempan	151	SNC	2004
Puebla147	Puebla	Santa Inés Ahuatempan	1,024	SNC	2004
Puebla149	Puebla	Santiago Miahuatlán	3,788	SNC	2004
Puebla150	Puebla	Huehuetlán el Grande	1,216	SNC	2004
Puebla156	Puebla	Tehuacán	47,345	R	2004
Puebla157	Puebla	Tehuizingo	1,951	SNC	2004
Puebla159	Puebla	Teopantlán	693	SNC	2004
Puebla161	Puebla	Tepanco de López	3,273	SNC	2004
Puebla162	Puebla	Tepango de Rodríguez	731	SNC	2004
Puebla164	Puebla	Tepeaca	12,866	R	2004
Puebla165	Puebla	Tepemaxalco	197	SNC	2004
Puebla167	Puebla	Tepetzintla	1,764	SNC	2004
Puebla170	Puebla	Tepeyahualco	2,823	SNC	2004
Puebla172	Puebla	Tetela de Ocampo	4,442	SNC	2004
Puebla174	Puebla	Teziutlán	15,887	SC	2004
Puebla178	Puebla	Tlacuilotepec	2,948	SNC	2004
Puebla183	Puebla	Tlaola	3,415	SNC	2004
Puebla184	Puebla	Tlapacoya	1,103	SNC	2004
Puebla186	Puebla	Tlatlauquitepec	8,869	SNC	2004
Puebla187	Puebla	Tlaxco	933	SNC	2004
Puebla190	Puebla	Totoltepec de Guerrero	199	SNC	2004
Puebla191	Puebla	Tulcingo	1,592	SC	2004
Puebla194	Puebla	Venustiano Carranza	4,803	SNC	2004
Puebla196	Puebla	Xayacatlán de Bravo	284	SNC	2004
Puebla197	Puebla	Xicotepec	13,020	SNC	2004
Puebla200	Puebla	Xochiapulco	674	SNC	2004
Puebla203	Puebla	Xochitlán Todos Santos	1,042	SNC	2004
Puebla205	Puebla	Yehualtepec	3,957	SNC	2004
Puebla206	Puebla	Zacapala	727	SNC	2004
Puebla208	Puebla	Zacatlán	13,140	SC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Puebla209	Puebla	Zapotitlán	1,416	SNC	2004
Puebla217	Puebla	Zoquitlán	3,536	SNC	2004
Querétaro1	Querétaro	Amealco de Bonfil	11,170	SC	2001
Querétaro2	Querétaro	Pinal de Amoles	4,666	SNC	2004
Querétaro3	Querétaro	Arroyo Seco	3,723	SC	2009
Querétaro4	Querétaro	Cadereyta de Montes	11,170	R	2004
Querétaro5	Querétaro	Colón	14,893	R	2002
Querétaro6	Querétaro	Corregidora	45,797	R	2007
Querétaro7	Querétaro	Ezequiel Montes	15,266	R	2005
Querétaro8	Querétaro	Huimilpan	4,840	SC	2001
Querétaro9	Querétaro	Jalpan de Serra	9,308	R	1996
Querétaro10	Querétaro	Landa de Matamoros	5,957	SC	2005
Querétaro11	Querétaro	El Marqués	20,057	SNC	2004
Querétaro12	Querétaro	Pedro Escobedo	11,016	SNC	2004
Querétaro13	Querétaro	Peñamiller	6,330	SC	2009
Querétaro14	Querétaro	Querétaro	294,146	R	1996
Querétaro15	Querétaro	San Joaquín	3,723	SC	1994
Querétaro16	Querétaro	San Juan del Río	86,382	R	2006
Querétaro17	Querétaro	Tequisquiapan	17,872	R	1995
Querétaro18	Querétaro	Tolimán	5,957	SNC	1994
Quintana Roo1	Quintana Roo	Cozumel	35,091	R	2007
Quintana Roo2	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto	24,202	R	2010
Quintana Roo3	Quintana Roo	Isla Mujeres	9,308	R	1994
Quintana Roo4	Quintana Roo	Othón P. Blanco	42,118	SNC	1996
Quintana Roo5	Quintana Roo	Othón P. Blanco	111,701	R	2010
Quintana Roo6	Quintana Roo	Benito Juárez-C	113,870	SNC	2006
Quintana Roo7	Quintana Roo	Benito Juárez-C	368,613	R	2006
Quintana Roo8	Quintana Roo	José María Morelos	16,197	R	2010
Quintana Roo9	Quintana Roo	Lázaro Cárdenas-B	2,755	R	2013
Quintana Roo10	Quintana Roo	Solidaridad	167,888	SNC	2010
Quintana Roo12	Quintana Roo	Tulum	31,649	SNC	1994
Quintana Roo13	Quintana Roo	Bacalar	9,308	R	2010
San Luis Potosí2	San Luis Potosí	Alaquines	1,410	SNC	2004
San Luis Potosí4	San Luis Potosí	Armadillo de los Infante	764	SNC	2004
San Luis Potosí5	San Luis Potosí	Cárdenas	3,261	R	2004
San Luis Potosí6	San Luis Potosí	Catorce	1,673	SNC	2004
San Luis Potosí8	San Luis Potosí	Cerritos	3,685	SNC	2004
San Luis Potosí9	San Luis Potosí	Cerro de San Pedro	693	SNC	2004
San Luis Potosí10	San Luis Potosí	Ciudad del Maíz	5,395	SNC	2004
San Luis Potosí11	San Luis Potosí	Ciudad Fernández	7,497	R	2004
San Luis Potosí12	San Luis Potosí	Tancanhuitz	3,623	SNC	2004
San Luis Potosí13	San Luis Potosí	Ciudad Valles	28,884	SC	2004
San Luis Potosí15	San Luis Potosí	Coxcatlán	2,930	SNC	2004
San Luis Potosí16	San Luis Potosí	Charcas	3,640	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
San Luis Potosí17	San Luis Potosí	Ebano	7,152	SC	2004
San Luis Potosí18	San Luis Potosí	Guadalcázar	4,475	SNC	2004
San Luis Potosí20	San Luis Potosí	Lagunillas	994	SNC	2004
San Luis Potosí21	San Luis Potosí	Matehuala	15,762	SC	2004
San Luis Potosí22	San Luis Potosí	Mexquitic de Carmona	9,204	SNC	2004
San Luis Potosí23	San Luis Potosí	Moctezuma	3,329	SNC	2004
San Luis Potosí24	San Luis Potosí	Rayón	2,705	SNC	2004
San Luis Potosí25	San Luis Potosí	Rioverde	15,831	R	2014
San Luis Potosí26	San Luis Potosí	Salinas	5,199	SNC	2004
San Luis Potosí27	San Luis Potosí	San Antonio	1,617	SNC	2004
San Luis Potosí28	San Luis Potosí	San Ciro de Acosta	1,752	SNC	2004
San Luis Potosí29	San Luis Potosí	San Luis Potosí	133,061	SC	2004
San Luis Potosí30	San Luis Potosí	San Martín Chalchicuautla	3,676	SNC	2004
San Luis Potosí31	San Luis Potosí	San Nicolás Tolentino	941	SNC	2004
San Luis Potosí32	San Luis Potosí	Santa Catarina	2,038	SNC	2004
San Luis Potosí34	San Luis Potosí	Santo Domingo	2,074	SNC	2004
San Luis Potosí35	San Luis Potosí	San Vicente Tancuayalab	2,576	SNC	2004
San Luis Potosí37	San Luis Potosí	Tamasopo	4,968	SNC	2004
San Luis Potosí38	San Luis Potosí	Tamazunchale	16,675	SC	2004
San Luis Potosí39	San Luis Potosí	Tampacán	2,728	SNC	2004
San Luis Potosí40	San Luis Potosí	Tampamolón Corona	2,458	SNC	2004
San Luis Potosí41	San Luis Potosí	Tamuín	6,537	SNC	2004
San Luis Potosí42	San Luis Potosí	Tanlajás	3,326	SNC	2004
San Luis Potosí43	San Luis Potosí	Tanquián de Escobedo	2,477	SNC	2004
San Luis Potosí44	San Luis Potosí	Tierra Nueva	1,554	SNC	2004
San Luis Potosí45	San Luis Potosí	Vanegas	1,361	SNC	2004
San Luis Potosí46	San Luis Potosí	Venado	2,496	SNC	2004
San Luis Potosí47	San Luis Potosí	Villa de Arriaga	2,810	SNC	2004
San Luis Potosí48	San Luis Potosí	Villa de Guadalupe	1,684	SNC	2004
San Luis Potosí49	San Luis Potosí	Villa de la Paz	921	SNC	2004
San Luis Potosí50	San Luis Potosí	Villa de Ramos	6,532	SNC	2004
San Luis Potosí51	San Luis Potosí	Villa de Reyes	8,077	SNC	2004
San Luis Potosí52	San Luis Potosí	Villa Hidalgo	2,562	SNC	2004
San Luis Potosí53	San Luis Potosí	Villa Juárez	1,752	R	2004
San Luis Potosí56	San Luis Potosí	Zaragoza	4,236	R	2004
San Luis Potosí57	San Luis Potosí	Villa de Arista	2,674	SNC	2004
San Luis Potosí58	San Luis Potosí	Matlapa	5,218	SNC	2004
San Luis Potosí59	San Luis Potosí	El Naranjo	3,530	SNC	2004
Sinaloa1	Sinaloa	Ahome	41,212	R	1997
Sinaloa2	Sinaloa	Angostura	7,749	SNC	2004
Sinaloa3	Sinaloa	Badiraguato	5,167	SNC	2004
Sinaloa4	Sinaloa	Concordia	4,907	SNC	2004
Sinaloa5	Sinaloa	Cosalá	2,876	SNC	2004
Sinaloa6	Sinaloa	Culiacán	204,092	R	1992

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Sinaloa7	Sinaloa	Culiacán	147,878	R	2004
Sinaloa8	Sinaloa	Choix	2,606	SNC	2004
Sinaloa9	Sinaloa	Elota	7,390	SNC	2004
Sinaloa10	Sinaloa	Escuinapa	9,323	SNC	2004
Sinaloa11	Sinaloa	El Fuerte	16,798	SNC	2004
Sinaloa12	Sinaloa	Guasave	109,207	R	2012
Sinaloa13	Sinaloa	Mazatlán	186,168	R	1990
Sinaloa14	Sinaloa	Mocorito	7,896	SNC	2004
Sinaloa15	Sinaloa	Rosario	8,504	SNC	2004
Sinaloa16	Sinaloa	Salvador Alvarado	21,596	SNC	1995
Sinaloa17	Sinaloa	San Ignacio	3,880	SNC	2004
Sinaloa18	Sinaloa	Sinaloa	15,204	SNC	2004
Sinaloa19	Sinaloa	Sinaloa	15,204	SNC	2004
Sinaloa20	Sinaloa	Navolato	39,095	R	2006
Sonora1	Sonora	Aconchi	454	SNC	2004
Sonora2	Sonora	Agua Prieta	33,449	R	1999
Sonora3	Sonora	Álamos	4,452	SNC	2004
Sonora4	Sonora	Álamos	6,702	R	2004
Sonora5	Sonora	Altar	1,558	SNC	2004
Sonora6	Sonora	Arivechi	216	SNC	2004
Sonora7	Sonora	Arizpe	523	SNC	2004
Sonora8	Sonora	Atil	108	SNC	2004
Sonora9	Sonora	Bacadéhuachi	216	SNC	2004
Sonora10	Sonora	Bacanora	135	SNC	2004
Sonora11	Sonora	Bacerac	253	SNC	2004
Sonora12	Sonora	Bacoachi	283	SNC	2004
Sonora13	Sonora	Bácum	3,930	SNC	2004
Sonora14	Sonora	Banámichi	283	SNC	2004
Sonora15	Sonora	Baviácora	613	SNC	2004
Sonora16	Sonora	Bavispe	250	SNC	2004
Sonora17	Sonora	Benjamín Hill	908	SNC	2004
Sonora18	Sonora	Caborca	14,003	SNC	2004
Sonora19	Sonora	Caborca	29,787	R	2011
Sonora20	Sonora	Cajeme	70,493	SNC	2004
Sonora21	Sonora	Cananea	5,672	SNC	2004
Sonora22	Sonora	Carbó	921	SNC	2004
Sonora23	Sonora	La Colorada	286	SNC	2004
Sonora24	Sonora	Cucurpe	165	SNC	2004
Sonora25	Sonora	Cumpas	1,096	SNC	2004
Sonora26	Sonora	Divisaderos	140	SNC	2004
Sonora27	Sonora	Empalme	14,396	R	2004
Sonora28	Sonora	Etchojoa	10,457	SNC	2004
Sonora29	Sonora	Fronteras	1,488	SNC	2004
Sonora30	Sonora	Granados	198	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Sonora31	Sonora	Guaymas	42,844	R	2006
Sonora32	Sonora	Hermosillo	274,407	R	2001
Sonora33	Sonora	Huachinera	233	SNC	2004
Sonora34	Sonora	Huásabas	166	SNC	2004
Sonora35	Sonora	Huatabampo	13,660	SNC	2004
Sonora37	Sonora	Huépac	199	SNC	2004
Sonora38	Sonora	Imuris	2,121	SNC	2004
Sonora39	Sonora	Magdalena	14,893	R	2012
Sonora40	Sonora	Mazatán	233	SNC	2004
Sonora41	Sonora	Moctezuma	806	SNC	2004
Sonora42	Sonora	Naco	1,102	SNC	2004
Sonora43	Sonora	Nácori Chico	353	SNC	2004
Sonora44	Sonora	Nacozari de García	2,196	SNC	2004
Sonora45	Sonora	Navjoa	27,165	R	2004
Sonora46	Sonora	Nogales	90,160	R	1995
Sonora47	Sonora	Onavas	69	SNC	2004
Sonora48	Sonora	Opodepe	496	SNC	2004
Sonora50	Sonora	Oquitoa	144	SNC	2004
Sonora51	Sonora	Pitiquito	1,631	SNC	2004
Sonora52	Sonora	Puerto Peñasco	14,893	R	2011
Sonora53	Sonora	Quiriego	578	SNC	2004
Sonora54	Sonora	Rayón	275	SNC	2004
Sonora55	Sonora	Rosario	900	SNC	2004
Sonora56	Sonora	Sahuaripa	1,037	SNC	2004
Sonora57	Sonora	San Felipe de Jesús	68	SNC	2004
Sonora58	Sonora	San Javier	85	SNC	2004
Sonora59	Sonora	San Luis Río Colorado	30,721	SNC	2004
Sonora60	Sonora	San Miguel de Horcasitas	1,444	SNC	2004
Sonora61	Sonora	San Pedro de la Cueva	276	SNC	2004
Sonora62	Sonora	Santa Ana	2,758	SNC	2004
Sonora63	Sonora	Santa Cruz	344	SNC	2004
Sonora64	Sonora	Sáric	466	SNC	2004
Sonora66	Sonora	Soyopa	221	SNC	2004
Sonora67	Sonora	Suaqui Grande	193	SNC	2004
Sonora68	Sonora	Tepache	235	SNC	2004
Sonora69	Sonora	Trincheras	298	SNC	2004
Sonora70	Sonora	Tubutama	299	SNC	2004
Sonora71	Sonora	Ures	1,582	R	2004
Sonora72	Sonora	Villa Hidalgo	299	SNC	2004
Sonora73	Sonora	Villa Pesqueira	216	SNC	2004
Sonora74	Sonora	Yécora	1,041	SNC	2004
Sonora75	Sonora	General Plutarco Elías Calles	2,696	SNC	2004
Sonora76	Sonora	Benito Juárez-D	3,790	SNC	2004
Sonora77	Sonora	San Ignacio Río Muerto	2,435	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Tabasco1	Tabasco	Balancán	19,734	SC	2004
Tabasco2	Tabasco	Cárdenas	81,914	SNC	2004
Tabasco3	Tabasco	Centla	34,627	SNC	2004
Tabasco4	Tabasco	Centla	17,586	R	2004
Tabasco5	Tabasco	Centro	173,520	R	2007
Tabasco6	Tabasco	Comalcalco	64,787	R	2004
Tabasco7	Tabasco	Cunduacán	41,702	SNC	2004
Tabasco8	Tabasco	Emiliano Zapata	10,053	SC	2004
Tabasco9	Tabasco	Huimanguillo	1,676	SNC	2004
Tabasco10	Tabasco	Huimanguillo	20,851	R	2009
Tabasco11	Tabasco	Jalapa	29,025	R	2014
Tabasco12	Tabasco	Jalpa de Méndez	19,734	R	2009
Tabasco13	Tabasco	Jonuta	14,149	R	2011
Tabasco14	Tabasco	Macuspana	53,244	SNC	2004
Tabasco15	Tabasco	Nacajuca	32,021	SNC	2004
Tabasco16	Tabasco	Paraíso	29,415	SNC	2004
Tabasco17	Tabasco	Tacotalpa	16,010	SNC	2004
Tabasco18	Tabasco	Teapa	18,244	SNC	2004
Tabasco19	Tabasco	Teapa	9,223	R	2014
Tabasco20	Tabasco	Tenosique	20,851	SC	2004
Tamaulipas1	Tamaulipas	Abasolo	2,079	SNC	2004
Tamaulipas2	Tamaulipas	Aldama	5,075	SNC	2004
Tamaulipas3	Tamaulipas	Altamira	245,314	R	2003
Tamaulipas4	Tamaulipas	Antiguo Morelos	1,551	SNC	2004
Tamaulipas5	Tamaulipas	Burgos	790	SNC	2004
Tamaulipas8	Tamaulipas	Casas	734	SNC	2011
Tamaulipas10	Tamaulipas	Cruillas	346	SNC	2004
Tamaulipas12	Tamaulipas	González	7,481	SNC	2004
Tamaulipas13	Tamaulipas	González	7,481	SNC	2004
Tamaulipas14	Tamaulipas	Güémez	2,697	SNC	2004
Tamaulipas17	Tamaulipas	Hidalgo	4,098	SNC	2004
Tamaulipas18	Tamaulipas	Jaumave	2,601	SNC	2004
Tamaulipas19	Tamaulipas	Jiménez	1,436	SNC	2004
Tamaulipas20	Tamaulipas	Jiménez	1,436	SNC	2004
Tamaulipas21	Tamaulipas	Llera	2,985	SNC	2004
Tamaulipas22	Tamaulipas	Mainero	444	SNC	2004
Tamaulipas24	Tamaulipas	Matamoros-C	154,631	R	2005
Tamaulipas25	Tamaulipas	Méndez	780	SNC	2004
Tamaulipas27	Tamaulipas	Miguel Alemán	7,777	SNC	2007
Tamaulipas28	Tamaulipas	Miquihuana	343	SNC	2000
Tamaulipas29	Tamaulipas	Nuevo Laredo	215,959	R	1994
Tamaulipas30	Tamaulipas	Nuevo Morelos	582	SNC	2004
Tamaulipas31	Tamaulipas	Ocampo	2,232	SNC	2004
Tamaulipas32	Tamaulipas	Padilla	2,415	SNC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Tamaulipas33	Tamaulipas	Padilla	2,415	SNC	2004
Tamaulipas34	Tamaulipas	Palmillas	309	SNC	2004
Tamaulipas35	Tamaulipas	Reynosa	169,643	R	2001
Tamaulipas36	Tamaulipas	Río Bravo	36,271	SNC	1993
Tamaulipas37	Tamaulipas	San Carlos	1,607	SNC	2004
Tamaulipas38	Tamaulipas	San Fernando	9,855	SNC	2004
Tamaulipas39	Tamaulipas	San Nicolás	178	SNC	2004
Tamaulipas40	Tamaulipas	Soto la Marina	4,265	SNC	2004
Tamaulipas42	Tamaulipas	Tampico	51,246	SC	2004
Tamaulipas43	Tamaulipas	Tula	2,216	R	2010
Tamaulipas44	Tamaulipas	Valle Hermoso	77,842	SC	2010
Tamaulipas45	Tamaulipas	Victoria	55,448	SNC	2004
Tlaxcala3	Tlaxcala	Atlangatepec	1,036	SNC	2004
Tlaxcala5	Tlaxcala	Apizaco	105,397	R	2004
Tlaxcala6	Tlaxcala	Calpulalpan	7,717	SC	2004
Tlaxcala10	Tlaxcala	Chiautempan	11,392	SC	2004
Tlaxcala13	Tlaxcala	Huamantla	51,755	SC	2000
Tlaxcala21	Tlaxcala	Nanacamilpa de Mariano Arista	32,414	SC	1990
Tlaxcala24	Tlaxcala	Panotla	182,445	R	1995
Tlaxcala31	Tlaxcala	Tetla de la Solidaridad	4,953	SNC	2004
Tlaxcala34	Tlaxcala	Tlaxco	6,878	SNC	2004
Tlaxcala44	Tlaxcala	Zacatelco	6,657	SNC	2004
Veracruz1	Veracruz	Acajete	1,416	SNC	2004
Veracruz2	Veracruz	Acatlán	531	SNC	2004
Veracruz3	Veracruz	Acayucan	18,617	R	2004
Veracruz4	Veracruz	Actopan	7,060	SNC	2004
Veracruz5	Veracruz	Acula	883	SNC	2004
Veracruz7	Veracruz	Camarón de Tejeda	1,072	SNC	2004
Veracruz8	Veracruz	Alpatláhuac	1,669	SNC	2004
Veracruz9	Veracruz	Alto Lucero de Gutiérrez Barrios	4,825	SNC	2004
Veracruz10	Veracruz	Altotonga	10,402	SNC	2004
Veracruz11	Veracruz	Alvarado	8,948	SNC	2004
Veracruz12	Veracruz	Amatitlán	1,289	SNC	2004
Veracruz13	Veracruz	Naranjos Amatlán	4,744	SNC	2004
Veracruz14	Veracruz	Amatlán de los Reyes	7,280	SNC	2004
Veracruz15	Veracruz	Ángel R. Cabada	5,774	SNC	2004
Veracruz16	Veracruz	La Antigua	4,392	SNC	2004
Veracruz21	Veracruz	Atoyac	3,959	SNC	2004
Veracruz23	Veracruz	Atzacan	8,335	SNC	2004
Veracruz27	Veracruz	Benito Juárez-F	2,875	SNC	2004
Veracruz28	Veracruz	Boca del Río	23,777	SNC	2004
Veracruz29	Veracruz	Calcahualco	2,227	SNC	2004
Veracruz31	Veracruz	Carrillo Puerto	2,809	R	2004
Veracruz32	Veracruz	Catemaco	8,369	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Veracruz33	Veracruz	Cazones de Herrera	4,044	SNC	2004
Veracruz34	Veracruz	Cerro Azul	4,444	SNC	2004
Veracruz35	Veracruz	Citlaltépetl	1,908	SNC	2004
Veracruz36	Veracruz	Coacoatzintla	1,622	SNC	2004
Veracruz37	Veracruz	Coahuatlán	1,345	SNC	2004
Veracruz38	Veracruz	Coatepec	17,872	SC	2004
Veracruz39	Veracruz	Coatzacoalcos	119,148	SC	2004
Veracruz40	Veracruz	Coatzintla	11,170	R	2004
Veracruz41	Veracruz	Coetzala	369	SNC	2004
Veracruz42	Veracruz	Colipa	986	SNC	2004
Veracruz44	Veracruz	Córdoba	33,849	SNC	2004
Veracruz45	Veracruz	Cosamaloapan de Carpio	9,880	SNC	2004
Veracruz47	Veracruz	Coscomatepec	9,043	SNC	2004
Veracruz48	Veracruz	Cosoleacaque	20,275	SNC	2004
Veracruz49	Veracruz	Cotaxtla	3,395	SNC	2004
Veracruz50	Veracruz	Coxquihui	2,668	SNC	2004
Veracruz51	Veracruz	Coyutla	3,758	SNC	2004
Veracruz52	Veracruz	Cuichapa	2,006	SNC	2004
Veracruz53	Veracruz	Cuitláhuac	4,523	SNC	2004
Veracruz54	Veracruz	Chacaltianguis	2,012	SNC	2004
Veracruz55	Veracruz	Chalma	2,174	SNC	2004
Veracruz56	Veracruz	Chiconamel	1,163	SNC	2004
Veracruz57	Veracruz	Chiconquiaco	2,272	SNC	2004
Veracruz58	Veracruz	Chicontepec	9,469	SNC	2004
Veracruz59	Veracruz	Chinameca	2,620	SNC	2004
Veracruz60	Veracruz	Chinampa de Gorostiza	2,633	SNC	2004
Veracruz61	Veracruz	Las Choapas	13,335	SNC	2004
Veracruz62	Veracruz	Chocamán	3,204	SNC	2004
Veracruz63	Veracruz	Chontla	2,530	SNC	2004
Veracruz64	Veracruz	Chumatlán	670	SNC	2004
Veracruz66	Veracruz	Espinal	4,400	SNC	2004
Veracruz67	Veracruz	Filomeno Mata	2,828	SNC	2004
Veracruz69	Veracruz	Gutiérrez Zamora	4,194	SNC	2004
Veracruz70	Veracruz	Hidalgotitlán	3,148	SNC	2004
Veracruz72	Veracruz	Huayacocotla	3,576	SNC	2004
Veracruz73	Veracruz	Hueyapan de Ocampo	7,173	SNC	2004
Veracruz75	Veracruz	Ignacio de la Llave	2,949	SNC	2004
Veracruz76	Veracruz	Ilamatlán	2,338	SNC	2004
Veracruz77	Veracruz	Isla	7,269	SNC	2004
Veracruz78	Veracruz	Ixcatepec	2,189	SNC	2004
Veracruz79	Veracruz	Ixhuacán de los Reyes	1,847	R	2004
Veracruz80	Veracruz	Ixhuatlán del Café	3,687	SNC	2004
Veracruz82	Veracruz	Ixhuatlán del Sureste	2,567	SNC	2004
Veracruz83	Veracruz	Ixhuatlán de Madero	8,580	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Veracruz84	Veracruz	Ixmactlahuacan	986	SNC	2004
Veracruz85	Veracruz	Ixtaczoquitlán	11,261	SNC	2004
Veracruz86	Veracruz	Jalacingo	7,018	SNC	2004
Veracruz87	Veracruz	Xalapa	124,270	SC	2003
Veracruz88	Veracruz	Jalcomulco	851	SNC	2004
Veracruz89	Veracruz	Jáltipan	6,833	SNC	2004
Veracruz90	Veracruz	Jamapa	1,787	SNC	2004
Veracruz91	Veracruz	Jesús Carranza	4,664	SNC	2004
Veracruz93	Veracruz	Jilotepec	2,637	SNC	2004
Veracruz94	Veracruz	Juan Rodríguez Clara	6,406	SNC	2004
Veracruz95	Veracruz	Juchique de Ferrer	2,822	SNC	2004
Veracruz96	Veracruz	Landeroy y Coss	266	SNC	2004
Veracruz97	Veracruz	Lerdo de Tejada	3,469	SNC	2004
Veracruz100	Veracruz	Manlio Fabio Altamirano	3,890	SNC	2004
Veracruz102	Veracruz	Martínez de la Torre	37,234	SC	2004
Veracruz103	Veracruz	Mecatlán	2,034	SNC	2004
Veracruz104	Veracruz	Mecayapan	2,985	SNC	2004
Veracruz105	Veracruz	Medellín	26,064	SC	2004
Veracruz106	Veracruz	Medellín	102,010	R	2008
Veracruz107	Veracruz	Miahuatlán	763	SNC	2004
Veracruz108	Veracruz	Las Minas	499	SNC	2004
Veracruz109	Veracruz	Minatitlán	27,184	SNC	2004
Veracruz110	Veracruz	Misantla	10,836	SNC	2004
Veracruz112	Veracruz	Moloacán	2,776	SNC	2004
Veracruz113	Veracruz	Naolinco	3,488	SNC	2004
Veracruz114	Veracruz	Naranjal	776	SNC	2004
Veracruz115	Veracruz	Nautla	1,718	SNC	2004
Veracruz116	Veracruz	Nogales	119,148	SC	2000
Veracruz117	Veracruz	Oluta	3,723	SNC	2004
Veracruz119	Veracruz	Orizaba	46,542	SC	2004
Veracruz120	Veracruz	Otatitlán	904	SNC	2004
Veracruz121	Veracruz	Oteapan	2,577	SNC	2004
Veracruz122	Veracruz	Ozuluama de Mascareñas	4,468	R	2009
Veracruz123	Veracruz	Pajapan	2,740	SNC	2004
Veracruz124	Veracruz	Pánuco	23,383	SNC	2004
Veracruz125	Veracruz	Papantla	27,315	SNC	2004
Veracruz126	Veracruz	Paso del Macho	5,023	SNC	2004
Veracruz127	Veracruz	Paso de Ovejas	5,610	SNC	2004
Veracruz129	Veracruz	Perote	11,880	SNC	2004
Veracruz130	Veracruz	Platón Sánchez	3,081	SNC	2004
Veracruz131	Veracruz	Playa Vicente	7,058	SNC	2004
Veracruz132	Veracruz	Poza Rica de Hidalgo	111,701	R	2000
Veracruz133	Veracruz	Las Vigas de Ramírez	3,093	SNC	2004
Veracruz135	Veracruz	Puente Nacional	3,721	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Veracruz136	Veracruz	Rafael Delgado	3,487	SNC	2004
Veracruz137	Veracruz	Rafael Lucio	1,210	SNC	2004
Veracruz140	Veracruz	Salta Barranca	1,017	SNC	2004
Veracruz142	Veracruz	San Andrés Tuxtla	14,893	SC	2004
Veracruz143	Veracruz	San Juan Evangelista	5,758	SNC	2004
Veracruz144	Veracruz	Santiago Tuxtla	14,893	SNC	2004
Veracruz145	Veracruz	Sayula de Alemán	5,507	SNC	2004
Veracruz146	Veracruz	Soconusco	2,479	SNC	2004
Veracruz147	Veracruz	Sochiapa	603	SNC	2004
Veracruz149	Veracruz	Soledad de Doblado	4,651	SNC	2004
Veracruz150	Veracruz	Soteapan	5,614	SNC	2004
Veracruz151	Veracruz	Tamalín	1,931	SNC	2004
Veracruz152	Veracruz	Tamiahua	4,062	SNC	2004
Veracruz153	Veracruz	Tampico Alto	1,489	SNC	2004
Veracruz155	Veracruz	Tantima	2,207	SNC	2004
Veracruz156	Veracruz	Tantoyuca	17,523	SNC	2004
Veracruz157	Veracruz	Tatatila	962	SNC	2004
Veracruz158	Veracruz	Castillo de Teayo	3,214	SNC	2004
Veracruz161	Veracruz	Álamo Temapache	11,170	SC	2004
Veracruz162	Veracruz	Tempoal	6,020	SC	2004
Veracruz163	Veracruz	Tenampa	1,076	SNC	2004
Veracruz164	Veracruz	Tenochtitlán	899	SNC	2004
Veracruz165	Veracruz	Teocelo	2,793	SC	2004
Veracruz166	Veracruz	Tepatlxco	1,421	SNC	2004
Veracruz167	Veracruz	Tepetlán	1,551	SNC	2004
Veracruz168	Veracruz	Tepetzintla	2,402	SNC	2004
Veracruz170	Veracruz	José Azueta	4,133	SNC	2004
Veracruz172	Veracruz	Texhuacán	911	SNC	2004
Veracruz173	Veracruz	Texistepec	3,479	SNC	2004
Veracruz174	Veracruz	Tezonapa	9,056	SNC	2004
Veracruz175	Veracruz	Tierra Blanca	16,204	SNC	2004
Veracruz177	Veracruz	Tlacojalpan	798	SNC	2004
Veracruz178	Veracruz	Tlacolulan	1,774	SNC	2004
Veracruz179	Veracruz	Tlacotalpan	2,288	SNC	2004
Veracruz180	Veracruz	Tlacotepec de Mejía	683	SNC	2004
Veracruz181	Veracruz	Tlachichilco	1,942	SNC	2004
Veracruz182	Veracruz	Tlalixcoyan	6,379	SNC	2004
Veracruz183	Veracruz	Tlalnahuayocan	3,723	SC	2004
Veracruz184	Veracruz	Tlapacoyan	10,003	SNC	2004
Veracruz187	Veracruz	Tomatlán	1,165	SNC	2004
Veracruz188	Veracruz	Tonayán	981	SNC	2004
Veracruz189	Veracruz	Totutla	2,825	SNC	2004
Veracruz190	Veracruz	Tuxpan	40,957	R	2004
Veracruz191	Veracruz	Tuxtilla	375	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Veracruz192	Veracruz	Úrsulo Galván	4,995	SNC	2004
Veracruz193	Veracruz	Vega de Alatorre	3,365	SNC	2004
Veracruz194	Veracruz	Veracruz	95,094	SC	2004
Veracruz196	Veracruz	Villa Aldama	1,869	SNC	2004
Veracruz198	Veracruz	Yanga	3,007	SNC	2004
Veracruz199	Veracruz	Yecuatla	1,956	SNC	2004
Veracruz200	Veracruz	Zacualpan	1,168	SNC	2004
Veracruz201	Veracruz	Zaragoza	1,846	SNC	2004
Veracruz202	Veracruz	Zentla	2,132	SNC	2004
Veracruz203	Veracruz	Zongolica	7,220	SNC	2004
Veracruz204	Veracruz	Zontecomatlán de López y Fuentes	2,388	SNC	2004
Veracruz205	Veracruz	Zozocolco de Hidalgo	2,314	SNC	2004
Veracruz206	Veracruz	Agua Dulce	7,924	SNC	2004
Veracruz207	Veracruz	El Higo	3,294	SC	2004
Veracruz208	Veracruz	Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río	4,666	SNC	2004
Veracruz209	Veracruz	Tres Valles	7,766	SNC	2004
Veracruz210	Veracruz	Carlos A. Carrillo	3,945	SNC	2004
Veracruz211	Veracruz	Tatahuicapan de Juárez	2,462	SNC	2004
Veracruz212	Veracruz	Uxpanapa	4,710	SNC	2004
Veracruz213	Veracruz	San Rafael	5,042	SNC	2004
Veracruz214	Veracruz	Santiago Sochiapan	2,137	SNC	2004
Yucatán2	Yucatán	Acanceh	2,641	SNC	2004
Yucatán3	Yucatán	Akil	1,785	SNC	2004
Yucatán4	Yucatán	Baca	982	SNC	2004
Yucatán5	Yucatán	Bokobá	354	SNC	2004
Yucatán6	Yucatán	Buctzotz	1,487	SNC	2004
Yucatán7	Yucatán	Cacalchén	1,173	SNC	2004
Yucatán8	Yucatán	Calotmul	705	SNC	2004
Yucatán9	Yucatán	Cansahcab	809	SNC	2004
Yucatán10	Yucatán	Cantamayec	415	SNC	2004
Yucatán11	Yucatán	Celestún	1,176	SNC	2004
Yucatán12	Yucatán	Cenotillo	637	SNC	2004
Yucatán15	Yucatán	Cuncunul	275	SNC	2004
Yucatán16	Yucatán	Cuzamá	855	SNC	2004
Yucatán17	Yucatán	Chacsinkín	485	SNC	2004
Yucatán18	Yucatán	Chankom	769	SNC	2004
Yucatán19	Yucatán	Chapab	523	SNC	2004
Yucatán20	Yucatán	Chemax	5,768	SNC	2004
Yucatán21	Yucatán	Chicxulub Pueblo	708	SNC	2004
Yucatán22	Yucatán	Chichimilá	1,370	SNC	2004
Yucatán23	Yucatán	Chikindzonot	717	SNC	2004
Yucatán24	Yucatán	Chocholá	780	SNC	2004
Yucatán25	Yucatán	Chumayel	542	SNC	2004
Yucatán26	Yucatán	Dzán	851	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Yucatán27	Yucatán	Dzemul	601	SNC	2004
Yucatán28	Yucatán	Dzidzantún	1,401	SNC	2004
Yucatán29	Yucatán	Dzilam de Bravo	424	SNC	2004
Yucatán30	Yucatán	Dzilam González	1,017	SNC	2004
Yucatán31	Yucatán	Dzitás	610	SNC	2004
Yucatán32	Yucatán	Dzoncauich	477	SNC	2004
Yucatán33	Yucatán	Espita	2,682	SNC	2004
Yucatán34	Yucatán	Halachó	3,285	SNC	2004
Yucatán35	Yucatán	Hocabá	1,044	SNC	2004
Yucatán36	Yucatán	Hoctún	981	SNC	2004
Yucatán37	Yucatán	Homún	1,250	SNC	2004
Yucatán38	Yucatán	Huhí	834	SNC	2004
Yucatán39	Yucatán	Hunucmá	5,293	SC	2004
Yucatán40	Yucatán	Ixil	655	SNC	2004
Yucatán41	Yucatán	Izamal	8,179	R	2009
Yucatán42	Yucatán	Kanasín	13,556	SNC	2004
Yucatán43	Yucatán	Kantunil	948	SNC	2004
Yucatán44	Yucatán	Kaua	476	SNC	2004
Yucatán45	Yucatán	Kinchil	1,132	SNC	2004
Yucatán46	Yucatán	Kopomá	422	SNC	2004
Yucatán47	Yucatán	Mama	497	SNC	2004
Yucatán48	Yucatán	Maní	904	SNC	2004
Yucatán49	Yucatán	Maxcanú	3,738	SC	2004
Yucatán50	Yucatán	Mayapán	563	SNC	2004
Yucatán51	Yucatán	Mérida	244,824	R	1997
Yucatán52	Yucatán	Mocochá	529	SNC	2004
Yucatán53	Yucatán	Motul	10,811	R	2009
Yucatán55	Yucatán	Muna	2,125	SNC	2004
Yucatán56	Yucatán	Muxupip	474	SNC	2004
Yucatán57	Yucatán	Opichén	1,082	SNC	2004
Yucatán58	Yucatán	Oxkutzcab	41,955	SNC	2011
Yucatán59	Yucatán	Oxkutzcab	5,050	SC	2004
Yucatán60	Yucatán	Panabá	1,285	SNC	2004
Yucatán61	Yucatán	Peto	4,161	SNC	2004
Yucatán62	Yucatán	Progreso	18,837	R	2008
Yucatán63	Yucatán	Quintana Roo	162	SNC	2004
Yucatán64	Yucatán	Río Lagartos	592	SNC	2004
Yucatán65	Yucatán	Sacalum	790	SNC	2004
Yucatán66	Yucatán	Samahil	862	SNC	2004
Yucatán67	Yucatán	Sanahcat	279	SNC	2004
Yucatán68	Yucatán	San Felipe	317	SNC	2004
Yucatán69	Yucatán	Santa Elena	660	SNC	2004
Yucatán70	Yucatán	Seyé	1,598	SNC	2004
Yucatán71	Yucatán	Sinanché	538	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Yucatán73	Yucatán	Sotuta	1,455	SNC	2004
Yucatán74	Yucatán	Sucilá	677	SNC	2004
Yucatán75	Yucatán	Sudzal	291	SNC	2004
Yucatán76	Yucatán	Suma	323	SNC	2004
Yucatán77	Yucatán	Tahdziú	766	SNC	2004
Yucatán78	Yucatán	Tahmek	622	SNC	2004
Yucatán79	Yucatán	Teabo	1,069	SNC	2004
Yucatán80	Yucatán	Tecoh	2,790	SNC	2004
Yucatán81	Yucatán	Tekal de Venegas	449	SNC	2004
Yucatán82	Yucatán	Tekantó	634	SNC	2004
Yucatán83	Yucatán	Tekax	6,983	SNC	2004
Yucatán84	Yucatán	Tekit	1,702	SNC	2004
Yucatán85	Yucatán	Tekom	534	SNC	2004
Yucatán86	Yucatán	Telchac Pueblo	613	SNC	2004
Yucatán87	Yucatán	Telchac Puerto	297	SNC	2004
Yucatán88	Yucatán	Temax	1,174	SNC	2004
Yucatán89	Yucatán	Temozón	2,549	SNC	2004
Yucatán90	Yucatán	Tepakán	383	SNC	2004
Yucatán91	Yucatán	Tetiz	814	SNC	2004
Yucatán92	Yucatán	Teya	340	SNC	2004
Yucatán93	Yucatán	Ticul	11,142	SNC	2004
Yucatán94	Yucatán	Timucuy	1,177	SNC	2004
Yucatán95	Yucatán	Tinum	1,967	SNC	2004
Yucatán96	Yucatán	Tixcacalcupul	1,148	SNC	2004
Yucatán97	Yucatán	Tixkokob	2,958	SNC	2004
Yucatán98	Yucatán	Tixmehuac	817	SNC	2004
Yucatán99	Yucatán	Tixpéhual	928	SNC	2004
Yucatán100	Yucatán	Tizimín	12,596	SNC	2004
Yucatán106	Yucatán	Tunkás	597	SNC	2004
Yucatán107	Yucatán	Tzucacab	2,413	SNC	2004
Yucatán108	Yucatán	Uayma	1,076	SNC	2004
Yucatán109	Yucatán	Ucú	597	SNC	2004
Yucatán110	Yucatán	Umán	8,782	SNC	2004
Yucatán111	Yucatán	Valladolid	23,306	R	2009
Yucatán113	Yucatán	Xocchel	557	SNC	2004
Yucatán114	Yucatán	Yaxcabá	2,549	SNC	2004
Yucatán115	Yucatán	Yaxkukul	494	SNC	2004
Yucatán116	Yucatán	Yobaín	368	SNC	2004
Zacatecas1	Zacatecas	Apozol	1,173	SNC	2004
Zacatecas2	Zacatecas	Apulco	909	SNC	2004
Zacatecas3	Zacatecas	Atolinga	629	SNC	2004
Zacatecas4	Zacatecas	Benito Juárez-G	1,236	SNC	2004
Zacatecas5	Zacatecas	Calera	13,170	R	2004
Zacatecas6	Zacatecas	Cañitas de Felipe Pescador	1,914	SNC	2004

Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Zacatecas7	Zacatecas	Concepción del Oro	3,366	SNC	2004
Zacatecas8	Zacatecas	Cauhtémoc	2,603	SNC	2004
Zacatecas9	Zacatecas	Chalchihuites	2,342	SNC	2004
Zacatecas10	Zacatecas	Fresnillo	70,055	SC	1987
Zacatecas11	Zacatecas	Trinidad García de la Cadena	771	SNC	2004
Zacatecas12	Zacatecas	Genaro Codina	1,311	SNC	2004
Zacatecas13	Zacatecas	General Enrique Estrada	1,571	R	2004
Zacatecas14	Zacatecas	General Francisco R. Murguía	4,166	SNC	2004
Zacatecas15	Zacatecas	El Plateado de Joaquín Amaro	268	SNC	2004
Zacatecas16	Zacatecas	General Pánfilo Natera	4,122	SNC	2004
Zacatecas17	Zacatecas	General Pánfilo Natera	4,122	R	2012
Zacatecas18	Zacatecas	Guadalupe	64,816	R	1987
Zacatecas19	Zacatecas	Huanusco	834	SNC	2004
Zacatecas20	Zacatecas	Jalpa	7,108	R	1987
Zacatecas21	Zacatecas	Jerez	21,443	SNC	1986
Zacatecas22	Zacatecas	Jiménez del Teul	801	SNC	2004
Zacatecas23	Zacatecas	Juan Aldama	5,946	SNC	2004
Zacatecas24	Zacatecas	Juchipila	3,645	SNC	2004
Zacatecas25	Zacatecas	Loreto	14,056	SNC	2004
Zacatecas26	Zacatecas	Luis Moya	3,035	SNC	2004
Zacatecas27	Zacatecas	Mazapil	2,904	SNC	2004
Zacatecas28	Zacatecas	Melchor Ocampo	451	SNC	2004
Zacatecas29	Zacatecas	Mezquital del Oro	514	SNC	2004
Zacatecas30	Zacatecas	Miguel Auza	6,527	SNC	2004
Zacatecas31	Zacatecas	Momax	666	SNC	2004
Zacatecas32	Zacatecas	Monte Escobedo	2,011	SNC	2004
Zacatecas33	Zacatecas	Morelos	3,284	SC	2004
Zacatecas34	Zacatecas	Moyahua de Estrada	1,191	SNC	2004
Zacatecas35	Zacatecas	Nochistlán de Mejía	7,503	R	2004
Zacatecas36	Zacatecas	Noria de Ángeles	5,604	SNC	2004
Zacatecas37	Zacatecas	Ojocaliente	10,087	SNC	2004
Zacatecas38	Zacatecas	Pánuco	3,552	SNC	2004
Zacatecas39	Zacatecas	Pinos	13,605	SNC	2004
Zacatecas40	Zacatecas	Río Grande	17,343	SNC	1987
Zacatecas41	Zacatecas	Sain Alto	3,924	SNC	2004
Zacatecas42	Zacatecas	El Salvador	467	SNC	2004
Zacatecas43	Zacatecas	Sombrerete	15,862	SNC	1987
Zacatecas44	Zacatecas	Susticacán	238	SNC	2004
Zacatecas45	Zacatecas	Tabasco	4,088	R	2004
Zacatecas46	Zacatecas	Tepechtlán	2,305	SNC	2004
Zacatecas47	Zacatecas	Tepetongo	1,374	SNC	2004
Zacatecas48	Zacatecas	Tepetongo	1,221	SNC	2004
Zacatecas49	Zacatecas	Teúl de González Ortega	1,664	SNC	2004
Zacatecas50	Zacatecas	Tlaltenango de Sánchez Román	8,363	SNC	2004



Identificador único por sitio	Entidad	Municipio	Masa de residuos (ton/año) 2015	Tipo de sitio	Inicio de operaciones
Zacatecas51	Zacatecas	Valparaíso	7,946	SNC	2004
Zacatecas52	Zacatecas	Vetagrande	1,757	R	2012
Zacatecas53	Zacatecas	Villa de Cos	7,071	SNC	2004
Zacatecas54	Zacatecas	Villa García	3,891	SNC	2004
Zacatecas55	Zacatecas	Villa González Ortega	2,618	SNC	2004
Zacatecas56	Zacatecas	Villa Hidalgo	3,593	SNC	2004
Zacatecas57	Zacatecas	Villanueva	7,696	SNC	2004
Zacatecas58	Zacatecas	Zacatecas	57,563	R	1993
Zacatecas59	Zacatecas	Zacatecas	23,797	SNC	2004
Zacatecas60	Zacatecas	Trancoso	4,297	SNC	2004
Zacatecas61	Zacatecas	Santa María de la Paz	696	SNC	2004
<b>Total</b>			<b>31,439,005</b>		

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la masa de residuos dispuestos en 2015 se calculó la masa de los dispuestos anteriormente, como el producto de la masa de residuos dispuestos en 2015 y un factor de población estatal del año  $i$ , partiendo de 1990 hasta 2014. La **Ecuación 1** muestra el procedimiento.

#### Ecuación 1

$$W_i = W_D \times \frac{NP_i}{NP}$$

Donde:

$W_i$ : masa de residuos dispuestos en el año de interés  $i$ .

$W_D$ : masa de residuos dispuestos en 2015; corresponde a 31,439,005 toneladas (véase **Tabla 2**)

$NP_i$ : población nacional en el año  $i$ ; población nacional reportada por CONAPO correspondiente a la serie histórica que va de 1990 a 2014.

$NP$ : población nacional en el año 2015; corresponde a 121,005,815 habitantes (CONAPO, 2017).

Las poblaciones para la determinación de  $W_i$  se muestran en la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Población nacional 1990-2014**

Año	Población nacional
1990	81,249,645
1991	83,141,224
1992	85,076,840
1993	87,057,520
1994	89,084,312
1995	91,158,290
1996	92,389,599
1997	93,637,539
1998	94,902,336
1999	96,184,216
2000	97,483,412
2001	98,612,927
2002	99,755,530
2003	100,911,372
2004	102,080,606
2005	103,263,388
2006	105,017,410
2007	106,801,226
2008	108,615,341
2009	110,460,271
2010	112,336,538
2011	115,682,868
2012	117,053,750
2013	119,160,717
2014	119,713,203
2015	121,005,815

Fuente: CONAPO, 2017. Proyecciones de la población 2010-2050. Consejo Nacional de Población [En línea] México. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>>. Consultado en noviembre, 2017.

## [4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos

Tabla 4. **Volumen de residuos compostados**

Gg	
Año	Cantidad
1990	-
1991	2.9
1992	2.9
1993	2.9
1994	852.6
1995	852.6
1996	852.6
1997	852.7
1998	852.7
1999	852.7
2000	852.7
2001	852.7
2002	874.6
2003	874.6
2004	874.6
2005	874.6
2006	874.6
2007	976.9
2008	983.0
2009	998.4
2010	1,088.2
2011	1,114.6
2012	1,041.6
2013	1,041.8
2014	1,041.6
2015	1,041.8

La fabricación de abono orgánico (composta) y la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, como los desechos de alimentos, de jardines y parques y de lodos de aguas residuales, es corriente tanto en los países desarrollados como en los en desarrollo. Entre las ventajas del tratamiento biológico se incluye: el volumen reducido de los materiales de desecho, la estabilización de los desechos, la destrucción de los agentes patógenos en el material de desecho y la producción de biogás para utilización energética. Los productos finales del tratamiento biológico pueden reciclarse, según su calidad, como fertilizantes y abono de suelos, o bien, eliminarse en los sitios de disposición final (IPCC *et al.*, 2006).

Fuente: SEDEMA y Tejeda Patricia Uribe; "Residuos Sólidos Municipales".  
*Revista Solar*/Vol. XVII, verano 1990.

Asociación Nacional de Energía Solar. México y estimación para los años 2014 y 2015.

## [4C] Incineración y quema a cielo abierto

### [4C1] Incineración de residuos peligrosos

#### Datos de actividad para incineración de residuos

Los datos de actividad de la subcategoría [4C1] se dividen en dos partes: 1) residuos biológico-infecciosos peligrosos y 2) residuos industriales peligrosos, rubros 6 y 12 (SEMARNAT, 2015). La información se obtuvo de empresas autorizadas por SEMARNAT para la incineración de residuos peligrosos. Los incineradores modernos de residuos peligrosos poseen grandes chimeneas y cámaras de combustión especialmente diseñadas para producir altas temperaturas de combustión, tiempos largos de residencia y agitación eficiente de los residuos al tiempo que introducen aire para una combustión más completa. Los incineradores generan CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por este proceso.

A partir de los datos de volúmenes incinerados por empresas autorizadas, se realizó un análisis de las capacidades instaladas registradas en la Cédula de Operación Anual (COA) 2013 y se determinó que, de la capacidad instalada total, se utiliza sólo 50 por ciento (SEMARNAT, 2015). Los datos de los volúmenes estimados de residuos incinerados se muestran en la **Tabla 5**.

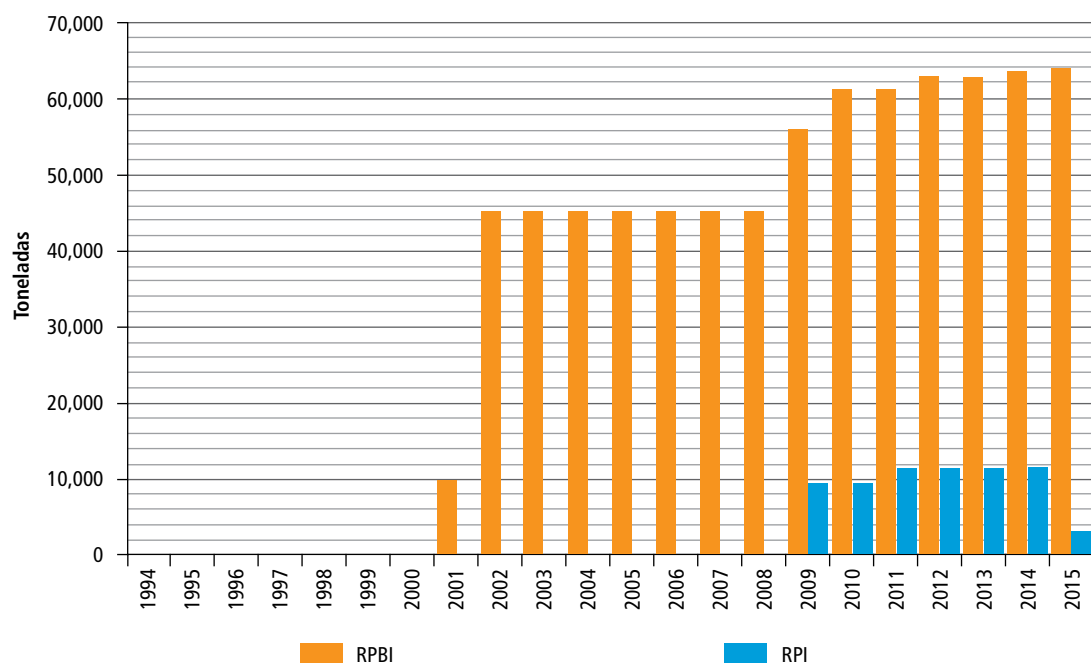
En la **Figura 1** se muestra que, a partir de 2001, se contó con información del volumen de RPBI incinerados y, para el caso de RPI, a partir de 1994, los cuales tuvieron un incremento desde 2009.

Tabla 5. Volumen histórico de incineración de residuos peligrosos, industriales y biológico-infecciosos

Año	Toneladas	
	Biológico-infecciosos	Industriales
1994	-	48.60
1995	-	48.60
1996	-	48.60
1997	-	48.60
1998	-	48.60
1999	-	48.60
2000	-	48.60
2001	9,549.55	48.60
2002	45,129.22	48.60
2003	45,129.22	48.60
2004	45,129.22	48.60
2005	45,129.22	48.60
2006	45,129.22	48.60
2007	45,129.22	48.60
2008	45,129.22	48.60
2009	56,064.59	9,285.79
2010	61,294.77	9,334.39
2011	61,302.87	11,572.99
2012	62,835.87	11,572.99
2013	62,835.87	11,572.99
2014	63,726.98	11,621.59
2015	63,775.58	2,903.59

Fuente: elaboración propia con información de los rubros 6 y 12 de empresas autorizadas para el manejo de residuos peligrosos (SEMARNAT, 2015).

Figura 1. Residuos incinerados, rubros 6 y 12, 1994-2015



## [4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto

### Datos de actividad para quema de residuos a cielo abierto

Se consideraron los datos de las viviendas que practican esta actividad como forma de eliminación de sus residuos, y la composición de los que contienen carbono fósil.

El dato del volumen de residuos quemados en traspatio en viviendas (**Tablas 15 y 16**) se determinó

a partir de diversas variables, como el número de viviendas habitadas (**Tablas 6, 7 y 8**), ocupantes promedio por vivienda (**Tablas 9 y 10**), porcentaje de viviendas habitadas que eliminan sus residuos quemándolos (**Tablas 11 y 12**), generación per cápita de residuos (**Tablas 13 y 14**) y composición de residuos sólidos (**Tabla 17**). Para la mayoría de estas variables se contó con datos de actividad estatal (INEGI, 1990, 1995, 2000, 2005, 2013).

Tabla 6. Viviendas particulares habitadas, 1990-1998

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Aguascalientes	130,709	138,157	146,030	154,351	163,146	172,443	177,525	182,758	188,144
Baja California	373,898	396,617	420,716	446,279	473,396	502,160	513,119	524,318	535,761
Baja California Sur	68,694	72,203	75,892	79,769	83,844	88,127	91,155	94,286	97,525
Campeche	110,366	115,279	120,410	125,769	131,368	137,215	140,804	144,487	148,267
Chiapas	597,724	615,108	632,997	651,407	670,352	689,848	706,794	724,157	741,945
Chihuahua	540,922	563,264	586,528	610,753	635,979	662,247	675,899	689,832	704,053
Coahuila	408,495	422,969	437,956	453,474	469,542	486,179	496,343	506,720	517,313
Colima	90,263	93,967	97,823	101,838	106,017	110,368	113,099	115,897	118,764
Distrito Federal*	1,799,410	1,838,784	1,879,019	1,920,134	1,962,149	2,005,084	2,024,248	2,043,595	2,063,127
Durango	263,191	270,089	277,167	284,432	291,886	299,536	303,954	308,437	312,987
Guanajuato	701,247	725,563	750,721	776,753	803,686	831,554	848,318	865,420	882,866
Guerrero	512,445	526,895	541,752	557,029	572,736	588,886	600,843	613,043	625,491
Hidalgo	367,400	378,747	390,445	402,504	414,936	427,751	439,799	452,187	464,923
Jalisco	1,044,185	1,080,120	1,117,292	1,155,744	1,195,519	1,236,662	1,263,842	1,291,618	1,320,006
México	1,883,098	1,982,871	2,087,931	2,198,557	2,315,045	2,437,704	2,495,942	2,555,571	2,616,625
Michoacán	677,141	696,410	716,227	736,609	757,570	779,128	792,128	805,345	818,782
Morelos	246,373	259,807	273,973	288,912	304,665	321,277	327,577	334,000	340,549
Nayarit	171,855	176,997	182,294	187,749	193,367	199,153	203,007	206,935	210,939
Nuevo León	647,367	673,828	701,371	730,040	759,881	790,941	807,744	824,903	842,427
Oaxaca	589,295	601,191	613,328	625,710	638,341	651,228	667,741	684,672	702,033
Puebla	775,525	802,535	830,486	859,411	889,343	920,317	941,038	962,225	983,889
Querétaro	195,569	205,469	215,871	226,799	238,280	250,342	258,722	267,383	276,333
Quintana Roo	106,094	115,647	126,061	137,413	149,786	163,274	171,782	180,732	190,150
San Luis Potosí	382,035	393,181	404,651	416,457	428,607	441,111	450,450	459,988	469,727
Sinaloa	426,257	441,704	457,711	474,298	491,486	509,297	521,411	533,812	546,509
Sonora	383,290	399,907	417,244	435,333	454,206	473,897	484,150	494,624	505,325
Tabasco	286,693	299,177	312,204	325,798	339,985	354,789	365,271	376,062	387,173
Tamaulipas	494,454	513,119	532,489	552,590	573,450	595,097	610,732	626,778	643,245
Tlaxcala	137,412	143,666	150,205	157,041	164,189	171,662	175,784	180,006	184,329
Veracruz	1,271,457	1,307,460	1,344,483	1,382,554	1,421,703	1,461,960	1,488,080	1,514,667	1,541,728
Yucatán	275,231	285,335	295,810	306,669	317,927	329,598	337,535	345,664	353,988
Zacatecas	239,707	245,958	252,373	258,954	265,708	272,637	277,571	282,595	287,709

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 7. Viviendas particulares habitadas, 1999-2007

Estado	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Aguascalientes	193,689	199,398	207,300	215,516	224,057	232,937	242,169	250,985	260,121
Baja California	547,454	559,402	582,041	605,596	630,104	655,604	682,136	714,270	747,919
Baja California Sur	100,876	104,341	108,911	113,682	118,661	123,859	129,284	137,362	145,945
Campeche	152,145	156,125	160,852	165,722	170,740	175,909	181,235	186,943	192,831
Chiapas	760,171	778,845	799,801	821,322	843,421	866,115	889,420	923,357	958,590
Chihuahua	718,566	733,379	748,704	764,349	780,321	796,627	813,273	831,877	850,906
Coahuila	528,128	539,169	553,621	568,460	583,698	599,343	615,408	634,178	653,520
Colima	121,703	124,714	128,290	131,968	135,752	139,644	143,648	149,917	156,459
Distrito Federal*	2,082,846	2,102,753	2,124,824	2,147,127	2,169,665	2,192,438	2,215,451	2,249,034	2,283,126
Durango	317,603	322,288	328,144	334,107	340,177	346,359	352,652	361,374	370,311
Guanajuato	900,665	918,822	940,957	963,624	986,838	1,010,611	1,034,957	1,077,650	1,122,103
Guerrero	638,191	651,149	658,570	666,075	673,666	681,343	689,108	710,909	733,399
Hidalgo	478,018	491,482	502,888	514,558	526,499	538,717	551,219	571,895	593,347
Jalisco	1,349,017	1,378,666	1,408,504	1,438,987	1,470,131	1,501,948	1,534,454	1,584,654	1,636,497
México	2,679,138	2,743,144	2,811,176	2,880,895	2,952,343	3,025,563	3,100,599	3,210,254	3,323,788
Michoacán	832,444	846,333	856,053	865,884	875,828	885,887	896,061	927,839	960,745
Morelos	347,227	354,035	360,287	366,650	373,124	379,713	386,419	400,278	414,635
Nayarit	215,020	219,181	223,237	227,368	231,575	235,860	240,225	249,217	258,546
Nuevo León	860,323	878,600	900,733	923,424	946,686	970,534	994,983	1,031,438	1,069,229
Oaxaca	719,835	738,087	748,400	758,857	769,460	780,211	791,113	817,907	845,609
Puebla	1,006,041	1,028,692	1,057,187	1,086,472	1,116,567	1,147,497	1,179,283	1,215,843	1,253,536
Querétaro	285,583	295,143	305,299	315,804	326,671	337,912	349,540	367,672	386,744
Quintana Roo	200,058	210,482	217,742	225,253	233,022	241,060	249,375	268,831	289,805
San Luis Potosí	479,672	489,828	501,606	513,666	526,017	538,665	551,617	566,757	582,312
Sinaloa	559,508	572,816	582,410	592,165	602,084	612,168	622,422	639,020	656,061
Sonora	516,258	527,427	540,902	554,722	568,894	583,429	598,335	618,409	639,156
Tabasco	398,611	410,388	421,174	432,244	443,604	455,263	467,229	484,311	502,017
Tamaulipas	660,145	677,489	694,577	712,096	730,057	748,471	767,349	786,543	806,218
Tlaxcala	188,755	193,288	200,319	207,606	215,157	222,984	231,095	238,841	246,846
Veracruz	1,569,274	1,597,311	1,628,148	1,659,581	1,691,620	1,724,278	1,757,567	1,800,602	1,844,692
Yucatán	362,512	371,242	381,652	392,353	403,355	414,665	426,292	440,654	455,500
Zacatecas	292,916	298,217	302,911	307,679	312,523	317,442	322,439	331,911	343,993

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 8. Viviendas particulares habitadas, 2008-2015

Estado	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	269,590	279,404	289,575	298,005	306,681	315,609	324,797	334,252
Baja California	783,152	820,045	858,676	878,331	898,435	919,000	940,036	961,553
Baja California Sur	155,063	164,752	175,046	181,359	187,900	194,677	201,698	208,972
Campeche	198,905	205,170	211,632	217,796	224,139	230,667	237,385	244,299
Chiapas	995,166	1,033,139	1,072,560	1,103,878	1,136,110	1,169,284	1,203,426	1,238,565
Chihuahua	870,371	890,281	910,647	933,938	957,826	982,324	1,007,449	1,033,216
Coahuila	673,452	693,992	715,158	733,032	751,354	770,133	789,381	809,111
Colima	163,286	170,412	177,848	182,965	188,230	193,645	199,217	204,949
Distrito Federal*	2,317,735	2,352,868	2,388,534	2,429,233	2,470,625	2,512,722	2,555,537	2,599,081
Durango	379,469	388,854	398,471	409,340	420,504	431,974	443,756	455,860
Guanajuato	1,168,390	1,216,587	1,266,772	1,300,094	1,334,293	1,369,391	1,405,412	1,442,381
Guerrero	756,601	780,537	805,230	822,363	839,861	857,732	875,982	894,621
Hidalgo	615,603	638,694	662,651	680,493	698,816	717,632	736,955	756,798
Jalisco	1,690,035	1,745,325	1,802,424	1,851,004	1,900,893	1,952,127	2,004,742	2,058,775
México	3,441,337	3,563,043	3,689,053	3,779,964	3,873,115	3,968,562	4,066,361	4,166,570
Michoacán	994,817	1,030,098	1,066,630	1,090,493	1,114,890	1,139,833	1,165,334	1,191,405
Morelos	429,506	444,911	460,868	472,716	484,868	497,332	510,117	523,231
Nayarit	268,224	278,264	288,680	296,916	305,387	314,100	323,062	332,279
Nuevo León	1,108,404	1,149,015	1,191,114	1,229,060	1,268,214	1,308,616	1,350,305	1,393,322
Oaxaca	874,249	903,858	934,471	955,223	976,435	998,119	1,020,284	1,042,941
Puebla	1,292,397	1,332,464	1,373,772	1,407,963	1,443,005	1,478,919	1,515,727	1,553,451
Querétaro	406,805	427,907	450,104	465,661	481,756	498,408	515,635	533,457
Quintana Roo	312,415	336,790	363,066	377,407	392,314	407,810	423,919	440,663
San Luis Potosí	598,294	614,715	631,587	646,537	661,840	677,506	693,543	709,959
Sinaloa	673,557	691,519	709,960	728,179	746,866	766,033	785,691	805,854
Sonora	660,599	682,762	705,668	725,859	746,627	767,990	789,964	812,567
Tabasco	520,370	539,394	559,114	575,512	592,392	609,766	627,650	646,059
Tamaulipas	826,385	847,056	868,244	890,773	913,886	937,599	961,927	986,886
Tlaxcala	255,119	263,670	272,507	279,699	287,081	294,658	302,434	310,416
Veracruz	1,889,860	1,936,135	1,983,543	2,034,182	2,086,114	2,139,372	2,193,989	2,250,001
Yucatán	470,846	486,709	503,106	514,847	526,861	539,156	551,738	564,613
Zacatecas	354,098	364,499	372,662	381,456	390,457	399,671	409,102	418,756

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 9. Ocupantes promedio por vivienda habitada, 1990-2002

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Aguascalientes	5.51	5.40	5.30	5.20	5.10	5.00	4.94	4.88	4.82	4.76	4.70	4.62	4.54
Baja California	4.44	4.39	4.34	4.29	4.25	4.20	4.18	4.16	4.14	4.12	4.10	4.04	3.98
Baja California Sur	4.63	4.54	4.45	4.37	4.28	4.20	4.16	4.12	4.08	4.04	4.00	3.94	3.88
Campeche	4.85	4.82	4.79	4.76	4.73	4.70	4.64	4.58	4.52	4.46	4.40	4.34	4.28
Chiapas	5.37	5.34	5.30	5.27	5.23	5.20	5.14	5.08	5.02	4.96	4.90	4.86	4.82
Chihuahua	4.51	4.45	4.38	4.32	4.26	4.20	4.16	4.12	4.08	4.04	4.00	3.96	3.92
Coahuila	4.83	4.74	4.65	4.57	4.48	4.40	4.36	4.32	4.28	4.24	4.20	4.16	4.12
Colima	4.75	4.68	4.61	4.54	4.47	4.40	4.34	4.28	4.22	4.16	4.10	4.04	3.98
Distrito Federal*	4.58	4.50	4.42	4.35	4.27	4.20	4.16	4.12	4.08	4.04	4.00	3.96	3.92
Durango	5.13	5.06	5.00	4.93	4.86	4.80	4.72	4.64	4.56	4.48	4.40	4.36	4.32
Guanajuato	5.68	5.60	5.52	5.45	5.37	5.30	5.24	5.18	5.12	5.06	5.00	4.94	4.88
Guerrero	5.11	5.07	5.02	4.98	4.94	4.90	4.86	4.82	4.78	4.74	4.70	4.64	4.58
Hidalgo	5.14	5.09	5.04	4.99	4.95	4.90	4.82	4.74	4.66	4.58	4.50	4.44	4.38
Jalisco	5.08	5.02	4.97	4.91	4.85	4.80	4.74	4.68	4.62	4.56	4.50	4.44	4.38
México	5.21	5.13	5.04	4.96	4.88	4.80	4.74	4.68	4.62	4.56	4.50	4.46	4.42
Michoacán	5.24	5.17	5.10	5.03	4.97	4.90	4.84	4.78	4.72	4.66	4.60	4.54	4.48
Morelos	4.85	4.78	4.71	4.64	4.57	4.50	4.44	4.38	4.32	4.26	4.20	4.16	4.12
Nayarit	4.80	4.74	4.68	4.62	4.56	4.50	4.42	4.34	4.26	4.18	4.10	4.06	4.02
Nuevo León	4.79	4.73	4.67	4.61	4.56	4.50	4.46	4.42	4.38	4.34	4.30	4.26	4.22
Oaxaca	5.12	5.08	5.03	4.99	4.94	4.90	4.84	4.78	4.72	4.66	4.60	4.56	4.52
Puebla	5.32	5.25	5.19	5.13	5.06	5.00	4.96	4.92	4.88	4.84	4.80	4.72	4.64
Querétaro	5.38	5.30	5.22	5.15	5.07	5.00	4.94	4.88	4.82	4.76	4.70	4.64	4.58
Quintana Roo	4.65	4.58	4.51	4.44	4.37	4.30	4.26	4.22	4.18	4.14	4.10	4.08	4.06
San Luis Potosí	5.24	5.19	5.14	5.09	5.05	5.00	4.94	4.88	4.82	4.76	4.70	4.62	4.54
Sinaloa	5.17	5.07	4.98	4.88	4.79	4.70	4.64	4.58	4.52	4.46	4.40	4.32	4.24
Sonora	4.76	4.69	4.61	4.54	4.47	4.40	4.34	4.28	4.22	4.16	4.10	4.06	4.02
Tabasco	5.24	5.17	5.10	5.03	4.97	4.90	4.84	4.78	4.72	4.66	4.60	4.52	4.44
Tamaulipas	4.55	4.48	4.41	4.34	4.27	4.20	4.16	4.12	4.08	4.04	4.00	3.96	3.92
Tlaxcala	5.54	5.45	5.36	5.27	5.19	5.10	5.06	5.02	4.98	4.94	4.90	4.84	4.78
Veracruz	4.90	4.84	4.78	4.72	4.66	4.60	4.54	4.48	4.42	4.36	4.30	4.24	4.18
Yucatán	4.95	4.90	4.85	4.80	4.75	4.70	4.64	4.58	4.52	4.46	4.40	4.36	4.32
Zacatecas	5.32	5.23	5.15	5.06	4.98	4.90	4.82	4.74	4.66	4.58	4.50	4.44	4.38

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.



Tabla 10. Ocupantes promedio por vivienda habitada, 2003-2015

Estado	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	4.46	4.38	4.30	4.25	4.21	4.16	4.11	4.07	4.04	4.01	3.98	3.95	3.92
Baja California	3.92	3.86	3.80	3.76	3.72	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.50	3.46	3.43
Baja California Sur	3.82	3.76	3.70	3.67	3.64	3.61	3.58	3.55	3.52	3.49	3.46	3.43	3.40
Campeche	4.22	4.16	4.10	4.05	4.00	3.95	3.90	3.85	3.82	3.78	3.75	3.71	3.68
Chiapas	4.78	4.74	4.70	4.64	4.58	4.52	4.47	4.41	4.37	4.33	4.29	4.25	4.21
Chihuahua	3.88	3.84	3.80	3.76	3.73	3.69	3.66	3.62	3.58	3.55	3.51	3.48	3.44
Coahuila	4.08	4.04	4.00	3.95	3.91	3.87	3.82	3.78	3.75	3.73	3.70	3.68	3.65
Colima	3.92	3.86	3.80	3.76	3.71	3.67	3.63	3.59	3.56	3.54	3.52	3.49	3.47
Distrito Federal*	3.88	3.84	3.80	3.76	3.72	3.68	3.64	3.60	3.57	3.53	3.50	3.46	3.43
Durango	4.28	4.24	4.20	4.16	4.13	4.09	4.06	4.02	3.99	3.95	3.92	3.88	3.85
Guanajuato	4.82	4.76	4.70	4.62	4.54	4.46	4.38	4.30	4.25	4.20	4.15	4.10	4.06
Guerrero	4.52	4.46	4.40	4.36	4.31	4.27	4.22	4.18	4.13	4.09	4.04	3.99	3.95
Hidalgo	4.32	4.26	4.20	4.16	4.11	4.07	4.02	3.98	3.94	3.90	3.86	3.82	3.78
Jalisco	4.32	4.26	4.20	4.16	4.12	4.08	4.05	4.01	3.97	3.93	3.89	3.85	3.81
México	4.38	4.34	4.30	4.25	4.20	4.15	4.11	4.06	4.02	3.99	3.95	3.92	3.88
Michoacán	4.42	4.36	4.30	4.24	4.19	4.13	4.07	4.02	3.98	3.95	3.92	3.88	3.85
Morelos	4.08	4.04	4.00	3.96	3.91	3.87	3.83	3.79	3.76	3.73	3.70	3.67	3.63
Nayarit	3.98	3.94	3.90	3.86	3.82	3.78	3.75	3.71	3.68	3.65	3.61	3.58	3.55
Nuevo León	4.18	4.14	4.10	4.05	4.00	3.95	3.90	3.85	3.81	3.78	3.74	3.71	3.67
Oaxaca	4.48	4.44	4.40	4.33	4.25	4.18	4.11	4.04	3.99	3.94	3.90	3.85	3.80
Puebla	4.56	4.48	4.40	4.35	4.30	4.25	4.21	4.16	4.12	4.08	4.05	4.01	3.97
Querétaro	4.52	4.46	4.40	4.32	4.24	4.17	4.09	4.02	3.98	3.94	3.90	3.86	3.82
Quintana Roo	4.04	4.02	4.00	3.91	3.83	3.75	3.67	3.59	3.55	3.51	3.48	3.44	3.40
San Luis Potosí	4.46	4.38	4.30	4.25	4.20	4.15	4.10	4.05	4.00	3.96	3.91	3.87	3.83
Sinaloa	4.16	4.08	4.00	3.97	3.95	3.92	3.90	3.87	3.83	3.79	3.75	3.72	3.68
Sonora	3.98	3.94	3.90	3.86	3.82	3.78	3.75	3.71	3.67	3.62	3.58	3.54	3.50
Tabasco	4.36	4.28	4.20	4.15	4.10	4.05	4.00	3.95	3.90	3.85	3.80	3.75	3.71
Tamaulipas	3.88	3.84	3.80	3.77	3.74	3.70	3.67	3.64	3.61	3.58	3.55	3.52	3.49
Tlaxcala	4.72	4.66	4.60	4.53	4.47	4.40	4.33	4.27	4.24	4.20	4.17	4.13	4.10
Veracruz	4.12	4.06	4.00	3.96	3.92	3.88	3.84	3.80	3.76	3.72	3.68	3.64	3.60
Yucatán	4.28	4.24	4.20	4.13	4.06	3.99	3.92	3.85	3.82	3.79	3.77	3.74	3.71
Zacatecas	4.32	4.26	4.20	4.15	4.11	4.06	4.01	3.96	3.92	3.88	3.85	3.81	3.77

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 11. Porcentaje de las viviendas que eliminan sus residuos quemándolos, 1990-2001

Estado	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Aguascalientes	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	4.7%
Baja California	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	6.4%
Baja California Sur	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	9.6%	8.7%
Campeche	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	39.4%	37.9%
Chiapas	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%	39.6%
Chihuahua	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.8%	12.0%
Coahuila	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.8%	10.2%
Colima	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	10.3%
Distrito Federal*	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Durango	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	24.2%	23.3%
Guanajuato	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	22.3%	20.2%
Guerrero	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.4%	42.1%
Hidalgo	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	44.7%	42.0%
Jalisco	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.1%
México	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.2%
Michoacán	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	30.7%	28.4%
Morelos	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	20.2%	18.1%
Nayarit	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	35.1%	32.8%
Nuevo León	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.5%	5.3%
Oaxaca	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	56.5%	54.7%
Puebla	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	34.0%	32.4%
Querétaro	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	17.1%	14.9%
Quintana Roo	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	17.5%	16.9%
San Luis Potosí	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	39.5%	38.0%
Sinaloa	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	26.1%	24.2%
Sonora	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	14.0%	13.4%
Tabasco	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	43.1%	42.1%
Tamaulipas	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	19.3%	18.4%
Tlaxcala	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	13.6%	12.2%
Veracruz	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	43.3%	42.0%
Yucatán	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	47.5%	44.7%
Zacatecas	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	32.9%	31.4%

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

**Tabla 12. Porcentaje de las viviendas que eliminan sus residuos quemándolos, 2002-2015**

Estado	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	4%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Baja California	6%	6%	6%	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%
Baja California Sur	8%	7%	6%	6%	5%	5%	4%	4%	3%	3%	3%	4%	4%	4%
Campeche	36%	35%	34%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	26%	25%	24%	24%
Chiapas	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	39%	38%	37%	36%	36%
Chihuahua	11%	11%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	6%	5%
Coahuila	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	5%	5%	5%	5%
Colima	9%	8%	7%	6%	5%	5%	4%	3%	3%	3%	3%	2%	2%	2%
Distrito Federal*	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Durango	22%	22%	21%	20%	19%	18%	18%	17%	16%	16%	16%	16%	16%	15%
Guanajuato	18%	16%	15%	13%	12%	11%	10%	9%	8%	7%	7%	6%	6%	5%
Guerrero	42%	42%	41%	41%	41%	40%	40%	40%	40%	39%	38%	37%	36%	36%
Hidalgo	39%	37%	35%	33%	31%	29%	27%	25%	24%	23%	21%	20%	19%	18%
Jalisco	7%	7%	6%	6%	5%	5%	4%	4%	4%	3%	3%	2%	2%	2%
México	11%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%	7%	7%	6%	6%	6%
Michoacán	26%	24%	22%	21%	19%	18%	16%	15%	14%	13%	13%	12%	12%	11%
Morelos	16%	15%	13%	12%	10%	9%	8%	8%	7%	6%	6%	6%	5%	5%
Nayarit	31%	29%	27%	25%	23%	22%	20%	19%	18%	17%	16%	16%	15%	14%
Nuevo León	5%	5%	5%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%	2%
Oaxaca	53%	51%	50%	48%	46%	45%	44%	42%	41%	40%	39%	38%	37%	36%
Puebla	31%	29%	28%	27%	25%	24%	23%	22%	21%	19%	18%	17%	16%	15%
Querétaro	13%	11%	10%	9%	8%	7%	6%	5%	4%	4%	3%	3%	2%	2%
Quintana Roo	16%	16%	15%	15%	14%	14%	13%	13%	12%	12%	11%	11%	10%	10%
San Luis Potosí	37%	35%	34%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	26%	25%	25%	25%
Sinaloa	22%	21%	19%	18%	17%	15%	14%	13%	12%	12%	11%	11%	10%	10%
Sonora	13%	12%	12%	11%	11%	11%	10%	10%	9%	9%	8%	8%	7%	7%
Tabasco	41%	40%	39%	38%	38%	37%	36%	35%	34%	33%	32%	32%	31%	30%
Tamaulipas	18%	17%	16%	15%	15%	14%	13%	13%	12%	11%	11%	11%	10%	10%
Tlaxcala	11%	10%	9%	8%	7%	6%	6%	5%	4%	4%	4%	3%	3%	3%
Veracruz	41%	40%	38%	37%	36%	35%	34%	33%	32%	31%	30%	29%	28%	27%
Yucatán	42%	40%	37%	35%	33%	31%	29%	28%	26%	25%	25%	24%	23%	23%
Zacatecas	30%	29%	27%	26%	25%	24%	23%	22%	21%	20%	19%	19%	18%	17%

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 13. **Generación per cápita de residuos, 1990-2003**

Estado	kg/hab./día													
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Aguascalientes	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Baja California	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Baja California Sur	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
Campeche	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8
Chiapas	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Chihuahua	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Coahuila	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Colima	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
Distrito Federal*	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.3
Durango	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Guanajuato	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Guerrero	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Hidalgo	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Jalisco	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
México	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Michoacán	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7
Morelos	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Nayarit	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6
Nuevo León	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Oaxaca	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Puebla	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Querétaro	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Quintana Roo	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
San Luis Potosí	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7
Sinaloa	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sonora	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
Tabasco	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Tamaulipas	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Tlaxcala	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Veracruz	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Yucatán	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Zacatecas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

**Tabla 14. Generación per cápita de residuos, 2004-2015**

Estado	kg/hab./día											
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
Baja California	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8
Baja California Sur	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2
Campeche	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
Chiapas	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.5
Chihuahua	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9
Coahuila	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
Colima	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Distrito Federal*	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	1.9
Durango	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
Guanajuato	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7
Guerrero	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7
Hidalgo	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6
Jalisco	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9
México	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.8
Michoacán	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Morelos	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
Nayarit	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Nuevo León	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8
Oaxaca	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4
Puebla	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
Querétaro	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9
Quintana Roo	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.4
San Luis Potosí	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Sinaloa	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sonora	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8
Tabasco	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8
Tamaulipas	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8
Tlaxcala	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Veracruz	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Yucatán	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6
Zacatecas	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: INEGI, Censos de población y vivienda 1990, 2000, 2005, 2010, 2015.

Tabla 15. Volumen de residuos quemados a cielo abierto en viviendas, 1990-2001

Estado	Toneladas											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Aguascalientes	12,901	13,289	13,690	14,103	14,528	14,965	15,217	15,473	15,733	15,997	16,266	14,035
Baja California	53,448	55,385	57,392	59,471	61,626	63,859	64,939	66,037	67,154	68,290	69,444	66,883
Baja California Sur	5,962	6,438	6,953	7,509	8,109	8,757	8,970	9,188	9,411	9,640	9,874	9,659
Campeche	55,460	57,955	60,562	63,286	66,133	69,107	69,986	70,875	71,776	72,688	73,612	73,264
Chiapas	323,464	329,012	334,656	340,397	346,236	352,175	356,563	361,006	365,504	370,059	374,670	380,572
Chihuahua	110,967	113,982	117,078	120,259	123,526	126,882	128,240	129,612	131,000	132,402	133,819	129,647
Coahuila	67,223	68,248	69,290	70,347	71,421	72,511	73,341	74,181	75,030	75,890	76,759	73,827
Colima	12,013	12,579	13,171	13,791	14,440	15,119	15,276	15,434	15,594	15,756	15,920	14,536
Distrito Federal*	3,996	4,133	4,275	4,422	4,574	4,731	4,730	4,729	4,728	4,727	4,726	4,832
Durango	100,573	101,441	102,317	103,201	104,092	104,991	104,702	104,413	104,125	103,838	103,552	100,316
Guanajuato	298,673	303,140	307,674	312,275	316,945	321,685	324,368	327,074	329,801	332,552	335,325	305,154
Guerrero	277,542	284,177	290,971	297,927	305,049	312,342	316,039	319,779	323,564	327,394	331,269	332,576
Hidalgo	189,319	194,514	199,852	205,337	210,972	216,761	219,103	221,470	223,863	226,281	228,726	219,781
Jalisco	168,243	172,079	176,002	180,014	184,118	188,316	189,986	191,672	193,372	195,088	196,818	181,800
México	558,720	571,587	584,750	598,215	611,991	626,084	632,821	639,629	646,511	653,467	660,498	627,882
Michoacán	190,391	199,873	209,826	220,275	231,244	242,760	243,711	244,667	245,626	246,588	247,555	241,286
Morelos	79,132	82,041	85,057	88,185	91,427	94,788	95,323	95,860	96,400	96,943	97,490	88,434
Nayarit	10,528	13,680	17,776	23,098	30,013	38,998	39,020	39,041	39,062	39,084	39,105	43,250
Nuevo León	79,457	80,856	82,281	83,730	85,205	86,706	87,746	88,799	89,865	90,943	92,035	88,878
Oaxaca	413,657	414,403	415,151	415,901	416,652	417,404	422,614	427,889	433,230	438,637	444,112	428,792
Puebla	391,461	400,363	409,467	418,778	428,301	438,040	444,261	450,570	456,968	463,457	470,038	453,884
Querétaro	47,762	50,037	52,420	54,917	57,533	60,273	61,524	62,802	64,106	65,437	66,795	60,979
Quintana Roo	12,575	14,470	16,650	19,160	22,048	25,370	26,439	27,553	28,714	29,924	31,185	33,613
San Luis Potosí	164,919	171,295	177,918	184,797	191,941	199,362	201,079	202,811	204,558	206,320	208,097	207,232
Sinaloa	143,806	149,022	154,427	160,028	165,832	171,846	173,628	175,428	177,247	179,085	180,942	173,846
Sonora	74,674	77,109	79,623	82,220	84,900	87,669	88,309	88,955	89,605	90,259	90,919	90,076
Tabasco	176,920	183,080	189,455	196,052	202,878	209,942	213,431	216,977	220,583	224,248	227,974	227,706
Tamaulipas	137,749	140,922	144,168	147,490	150,888	154,364	156,881	159,439	162,039	164,682	167,367	164,088
Tlaxcala	19,745	20,745	21,796	22,901	24,061	25,281	25,681	26,089	26,502	26,922	27,349	25,975
Veracruz	617,588	633,794	650,425	667,492	685,008	702,982	705,956	708,941	711,940	714,951	717,975	714,925
Yucatán	187,590	191,606	195,708	199,899	204,179	208,550	210,773	213,020	215,291	217,587	219,906	210,253
Zacatecas	87,504	89,445	91,429	93,456	95,529	97,648	97,736	97,825	97,913	98,002	98,091	96,071

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: Elaboración propia empleando variables de población de INEGI.

Tabla 16. Volumen de residuos quemados a cielo abierto en viviendas, 2002-2015

Estado	Toneladas													
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Agascalientes	12,110	10,449	9,015	7,779	6,920	6,156	5,477	4,872	4,335	3,801	3,333	2,923	2,563	2,248
Baja California	64,415	62,039	59,750	57,546	56,864	56,190	55,525	54,867	54,216	46,895	40,562	35,084	30,346	26,248
Baja California Sur	9,448	9,241	9,039	8,842	8,676	8,513	8,353	8,196	8,042	8,709	9,431	10,213	11,060	11,977
Campeche	72,918	72,574	72,231	71,890	71,556	71,225	70,894	70,566	70,238	68,557	66,916	65,315	63,751	62,226
Chiapas	386,567	392,657	398,842	405,125	424,302	444,388	465,423	487,455	510,529	473,801	439,715	408,081	378,723	351,477
Chihuahua	125,605	121,688	117,894	114,219	106,923	100,094	93,701	87,716	82,114	77,996	74,085	70,370	66,841	63,489
Coahuila	71,008	68,297	65,688	63,180	61,838	60,525	59,239	57,981	56,750	52,674	48,891	45,380	42,120	39,095
Colima	13,274	12,120	11,067	10,106	9,297	8,552	7,867	7,237	6,657	6,371	6,097	5,834	5,583	5,343
Distrito Federal*	4,941	5,053	5,167	5,283	5,255	5,227	5,200	5,172	5,144	5,233	5,324	5,416	5,509	5,605
Durango	97,182	94,146	91,204	88,354	88,318	88,282	88,246	88,210	88,174	82,823	77,796	73,075	68,640	64,474
Guanajuato	277,698	252,712	229,974	209,282	198,662	188,581	179,011	169,927	161,304	137,206	116,709	99,273	84,443	71,827
Guerrero	333,888	335,206	336,528	337,856	350,833	364,309	378,302	392,832	407,921	387,408	367,928	349,426	331,855	315,168
Hidalgo	211,187	202,928	194,992	187,367	186,717	186,070	185,425	184,782	184,141	168,584	154,340	141,300	129,362	118,433
Jalisco	167,928	155,115	143,279	132,346	126,422	120,764	115,358	110,195	105,262	87,450	72,652	60,358	50,144	41,659
México	596,877	567,403	539,384	512,748	501,161	489,835	478,765	467,946	457,371	412,642	372,287	335,879	303,031	273,396
Michoacán	235,176	229,221	223,416	217,759	210,950	204,354	197,964	191,775	185,778	182,364	179,012	175,722	172,492	169,321
Morelos	80,220	72,768	66,009	59,878	55,662	51,743	48,100	44,714	41,566	37,779	34,336	31,208	28,364	25,780
Nayarit	47,835	52,905	58,513	64,716	64,182	63,652	63,127	62,606	62,089	66,482	71,185	76,221	81,613	87,387
Nuevo León	85,830	82,887	80,044	77,299	77,696	78,094	78,494	78,897	79,301	67,817	57,997	49,598	42,416	36,273
Oaxaca	414,001	399,720	385,931	372,618	374,338	376,065	377,801	379,544	381,296	339,098	301,570	268,195	238,514	212,118
Puebla	438,285	423,222	408,676	394,631	391,411	388,217	385,049	381,907	378,791	344,780	313,823	285,645	259,998	236,653
Querétaro	55,668	50,820	46,395	42,354	39,138	36,165	33,418	30,880	28,535	24,613	21,230	18,312	15,795	13,624
Quintana Roo	36,230	39,051	42,092	45,369	46,773	48,221	49,713	51,251	52,838	56,219	59,818	63,646	67,719	72,054
San Luis Potosí	206,370	205,512	204,657	203,806	204,269	204,733	205,198	205,664	206,131	205,121	204,117	203,118	202,123	201,134
Sinaloa	167,029	160,480	154,187	148,141	142,291	136,672	131,276	126,092	121,113	117,983	114,933	111,962	109,068	106,249
Sonora	89,240	88,412	87,592	86,780	86,910	87,041	87,171	87,302	87,433	80,523	74,159	68,299	62,901	57,930
Tabasco	227,437	227,170	226,902	226,635	232,744	239,018	245,461	252,078	258,873	245,806	233,398	221,617	210,430	199,808
Tamaulipas	160,874	157,722	154,632	151,602	148,359	145,185	142,079	139,040	136,066	128,462	121,283	114,505	108,106	102,064
Tlaxcala	24,669	23,429	22,252	21,133	19,595	18,169	16,847	15,621	14,484	13,469	12,525	11,647	10,831	10,072
Veracruz	711,888	708,864	705,853	702,855	708,382	713,953	719,568	725,226	730,930	701,712	673,662	646,734	620,882	596,063
Yucatán	201,023	192,198	183,761	175,694	171,059	166,546	162,152	157,875	153,710	143,482	133,935	125,023	116,704	108,939
Zacatecas	94,093	92,156	90,259	88,401	88,546	88,333	88,478	88,623	89,128	85,037	81,133	77,409	73,856	70,466

\* Ciudad de México, a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: Elaboración propia empleando variables de población de INEGI.

Tabla 17. **Composición nacional de residuos sólidos urbanos**

Año	Papel, cartón, productos de papel	Textiles	Plásticos	Vidrios	Metales	Basura orgánica <sup>a</sup>	Otro tipo de residuos <sup>b</sup>
1990	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1991	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1992	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1993	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1994	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1995	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1996	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1997	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1998	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
1999	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
2000	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
2001	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
2002	14.1%	1.5%	4.4%	5.9%	2.9%	52.4%	18.9%
2003	14.9%	1.5%	6.1%	6.6%	3.2%	50.4%	17.3%
2004	14.9%	1.5%	6.1%	6.4%	3.4%	50.4%	17.3%
2005	14.9%	1.5%	6.1%	6.4%	3.4%	50.8%	17.0%
2006	14.9%	1.5%	6.1%	6.4%	3.3%	50.7%	17.0%
2007	14.9%	1.5%	6.0%	6.4%	3.5%	50.4%	17.3%
2008	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2009	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2010	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2011	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2012	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2013	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2014	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%
2015	13.8%	1.4%	10.9%	5.9%	3.4%	52.4%	12.1%

Nota: los datos se refieren a basura producida en las ciudades, la cual incluye residuos generados en casa habitación, comercios, instituciones, lugares de recreación y otros. La cuantificación se realiza con base en la metodología estipulada en las normas mexicanas existentes.

<sup>a</sup> En su proceso de descomposición natural, estos residuos generan distintos gases conocidos como biogás, que deben ser quemados (acuerdo internacional para el control de emisiones de gases invernadero).

<sup>b</sup> Incluye residuos finos, material de demoliciones, hules y pañal desechable, entre otros.

Fuente: 1990-1999 SEDESOL; 2000-2013 INEGI; 2014-2015. Se utilizó el mismo dato que 2013 al no contar con información.



## [4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales

### [4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales

En la estimación de emisiones de metano, se emplearon dos niveles de desagregación con base en la mejor información disponible por periodo: 1) en el intervalo 1990-2004 (Tablas 24 y 25), los datos agregados (usando el dato de población nacional) se utilizaron bajo un nivel 1, y 2) para la serie 2005-2015, con información de las plantas de tratamien-

to, se empleó un nivel 2. Se obtuvieron datos de los caudales tratados para la serie 2005-2015 (Tablas 18 y 19) por planta de tratamiento, así como su tipo de proceso (CONAGUA, 2015b). Para el caso de la estimación de emisiones bajo un nivel 1, se emplearon diversos parámetros como la DBO y los grados de utilización de la serie con estimación de nivel 2. Para el caso de las emisiones de N<sub>2</sub>O se empleó un nivel 1 para toda la serie histórica 1990-2015.

### Datos de actividad para la serie 2005-2015

Tabla 18. Caudal en operación en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2005-2010

Sistema de tratamiento	Litros/segundo					
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Aerobio		14	127		137	130
Anaerobio	142	128	166		357	530
Biológico	70	71	95		269	329
Discos biológicos o biodiscos	528	483	468	414	465	332
Dual	4,051	4,054	4,298	4,373	4,176	4,377
Filtros biológicos o rociadores o percoladores	3,715	3,529	3,543	3,755	4,602	4,975
Fosa séptica + filtro biológico	4	9	10		17	16
Fosa séptica + <i>wetland</i>	31	53	66		93	106
Humedales ( <i>wetland</i> )	234	324	372	472	356	420
Lagunas aireadas	4,188	5,075	6,076	5,968	7,143	8,424
Lagunas de estabilización	13,374	13,889	14,331	14,632	13,808	13,687
Lodos activados	29,758	31,090	35,324	38,631	44,854	48,719
Otro		-	-	414	-	29
Primario avanzado	9,852	9,849	8,682	8,509	5,969	5,713
Primario o sedimentación	2,112	2,090	2,071	2,084	1,824	1,824
Rafa + filtro biológico	3	11	11		79	84
Rafa o UASB	956	1,049	1,069	1,118	1,160	1,174
Rafa, UASB + humedal	26	32	32		42	42
Reactor enzimático	77	137	149	112	150	170
Sedimentación + <i>wetland</i>	18	20	20		25	25
Tanque imhoff	458	404	438	399	465	452
Tanque imhoff + filtro biológico	18	23	28		37	21
Tanque imhoff + <i>wetland</i>		-	-		80	80
Tanque séptico o fosa séptica	244	164	141	448	118	127
Terciario	68	68	50		66	26
Zanjas de oxidación	2,102	2,171	2,190	2,313	2,365	2,340
Total	72,027	74,736	79,756	83,640	88,654	94,151

Fuente: CONAGUA 2015, información proporcionada vía oficio.

**Tabla 19. Caudal en operación en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2011-2015**

Sistema de tratamiento	Litros/segundo				
	2011	2012	2013	2014	2015
Aerobio	26	26	18	49	77
Anaerobio	479	497	516	533	619
Biológico	331	461	468	448	767
Discos biológicos o biodiscos	358	358	467	703	869
Dual	5,043	5,043	5,747	5,779	14,005
Filtros biológicos o rociadores o percoladores	5,677	5,765	5,469	5,357	5,263
Fosa séptica + filtro biológico	15	21	22	20	25
Fosa séptica + <i>wetland</i>	120	117	119	135	152
Humedales ( <i>wetland</i> )	513	513	517	518	489
Lagunas aireadas	7,574	7,501	7,336	7,240	7,225
Lagunas de estabilización	13,939	13,983	14,231	13,942	14,157
Lodos activados	53,512	55,280	60,725	66,199	67,060
Otro	23	23	22	36	135
Primario avanzado	4,915	4,802	4,455	4,300	4,293
Primario o Sedimentación	1,823	1,600	1,600	1,600	1,569
Rafa + filtro biológico	65	105	249	324	528
Rafa o UASB	1,283	1,331	1,521	1,464	1,512
Rafa, UASB + humedal	89	91	149	226	254
Reactor enzimático	130	131	116	113	107
Sedimentación + <i>wetland</i>	28	28	28	28	37
Tanque Imhoff	351	354	349	343	353
Tanque Imhoff + filtro biológico	52	32	32	130	131
Tanque Imhoff + <i>wetland</i>	5	5	5	7	9
Tanque séptico o fosa séptica	118	119	114	126	122
Terciario	54	171	202	203	191
Zanjas de oxidación	1,446	1,391	1,459	1,432	954
<b>Total</b>	<b>97,969</b>	<b>99,750</b>	<b>105,935</b>	<b>111,254</b>	<b>120,902</b>

Fuente: CONAGUA 2015, información proporcionada vía oficio.

**Tabla 20. Porcentaje de agua tratada y no tratada**

Año	Agua no tratada	Agua tratada
1990	85%	15%
1991	84%	16%
1992	83%	17%
1993	83%	17%
1994	82%	18%
1995	81%	19%
1996	80%	20%
1997	80%	20%
1998	79%	21%
1999	77%	23%
2000	77%	23%
2001	75%	25%
2002	72%	28%
2003	70%	30%
2004	69%	32%
2005	65%	35%
2006	64%	36%
2007	63%	37%
2008	61%	39%
2009	59%	41%
2010	56%	44%
2011	54%	46%
2012	53%	47%
2013	50%	50%
2014	49%	51%
2015	43%	57%

Fuente: SINA, CONAGUA 2016.

**Tabla 21. Parámetros para el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 2005-2015**

Año	Se recolectan en alcantarillado m <sup>3</sup>	Se tratan m <sup>3</sup>	No tratado m <sup>3</sup>	Se generan millones de toneladas de DBO5 al año	DBO (kg/m <sup>3</sup> )
2005	6,506,705,049	2,273,170,226	4,233,534,823	2,170,000	0.334
2006	6,636,161,250	2,358,656,483	4,277,504,768	2,060,000	0.310
2007	6,720,041,300	2,517,093,679	4,202,947,621	2,070,000	0.308
2008	6,687,751,127	2,639,665,460	4,048,085,667	2,010,000	0.301
2009	6,755,116,786	2,797,911,719	3,957,205,067	2,020,000	0.299
2010	6,737,646,299	2,971,390,411	3,766,255,888	2,000,000	0.297
2011	6,705,396,623	3,091,916,158	3,613,480,465	2,010,000	0.300
2012	6,694,557,363	3,148,117,259	3,546,440,104	1,960,000	0.293
2013	6,745,177,388	3,343,303,866	3,401,873,522	1,960,000	0.291
2014	6,831,368,443	3,511,160,776	3,320,207,668	1,950,000	0.285
2015	6,688,666,104	3,815,673,432	2,872,992,672	1,970,000	0.295

Fuente: SINA, CONAGUA 2016.

**Tabla 22. Porcentajes por tipo de población, 2005-2015**

Año	Fracción	
	Rural	Urbana
2005	24%	76%
2006	23%	77%
2007	23%	77%
2008	23%	77%
2009	22%	78%
2010	22%	78%
2011	22%	78%
2012	22%	78%
2013	21%	79%
2014	21%	79%
2015	21%	79%

Fuente: INEGI, Censos y conteos de población y vivienda.

**Tabla 23. Eficiencia de remoción de lodos**

Anaerobio	70%
Aerobio	85%
Anaerobio / planta aeróbica	70%
Pozo séptico / aeróbico	0%
Anaerobio / planta aeróbica	70%
Pozo séptico / anaerobio	0%
Pozo séptico	0%
Terciario	90%

Fuente: Dictamen de expertos (II-UNAM).

**Datos de actividad para la serie 1990-2004**

**Tabla 24. Parámetros de actividad para aguas residuales municipales, nivel 1**

Año	Población	Fracción rural	Fracción urbana	DBO (kg DBO/cap/año)
1990	87,064,847	28.6%	71.4%	25.57
1991	88,630,941	28.2%	71.8%	25.17
1992	90,132,585	27.8%	72.2%	24.77
1993	91,600,655	27.4%	72.6%	24.38
1994	93,055,300	27.0%	73.0%	23.98
1995	94,490,336	26.6%	73.4%	23.59
1996	95,876,664	26.3%	73.7%	23.19
1997	97,204,604	26.1%	73.9%	22.79
1998	98,485,424	25.8%	74.2%	22.40
1999	99,706,067	25.6%	74.4%	22.00
2000	100,895,811	25.3%	74.7%	21.60
2001	102,122,295	25.0%	75.0%	21.21
2002	103,417,944	24.6%	75.4%	20.81
2003	104,719,891	24.3%	75.7%	20.42
2004	105,951,569	24.0%	76.0%	20.02

Fuente: CONAPO proyecciones de la población, INEGI Censo de población y vivienda, CONAGUA SINA.

Tabla 25. Grados de utilización por sistema de tratamiento y descarga, nivel 1

Año	Planta aeróbica	Laguna anaeróbica	Anaerobio/Planta aeróbica	Pozo séptico	Pozo séptico/aerobio	Pozo séptico/anaerobio	Terciario	Mar, río, lago
1990	10.767%	3.253%	0.917%	0.027%	0.003%	0.016%	0.018%	84.935%
1991	11.385%	3.439%	0.970%	0.028%	0.003%	0.017%	0.019%	84.139%
1992	11.956%	3.612%	1.018%	0.030%	0.003%	0.018%	0.020%	83.343%
1993	12.528%	3.785%	1.067%	0.031%	0.003%	0.019%	0.021%	82.548%
1994	13.099%	3.957%	1.116%	0.033%	0.003%	0.019%	0.021%	81.752%
1995	13.670%	4.130%	1.164%	0.034%	0.003%	0.020%	0.022%	80.956%
1996	14.430%	4.359%	1.229%	0.036%	0.003%	0.021%	0.024%	79.898%
1997	14.679%	4.435%	1.250%	0.037%	0.003%	0.022%	0.024%	79.550%
1998	15.067%	4.552%	1.283%	0.038%	0.004%	0.022%	0.025%	79.010%
1999	16.231%	4.903%	1.382%	0.040%	0.004%	0.024%	0.027%	77.389%
2000	16.510%	4.988%	1.406%	0.041%	0.004%	0.024%	0.027%	77.000%
2001	18.017%	5.443%	1.534%	0.045%	0.004%	0.027%	0.029%	74.900%
2002	19.812%	5.985%	1.687%	0.049%	0.005%	0.029%	0.032%	72.400%
2003	21.319%	6.440%	1.816%	0.053%	0.005%	0.032%	0.035%	70.300%
2004	22.611%	6.831%	1.926%	0.056%	0.005%	0.033%	0.037%	68.500%

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAGUA.

Tabla 26. Consumo de proteína per cápita

g/persona/día

Año	Consumo de proteína	Año	Consumo de proteína
1990	79.0	2003	87.0
1991	80.0	2004	87.0
1992	80.0	2005	88.0
1993	80.0	2006	88.0
1994	80.0	2007	88.0
1995	80.0	2008	87.0
1996	81.0	2009	86.0
1997	82.0	2010	86.0
1998	84.0	2011	86.0
1999	86.0	2012	89.5
2000	87.0	2013	90.1
2001	88.0	2014	92.1
2002	88.0	2015	92.2

Fuente: FAOSTAT, 2017.

## [4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales

### Datos usados para la estimación de aguas residuales industriales tratadas

Tabla 27. Agua residual generada en industria, 1990-2012

Año	m <sup>3</sup> /año									
	Alimenticia	Ingenios azucareros	Bebidas alcohólicas	Bebidas no alcohólicas	Beneficio del café	Celulosa y papel	Cervecera	Lácteos	Petrolera	Sustancias químicas orgánicas
1990	491,154,765	60,755,503	159,376	1,951,762	390,298	20,334,728	4,255,559	508,852	7,276,462	69,332,164
1991	495,759,302	61,510,785	161,357	1,976,025	395,150	20,587,519	4,308,462	515,178	7,366,919	70,711,601
1992	500,363,839	62,274,391	163,360	2,000,556	400,056	20,843,095	4,361,948	521,574	7,458,374	72,091,039
1993	504,968,376	135,180,994	354,612	4,342,670	868,414	45,244,768	9,468,618	1,132,196	16,190,128	73,470,477
1994	509,572,913	135,684,516	355,933	4,358,845	871,648	45,413,296	9,503,887	1,136,413	16,250,433	74,849,914
1995	514,177,450	136,192,199	357,264	4,375,155	874,909	45,583,217	9,539,447	1,140,665	16,311,237	76,229,352
1996	518,781,987	136,699,881	358,596	4,391,464	878,171	45,753,137	9,575,007	1,144,917	16,372,040	77,608,790
1997	523,386,525	128,672,664	337,539	4,133,591	826,603	43,066,445	9,012,749	1,077,686	15,410,650	78,988,227
1998	527,991,062	155,302,816	407,445	4,985,526	999,060	51,966,283	10,884,020	1,306,852	18,597,410	80,367,665
1999	532,595,599	155,536,030	422,765	4,881,444	1,022,041	51,695,484	10,988,704	1,355,957	18,506,721	81,747,102
2000	537,200,136	155,302,816	407,445	4,985,526	999,060	51,966,282	10,884,020	1,306,852	18,597,410	83,126,540
2001	541,804,673	155,253,620	1,069,386	3,798,827	880,170	50,017,673	9,627,941	1,324,827	1,908,874	84,505,978
2002	546,409,210	234,291,982	1,324,197	3,698,857	1,009,152	48,257,333	10,489,504	1,324,827	49,484,084	85,885,415
2003	551,013,747	234,291,982	1,417,859	3,831,309	1,009,467	66,937,683	11,280,743	1,296,760	49,483,453	87,264,853
2004	555,618,284	213,040,817	1,435,203	5,557,274	1,009,152	62,741,818	18,435,946	1,879,861	26,320,261	88,644,290
2005	560,222,821	203,370,303	1,463,270	4,567,990	1,009,152	56,941,717	18,435,946	1,502,375	27,146,504	90,023,728
2006	564,827,359	265,243,620	776,732	4,633,269	1,011,360	64,303,796	19,727,029	6,638,013	28,038,658	91,403,166
2007	569,431,896	285,874,471	561,972	9,600,820	1,011,360	66,747,836	22,382,676	7,611,529	27,754,834	92,782,603
2008	574,036,433	290,753,090	778,308	10,662,322	1,042,896	73,474,465	19,394,955	7,528,589	27,754,834	94,162,041
2009	578,640,970	325,136,475	2,694,436	19,371,934	2,131,203	80,490,594	19,383,602	7,006,668	58,734,539	95,541,478
2010	583,245,507	330,500,118	2,670,784	23,499,681	2,137,510	76,844,717	15,126,242	68,141,097	84,595,320	96,920,916
2011	587,850,044	466,406,087	2,721,241	26,488,032	2,349,117	65,634,931	15,706,189	656,524	144,334,280	98,300,354
2012	592,454,581	300,637,734	4,781,173	53,138,791	4,470,228	61,434,651	17,549,784	1,880,238	129,508,891	99,679,791

Nota: información utilizada en el IBA1 2013.

Fuente: CONAGUA 2014.

Tabla 28. Agua residual generada en la industria, 2013-2015

Giro IPCC	m <sup>3</sup> /año		
	2013	2014	2015
Alimenticio	645,397,984.42	504,985,923.30	654,607,058.64
Bebidas alcohólicas	2,994,044.92	3,004,767.16	1,798,074.23
Bebidas no alcohólicas	39,473,513.16	24,164,835.00	19,758,459.37
Beneficio del café	4,504,995.84	5,543,917.83	4,490,026.77
Celulosa y papel	61,297,169.69	62,496,483.77	61,528,389.89
Cervecera	16,906,301.26	16,906,301.26	19,512,467.84
Ingenios azucareros	307,078,899.71	341,299,874.75	372,246,937.76
Jabón y detergentes	252,288.00	252,288.00	252,288.00
No tratada	4,716,491,600.00	4,598,532,000.00	4,546,175,600.00
Petrolera	135,271,212.18	175,337,165.82	165,497,336.49
Plásticos y resinas	1,626,429.73	1,405,744.89	1,286,299.14
Sustancias químicas orgánicas	101,547,665.58	101,461,793.05	104,306,540.79

Fuente: Elaboración propia con información de CONAGUA.

Tabla 29. Datos para aguas no tratadas de origen industrial

Año	Caudal generado m <sup>3</sup> /año	Caudal tratado m <sup>3</sup> /año	Caudal no tratado m <sup>3</sup> /año	Se generan millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año	Se remueven en los sistemas de tratamiento m <sup>3</sup> /año	DBO kg/m <sup>3</sup>	Tratado	No tratado
1990	3,673,565,094	877,982,057	2,795,583,036	2,857,478	311,722	0.91	24%	76%
1991	3,801,154,247	908,475,865	2,892,678,382	3,304,040	357,599	1.02	24%	76%
1992	3,931,724,377	939,682,126	2,992,042,251	3,761,035	389,193	1.13	24%	76%
1993	4,081,751,360	975,538,575	3,106,212,785	4,286,130	448,837	1.24	24%	76%
1994	4,221,603,303	1,008,963,189	3,212,640,114	4,775,612	530,486	1.32	24%	76%
1995	4,352,322,186	1,040,205,002	3,312,117,184	5,233,128	565,402	1.41	24%	76%
1996	4,493,756,029	1,074,007,691	3,419,748,338	5,728,146	602,305	1.50	24%	76%
1997	4,645,990,815	1,110,391,805	3,535,599,010	6,260,968	625,368	1.59	24%	76%
1998	4,716,425,139	1,127,225,608	3,589,199,531	6,507,488	662,907	1.63	24%	76%
1999	4,832,901,951	1,155,063,566	3,677,838,385	6,915,157	712,785	1.69	24%	76%
2000	4,988,602,652	1,192,276,034	3,796,326,618	7,460,109	776,011	1.76	24%	76%
2001	5,153,908,519	1,231,784,136	3,922,124,383	8,038,680	839,141	1.84	24%	76%
2002	5,318,322,023	1,271,078,964	4,047,243,060	8,614,127	889,242	1.91	24%	76%
2003	5,469,604,324	1,307,235,433	4,162,368,890	9,143,615	930,000	1.97	24%	76%

Tabla 29. **Continuación**

Año	Caudal generado m³/año	Caudal tratado m³/año	Caudal no tratado m³/año	Se generan millones de toneladas de DBO <sub>5</sub> al año	Se remueven en los sistemas de tratamiento m³/año	DBO kg/m³	Tratado	No tratado
2004	5,610,000,000	860,000,000	4,750,000,000	6,570,000	1,100,000.0	1.15	15%	85%
2005	5,610,000,000	500,000,000	5,110,000,000	6,570,000	990,000	1.09	9%	91%
2006	5,770,000,000	870,000,000	4,900,000,000	6,740,000	820,000	1.21	15%	85%
2007	5,950,000,000	940,000,000	5,010,000,000	6,950,000	1,100,000	1.17	16%	84%
2008	6,000,000,000	1,060,000,000	4,940,000,000	7,000,000	1,150,000	1.18	18%	82%
2009	6,000,000,000	1,160,000,000	4,840,000,000	6,950,000	1,330,000	1.16	19%	81%
2010	6,700,000,000	2,010,000,000	4,690,000,000	10,050,000	1,350,000	1.86	30%	70%
2011	6,700,000,000	2,010,000,000	4,690,000,000	10,050,000	1,350,000	1.86	30%	70%
2012	6,620,000,000	1,910,000,000	4,710,000,000	9,920,000	1,300,000	1.83	29%	71%
2013	6,631,600,400	1,915,108,800	4,716,491,600	9,950,000	1,300,000	1.83	29%	71%
2014	6,666,294,400	2,067,762,400	4,598,532,000	9,990,000	1,390,000	1.87	31%	69%
2015	6,768,887,040	2,223,288,000	4,545,599,040	10,150,000	1,490,000	1.91	33%	67%

Fuente: Elaboración propia con datos de SINA, CONAGUA (serie 2004 a 2015).

Los datos de la serie 1990 a 2003 se estimaron ajustando una proyección de la siguiente manera:

- 1) Para el caudal generado y DBO removido en los sistemas de tratamiento se usó la función tendencia de Excel con base en los años 2004 a 2015.

- 2) Para el caudal tratado se ajustó a la ecuación  $y=0.239x$ .

- 3) Para lo que se genera de DBO, la ecuación:  $y=0.0035x-107$ .

### Referencias: AFOLU [3A] Ganado

CONAGUA. 2011. *Reporte del Clima en México. Servicio Meteorológico Nacional*. Ciudad de México. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>

\_\_\_\_\_. 2012. *Reporte del Clima en México. Reporte Anual 2012*. Ciudad de México.

\_\_\_\_\_. 2013. *Reporte del Clima en México. Servicio Meteorológico Nacional*. Ciudad de México. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>

\_\_\_\_\_. 2014. *Reporte del Clima en México. Servicio Meteorológico Nacional*. Ciudad de México. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>

\_\_\_\_\_. 2015. *Reporte del Clima en México. Servicio Meteorológico Nacional*. Ciudad de México. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>

\_\_\_\_\_. 2016. *Reporte del Clima en México. Servicio Nacional de Meteorología*. Ciudad de México.

- \_\_\_\_\_. 2017. *Reporte del Clima en México Servicio Meteorológico Nacional*. <http://www.accuweather.com/en/mx/mexico-weather>
- INEGI. 2007. *El VIII Censo Agrícola, Aspectos metodológicos y principales resultados*. México Distrito Federal.
- SAGARPA. 2017. Portal SAGARPA. <https://www.gob.mx/sagarpa>
- SIAP. 2017. SIACON 1980-2014. *Datos Abiertos*. [infodiap.siap.gob.mx/gambox/datosAbiertos.php](http://infodiap.siap.gob.mx/gambox/datosAbiertos.php)
- SIAP. 2017. Portal SIAP. <https://www.gob.mx/siap>
- ## Referencias: AFOLU [3B] Tierra
- Benavides-Meza, H.M. "Metodología para el diagnóstico de áreas verdes urbanas e inventarios de su arbolado. CENID-COMEF.
- Cartography and Geographic Information. *Science* 33: 159-171.
- ESRI, ArcGis, Ver. 10.1 SP1 for Desktop.
- Guevara Sada, S. y P. Moreno Casasola. 1986. "Áreas verdes de la zona metropolitana de la ciudad de México." En *Atlas de la ciudad de México* (pp.231-236).
- Hernández-Guillén A., Rojas-García F. y H.M. Benavides-Meza. 2013. "Estimación del contenido y captura de carbono en la segunda sección del Bosque de Chapultepec, DF." En *Estado actual del Conocimiento del Ciclo de Carbono y sus Interacciones en México síntesis a 2013*. PMC.COLPOS, Universidad Autónoma de Chapingo. ITESM.
- INEGI. 1993. Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie IV. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- \_\_\_\_\_. 2002. Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie III. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- \_\_\_\_\_. 2007. Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie IV. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- \_\_\_\_\_. 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1: 250 000, Serie III. México. 77 pp.
- \_\_\_\_\_. 2011. Conjunto Nacional de Uso Actual de Uso del Suelo y Vegetación a escala 1: 250 000, Serie V. México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- \_\_\_\_\_. 2013. Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, Serie V: escala 1: 250 000. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- \_\_\_\_\_. 2016. Marco Geoestadístico Nacional. México.
- IPCC. 1996. *Climate Change 1995 - The Science of Climate Change: Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura*. Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendía, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe y Fabian Wagner (Eds.). Publicado por IGES para el IPCC.
- \_\_\_\_\_. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (Eds.). Publicado por IGES, Japón.
- Jiménez Pérez, J., Cuéllar G. y E. Treviño. 2013. *Áreas Verdes del municipio de Monterrey*. Facultad de Ciencias Forestales. UANL.
- Kelly, M., J. E. Estes and K. A. Knight. 1999. "Image interpretation keys for validation of global land cover data sets. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*" 65: 1041-1050.
- Meza Aguilar, M.C. y J.O. Moncada Maya. "Las áreas verdes de la ciudad de México. Un reto actual". *Script Nova*. Barcelona. Vol. XIV núm. 331(56).
- Mijangos-Hernández, A.I.; Rojas-García, F. y H. Benavides. 2014. "Estimación del contenido de carbono en la biomasa arbórea del Bosque de San Juan de Aragón, DF." En *Estado actual del Conocimiento del Ciclo de Carbono y sus Interacciones en México síntesis a 2014*. PMC, CIATEJ y CINVESTAV.
- Olofsson, P., G. M. Foody, M. Herold, S. V. Stehman, C. E. Woodcock and M. A. Wulder. 2014. "Good practices for estimating area and assessing accuracy of land change." *Remote Sensing of Environment* 148: 42-57.
- Olofsson, P., G. M. Foody, S. V. Stehman and C. E. Woodcock. 2013. "Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation." *Remote Sensing of Environment* 129: 122-131.
- Pontius, R. G. 2000. "Quantification error versus location error in comparison of categorical maps." *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 66: 1011-1016.



- Pontius, R. G. and C. D. Lippitt. 2006. *Can error explain map differences over time?*
- Rivas D. 2015. Comparación entre silvicultura urbana y arboricultura. <http://rivasdaniel.com/Silvi-Arbor.html>
- Santiago-Romero A. y F. Rojas-García. 2013. "Estimación del contenido de carbono en la zona ecológica y cultural Bosque de Tlalpan. DF." *En Estado actual del Conocimiento del Ciclo de Carbono y sus Interacciones en México síntesis a 2013*. PMC.COLPOS, Universidad Autónoma de Chapingo. ITESM.
- SITEL (Sistema de Consulta de Áreas Verdes Urbanas) <http://sitel.jalisco.gob.mx/portal2/index.php/apps-sicavh>
- Sorensen, M., Barzetti, V. Keipi K. y J. Williams. 1998. *Manejo de áreas verdes urbanas. Documento de buenas prácticas*. Washington.
- Stehman, S. V. 2009. "Sampling designs for accuracy assessment of land cover." *International Journal of Remote Sensing* 30: 5243-5272.
- Stehman, S. V. and R. L. Czaplewski. 1998. "Design and analysis for thematic map accuracy assessment: Fundamental principles." *Remote Sensing of Environment* 64: 331-344.
- Victoria-Hernández, A., Niño-Alcocer, M., Rodríguez-Ávalos J. A. y J. A. Argumedo-Espinoza. 2011. Generación de Información de Uso del Suelo y Vegetación y Convenios a escala 1: 50 000. INEGI.
- Wickham, J. D., S. V. Stehman, L. Gass, J. Dewitz, J. A. Fry, and T. G. Wade. 2013. "Accuracy assessment of NLCD 2006 land cover and impervious surface." *Remote Sensing of Environment* 130: 294-304.

# Anexo E: Descripción metodológica detallada de los sectores por fuentes y sumideros

## [1] Energía

### [1A] Actividades de quema de combustible

#### [1A1] Industrias de la energía

##### Elección del método

Las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) para la subcategoría se estimaron de acuerdo a la metodología prevista en las *Directrices del IPCC* 2006, utilizando un método nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> y un método nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de acuerdo a la Figura 2.1, árbol de decisión general para estimar las emisiones de la combustión estacionaria, Vol. 2, IPCC 2006. En ambos métodos se utiliza la **Ecuación 1**.

##### Ecuación 1: total de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria

$$TE_{GHG} = \sum FC_{Fi} \times EF_{GHG,Fi}$$

Donde:

GHG= gases de efecto invernadero.

F<sub>i</sub>= combustible i.

TE<sub>GHG</sub>= emisiones totales de gases de efecto invernadero (kg GHG).

FC<sub>Fi</sub>= consumo de combustible i= cantidad de combustible i quemado (ton, m<sup>3</sup>).

EF<sub>GHG,Fi</sub>= factor de emisión de gases de efecto invernadero por tipo de combustible (kg GHG / ton, m<sup>3</sup>).

##### Elección de los factores de emisión

En la subcategoría de generación de energía eléctrica, método de nivel 1 para el carbón bituminoso, el factor de emisión utilizado para CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión utilizados se tomaron del Cuadro 2.2, Vol. 2, IPCC 2006. En el método 2, para combustóleo, diésel y gas natural, el factor de emisión para CO<sub>2</sub> se tomó del informe técnico INECC/A1-008/2014, realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014).

Los factores de emisión para CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y carbón bituminoso para CO<sub>2</sub> originalmente se encuentran en unidades de kg GEI/PJ, por lo que se utilizaron factores de conversión y poderes caloríficos de los combustibles utilizados para transformarlos a unidades de kg GEI/toneladas o m<sup>3</sup> (**Tabla 1**).

Tabla 1. Factores de emisión de generación de energía eléctrica

Combustible	Unidades	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Carbón bituminoso	kg/ton	2,017	0.0209	0.0315
Combustóleo ligero	kg/m <sup>3</sup>	3,097	0.1203	0.0241
Diésel		2,596	0.1078	0.0216
Gas natural		2.27	0.0000411	0.00000411

Fuente: Para CO<sub>2</sub>, carbón, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O Cuadro 2.2, Vol. 2, IPCC 2006; para CO<sub>2</sub> Tablas 4, 5 y 16 (INECC, 2014).

### [1A1b] Actividades de quema de combustible (fuente petróleo y gas)

#### Elección del método

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por la actividad de quema de combustible en [1A1], fuentes [1A1b] y [1A1cii], y por el tipo de agregación de la información de consumo de combustibles en esta fuente—se incluye la fuente [1A3ei] “Transporte por gasoductos”—, se estimaron según la metodología indicada en las *Directrices del IPCC 2006*, a partir del consumo de los diferentes combustibles utilizados por la fuente en forma global, registrados como *consumo propio* en el balance por producto del Balance Nacional de Energía (SENER), mediante factores de emisión específicos por combustible, basados en la determinación en laboratorio del contenido de carbono por unidad de energía (INECC, 2014). Este método es consistente con el nivel 2 de las citadas *Directrices del IPCC 2006* de acuerdo con el árbol de decisiones (Figura 2.1 del Vol. 2, IPCC 2006).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se estimaron utilizando los factores de emisión por defecto del IPCC 2006.

Con esta misma metodología se recalculó la serie histórica 1990-2012, por lo que es consistente con el inventario aquí elaborado, 2013-2015; sin embargo, presenta diferencias con la información del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 (SEMARNAT, 2013) y el Primer Informe Bienal de Actualización ante CMNUCC (INECC, 2015).

Las emisiones se determinaron con la **Ecuación 2**.

**Ecuación 2: estimación de emisiones para petróleo y gas por consumo de combustibles**

$$E_{GHG} = \sum FC_{Fi} \times EF_{GHG,Fi}$$

Donde:

GHG= gases de efecto invernadero.

F= combustible i.

E<sub>GHG</sub> = emisiones de gases efecto invernadero (Gg GHG).

FC<sub>Fi</sub> = consumo de combustible i= cantidad de combustible i quemado (PJ).

EF<sub>GHG,Fi</sub> = factor de emisión de gases de efecto invernadero por tipo de combustible (Gg GHG / PJ).

#### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión fueron seleccionados del estudio del informe técnico INECC/A1-008/2014, realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo, el cual determinó, mediante análisis de laboratorio con métodos de la American Society for Testing and Materials (ASTM), el contenido de carbono por unidad de energía para cada uno de los combustibles utilizados, y con ello calcularon los factores de emisión específicos para cada combustible (**Tabla 2**).

**Tabla 2. Factores de emisión para el cálculo de emisiones de GEI para diferentes combustibles empleados en la fuente Gg/PJ<sup>1</sup>**

Combustible	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Combustóleo	79.45	3	0.6
Gas seco	57.76	1	0.1
Gas LP	65.08	1	0.1
Queroseno	71.90	3	0.6
Diésel	72.85	3	0.6
Gasolina	73.79	3	0.6

Fuente: INECC, 2014 e IPCC *et al.* 2006.

<sup>1</sup> En el estudio técnico se presentan en kg/TJ; se realizó la conversión de unidades.

### [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias

#### [1A1ci] Manufactura de combustibles sólidos

La metodología de esta fuente de emisión se encuentra detallada en procesos industriales y uso de otros productos de las *Directrices del IPCC 2006*. La metodología indica que las emisiones por la producción de coque de carbón se deben de reportar dentro del sector Energía.

#### Elección del método

La **Ecuación 3** permite calcular las emisiones provenientes de toda la producción de coque. En el método de nivel 1 indica que todo el coque producido en las instalaciones para el hierro y el acero se utiliza localmente, tal como se indica en el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la producción de coque metalúrgico, (Figura 4.6, Vol. 3, IPCC 2006). El método de nivel 1 consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por las toneladas de coque producido.

**Ecuación 3: emisiones provenientes de la producción de coque-nivel 1**

$$E_{CO_2} = C_F \times EF_{CO_2}$$

$$E_{CH_4} = C_F \times EF_{CH_4}$$

Donde:

$E_{CO_2}$  o  $E_{CH_4}$  = emisiones de CO<sub>2</sub> o de CH<sub>4</sub> generadas por la producción de coque, toneladas de CO<sub>2</sub> o toneladas de CH<sub>4</sub>.

$C_F$  = coque combustible, cantidad de coque producido nacionalmente, toneladas.

$EF$  = factor de emisión, toneladas de CO<sub>2</sub>/tonelada de producción de coque, o toneladas de CH<sub>4</sub>/tonelada de producción de coque.

**Nota**

En el método de nivel 1 se supone que todos los productos derivados del horno de coque se transfieren fuera de la instalación y que todo el gas de horno de coque producido se quema localmente para recuperar energía.

**Elección de los factores de emisión**

Los factores de emisión se tomaron del IPCC para CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, los cuales se muestran en la **Tabla 3**.

**Tabla 3. Factores de emisión de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> para la producción de coque**

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Horno de coque (tonelada de CO <sub>2</sub> por tonelada de coque producido)	0.56	Producción de coque: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel, diciembre de 2001, Cuadro 6.2, página 122. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>
Producción de coque (CH <sub>4</sub> )	0.1 g por tonelada de coque producido	Producción de coque: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel, diciembre de 2001, Cuadro 6.2-3, página 122. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>

Fuente: Cuadro 4.1, Vol.3, IPCC 2006.

**[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción****Elección del método**

Los datos de actividad con que se cuenta para la estimación de las emisiones de esta fuente provie-

nen del Sistema de Información Energética (SIE) para los consumos finales en la industria, mostrados en el **Anexo D [1], Tablas 5 a 20**.

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de la combustión estacionaria, Figura 2.1, Vol. 3, IPCC 2006, la metodología a seguir es el nivel 2 para la estimación de dióxido de carbono, ya que se cuenta con factores de emisión para CO<sub>2</sub> propios del país. La estimación de la emisión se realiza mediante la **Ecuación 1** utilizando los factores nacionales de emisión para CO<sub>2</sub>; en el caso el caso de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O se utilizan los valores por defecto de IPCC para la industria manufacturera y de la construcción.

**Elección de los factores de emisión**

Se utilizan los factores de CO<sub>2</sub> del estudio del IMP y los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del Cuadro 2.3, Vol. 2, de IPCC 2006 de la industria manufacturera y de la construcción (**Tabla 4**).

**Tabla 4. Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción**

Combustible	kg GEI por TJ		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Carbón térmico	96,100	10.00	1.50
Coque petróleo	97,500	3.00	0.60
GLP	65,083	1.00	0.10
Diésel	72,851	3.00	0.60
Combustóleo	79,450	3.00	0.60
Gas seco	57,756	1.00	0.10
Bagazo	100,000	30.00	4.00
Carbón siderúrgico	90,912	10.00	1.50
Coque de carbón	109,598	10.00	1.50

Fuente: INECC, 2014 e IPCC et al. 2006.

## [1A3] Transporte

### Elección del método

Las emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) para la subcategoría transporte se estimaron según la metodología IPCC 2006, con un método de nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> y uno de nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de acuerdo con las Figuras 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.4.1, 3.4.2, 3.5.1, 3.6.1, 3.6.2, Vol. 2, IPCC 2006. En ambos métodos se utilizó la **Ecuación 4**.

**Ecuación 4: total de emisiones de GEI procedentes de la subcategoría transporte**

$$TE_{GHG} = \sum FC_{Fi} \times EF_{GHG,Fi}$$

Donde:

GHG= gases de efecto invernadero.

F<sub>i</sub>= combustible i.

TEGHG= emisiones totales de gases de efecto invernadero (kg GHG).

FC<sub>Fi</sub>= consumo de combustible i= cantidad de combustible i quemado (TJ).

EF<sub>GHG,Fi</sub>= factor de emisión de gases de efecto invernadero por tipo de combustible (kg GHG / TJ).

### Elección de los factores de emisión

Para la subcategoría transporte, en el método de nivel 1 para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión utilizados se tomaron de las *Directrices del IPCC 2006* para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero; en el método 2 para CO<sub>2</sub> se tomó del estudio realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014) (**Tablas 5 a 8**).

### [1A3a] Aviación civil

**Tabla 5. Factores de emisión, aviación civil**

Combustible	CO <sub>2</sub> kg/TJ	CH <sub>4</sub> kg/TJ	N <sub>2</sub> O kg/TJ
Gasolinas y naftas	72,476.67	0.5	2
Querosenos	72,614.02	0.5	2

Fuente: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O Cuadro 3.6.5 (IPCC, 2006); para CO<sub>2</sub> Tablas 2 y 3 (INECC, 2014).

### [1A3b] Autotransporte

**Tabla 6. Factores de emisión, autotransporte**

Combustible	Catalizador	Año	CO <sub>2</sub> kg/TJ	CH <sub>4</sub> kg/TJ	N <sub>2</sub> O kg/TJ
Gasolinas y naftas	Sin controlar	90 y anteriores	73,791.16	33	3.2
Gasolinas y naftas	Catalizador dos vías	91 a 93	73,791.16	25	8
Gasolina	Catalizador tres vías	94 y posteriores	73,791.16	3.8	5.7
Diésel	Todos	Todos	72,850.77	3.9	3.9
Gas seco	Todos	Todos	57,755.93	92	3
Gas licuado	Todos	Todos	65,082.90	62	0.2

Fuente: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O Cuadro 3.2.2 (IPCC, 2006); para CO<sub>2</sub> Tablas 1, 4, 16 y 18 (INECC, 2014).

### [1A3c] Ferrocarriles

Tabla 7. Factores de emisión, ferrocarriles

Combustible	CO <sub>2</sub> kg/TJ	CH <sub>4</sub> kg/TJ	N <sub>2</sub> O kg/TJ
Diésel	72,850.77	4.15	28.6

Fuente: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O Cuadro 3.4.1 (IPCC, 2006); para CO<sub>2</sub> Tabla 4 (IPCC, 2014).

### [1A3d] Navegación marítima y fluvial

Tabla 8. Factores de emisión, navegación marítima y fluvial

Combustible	CO <sub>2</sub> kg/TJ	CH <sub>4</sub> kg/TJ	N <sub>2</sub> O kg/TJ
Diésel	72,850.77	7	2
Combustóleo	79,450.29	7	2

Fuente: Para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O Cuadro 3.5.3 (IPCC, 2006); para CO<sub>2</sub> Tablas 4 y 5 (IPCC, 2014).

## [1A4] Otros sectores

### Elección del método

Las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) para la subcategoría se estimaron según lo previsto en la metodología IPCC 2006. Se utilizó un método de nivel 2 para las emisiones de CO<sub>2</sub> y uno de nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, de acuerdo con la Figura 2.1, Vol. 2, IPCC 2006, árbol de decisión

general para estimar las emisiones de la combustión estacionaria. En ambos métodos se utilizó la **Ecuación 5**.

### Ecuación 5: total de emisiones de gei procedentes de la combustión estacionaria

$$TE_{GHG} = \sum FC_{Fi} \times EF_{GHG,Fi}$$

Donde:

GHG= gases de efecto invernadero.

F<sub>i</sub>= combustible i.

TEGHG= emisiones totales de gases de efecto invernadero (kg GHG).

FC<sub>Fi</sub>= consumo de combustible i = cantidad de combustible i quemado (ton, m<sup>3</sup>).

EF<sub>GHG,Fi</sub>= factor de emisión de gases de efecto invernadero por tipo de combustible (kg GHG / ton, m<sup>3</sup>).

### Elección de los factores de emisión

Para la fuente comercial, en el método de nivel 1 para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión utilizados se tomaron del Cuadro 2.4, Vol. 2, IPCC 2006. En el método 2, el factor de emisión para CO<sub>2</sub> se tomó del estudio realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014) (**Tabla 9**).

Para las subfuentes residencial y agricultura, en el método de nivel 1 para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los factores de emisión se tomaron del Cuadro 2.5, Vol. 2, IPCC 2006. En el método 2, el factor de emisión para CO<sub>2</sub> se tomó del estudio realizado por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2014) (**Tabla 9**).

Tabla 9. Factores de emisión subcategoría [1A4]

Combustible	Factor emisión CO <sub>2</sub> (kg/TJ)	Factor emisión CH <sub>4</sub> (kg/TJ)	Factor emisión N <sub>2</sub> O (kg/TJ)
[1A4a] Comercial			
Gas licuado	65,083	5.00	0.10
Diésel	72,851	10.00	0.60
Gas seco	57,756	5.00	0.10
Combustóleo	79,450	10.00	0.60
[1A4b] Residencial			
Leña	103,237	300.00	4.00
Gas licuado	65,083	5.00	0.10
Queroseno	71,900	10.00	0.60

Tabla 9. (Continuación)

Combustible	Factor emisión CO <sub>2</sub> (kg/TJ )	Factor emisión CH <sub>4</sub> (kg/TJ )	Factor emisión N <sub>2</sub> O (kg/TJ )
Gas Seco	57,756	5.00	0.10
[1A4c] Agricultura			
Gas licuado	65,083	5.00	0.10
Queroseno	71,900	10.00	0.60
Diésel	72,851	10.00	0.60

Fuente: Vol. 2, IPCC 2006 y INECC 2014.

## [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

### [1B1] Combustibles sólidos

#### [1B1a] Minería carbonífera y manejo de carbón

##### Elección del método

Las emisiones de metano provenientes de la minería carbonífera y del manejo de carbón se estimaron siguiendo la metodología indicada en las *Directrices del IPCC 2006*, utilizando las estadísticas oficiales nacionales como datos de actividad (véase **Anexo D [1], Tabla 31**) y los factores de emisión (**Tabla 10**) por defecto del IPCC 2006.

Las emisiones, tanto para la minería subterránea como para la minería de superficie o a cielo abierto, se calcularon con las **Ecuaciones 6 y 7**.

##### Ecuación 6: minería subterránea

$$E_{CH_4} = EF_{CH_4} \times UCP \times CF$$

$$E_{CH_4} = E_p \times EF_{PE}$$

Donde:

 $E_{CH_4}$  = emisiones de metano (Gg/año). $EF_{CH_4}$  = factor de emisión de metano (m<sup>3</sup>/ton).

UCP= producción de carbón subterráneo (ton/año).

 $E_p$  = emisiones producción. $E_{PE}$  = emisiones post-extracción.

CF= factor de conversión, véase Tabla 10.

##### Ecuación 7: minería de superficie o a cielo abierto

$$E_{CH_4} = EF_{CH_4} \times SCP \times CF$$

$$E_{CH_4} = E_p \times EF_{PE}$$

Donde:

 $E_{CH_4}$  = emisiones de metano (Gg/año). $EF_{CH_4}$  = factor de emisión de metano (m<sup>3</sup>/ton).

SCP= producción de carbón terrestre (ton/año).

 $E_p$  = emisiones producción. $E_{PE}$  = emisiones post-extracción.

CF= factor de conversión, véase Tabla 10.

##### Elección de los factores de emisión

Se eligieron los factores de emisión de CH<sub>4</sub> promedio del IPCC 2006.

Tabla 10. Factores de emisión promedio por defecto del IPCC 2006

		m <sup>3</sup> /ton
Minería subterránea	Extracción	18.0
	Post-extracción	2.50
Minería de superficie	Extracción	1.20
	Post-extracción	0.10

Factor de conversión = 0.67 x 10<sup>-6</sup> Gg/ m<sup>3</sup> (20°C y 1 atm).

## [1B2] Petróleo y gas

### Elección del método

Las emisiones de gases de efecto invernadero CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, para las distintas fuentes o segmentos que conforman la subcategoría, se estimaron con la metodología indicada en las *Directrices del IPCC 2006*, con apego a las estadísticas oficiales nacionales como datos de actividad (véase **Anexo D-[1], Tablas 32 a 42**) y los factores de emisión compilados por el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2012) a través de una revisión bibliográfica, seleccionando los más adecuados para el país (**Tabla 11**).

Para las actividades de venteo en plantas de hidrógeno y craqueo catalítico de lecho fluidificado en refinerías y de oxidadores térmicos, tanto en refinerías como en plantas de gas, así como quema de gas en antorcha (periodo 1990-2013) durante la producción de crudo y de gas, refinación del petróleo, proceso de gas y transporte de GLP, de acuerdo al citado estudio, el Instituto Mexicano del Petróleo (INECC, 2012) determinó los factores de emisión a partir de datos de flujo y composición de gas o bien a partir de datos de diseño, mediante un balance de masas. Estos factores son específicos para las condiciones de México (**Tabla 11**).

La metodología es consistente con el nivel 1 como se muestra en los árboles de decisiones de las Figuras 4.2.1, 4.2.2 y 4.2.3 del Vol. 2, IPCC 2006.

Las emisiones se determinaron mediante las **Ecuaciones 8 y 9**.

Para el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>e por quema en antorcha, del periodo 2013-2015, Petróleos Mexicanos proporcionó los volúmenes anuales de gas enviado a quemador y su composición para la estimación de las emisiones. Los cálculos y valores fueron revisados y acordados con PEMEX, por lo que para ese periodo y estas fuentes la metodología es consistente con un nivel 2 de las *Directrices del IPCC*. Las emisiones de 2013-2015 comprenden la suma de gas enviado a quemador en las actividades de exploración y producción de petróleo crudo y gas natural, refinación, proceso de gas, transporte y distribución de hidrocarburos. Es importante anotar que en este rubro se reportan las emisiones por quema en antorcha de la producción de petroquímicos.

La serie histórica 1990-2012 se construyó a partir de la estimación de los valores de emisión de CO<sub>2</sub>e desarrollados en el estudio del IMP (INECC, 2012), utilizando la relación proporcional entre éstos y los valores 2013-2015 estimados y acordados con PEMEX. Esta superposición parcial se sometió al juicio de expertos. En las emisiones de gases de efecto invernadero no están consideradas las emisiones de óxido nitroso.

### Elección de los factores de emisión

Para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de emisiones fugitivas [1B2] se utilizaron los factores de emisión que mejor se adecuaban a las condiciones nacionales y que fueron seleccionados en el estudio realizado por el IMP (INECC, 2012) mediante una revisión bibliográfica

**Ecuación 8: estimación de emisiones fugitivas procedentes de un segmento de la industria (nivel 1)**

$$E_{gas, is} = A_{is} \times EF_{gas, is}$$

Donde:

is= segmento de la industria.

E<sub>gas, is</sub> = emisiones anuales (Gg).

A<sub>is</sub> = valor de la actividad del segmento de la industria (unidades de actividad).

EF<sub>gas, is</sub> = factor de emisión (Gg/unidad de actividad).

**Ecuación 9: total de emisiones fugitivas procedentes de los segmentos de la industria (nivel 1)**

$$E_{gas} = \sum E_{gas, is}$$

Donde:

is= segmento de la industria.

E<sub>gas, is</sub> = emisiones anuales (Gg).

A<sub>is</sub> = valor de la actividad del segmento de la industria (unidades de actividad).

EF<sub>gas, is</sub> = factor de emisión (Gg/unidad de actividad).



detallada de fuentes como: Canadian Association of Petroleum Producers, *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, U.S. Environmental Protection Agency, American Petroleum Institute y del International Gas Union (*Biennial Update Report*, IBA) (INECC, SEMARNAT, 2015). Además de la European Environment Agency

En el caso de venteo de oxidadores térmicos, tanto de refinerías como de plantas de gas, los factores de emisión se determinaron por balance de masas, a partir de la composición del gas de cola y, en la conversión de  $\text{CH}_4$  a  $\text{CO}_2$ , con una eficiencia de 98 por ciento. Se calculó la cantidad anual emitida de ambos gases y se relacionó con el volumen anual de crudo y el total de gas húmedo procesado, según fuera el caso (INECC, 2012).

A partir de datos de diseño de las plantas de hidrógeno y de craqueo catalítico de lecho fluidificado, se calcularon, con base anual, los valores de flujo y composición de los gases emitidos por las respectivas chimeneas y se obtuvieron los factores de emisión para el cálculo de emisiones por venteo

en función de la cantidad de crudo procesado al año en las actividades de refinación (INECC, 2012).

También, mediante balance de masas, se determinaron para el periodo 1990-2012, los factores de emisión de GEI procedentes de quema en antorcha por las actividades de producción de crudo y gas, refinación, proceso de gas y transporte de GLP; a partir de la composición típica de los gases que entran al quemador y considerando una eficiencia del dispositivo de 83.72%, los factores de emisión se calcularon con respecto al gas enviado a quemador en el caso de producción, o bien en función del volumen de crudo o gas enviado a proceso o del volumen de GLP transportado. Los datos de emisión de gases de efecto invernadero, como  $\text{CO}_2\text{e}$ , por quema en antorcha, 2013-2015, fueron proporcionados por PEMEX, para cada una de las siguientes actividades: refinación del petróleo; exploración y producción de petróleo y gas; proceso de gas, transporte por ducto y almacenamiento, y producción de petroquímicos.

Tabla 11. Factores de emisión para el cálculo de [1B2] Petróleo y gas natural

Fuente IPCC	Actividad	Factor $\text{CO}_2$	Factor $\text{CH}_4$	Unidades	Referencia
[1B2a] Petróleo [1B2ai] Venteo	Perforación de pozos	1.14E-07	5.50E-05	Gg/pozo perforado	$\text{CO}_2$ CAPP 2004 $\text{CH}_4$ USA 2012
	Terminación de pozos	7.95E-07	1.41E-05	Gg/Pozo terminado	USA 2012
	Producción crudo ligero	9.50E-05	3.80E-04	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo producido	IPCC 2006
	Producción crudo pesado	5.30E-03	2.30E-03		
	Transporte	9.71E-07	1.29E-05	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo transportado a BQT	$\text{CO}_2$ escalado por IMP $\text{CH}_4$ USA 2012
	Carga a buque tanques	1.04E-06	1.38E-05	GgMm <sup>3</sup> crudo cargado a BQT	CORINAIR 2007
	Refinerías FCC	5.26E0-2	NO		
	Refinerías Ptas $\text{H}_2$	2.40E0-2	NO	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo procesado	IMP (2012) INECC IMP (2012)
	Refinerías Oxidadores Ter.	5.16E-04	2.05E-07		
Terminales de GNL	2.86E-03	3.75E-05			

Tabla 11. (Continuación)

Fuente IPCC	Actividad	Factor CO <sub>2</sub>	Factor CH <sub>4</sub>	Unidades	Referencia
[1B2a] Petróleo [1B2aii] Quema en antorcha**	Perforación de pozos	4.86E-04	2.43E-07	Gg/pozo perforado	CAPP 2004
	Producción	1.86E00	6.29E-02	Gg/Mm <sup>3</sup> gas enviado a la atmósfera	CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> IMP 2012 N <sub>2</sub> O IPCC 2006
	Refinerías	1.13E-02	2.61E-04	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo procesado	IMP 2012
	Oxidadores refinerías	NO	NO	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo procesado	API 2009
	Transporte de GLP ducto	2.72E-03	6.17E-08	Gg/Mm <sup>3</sup> gas LP transportado	CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> IMP 2012 N <sub>2</sub> O IPCC 2006
[1B2a] Petróleo [1B2aiii] Todas las demás fugitivas	[1B2aiii1] Exploración	NE	NE	NE	IMP 2012
	[1B2aiii2] Prod. crudo ligero	1.10E-07	1.50E-06	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo producido	IPCC 2006
	[1B2aiii2] Prod. crudo pesado	5.40E-4	5.90E-07		
	[1B2aiii3] Transporte de petróleo por ductos	4.90E-07	5.40E-06	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo transportado	IPCC 2006
	[1B2aiii3] Terminales de GNL	3.50E-02	1.02E00	Gg/terminal	USA 2012
	[1B2aiii4] Refinación	1.11E-07	1.52E-05	Gg/Mm <sup>3</sup> crudo procesado	API 2009
[1B2aiii5] Distribución petrolíferos	NE	NE	NE	NE	
[1B2b] Gas natural [1B2bi] Venteo	Perforación de pozos	4.08E-07	5.50E-05	Gg/pozo perforado	USA 2012
	Terminación de pozos	1.23E.05	1.65E-03	Gg/pozo terminado	USA 2012
	Mantenimiento de pozos	4.10E-08	5.52E-05	Gg/pozo mantenido	USA 2012
	Limpieza de pozos	3.60E-04	4.85E-02	Gg/pozo purgado	USA 2012
	Proceso (oxidadores)	3.70E-02	1.15E-06	Gg/Mm <sup>3</sup> gas húmedo procesado	IMP 2012
	Transporte	3.10E-06	3.20E-04	Gg/Mm <sup>3</sup> gas seco transportado	IPCC 2006

Tabla 11. (Continuación)

Fuente IPCC	Actividad	Factor CO <sub>2</sub>	Factor CH <sub>4</sub>	Unidades	Referencia
[1B2b] Gas natural	Perforación	4.86E-04	2.43E-07	Gg/pozo perforado	CAPP 2004
[1B2bii] Quema en antorcha	Proceso	1.86E03	7.06E-05	Gg/Mm <sup>3</sup> gas húmedo procesado	IMP 2012
[1B2b] Gas natural [1b2biii] Todas las demás fugitivas	[1b2biii1] Exploración	NE	NE	NE	IMP 2012
	[1b2biii2] Producción	8.2E-05	2.30E-03	Gg/Mm <sup>3</sup> gas no asociado producido	IPCC 2006
	[1b2biii3] Proceso	1.29E-04	1.69E-03	Gg/Mm <sup>3</sup> gas húmedo procesado	USA 2012
	[1b2biii4] Transporte (compresión y medición)	8.80E-07	4.80E-04	Gg/Mm <sup>3</sup> gas seco transportado	IPCC 2006
	[1b2biii5] Distribución	2.69E-05	9.62E-04	Gg/km de ducto	USA 2012

Fuente: INECC 2012.

# Anexo E:

## [2] Procesos industriales y uso de productos

### [2A] Industria de los minerales

#### [2A1] Producción de cemento

##### Elección del método

Los datos de actividad con que se cuenta para la estimación de emisiones de esta fuente son los de producción de cemento gris, cemento blanco y mortero.

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la producción de cemento (Figura 2.1, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), la metodología a seguir es el nivel 1 para la estimación de dióxido de carbono. Se utiliza la **Ecuación 1** (IPCC 2006).

##### Ecuación 1: emisiones basadas en la producción de cemento

$$E_{CO_2} = \left[ \sum (M_{ct} \times C_{cl}) - im + Ex \right] \times EF_{cl}$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de cemento, toneladas.

M<sub>ct</sub> = peso (masa) de cemento producido de tipo i, toneladas.

C<sub>cl</sub> = fracción de clínker del cemento de tipo i, fracción.

Im = importaciones para el consumo de clínker, toneladas.

Ex = exportaciones de clínker, toneladas.

EF<sub>cl</sub> = factor de emisión del clínker en el cemento en particular, ton de CO<sub>2</sub>/ton de clínker.

El factor de emisión por defecto del clínker (EF<sub>cl</sub>) está corregido para el CKD (polvo del horno de cemento, del inglés *Cement Kiln Dust*).

##### Elección de los factores de emisión

Para convertir la producción de cemento en datos de actividad de clínker se utiliza la fracción de clínker (C<sub>cl</sub>) que contiene cada tipo de cemento (i). En el caso de los cementos gris y blanco se utilizó una fracción promedio de 85% dada por la Cámara Nacional del Cemento (CANACEM); en el caso del mortero se utilizó 64%, valor por defecto de IPCC para albañilería (Cuadro 2.2, Vol. 3, de IPCC 2006).

Dado que no se cuenta con el valor de corrección de emisiones para el polvo de horno de cemento (CF<sub>CKD</sub>) se utiliza el valor por defecto de 1.02, por lo que el factor de emisión para el cemento es de 0.52 ton de CO<sub>2</sub>/ton de clínker.

#### [2A2] Producción de cal

##### Elección del método

Los datos de actividad disponibles para esta fuente son los de producción de la cal viva, cal dolomítica, cal hidratada, cal siderúrgica y química.

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de cal (Figura 2.2, Vol. 3 de las *Directrices...*), dado que se cuenta con los tipos de cal producidos en México, se estiman las emisiones con el nivel 2 de la metodología de IPCC 2006, según la **Ecuación 2**.

**Ecuación 2: emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos**

$$E_{CO_2} = \sum_i (EF_{l,i} \times M_{l,i} \times CF_{lkd,i} \times C_{h,i})$$

Donde:

$E_{CO_2}$  = emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de cal, toneladas.

$EF_{l,i}$  = factor de emisión para la cal de tipo i, ton de CO<sub>2</sub>/ton de cal (véase Ecuación 2.6 IPCC 2006).

$M_{l,i}$  = producción de cal de tipo i, toneladas.

$CF_{lkd,i}$  = factor corrector para el polvo del horno de cal de tipo i, sin dimensión. Esta corrección puede justificarse de una manera similar que para el CKD (Ecuación 2.5 del Vol. 3, IPCC, 2006), pero se omite el factor ( $EF_l/EF_d$ ).

$C_{h,i}$  = factor corrector para la cal hidratada del tipo de cal i, sin dimensión (véase el análisis de la Sección 2.3.1.3, Elección de los datos de la actividad del Vol. 3, IPCC, 2006).

i = cada una de las cales específicas enumeradas en el Cuadro 2.4 del Vol. 3, IPCC 2006.

**Elección de los factores de emisión**

Los factores de emisión se tomaron de IPCC (**Tabla 1**). Para el polvo que se puede generar en el horno de cal (LKD, del inglés, *lime kiln dust*), que se requiere para un nivel 2, se usa el valor de corrección de 2%, por lo que el valor sugerido por el IPCC para el factor de correc-

ción del LKD para la cal es 1.02. Para la cal hidratada, el factor de corrección por defecto es 97 por ciento.

Los factores de emisión utilizados en la ecuación son 0.75 para cal viva, 0.59 para cal hidráulica y 0.77 para cal dolomítica, en unidades de ton CO<sub>2</sub>/ton de cal.

**[2A3] Producción de vidrio****Elección del método**

Conforme al árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de vidrio (Figura 2.3, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*) se consideró el nivel 3 con los pasos siguientes:

**Paso 1**

Con base en los datos de materias primas utilizadas para la subcategoría de fabricación de vidrio en 2013, se identificaron aquellas clases de actividades que utilizaron arena sílica, feldespato, dolomita y piedra caliza, con lo que se supuso que dichas actividades incluían fundición para la producción de vidrio. Las actividades identificadas se presentan en la **Tabla 2**.

**Tabla 1. Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal**

Tipo de cal	Cociente estequiométrico (ton de CO <sub>2</sub> por ton de CaO o de CaO-MgO)	Intervalo del contenido de CaO (%)	Intervalo del contenido en MgO (%)	Valor por defecto para el contenido de CaO o de CaO-MgO (fracción)	Factor de emisión por defecto (ton de CO <sub>2</sub> por ton de cal)
Cal con fuerte proporción de calcio <sup>a</sup>	0.785	0.78	0.3-2.5	0.95	0.75
Cal de dolomita <sup>b</sup>	0.913	55-57	38-41	0.95 o 0.85 <sup>c</sup>	0.86 o 0.77 <sup>c</sup>
Cal hidráulica <sup>b</sup>	0.785	65-92 <sup>e</sup>	ND	0.75 <sup>e</sup>	0.59

Fuente:

<sup>a</sup> Miller (1999b) basado en ASTM (1996) y Schwarzkopf (1995).

<sup>b</sup> Miller (1999a) basado en Boynton (1980).

<sup>c</sup> Este valor depende de la tecnología utilizada para la producción de cal. El valor más alto se sugiere para los países desarrollados, el más bajo para los países en desarrollo.

<sup>d</sup> No existe una fórmula química exacta para cada tipo de cal porque la química del producto cal está determinada por la química de la piedra caliza o la dolomita utilizada para fabricar la cal.

<sup>e</sup> El contenido total en CaO (incluido aquél de las fases de silicatos).

ND: No disponible.

**Tabla 2. Clasificación para la fabricación del vidrio y productos de vidrio**

Número SCIAN	Concepto
327211	Fabricación de vidrio
327212	Fabricación de espejos
327213	Fabricación de envases y ampollitas de vidrio
327214	Fabricación de fibra de vidrio
327215	Fabricación de artículos de vidrio de uso doméstico
327216	Fabricación de artículos de vidrio de uso industrial y comercial
327219	Fabricación de otros productos de vidrio

Fuente: INEGI (2013) Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México.

### Paso 2

Las principales materias primas de vidrio utilizadas en 2013 (Censos económicos 2014) y que emiten CO<sub>2</sub> durante el proceso de fundición son piedra caliza, dolomita y ceniza de sosa. Se identificó la presencia de estos compuestos en las actividades citadas y se cuantificaron y calcularon las emisiones de CO<sub>2</sub> para ese año con la **Ecuación 3** (IPCC 2006).

#### Ecuación 3: emisiones basadas en entradas de carbonatos, nivel 3

$$E_{CO_2} = \sum_j (M_i \times EF_i \times P_i)$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de vidrio, toneladas.

EF<sub>i</sub> = factor de emisiones para el carbonato i consumido, toneladas.

M<sub>i</sub> = peso o masa del carbonato i consumido (extraído de la mina), toneladas.

P<sub>i</sub> = fracción porcentual de calcinación alcanzada por el carbonato i, expresada en decimal.

Cuando se desconozca la fracción de calcinación alcanzada puede suponerse que es igual a 1 (IPCC, 2006, Vol. 3).

### Paso 3

Mediante la **Ecuación 4** se obtuvo una intensidad de emisiones de 0.010535 ton CO<sub>2</sub>/miles de pesos corrientes, de los datos de actividad al año 2013, y se asumió que este valor se mantuvo constante en años anteriores.

#### Ecuación 4: intensidad de emisiones por la producción bruta

$$Intensidad_{2013} = \frac{\text{emisiones totales CO}_2}{\text{producción bruta}}$$

### Paso 4

Las emisiones de CO<sub>2</sub> para los años restantes se obtuvieron mediante la **Ecuación 5**.

#### Ecuación 5:

$$\text{Emisiones CO}_2 \text{ año } n = \text{Intensidad}_{2013} \times \text{Producción bruta}_n$$

Donde:

n = año de medición.

### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión para carbonatos que se utilizaron fueron de IPCC 2006 (**Tabla 3**).

**Tabla 3. Factores de emisión para las especies comunes de carbonatos**

Mineral	ton CO <sub>2</sub> /ton carbonato
Carbonato de sodio o ceniza de sosa	0.41492
Dolomita	0.47732
Calcita	0.43971

## [2B] Industria química

### [2B1] Producción de amoníaco

#### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de amoníaco (Figura 3.1, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*) se cuenta con datos de la producción nacional de amoníaco, provenientes del Sistema de Información Energética de SENER, por lo que se estiman las emisiones con un nivel 1.

La ecuación del IPCC para la estimación de CO<sub>2</sub> por la producción del amoníaco es la **Ecuación 6**.

#### Elección de los factores de emisión

Se utilizan los valores por defecto de IPCC 2006, que se muestran en la **Tabla 4**.

El valor recomendado para la estimación es el factor de emisión para plantas modernas, *reformado*

*convencional* es 1.694 ton de CO<sub>2</sub>/ton NH<sub>3</sub> (ANIQ, 2016). Sin embargo, se ajustó con el valor del IMP sobre combustibles fósiles con un contenido de carbono para gas natural de 15.76 kg/GJ; el nuevo factor utilizado finalmente es 1.745 ton de CO<sub>2</sub>/ton NH<sub>3</sub>.

#### Ecuación 6: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de amoníaco-nivel 1

$$E_{CO_2} = AP \times CCF \times COF \times \frac{44}{12} - R_{CO_2}$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub></sub>= emisiones de CO<sub>2</sub>, kg.

AP= producción de amoníaco, toneladas.

CCF= factor de contenido de carbono de combustible, kg C/GJ.

COF= factor de oxidación de carbono de combustible, fracción.

R<sub>CO<sub>2</sub></sub>= CO<sub>2</sub> recuperado para utilización posterior en un proceso secundario (producción de urea), kg.

Tabla 4. **Requisitos de combustible por defecto (combustible más alimentación a procesos) y factores de emisión para la producción de amoníaco**

Proceso de producción	Requisitos de combustible (GJ(NVC)/ton NH <sub>3</sub> ) ±Incertidumbre (%)	Factor de contenido de carbono [CCF] <sup>1</sup> (kg/GJ)	Factor de oxidación de carbono [FOC] <sup>1</sup> (fracción)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> ton CO <sub>2</sub> /ton NH <sub>3</sub> )
Plantas modernas - Europa Reformado convencional-gas natural	30.2 [± 6%]	15.3	1	1.694
Reformado por exceso de aire-gas natural	29.7 [± 6%]	15.3	1	1.666
Reformado autotérmico-gas natural	30.2 [± 6%]	15.3	1	1.694
Oxidación parcial	36.0 [± 6%]	21.0	1	2.772
Derivado de los valores promedio europeos para consumos de energía específicos (mezcla de plantas modernas y más antiguas) Valor promedio-gas natural	37.5 [± 7%]	15.3	1	2.104
Valor promedio-oxidación parcial	42.5 [± 7%]	21.0	1	3.273

VCN –Valor calórico neto.

<sup>1</sup> Valores tomados de Energía, Vol. 2, Cap. 1, Cuadros 1.3 y 1.4, IPCC, 2006.

Fuente: adaptado de EFMA (2000b; p.21); de Beer, Philipsen y Bates (2001; p.21); para las plantas modernas, los factores por defecto pueden derivarse usando el contenido de C correspondiente al gas natural (considerado seco) y los factores por defecto de la oxidación parcial pueden derivarse utilizando el contenido de C correspondiente al fuel óleo residual.

## [2B2] Producción de ácido nítrico

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de la producción de ácido nítrico (Figura 3.2, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*) se cuenta con datos de producción del ácido nítrico publicados por ANIQ, por lo que las estimaciones se realizaron con un nivel 1, usando la **Ecuación 7**.

#### Ecuación 7: emisiones de N<sub>2</sub>O de la producción de ácido nítrico-nivel 1

$$E_{N_2O} = EF \times NAP$$

Donde:

E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = emisiones de N<sub>2</sub>O, kg.

EF = factor de emisión de N<sub>2</sub>O (por defecto), kg de N<sub>2</sub>O/ton de ácido nítrico producido.

NAP = producción de ácido nítrico, toneladas.

### Elección de los factores de emisión

La **Tabla 5** muestra los factores por defecto de IPCC 2006 y, según el estudio realizado por ANIQ, el factor a usar para la estimación de óxido nitroso es 9 kg de N<sub>2</sub>O/ton de ácido nítrico.

**Tabla 5. Factores por defecto para la producción de ácido nítrico**

Proceso de producción	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O y su incertidumbre
Plantas con RCNS <sup>a</sup> (todos los procesos)	2 kg de N <sub>2</sub> O/ton de ácido nítrico ±10%
Plantas con destrucción de N <sub>2</sub> O integrada al proceso o al gas de cola	2.5 kg de N <sub>2</sub> O/ton de ácido nítrico ±10%
Plantas a presión atmosférica (baja presión)	5 kg de N <sub>2</sub> O/ton de ácido nítrico ±10%
Plantas de combustión a presión intermedia	7 kg de N <sub>2</sub> O/ton de ácido nítrico ±20%
Plantas a alta presión	9 kg de N <sub>2</sub> O/ton de ácido nítrico ±40%

<sup>a</sup> Reducción catalítica no selectiva (en inglés, NSCR, por Non-Selective Catalytic Reduction).

Fuente: Van Balken (2005).

## [2B3] Producción de ácido adípico

No se encontraron datos de producción de ácido adípico en México. Sólo hay datos de comercialización por exportaciones e importaciones.

## [2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico

### Elección del método

Según el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de la producción de caprolactama (Figura 3.4, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*) se cuenta sólo con datos de producción, por lo que la estimación de emisiones del óxido nitroso es de nivel 1 (**Ecuación 8**).

#### Ecuación 8: emisiones de N<sub>2</sub>O de la producción de caprolactama-nivel 1

$$E_{N_2O} = EF \times CP$$

Donde:

E<sub>N<sub>2</sub>O</sub> = emisiones de N<sub>2</sub>O, kg.

EF = factor de emisión de N<sub>2</sub>O (por defecto), kg de N<sub>2</sub>O/ton de caprolactama producido.

CP = producción de caprolactama, toneladas.

### Elección de los factores de emisión

El factor por defecto propuesto por el IPCC se muestra en la **Tabla 6**.

**Tabla 6. Factor por defecto para la producción de caprolactama**

Proceso de producción <sup>a</sup>	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O/ton caprolactama)	Incertidumbre
Raschig	9.0 <sup>a</sup>	± 40%

<sup>a</sup> Basado en las plantas de alta presión para la producción de ácido nítrico.

Fuente: Factores por defecto para la producción de ácido nítrico

## [2B5] Producción de carburo

No se estimaron las emisiones procedentes de la producción de carburo de silicio y calcio, puesto que sólo se tienen datos de 1998 y 2003.



## [2B6] Producción de dióxido de titanio

### Elección del método

Según el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de dióxido de titanio (Figura 3.6, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), las emisiones se calculan con el nivel 1, utilizando los datos sobre producción de escoria de titanio, rutilo sintético o rutilo TiO<sub>2</sub>. El procedimiento básico para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> es el que muestra la **Ecuación 9**.

**Ecuación 9: emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la producción de titanio, rutilo sintético y TiO<sub>2</sub> rutilo-nivel 1**

$$E_{CO_2} = \sum_j (AD_i \times EF_j)$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones de CO<sub>2</sub>, toneladas.

AD<sub>i</sub> = dato de actividad, producción de escoria de titanio, rutilo sintético o TiO<sub>2</sub> rutilo (producto i), toneladas.

EF<sub>i</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de producción de escoria de titanio, rutilo sintético o TiO<sub>2</sub> rutilo (producto i), ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto.

### Elección de los factores de emisión

Se utilizaron los valores por defecto del nivel 1, ya que no se cuenta con información por planta. Los factores propuestos por el IPCC se muestran en la **Tabla 7**.

**Tabla 7. Factores de emisión para el dióxido de titanio**

Producto	Factor de emisión e incertidumbre respectiva (ton CO <sub>2</sub> /ton de producto)
Escoria de titanio	No disponible
Rutilo sintético	1.43 [± 10%]
Rutilo dióxido de titanio (vía del cloruro)	1.34 [± 15%]

Fuente: Cuadro 3.9, Cap. 3, Vol. 3, IPCC, 2006.

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por la producción de titanio se utilizó el rutilo dióxido de titanio con un valor de 1.34 ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto.

## [2B7] Producción de ceniza de sosa

### Elección del método

En concordancia con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de ceniza de sosa natural (Figura 3.7, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método de nivel 1, el cual se basa en valores por defecto y en estadísticas nacionales de la producción de ceniza de sosa natural, proceso que emite CO<sub>2</sub> como subproducto de la descomposición térmica (calcinación) de la trona o ceniza de sosa. La emisión de CO<sub>2</sub> se puede calcular a partir de la **Ecuación 10**.

**Ecuación 10: emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de ceniza de sosa natural-nivel 1**

$$E_{CO_2} = AD \times EF$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub></sub> = emisiones de CO<sub>2</sub>, toneladas.

AD = dato de actividad, cantidad de trona utilizada o ceniza de sosa producida, ton de trona utilizada o ton de ceniza de sosa natural producida.

EF = factor de emisión por unidad de entrada de trona o por unidad de salida de ceniza de sosa natural, ton de CO<sub>2</sub>/ton de trona o ton de CO<sub>2</sub>/ton de ceniza de sosa natural producida.

EF<sub>trona</sub> = 0.097 ton de CO<sub>2</sub>/ton de trona, EFSA = factor de emisión de ceniza de sosa = 0.138 ton de CO<sub>2</sub>/ton de ceniza de sosa natural producida.

### Elección de los factores de emisión

Se utiliza el factor de emisión por la unidad de salida de ceniza de sosa que es de 0.138 ton de CO<sub>2</sub>/ton de ceniza de sosa (véase Ecuación 3.14, Vol. 3, IPCC 2006).

## [2B8] Producción petroquímica y negro de humo

La industria petroquímica utiliza combustibles fósiles (por ejemplo, gas natural) o productos de refinería de petróleo (por ejemplo, nafta) como alimentación de procesos. En esta sección de la metodología se presentan los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones provenientes de la producción de metanol, etileno y propileno, dicloruro de etileno, óxido de etileno, acrilonitrilo y negro de humo.

### Elección del método

Según lo señalado en el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la industria petroquímica e industria del negro de humo (Figura 3.8, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método de nivel 1, que calcula emisiones provenientes de los procesos petroquímicos sobre la base de los datos de la actividad de la producción de cada sustancia petroquímica y el factor de emisión específico del proceso para cada sustancia, como se muestra en la **Ecuación 11**, para la producción de cada producto petroquímico primario.

Las emisiones provenientes de la producción de sustancias petroquímicas y de negro de humo varían según el proceso y la alimentación utilizados. Cuando se desconocen estos dos parámetros (según el árbol de decisiones para estimar las emisiones de metano, la Figura 3.9, Vol. 3, IPCC 2006), se

sugiere utilizar la ecuación anterior para el cálculo de dichas emisiones.

### Elección de los factores de emisión

En las **Tablas 8 y 9** se presentan los factores por defecto de IPCC 2006.

#### Ecuación 11: cálculo de la emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1

$$E_{CO_2i} = PP_i \times FE_i \times GAF / 100$$

Donde:

E<sub>CO<sub>2</sub>i</sub> = emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de la sustancia petroquímica i, toneladas.

PP<sub>i</sub> = producción anual de la sustancia petroquímica primaria i, toneladas.

FE<sub>i</sub> = factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la sustancia petroquímica i, ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto producido.

GAF = factor de ajuste geográfico (para el factor de emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de etileno), porcentaje.

**Tabla 8. Factores de emisión para la producción petroquímica y del negro de humo, e incertidumbre respectiva**

Sustancia	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	Notas
Negro de humo	2.62	0.06	Cuadro 3.23, ton de CO <sub>2</sub> /tonelada y Cuadro 3.24, kg CH <sub>4</sub> /tonelada, procesos por defecto. Cuadro 3.27, incertidumbre.
	±15%	±85%	
Metanol	0.267	2.3	Cuadro 3.14, etano en ton CO <sub>2</sub> /tonelada. Cuadro 3.16, kg CH <sub>4</sub> /tonelada. Juicio de experto ANIQ.
	-80% a 30%	30%	
Etileno	0.95	6	Cuadro 3.14, etano en ton CO <sub>2</sub> /tonelada. Cuadro 3.16, kg CH <sub>4</sub> /tonelada. Juicio de experto ANIQ.
	30%	30%	
Óxido de etileno	0.663	1.79	Cuadro 3.20, proceso por aire con selectividad del catalizador 75 en ton CO <sub>2</sub> /ton. Cuadro 3.21, sin tratamiento kg CH <sub>4</sub> /ton. Juicio de experto ANIQ.
	10%	60%	
Dicloruro de etileno (1, 2 dicloroetano)	0.196		Cuadro 3.17, proceso equilibrado en ton CO <sub>2</sub> /ton producto. Juicio de experto ANIQ.
		-20% a 10%	
Monómero cloruro de vinilo	0.286	0.0226	Cuadro 3.17, proceso de cloración directa en ton CO <sub>2</sub> /ton. Juicio de experto ANIQ. Cuadro 3.19, kg CH <sub>4</sub> /ton.
	-20% a 10%	-20% a 10%	
Acrilonitrilo	1	0.18	Cuadro 3.22, valor por defecto en ton CO <sub>2</sub> /ton. Juicio de experto ANIQ. Pág. 3.28, en kg CH <sub>4</sub> /ton.
	60%	60%	

Fuente: elaboración propia con base en el Cap. 3, del Vol. 3, IPCC, 2006.

Tabla 9. Factores de ajuste geográfico por defecto para los factores de emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de etileno por el proceso de escisión al vapor

Región	Factor de ajuste	Notas
Europa Occidental	100%	Los valores del Cuadro 3.14 están basados en datos para fraccionadores al vapor de países de Europa Occidental
Europa Oriental	110%	Excepto Rusia
Japón y Corea	90%	
Asia, África, Rusia	130%	Incluida Asia, excepto Japón y Corea
Norteamérica, Sudamérica y Australia	110%	

Fuente: los factores de ajuste se basan en datos proporcionados por el Sr. Roger Matthews, en comunicación personal al Sr. Martin Patel, mayo de 2002. Los valores de incertidumbre para este cuadro están incluidos en el Cuadro 3.27, Vol. 3 de IPCC 2006. El factor de ajuste geográfico (GAF) utilizado fue el 110% para Norteamérica.

## [2B9] Producción fluoroquímica

El trifluorometano (HFC-23 o CHF<sub>3</sub>) se genera como un subproducto derivado durante la fabricación de clorodifluorometano (HCFC-22 o CHClF<sub>2</sub>).

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de HFC-23 provenientes de la producción de HCFC (Figura 3.16, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método de nivel 1 (véase **Ecuación 12**), que consiste en la aplicación de un factor de emisión por defecto a la cantidad de HCFC-22 producido. Este método se puede aplicar en la planta o en el ámbito nacional.

#### Ecuación 12: cálculo de la emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1

$$E_{sp} = EF \times P$$

Donde:

E<sub>sp</sub> = emisiones como subproducto = emisiones de HFC-23 en toneladas.

EF = factor de emisión de la relación HFC-23/HCFC-22.

P = producción de HCFC-22 en toneladas.

### Elección de los factores de emisión

De acuerdo con la información del reporte de validación del proyecto de "Quimobásicos S.A. de C.V. HFC Recovery and Decomposition Project" (SGS, 2013), la proporción en la que se generan las emisiones de HFC-23 a partir de la producción del HCFC-22 es de 2.44 por ciento.

## [2C] Industria de los metales

Se muestran las metodologías que se usaron para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero que resultan de la producción de los siguientes metales:

- Hierro y acero.<sup>1</sup>

- Ferroaleaciones.
- Aluminio.
- Plomo.
- Zinc.

<sup>1</sup> La producción de coque metalúrgico se explica en la categoría de energía dentro de industrias de la energía.

## [2C1] Producción de hierro y acero

La estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> por la producción de hierro y acero se divide en función de los procesos de sinterizado, pellets, arrabio, hierro esponja y acero en los hornos de arco eléctrico (EAF), convertidor al oxígeno (BOF) y el horno de hogar abierto o de reverbero (OHF).<sup>2</sup>

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro y acero (figura 4.7 y figura 4.8 para emisiones de CH<sub>4</sub>, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método de nivel 1, que consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por los datos sobre la producción nacional, como se muestra en la **Ecuación 13**.

Debido a las amplias variaciones en las emisiones por unidad de producción de acero, que dependen del método de producción, es una buena práctica determinar la fracción de acero que se produce en los diferentes procesos de fabricación, calcular las emisiones para cada proceso y sumar

luego las estimaciones. En la **Ecuación 13** se considera la producción de acero a partir de convertidores al oxígeno (BOF), hornos de arco eléctrico (EAF) y hornos de hogar abierto (OHF). Para el caso de México, se tienen las estadísticas de producción por cada tipo de horno.

El IPCC permite calcular las emisiones de la producción de arrabio que no se convierte en acero. Es preferible estimar las emisiones de esta producción por separado, pues los factores de emisión para la producción integrada de hierro y acero (procesos BOF y OHF) toman en cuenta las emisiones de ambas etapas. Para el caso de México, todo el arrabio se convierte en acero, por lo que las emisiones de esta producción ya están consideradas en la producción de hierro y acero (véase nota del Cuadro 4.1 de IPCC 2006).

La **Ecuación 14** permite calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de hierro reducido directo (DRI) para el método de nivel 1, utilizando un factor de emisión de CO<sub>2</sub>. Para el caso de México se aplica con la información de la producción de hierro esponja.

Es también una buena práctica estimar separadamente, mediante las **Ecuaciones 15 y 16**, las emisiones de la producción de sinterizado y de la producción nacional de pellets. Las ecuaciones mencionadas deben usarse si el compilador del inventario no posee información detallada sobre los materiales utilizados.

<sup>2</sup> EAF: Electric Arc Furnace; BOF: Blast Oxygen Furnace; OHF: Open Hearth Furnace.

### Ecuación 13: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro y acero-nivel 1

$$\text{Hierro y acero: } E_{CO_2, n-e} = BOF \times EF_{BOF} + EAF \times EF_{EAF} + OHF \times EF_{OHF}$$

### Ecuación 14: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro reducido directo-nivel 1

$$\text{Hierro reducido directo: } E_{CO_2, n-e} = DRI \times EF_{DRI}$$

### Ecuación 15: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de sinterizado-nivel 1

$$\text{Producción de sinterizado: } E_{CO_2, n-e} = SI \times EF_{si}$$

Continúa en la página siguiente

**Ecuación 16: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de pellets-nivel 1**

$$\text{Producción de pellets: } E_{\text{CO}_2, \text{n-e}} = P \times EF_p$$

Donde:

n-e= no-energía

$E_{\text{CO}_2, \text{n-e}}$  = emisiones de CO<sub>2</sub> a ser declaradas en el Sector IPPU, toneladas.

BOF= cantidad de acero crudo producido en convertidores al oxígeno, toneladas.

EAF= cantidad de acero crudo producido en hornos de arco eléctrico, toneladas.

OHF= cantidad de acero crudo producido en hornos de hogar abierto, toneladas.

DRI= cantidad de hierro reducido directo producido nacionalmente, toneladas.

SI= cantidad de sinterizado producido nacionalmente, toneladas.

P= cantidad de pellets producidos nacionalmente, toneladas.

EFx= factor de emisión, ton de CO<sub>2</sub>/ton de x producido.

Para estimar emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la producción de sinterizado o de la producción de hierro, los métodos son similares a los descritos para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> del nivel 1, basados en factores de emisión por defecto y las estadísticas nacionales de producción.

Se desconoce la cantidad de gas natural utilizado para la producción de DRI. Según IPCC, el consumo de energía por defecto es de 12.5 GJ de gas natural por ton de DRI producido, por lo que se estima la cantidad que entra a proceso y se quita de la contabilidad del total consumido en la subcate-

goría del sector de energía. Para la producción de sinterizado sólo se cuenta con información proporcionada por CANACERO de 2003 a 2015.

**Elección de los factores de emisión**

En la **Tabla 10** se proporcionan factores de emisión por defecto para la producción de coque, sinterizado, pellets, hierro y acero.

En la **Tabla 11** se proporcionan factores de emisión de CH<sub>4</sub> por defecto para la producción de coque, hierro y acero.

**Tabla 10. Factores por defecto de emisiones de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de la subcategoría hierro y acero**

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Producción de sinterizado (ton de CO <sub>2</sub> por ton de sinterizado producido)	0.20	Producción de sinterizado: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 4.1, página 29. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>
Horno de coque (ton de CO <sub>2</sub> por ton de coque producido)	0.56	Producción de coque: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 6.2, página 122. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>
Producción de hierro (ton de CO <sub>2</sub> por ton de arrabio producido)	1.35	Producción de hierro: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 7.2, página 7.3. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>
Producción de hierro reducido directo (ton de CO <sub>2</sub> por ton de DRI producido)	0.70	Producción de hierro reducido directo: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 10.1, página 322 y Cuadro 10.4, página 331. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>
Producción de pellets (ton de CO <sub>2</sub> por ton de pellets producido)	0.03	Producción de pellets: European IPPC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) <i>Best Available Techniques Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 5.1, página 95. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm</a>

Tabla 10. (Continuación)

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Método de fabricación de acero		
En convertidor al oxígeno (BOF) (ton de CO <sub>2</sub> por ton de acero producido)*	1.46	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
En horno de arco eléctrico (EAF) (ton de CO <sub>2</sub> por ton de acero producido) **	0.08	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
En horno de solera (OHF) (ton de CO <sub>2</sub> por ton de acero producido)	1.72	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)
Factor promedio global (65% BOF, 30% EAF, 5% OHF) (ton de CO <sub>2</sub> por ton de acero producido)	1.06	Producción de acero: Consenso de expertos y IISI Environmental Performance Indicators 2003 STEEL (International Iron and Steel Institute, 2004)

\*Factor basado en datos internacionales de 2003, en los que los BOF daban cuenta de aproximadamente un 63% de la producción mundial de acero y los EAF de un 33%; los AHF daban cuenta del 4% restante, pero en la actualidad éste está disminuyendo.

\*\* El factor de emisión para la fabricación de acero en EAF no incluye las emisiones de la producción de hierro. Los factores de emisión para la fabricación de acero en BOF y OHF sí incluyen las emisiones de la producción de hierro en altos hornos.

Nótese que en esta tabla el factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la fabricación de acero en EAF se basa en la producción de acero a partir de chatarra metálica y, por lo tanto, el factor de emisión EAF no da cuenta de ninguna emisión de CO<sub>2</sub> proveniente de la fabricación de hierro en alto horno. Por esto, el factor de emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para los EAF indicado aquí, no es aplicable a los EAF que usan arrabio como materia prima.

Tabla 11. Factores por defecto de emisiones de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de la subcategoría hierro y acero

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Producción de coque	0.1 g por ton de coque producido	Producción de coque: European IPCC Bureau (2001), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Best Available Techniques <i>Reference Document on the Production of Iron and Steel</i> , diciembre de 2001, Cuadro 6.2-3, página 122. <a href="http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm">http://eippcb.jrc.es/pages/FAactivities.htm</a>
Producción de sinterizado	0.07 kg por ton de sinterizado producido	EMEP/CORINAIR <i>Emission Inventory Guidebook</i> (EEA, 2005). Procesos con contacto: Plantas de sinterizado y peletización: <i>Sinter and Pelletizing Plants (Except Combustion 030301)</i> , Cuadro 8.2a, <i>Emission factors for gaseous compounds</i>
Producción de DRI	1 kg /TJ (sobre una base calórica neta)	Factor de emisión por defecto del Volumen Energía para las Emisiones de CH <sub>4</sub> de la combustión de gas natural (Véase Cuadro 2.3 del Vol. 2, capítulo 2 de IPCC 2006)

Fuente: Cap. 4, Vol. 3, IPCC 2006.

## [2C2] Producción de ferroaleaciones

Ferroaleación es el término utilizado para describir las aleaciones concentradas de hierro con uno o más metales, tales como manganeso, cromo, molibdeno, vanadio y tungsteno, o un no metal, como el silicio. A continuación, se muestra la metodología para la estimación de emisiones por la producción de ferromanganeso y del silicomanganeso.

### Elección del método

Según el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de ferroaleaciones (Figura 4.9, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se emplea el método de nivel 1. Las emisiones se calculan a partir de los factores de emisión generales que se aplican a la producción total de ferroaleaciones del país como se muestra en la **Ecuación 17**.

**Ecuación 17: emisiones de CO<sub>2</sub> para la producción de ferroaleaciones por el método de nivel 1**

$$E_{CO_2} = \sum_i (MP_i \times EF_i)$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones de CO<sub>2</sub>, toneladas.

MP<sub>i</sub>= producción metálica o producción de la ferroaleación de tipo i, toneladas.

EF<sub>i</sub>= factor de emisión de CO<sub>2</sub> genérico para la ferroaleación i, ton de CO<sub>2</sub>/ton de ferroaleación producida.

### Elección de los factores de emisión

En la **Tabla 12** se proporcionan factores de IPCC para emisión de CO<sub>2</sub> por defecto para la producción de ferroaleaciones.

Los factores que se utilizaron para el cálculo fueron 1.3 ton CO<sub>2</sub>/ton ferromanganeso (7% C) y 1.4 ton CO<sub>2</sub>/ton silicomanganeso.

## [2C3] Producción de aluminio

La producción mundial primaria de aluminio se realiza exclusivamente mediante el proceso electrolítico Hall-Heroult. En éste, las celdas electrolíticas de

reducción difieren en la forma y la configuración del ánodo de carbono y del sistema de alimentación de la alúmina, y pertenecen a uno de los cuatro tipos de tecnologías: de ánodo precocido central (CWPB, del inglés *centre-worked prebake*), de ánodo precocido lateral (SWPB, del inglés *side-worked prebake*), Söderberg a barra horizontal (HSS, del inglés *horizontal stud Söderberg*) y Söderberg a barra vertical (VSS, del inglés *vertical stud Söderberg*).

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de aluminio primario (Figura 4.11, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método de nivel 1. Se utilizan caracterizaciones amplias de la tecnología de las celdas (ánodo precocido o Söderberg), a título de estimaciones de orden inferior para las emisiones de CO<sub>2</sub> emanadas de la producción de aluminio. El total de emisiones de CO<sub>2</sub> se calcula con la **Ecuación 18**.

**Tabla 12. Factores genéricos de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de ferroaleaciones ton CO<sub>2</sub>/ton de producto**

Tipo de ferroaleación	Factor de emisión
Ferrosilicio (45% Si)	2.5
Ferrosilicio (65 % Si)	3.6
Ferrosilicio (75% Si)	4.0
Ferrosilicio (90% Si)	4.8
Ferromanganesos (7% C)	1.3
Ferromanganesos (1% C)	1.5
Silicomanganeso	1.4
Metal silicio	5.0
Ferrocromo	1.3*

Fuente: IPCC (1997), IPCC (2000), Olsen (2004) and Lindstad (2004).

\* 1.6 con una planta de sinterizado.

**Ecuación 18: emisiones de CO<sub>2</sub> de proceso del consumo de ánodos y/o pasta de ánodos (método de nivel 1)**

$$E_{CO_2} = EF_p \times MP_p + EF_s \times MP_s$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones de CO<sub>2</sub> originadas en el consumo de ánodos y/o pasta de ánodos, ton de CO<sub>2</sub>.

FE<sub>p</sub>= factor de emisión específico de la tecnología de precocidos (ton de CO<sub>2</sub>/ton de *aluminio* producido).

MP<sub>p</sub>= producción de metal del proceso de ánodos precocidos (ton de Al).

FE<sub>s</sub>= factor de emisión específico de la tecnología Söderberg (ton de CO<sub>2</sub>/ton de aluminio producido).

MP<sub>s</sub>= producción de metal del proceso Söderberg (ton de Al).

A partir de lo previsto en el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de perfluorocarbonos (CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, denominados colectivamente PFC) provenientes de la producción de aluminio primario (Figura 4.12, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), que se forman a partir de la reacción del ánodo de carbono con el fundido de criolita durante una situación de perturbación del proceso conocida como "efecto anódico", se utiliza el método de nivel 1; éste utiliza factores de emisión por defecto basados en la tecnología para los cuatro tipos principales de producción (CWPB, SWPB, VSS y HSS). El total de emisiones de PFC se calcula según la **Ecuación 19**.

**Ecuación 19: emisiones de PFC (método de nivel 1)**

$$E_{CO_2} = \sum_i (EF_{CF_4} \times MP_i)$$

y

$$E_{C_2F_6} = \sum_i (EF_{C_2F_6} \times MP_i)$$

Donde:

ECF<sub>4</sub>= emisiones de CF<sub>4</sub> generadas por la producción de aluminio, kg de CF<sub>4</sub>.

EC<sub>2</sub>F<sub>6</sub>= emisiones de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> generadas por la producción de aluminio, kg de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>.

EF<sub>CF<sub>4</sub></sub>, i= factor de emisión por defecto por tipo de tecnología de celda i para el CF<sub>4</sub>, kg de CF<sub>4</sub>/ton de Al.

EF<sub>C<sub>2</sub>F<sub>6</sub></sub>, i= factor de emisión por defecto por tipo de tecnología de celda i para el C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, kg de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>/ton de Al.

MP<sub>i</sub>= producción de metal por tipo de tecnología de celda i, ton de Al.

**Elección de los factores de emisión**

De acuerdo con las estadísticas del Instituto Internacional de Aluminio (IAI, por sus siglas en inglés),<sup>3</sup> 79% de la producción mundial de aluminio primario se realiza con la tecnología de ánodo precocido central (CWPB), 3% con la de ánodo precocido lateral (SWPB), 16% con el proceso Söderberg a barra horizontal (VSS) y 2% con el de Söderberg a barra vertical (HSS).

No se cuenta con información detallada sobre el tipo de tecnología para la producción de aluminio en México por lo que se optó por utilizar el factor de emisión de IPCC de 1.6 ton CO<sub>2</sub>/ton de aluminio por la tecnología de ánodos precocidos, la que representa el tipo de tecnología de mayor producción en el mundo (**Tabla 13**).

**Tabla 13. Factores de emisión de nivel 1 de la tecnología para calcular las emisiones de dióxido de carbono generadas por el consumo de ánodos o de pasta de ánodos**

Tecnología	Factor de emisión (ton CO <sub>2</sub> /ton Al)	Incertidumbre (+/-%)
Ánodos precocidos	1.6	10
Söderberg	1.7	10

Fuente: Instituto Internacional del Aluminio, Life Cycle Assessment of Aluminium (IAI, 2000).

Para la estimación de los PFC se utilizaron los valores promedio de las tecnologías mostradas en la **Tabla 14**, dando 0.80 kg CF<sub>4</sub>/ton de aluminio y 0.13 kg C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>/ton de aluminio.

<sup>3</sup> Véase <[http://world-aluminium.org/media/filer\\_public/2013/01/15/the\\_aluminium\\_industry\\_global\\_perfluorocarbon\\_gas\\_emissions\\_reduction\\_programmeresults\\_of\\_the\\_2011\\_anode\\_effect\\_survey\\_1.pdf](http://world-aluminium.org/media/filer_public/2013/01/15/the_aluminium_industry_global_perfluorocarbon_gas_emissions_reduction_programmeresults_of_the_2011_anode_effect_survey_1.pdf)>



**Tabla 14. Factores de emisión por defecto e intervalos de incertidumbre para el cálculo de las emisiones de PFC generadas por producción de aluminio por tipo de tecnología de celda método de nivel 1**

Tecnología	CF <sub>4</sub>		C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	
	EF <sub>CF4</sub> (kg/ton Al) <sup>a</sup>	Intervalo de incertidumbre (%) <sup>b</sup>	EF <sub>C2F6</sub> (kg/ton Al) <sup>c</sup>	Intervalo de incertidumbre (%) <sup>d</sup>
Ánodo precocido central (CWPB)	0.4	-99/+380	0.04	-99/+380
Ánodo precocido lateral (SWPB)	1.6	-40/+150	0.4	-40/+150
Söderberg a barra vertical (VSS)	0.8	-70/+260	0.04	-70/+260
Söderberg a barra horizontal (HSS)	0.4	-80/+180	0.03	-80/+180

<sup>a</sup> Valores de CF<sub>4</sub> por defecto calculados de la mediana del rendimiento del efecto anódico, tomados de los datos del estudio 1990 IAI survey data (IAI, 2001).

<sup>b</sup> Incertidumbre basada en el intervalo de las emisiones específicas de CF<sub>4</sub> calculadas por tecnología, tomada de los datos del estudio 1990 IAI survey data (IAI, 2001).

<sup>c</sup> Valores por defecto para el C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> calculados a partir del promedio global de la razón C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>:CF<sub>4</sub> por tecnología, multiplicados por el factor de emisión de CF<sub>4</sub> por defecto.

<sup>d</sup> Intervalo de incertidumbre basado en el promedio global de la razón C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>:CF<sub>4</sub> por tecnología, multiplicado por el valor máximo y el valor mínimo de las emisiones específicas de CF<sub>4</sub>, tomados de los datos del estudio 1990 IAI survey data (IAI, 2001).

Nota: estos factores de emisión por defecto deben utilizarse sólo en ausencia de datos de nivel 2 o 3.

## [2C4] Producción de magnesio

No se cuenta con información sobre la producción de magnesio primario o secundario, ni sobre la fundición o moldeo de magnesio en México. De acuerdo con las estadísticas de la Asociación Internacional de Magnesio,<sup>4</sup> la producción mundial de magnesio metálico se concentra en China, Estados Unidos, Israel, Brasil, Rusia, Kazajstán y Turquía. Hay nuevas plantas construidas en Malasia, Corea del Sur e Irán, y plantas piloto en Canadá y Australia.

## [2C5] Producción de plomo

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de plomo (Figura 4.15, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se utiliza el método más simple de estimación (nivel 1), que consiste en multiplicar los factores de emisión por defecto por la producción de plomo. Para el caso de México sólo se cuenta con los datos de producción, por lo que este metal no representa una fuente clave dentro del inventario.

<sup>4</sup> Véase [https://intlomag.site-ym.com/page/basics\\_about\\_mg\\_ima](https://intlomag.site-ym.com/page/basics_about_mg_ima)

La **Ecuación 20** permite la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> por la producción de plomo utilizando el valor por defecto de emisión de IPCC.

### Ecuación 20: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de plomo

$$E_{CO_2} = FD \times FE_{FD} + HIS \times FE_{HIS} + S \times FE_S$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la producción de plomo, toneladas.

FD= cantidad de plomo producido por fundición directa, toneladas.

FE<sub>FD</sub>= factor de emisión para la fundición directa, ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto de plomo.

HIS= cantidad de plomo producido en hornos de cuba tipo Imperial Smelting, toneladas.

FE<sub>HIS</sub>= factor de emisión para los hornos de cuba tipo Imperial Smelting, ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto de plomo.

S= cantidad de plomo producido a partir de materiales secundarios, toneladas.

FE<sub>S</sub>= factor de emisión para los materiales secundarios, ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto de plomo.

### Elección de los factores de emisión

Se usa el factor de emisión por defecto (**Tabla 15**) que considera que el 80% de la producción se funde en hornos de cuba tipo Imperial Smelting o en altos hornos, mientras que el 20% restante se funde empleando el método de fundición directa en hornos Kivcet, Asumelt y Queneau-Schumann\_Lurgi.

Tabla 15. Factores de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de plomo por fuente y tipo de horno ton de CO<sub>2</sub>/ton de producto

Producción en hornos Imperial Smelting (HIS)	Producción por fundición directa (FD)	Por tratamiento de materias primas secundarias	Factor de emisión por defecto (80% HIS, 20% FD)
0.59	0.25	0.2	0.52

Fuente: Sjardin (2003).

## [2C1] Producción de zinc

### Elección del método

Conforme al árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de zinc (Figura 4.16, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se aplica el método de nivel 1, que em-

plea factores de emisión por defecto que se aplican al total de la producción del país. Este método sólo debe emplearse si la fuente de emisión no representa una categoría principal. La **Ecuación 21** muestra la forma para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### Ecuación 21: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de plomo

$$E_{CO_2} = Zn \times EF_d$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la producción de zinc, toneladas.

Zn= cantidad de zinc producido, toneladas.

EF<sub>d</sub>= factor de emisión por defecto, ton de CO<sub>2</sub>/ton de zinc producido.

### Elección de los factores de emisión

Se seleccionó de la **Tabla 16** el factor de emisión por defecto 1.72 ton CO<sub>2</sub>/ton de zinc.

Tabla 16. Factores de emisión de CO<sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de zinc

Proceso	Factor de emisión	Fuente
Horno rotatorio Waelz (ton CO <sub>2</sub> /ton zinc)	3.66	Derivado de Viklund-White C. (2000) <i>The Use of LCA for the Environmental Evaluation of the Recycling of Galvanized Steel</i> . ISIJ International. Vol. 40 No. 3: 292-299
Horno (ton CO <sub>2</sub> /ton zinc)	0.43	Sjardin 2003. <i>CO<sub>2</sub> Emission Factors for Non-Energy Use in the Non-Ferrous Metal, Ferroalloys and Inorganics Industry</i> . Copernicus Institute, Utrecht, Países Bajos. Junio de 2003
Electro-térmico	Desconocido	
Factor por defecto (ton CO <sub>2</sub> /ton zinc)	1.72	El factor por defecto se basa en una ponderación de factores de emisión conocidos (60% Imperial Smelting, 40% Waelz Kiln)

Fuente: Cap. 4, Vol. 3, IPCC 2006

## [2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes

### [2D1] Uso de lubricantes

#### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> proveniente del uso no energético de los lubricantes (Figura 5.2, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se esti-

man según el nivel 1; las emisiones se calculan mediante la **Ecuación 22** con datos por defecto agregados para los pocos parámetros disponibles y con el factor ODU basado en la composición por defecto de los aceites y las grasas en las cifras totales sobre lubricantes (en unidades de TJ).

**Ecuación 22: lubricantes-nivel 1**

$$E_{CO_2} = LD \times CC_L + ODU_L \times 44/12$$

Donde:

$E_{CO_2}$  = emisiones de  $CO_2$  generadas por los lubricantes, ton de  $CO_2$ .

LC = consumo total de lubricantes, TJ.

$CC_L$  = contenido de carbono de los lubricantes (por defecto), ton de C/TJ (=kg de C/GJ).

$ODU_L$  = factor ODU (oxidado durante el uso, basado en la composición por defecto de aceites y grasas).

44/12 = cociente de masa del  $CO_2/C$ .

**Elección de los factores de emisión**

Para los lubricantes, el factor de contenido de carbono por defecto es de 20 kg de C/GJ, sobre la base de un valor de calentamiento menor.

Cuando sólo se dispone de datos sobre el consumo total de lubricantes (es decir, no hay datos separados para las grasas y los aceites), en el método de nivel 1 se emplea el promedio ponderado de los factores ODU, en su conjunto, como valor por defecto (**Tabla 17**).

**Tabla 17. Fracciones de oxidación por defecto para aceites lubricantes, grasas y lubricantes en general**

Lubricante / tipo de uso	Fracción por defecto en el total de lubricantes <sup>a</sup> (%)	Factor ODU
Aceite lubricante (aceite para motores / aceites industriales)	90	0.2
Grasas	10	0.05
Valor por defecto de IPCC para el total de lubricantes <sup>b</sup>		0.2

<sup>a</sup> Excluido el uso en motores de dos tiempos.

<sup>b</sup> Suponiendo un consumo de aceites lubricantes del 90% y un consumo de grasas de 10% y redondeando a una cifra decimal significativa.

Fuente: Rinehart (2000).

**[2D2] Uso de la cera de parafina****Elección del método**

A partir de lo señalado en el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones de  $CO_2$  proveniente del uso no energético de los lubricantes (Figura 5.3, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), para determinar las emisiones y el almacenamiento de las ceras de parafina se utilizó el método de nivel 1, que se apoya en la aplicación de los factores de emisión a los datos de la actividad sobre la cantidad de ceras de parafina que se consumen en un país (en unidades de energía, por ejemplo, TJ).

Las emisiones de  $CO_2$  para el nivel 1 se calculan mediante la **Ecuación 23**, con los datos por defecto agregados con los parámetros disponibles.

**Ecuación 23: estimación de  $CO_2$  para determinar las emisiones y almacenamiento de ceras parafinas-método de nivel 1**

$$E_{CO_2} = PW \times CC_W + ODU_W \times 44/12$$

Donde:

$E_{CO_2}$  = emisiones de  $CO_2$  generadas por las ceras, ton de  $CO_2$ .

PW = consumo total de ceras de parafina, TJ.

$CC_W$  = contenido de carbono de las ceras de parafina (por defecto), ton de C/TJ (=kg de C/GJ).

$ODU_W$  = factor ODU de la cera de parafina, fracción.

44/12 = cociente de masa del  $CO_2/C$ .

**Elección de los factores de emisión**

Se utiliza un contenido de carbono por defecto de 20 kg de  $CO_2$ /GJ.

Para el nivel 1 se puede suponer que un 20% de las ceras de parafina se usan de una manera que conduce a emisiones, principalmente a través de la quema de velas, lo cual significa un factor ODU por defecto de 0.2

**[2D3] Uso de disolventes**

No se estimaron las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero de uso de disolventes en este informe.

## [2E] Industria electrónica

No se cuenta con información de la utilización de compuestos fluorados (CF), el trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) para la fabricación en México de circuitos integrados, pantallas planas tipo TFT-PPD (siglas en inglés por *thin-film-transistor flat panel display*), dispositivos fotovoltaicos o uso de fluido de transferencia térmica.

De acuerdo con la información publicada por PROMÉXICO sobre el diagnóstico sectorial de la industria electrónica,<sup>5</sup> México se posicionó en 2014 como un país exportador y ensamblador de pro-

ductos electrónicos. México es competitivo en el segmento de la electrónica de consumo, entre los principales exportadores a escala global en algunos productos tales como televisores planos, computadoras y teléfonos celulares (**Tabla 18**).

Tabla 18. Principales productos electrónicos exportados, 2014

Producto	Ranking mundial
Televisores de pantalla plana	1 <sup>er</sup> lugar
Computadoras	4 <sup>o</sup> lugar
Micrófonos, altavoces y auriculares	4 <sup>o</sup> lugar
Teléfonos celulares	14 <sup>o</sup> lugar

<sup>5</sup> <http://www.promexico.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/electronico.pdf>

## [2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono

Para desarrollar las estimaciones de emisiones de esta categoría se recopilaron datos de las instituciones aduaneras, empresas, asociaciones nacionales, expertos nacionales e informes públicos disponibles. Se estiman dos subcategorías por las emisiones de los HFC en esta categoría: 1) emisiones provenientes de los refrigeradores y aires acondicionados (RAC) con el método de nivel 2a, y 2) los provenientes por la fabricación y uso de las espumas, disolventes, aerosoles y extintores con el método de nivel 1.

En cualquier caso, el método de cálculo sigue las *Directrices del IPCC* para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC 2006).

### [2F1] Refrigeración y aire acondicionado (RAC)

Las estimaciones de emisiones para la subcategoría RAC se prepararon de manera consistente con la metodología de IPCC de nivel 2 con enfoque A (dirigido al factor de emisión, Cuadro 7.2 de IPCC

2006). Para aplicar este enfoque se requiere información sobre la cantidad de unidades de equipos o productos que usan estas sustancias químicas, el promedio de las cargas químicas, el promedio de vida útil, los índices de emisión, el reciclado, la eliminación y otros parámetros pertinentes.

La información se recopiló por equipos, la carga en kg que debe tener cada uno (**Tabla 27, Anexo D-[2]**) y el porcentaje de los tipos de gases con los que están cargados en cada unidad para los años 2000, 2010 y 2015 (**Tablas 24 a 26, Anexo D-[2]**). En la generación de los datos de actividad se consideraron la producción, las importaciones y exportaciones, ventas y existencias (**Tablas 17 a 20, Anexo D-[2]**). La clasificación que se utilizó para las categorías y subcategorías es la que se usó en el último inventario<sup>6</sup> y que también se usó en la encuesta sobre las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) en México (2016); se muestra en la **Tabla 19**.

<sup>6</sup> GIZ (2014). Consumption & emission inventory of fluorinated greenhouse gases (CFC, HCFC and HFC) in Mexico.

**Tabla 19. Definición de fuentes y electrodomésticos usados para estimar las emisiones en los sistemas de refrigeración y aires acondicionados**

Producto	Ranking mundial
Aire acondicionado unitario	Aire acondicionado autónomo Split, aire acondicionado residencial Split, aire acondicionado comercial Sistema de aire acondicionado residencial Sistema de aire acondicionado comerciales Climatizador de techo Multi-splits
Enfriadores	Enfriadores de aire acondicionado Enfriadores de procesos industriales
Aire acondicionado para automóviles	Aire acondicionado para automóviles Aire acondicionado para vehículos largos
Refrigeradores domésticos	Refrigeradores domésticos
Refrigeradores comerciales	Equipo autónomo Unidades de condensación Sistemas centralizados para supermercados
Refrigeradores industriales	Integral Unidades de condensación Sistema centralizado para supermercados
Refrigeración en transporte	Refrigeración camión/ remolque

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisiones para la estimación de las emisiones reales provenientes de la aplicación de refrigeración y aire acondicionado (RAC) (Figura 7.6, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC* 2006), se usó un nivel 2a, con datos de la actividad desagregados al nivel de la subaplicación y factores

de emisión del país o derivados mundial o regionalmente.

Las emisiones anuales se estiman como una función de estos parámetros a lo largo de la vida útil de las unidades o productos mediante la aplicación de los factores de emisión pertinentes para las fases del ciclo de vida útil, utilizando la **Ecuación 24**.

#### Ecuación 24: ecuación resumida de emisiones basada en las fases del ciclo de vida útil

$$\text{Emisiones totales de cada PFC o HFC} = \text{Emisiones de la fase de ensamblado} + \text{Emisiones de la fase de operación} = \text{Emisiones de la fase de eliminación}$$

### Paso 1: estimación de la fase de ensamblado

La cantidad del refrigerante emitido durante el ensamblado de la unidad se calcula usando la **Ecuación 25**.

La emisión en la carga inicial debe incluir todos los sistemas que son llenados con el gas en el país y aquellos que son exportados. Los sistemas precargados no se contabilizan en esta etapa sino como parte de las existencias en las siguientes porciones de la **Ecuación 24**.

#### Ecuación 25: estimación de HFC para sistemas de refrigeración y aires acondicionados

$$E_{a,t} = E_{c,t} \times \left( \frac{k}{100} \right)$$

Donde:

$E_{a,t}$  = emisión del HFC en el año t.

$E_{c,t}$  = carga de gas en el año t.

k = porcentaje de pérdida durante la carga del gas en los sistemas RAC.

## Paso 2: estimación de las emisiones durante la vida útil en los sistemas RAC

Las emisiones anuales de unidades en existencia se expresan como porcentajes de la cantidad total de la carga de los sistemas a analizar. Se estiman utilizando la **Ecuación 26**.

### Ecuación 26: estimación por fugas de HFC durante el servicio de los sistemas de refrigeración y aires acondicionados

$$E_{o,t} = E_{c,t} \times \left( \frac{x}{100} \right)$$

Donde:

$E_{o,t}$  = cantidad de HFC liberado durante el servicio de los sistemas RAC para el año t.

$E_{c,t}$  = carga de HFC en los sistemas RAC en el año t.

x = porcentaje de fuga anual de HFC de la carga en los sistemas RAC.

### Ecuación 27: estimación de las emisiones al final de la vida útil de los sistemas RAC

$$E_{L,t} = E_{c(t-n)} \times \left( \frac{y}{100} \right) \times \frac{(100 - z)}{100}$$

Donde:

$E_{L,t}$  = emisión de HFC emitido al final de la vida útil de los sistemas RAC.

$E_{c(t-n)}$  = cantidad de HFC inicialmente cargada en los nuevos sistemas instalados en el año (t-n).

Q = cantidad de HFC emitida al desechar el sistema en porcentaje de la cantidad de producto químico originalmente cargado en el sistema.

Q =  $y(100-z)/100$ .

n = promedio de vida útil, años.

y = cantidad de HFC en el sistema al final de su vida útil en porcentaje de su carga inicial.

z = cantidad de HFC recuperada de su carga actual en porcentaje ("eficiencia de recuperación").

## Paso 3: estimación de las emisiones al final de la vida útil de los sistemas RAC

En la estimación de emisiones al final de la vida útil de los sistemas RAC, la **Ecuación 27** es aplicable.

La carga de HFC que se desecha en los equipos que se retiran al final de su vida útil, se estima según la cantidad de existencias en el año por un porcentaje de retiro que se muestra en la **Tabla 20**. Este porcentaje de retiro proviene de consultas a técnicos nacionales expertos en el tema, a proveedores y a representantes de la Unidad Protectora de Ozono (UPO) de SEMARNAT.

## Elección de parámetros y factores de emisión

Los factores de emisión y parámetros relevantes fueron seleccionados en el estudio (UPO 2017) a juicio de experto, así como consultados por expertos técnicos, proveedores, representantes de la UPO de SEMARNAT. La mayoría de estos valores están relacionados con las prácticas comunes durante las actividades de manufactura y servicio. En las **Tablas 20 y 21** se presenta un resumen de los parámetros relevantes.

Tabla 20. **Parámetros y factores de emisión para sistemas RAC**

Fuente	Subfuente	Factor de emisión (%)			Vida útil (años)	% tasa de retiro
		Manufactura	Servicio	Disposición final		
Aire acondicionado unitario	Aire acondicionado autónomo	1	15	90	15	7
	Split, aire acondicionado residencial	2	15	90	15	7
	Split, aire acondicionado comercial	2	15	90	15	7
	Sistema de aire acondicionado residencial	5	15	90	15	7
	Sistema de aire acondicionado comercial	5	15	40	15	7
	Climatizador de techo	1	10	40	15	7
	Multi-splits	5	10	40	15	7
Enfriadores	Enfriadores de aire acondicionado	1	10	40	15	7
	Enfriadores de procesos industriales	1	10	40	15	7

Tabla 20. (Continuación)

Fuente	Subfuente	Factor de emisión (%)			Vida útil (años)	% tasa de retiro
		Manufactura	Servicio	Disposición final		
Aire acondicionado para automóviles	Aire acondicionado para automóviles	1	35	90	14	7
	Aire acondicionado para vehículos largos	2	15	90	15	7
Refrigeradores domésticos	Refrigeradores domésticos	1	2	90	10	10
Refrigeradores comerciales	Equipo autónomo	1	10	90	10	10
	Unidades de condensación	0	35	90	20	5
	Sistemas centralizados para supermercados	0	35	90	25	4
Refrigeración en transporte	Refrigeración camión/ remolque	0	25	90	15	7

Fuente: UPO (2017) con información del estudio de GIZ (2014) y consulta con expertos relevantes.

Tabla 21. Crecimiento anual de las ventas para los sistemas RAC

Fuente	Subfuente	Crecimiento anual 2010-2015
Aire acondicionado unitario	Aire acondicionado autónomo	9%
	Split, aire acondicionado residencial	3%
	Split, aire acondicionado comercial	9%
	Sistema de aire acondicionado residencial	9%
	Sistema de aire acondicionado comercial	9%
	Climatizador de techo	9%
	Multi-splits	9%
Enfriadores	Enfriadores de aire acondicionado	3%
	Enfriadores de procesos industriales	3%
Aire acondicionado para automóviles	Aire acondicionado para automóviles	4%
	Aire acondicionado para vehículos largos	4%
Refrigeradores domésticos	Refrigeradores domésticos	3%
Refrigeradores comerciales	Equipo autónomo	10%
	Unidades de condensación	9%
	Sistemas centralizados para supermercados	8%
Refrigeración en transporte	Refrigeración camión/ remolque	9%

Fuente: UPO (2017) con información del estudio de GIZ (2014) y consulta con expertos relevantes.

## [2F2] Agentes espumantes

De acuerdo con el árbol de decisiones para las emisiones reales provenientes de la aplicación de los espumantes (Figura 7.4, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, donde se usan los datos de actividad específicos del país o derivados mundial

y/o regionalmente al nivel de la aplicación y los factores de emisión por defecto y para calcular las emisiones por sustancia.

En México, los agentes espumantes se utilizan principalmente para espumas rígidas y poliuretano extruido o de poliuretano inyectado. Ambos típicamente se consideran del tipo celda cerrada. En este caso, las emisiones se extienden a

la fase de espuma en uso y pueden ocurrir durante un periodo de 50 años o incluso más desde la fecha de fabricación, a diferencia de las emisiones de espuma de célula abierta que probablemente ocurrirán durante el proceso de fabricación y poco después.

### Elección del método

La **Ecuación 28** se aplicó a las espumas rígidas y poliuretano extruido o de poliuretano inyectado. Se aplicó individualmente a cada sustancia química y subespecie principal de espuma cuando se aplicó un método de nivel 1a.

#### Ecuación 28: enfoque general por factor de emisión (A) para las espumas

$$E_t = M_t \times EF_{FYL} + B_t \times EF_{AL} + DL_t - RD_t$$

Donde:

$E_t$  = emisiones de las espumas de celdas cerradas en el año t, toneladas.

$M_t$  = total de HFC utilizado en la fabricación de espumas de celdas cerradas nuevas en el año t, toneladas.

$EF_{FYL}$  = factor de emisión, fracción de pérdidas del primer año.

$B_t$  = carga de HFC soplada dentro de las espumas de celdas cerradas durante la fabricación, entre el año t y el año t-n, toneladas.

$EF_{AL}$  = factor de emisión para las pérdidas anuales, fracción.

$DL_t$  = pérdidas durante el desmantelamiento en el año t = pérdidas residuales de sustancia química al término del ciclo de vida útil que se producen cuando el producto y/o equipo es desguazado, calculadas a partir de la cantidad de sustancia química restante y del factor de pérdidas al término de la vida útil que depende del tipo de tratamiento de fin de vida útil adoptado, toneladas.

$RD_t$  = emisiones de HFC evitadas por recuperación y destrucción de las espumas y de sus agentes espumantes en el año t, toneladas.

n = vida útil del producto para las espumas de celdas cerradas.

t = año en curso.

(t-n) = periodo total durante el cual los HFC utilizados en las espumas aún pueden estar presentes.

Para este inventario, se consideran nulas las pérdidas por desmantelamiento y por recuperación.

### Elección de parámetros y factores de emisión

Los factores de emisión seleccionados para este informe se muestran en la **Tabla 22**. Las pérdidas por desmantelamiento y la destrucción química se suponen cero. Esto significa que hay una alta probabilidad de que los equipos enviados a los sitios de

disposición final aún puedan tener agentes espumantes que todavía puedan liberar emisiones.

**Tabla 22. Factores de emisión para las sustancias que se usan para la fabricación de espumantes**

Producto	Sustancia	Fuente	EF <sub>FYL</sub>	EF <sub>AL</sub>
Panel discontinuo	HFC-134a	Poliuretano rígido	12.5%	0.5%
Inyectado	HFC-245fa	Poliuretano rígido	10.0%	0.5%
Inyectado	HFC-365mfc/227ea	Poliuretano rígido	10.0%	0.5%
Inyectado	HFC-365mfc	Poliuretano rígido	10.0%	0.5%
Extruido	HFC-134	Poliuretano rígido	25.0%	0.8%

Fuente: Cuadros 7.6 y 7.7, Vol. 3, IPCC 2006.

Para las subfuentes disolventes, espumas, aerosoles y extintores, se asumieron las tasas de crecimiento anual del consumo de HFC de la Encuesta sobre sustancias alternativas a las SAO en México (2016) que se muestran en la **Tabla 23**.

**Tabla 23. Tasa de crecimiento anual de los HFC para agentes espumantes**

Producto	Sustancia
HFC-134a	1.5%
HFC-245fa	0.5%
HFC-152a	1.5%
HFC-125	1.5%
HFC-365mfc/227ea	1.5%
HFC-236fa	1.5%
HFC-227ea	1.5%
HFC-134	1.5%
HFC-43-10mee	1.5%
HFC-365mfc	1.5%
HFC-365mfc/245fa	1.5%

Fuente: SEMARNAT (2017) basada en consultas con expertos relevantes y ONUDI (2016) Encuesta sobre sustancias alternativas a las SAO en México



## [2F3] Protección contra incendios

Se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, de acuerdo con el árbol de decisiones para las emisiones reales provenientes de la aplicación de la protección contra incendios (Figura 7.9, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*). Se utilizaron los factores de emisión derivados de las bases de datos regionales o mundiales.

Dado que los HFC y los PFC que se utilizan para la protección contra incendios, se emiten durante un periodo superior a un año, es necesario representar las emisiones de los equipos que se cargan en los años anteriores. Esto significa que se requiere una serie histórica de datos de actividad derivados de un país o región a partir de la introducción de cualquier nuevo HFC.

### Elección del método

La **Ecuación 29** indica cómo debe modificarse el enfoque para tomar en consideración la dependencia temporal de las emisiones y considerar qué datos de la actividad pueden estar disponibles con mayor probabilidad.

Para este inventario, se consideran nulas las pérdidas por destrucción y por liberación.

### Elección de parámetros y factores de emisión

Los equipos de protección contra incendios están diseñados para liberar su carga inicial durante un incendio real. Para los extintores portátiles de halón 1211, el comité Halons Technical Options Committee (2003) estimó que el índice de emisión para el año 2000 fue aproximadamente lo doble del de los sistemas fijos. Al aplicar ese factor, se obtiene un intervalo del 2 al 6% (esto es, 4% [ $\pm 2\%$ ]) de las cantidades en uso.

En aquellos países que no poseen un código nacional de prácticas industriales, es una *buena práctica* suponer que el agente no será recuperado al final de la vida útil del sistema y que el gas será emitido. Las duraciones de la vida útil típicas de los sistemas de anegación son de 15 a 20 años. Las suposiciones mostradas en la **Tabla 24** se consideraron para el cálculo de las emisiones.

### Ecuación 29: dependencia temporal de las emisiones provenientes de equipos de protección contra incendios

$$E_t = B_t \times EF + RRL_t$$

y

$$B_t = \sum_{i=t_0}^t (P_i + IM_i - EX_i - D_i - E_{i-1}) - RRL_t$$

Donde:

Emisiones<sub>t</sub> = emisiones de agente en los equipos de protección contra incendios en el año t, toneladas.

B<sub>t</sub> = banco de agente en los equipos de protección contra incendios en el año t, toneladas.

EF = fracción de agente en los equipos emitido cada año (excluidas las emisiones provenientes de equipos retirados o puestos fuera de servicio), adimensional.

RRL<sub>t</sub> = liberación o pérdida durante la recuperación: emisiones de agente durante la recuperación, el reciclado o la eliminación, en el momento del retiro de los equipos de protección contra incendios existentes en el año t, toneladas.

P<sub>t</sub> = cantidad de agente nuevo suministrado (es decir, excluido el agente reciclado) en los equipos de protección contra incendios producidos en el año t, toneladas.

IM<sub>t</sub> = cantidad de agente en equipos de protección contra incendios importados en el año t, toneladas.

EX<sub>t</sub> = cantidad de agente en equipos de protección contra incendios exportados en el año t, toneladas.

D<sub>t</sub> = cantidad de agente de los equipos de protección contra incendios que se recolecta y destruye, toneladas.

t = año para el cual se están estimando las emisiones (por ejemplo, 2006, 2007, etc.).

t<sub>0</sub> = primer año de producción de la sustancia química y/o de su uso.

i = índice de conteo desde el primer año de producción de la sustancia química y/o de su uso, hasta el año en curso t.

**Tabla 24. Valores por defecto por la fabricación de equipos para la protección de incendios-nivel 1**

Tiempo de vida útil (años)	15
Factor de emisión de la base instalada	4%
Porcentaje de HFC destruido al final de su vida útil	0%

Fuente: Cap. 7, Vol. 3, IPCC 2006.

## [2F4] Aerosoles

### Elección del método

A partir del árbol de decisión para las emisiones reales provenientes de la aplicación de los aerosoles (Figura 7.3, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, con los datos de la actividad al nivel de la aplicación y se calcularon las emisiones generadas por los productos nacionales e importados para cada sustancia química.

Las emisiones provenientes de las aplicaciones de aerosoles son consideradas como emisiones rápidas, pues el 100% de la sustancia química se emite típicamente dentro de los dos años siguientes al empleo inicial. Por lo tanto, para estimar las emisiones es necesario conocer la cantidad total de aerosol inicialmente cargada en los envases del producto antes de la venta. Las emisiones de cada aerosol individual en el año  $t$  se pueden calcular mediante la **Ecuación 30**.

**Ecuación 30: método de estimación de las emisiones para los usos de los aerosoles**

$$E_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF)$$

Donde:

$E_t$  = emisiones en el año  $t$ , toneladas.

$S_t$  = cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año  $t$ , toneladas.

$S_{t-1}$  = cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año  $t-1$ , toneladas.

$EF$  = factor de emisión (= fracción de la sustancia química emitida durante el primer año), fracción.

Debe aplicarse esta ecuación individualmente a cada sustancia química. Dada la hipótesis de que la vida útil del producto no es superior a dos años, toda cantidad no emitida durante el primer año debe emitirse, por definición, durante el segundo y último año.

### Elección de parámetros y factores de emisión

Cuando se evalúa el amplio espectro de los productos con aerosol al nivel de la aplicación (nivel 1a), es una buena práctica utilizar, para cada año, un factor de emisión por defecto del 50% de la carga inicial. Esto significa que la mitad de la carga química se escapa durante el primer año y el resto durante el segundo año.

## [2F5] Disolventes

### Elección del método

De acuerdo con el árbol de decisión para las emisiones reales provenientes de las aplicaciones de los disolventes (Figura 7.2, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC 2006*), se estimaron las emisiones considerando un nivel 1a, donde se usan los datos de producción e importación a nivel de la aplicación y se calculan las emisiones de HFC y PFC.

Las emisiones provenientes de las aplicaciones de disolventes han sido consideradas históricamente como emisiones rápidas, pues el 100% de la sustancia química se emite típicamente dentro de los dos años siguientes al empleo inicial (IPCC 2000). Para estimar las emisiones, en tales casos es necesario conocer la cantidad total de cada HFC o PFC vendido cada año en los productos de disolventes. Las emisiones de HFC provenientes de los usos en disolventes pueden calcularse para el año  $t$  con la **Ecuación 31**.

**Ecuación 31: método de estimación de las emisiones de las sustancias en disolventes**

$$E_t = S_t \times EF + S_{t-1} \times (1 - EF) - D_{t-1}$$

Donde:

$E_t$  = emisiones en el año  $t$ , toneladas.

$S_t$  = cantidad de disolventes vendidos en el año  $t$ , toneladas.

$S_{t-1}$  = cantidad de disolventes vendidos en el año  $t-1$ , toneladas.

$EF$  = factor de emisión (= fracción de la sustancia química emitida desde el solvente en el año del uso inicial), fracción.

$D_{t-1}$  = cantidad de disolventes destruidos en el año  $t-1$ , toneladas.

### Elección de parámetros y factores de emisión

El factor de emisión representa la fracción de la sustancia química que se emite desde el solvente en el año  $t$ . Se supone que la vida útil del producto es de dos años y que, por lo tanto, cualquier cantidad no emitida durante el primer año será emitida, por definición, durante el segundo y probablemente último año.

Ante la falta de datos específicos del país para las aplicaciones de disolventes, es una buena práctica utilizar un factor de emisión por defecto de 50% de la carga inicial/año.

## [2G] Manufactura y utilización de otros productos

Para esta categoría no se encontró información para los SF<sub>6</sub>, PFC y N<sub>2</sub>O de sus usos en productos. Sólo se estiman las emisiones de SF<sub>6</sub> en el uso de equipos eléctricos usados por la Comisión Federal de Electricidad, que es el mayor generador, transmisor y distribuidor de electricidad en México, hasta la fecha.

### [2G1] Equipos eléctricos

La mayor parte del SF<sub>6</sub> utilizado en los equipos eléctricos se emplea en conmutadores y subestaciones con aislación de gas (GIS, del inglés *gas-insulated substations*) y en los disyuntores a gas (GCB, del inglés *gas circuit breakers*), aunque parte del SF<sub>6</sub> se emplea en líneas de alta tensión con aislación de gas (GIL, del inglés *gas insulated lines*), en transformadores para aparatos externos de medida con aislación de gas y en otros equipos.

#### Elección del método

En concordancia con el árbol de decisión para el SF<sub>6</sub> procedente de los equipos eléctricos (Figura 8.1, Vol. 3 de las *Directrices del IPCC* 2006), se estimaron las emisiones considerando un nivel 1, enfocando al uso de factores de emisión por defecto. En este método se requiere el SF<sub>6</sub> consumido por los

fabricantes de equipos y/o la capacidad nominal de SF<sub>6</sub> de los equipos en cada etapa del ciclo de vida útil posterior a la fabricación en el país. Se puede omitir el término correspondiente a las emisiones de la instalación si: 1) no se espera que se produzcan emisiones durante la instalación (es decir, en el caso de los equipos de presión cerrados) o, 2) las emisiones de la instalación están incluidas en el factor de emisión para las emisiones procedentes de la manufactura o del uso.

Se emplea la **Ecuación 32** para la estimación de las emisiones.

Se cuenta sólo con información de los equipos en uso y no se ha retirado de ningún equipo en operación o reciclado el gas SF<sub>6</sub> hasta la fecha, por lo que en este inventario sólo se estiman las emisiones relativas al uso de los equipos, ya que en la metodología del IPCC se considera que los equipos poseen más de 30 y hasta 40 años de vida útil.

#### Elección de factores de emisión

El factor de emisión que se utilizó fue de 2% para equipos eléctricos de presión cerrados para conmutadores de alta tensión. Es el valor promedio entre la región de Europa y Estados Unidos del Cuadro 8.3, Vol. 3, IPCC 2006. Según esa tabla, el factor de emisión incluye fugas, fallas principales y/o rupturas de arco y pérdidas de mantenimiento.

**Ecuación 32: método del factor de emisión por defecto para SF<sub>6</sub>**

$$Emisiones\ totales = Emisiones\ de\ la\ fabricación\ de\ los\ equipos + Emisiones\ de\ la\ instalación\ de\ los\ equipos + Emisiones\ del\ uso\ de\ los\ equipos + Emisiones\ de\ la\ eliminación\ de\ los\ equipos$$

Donde:

*Emisiones de la fabricación* = Factor de fabricación • Consumo total de SF<sub>6</sub> por los fabricantes de los equipos.

*Emisiones de la instalación de los equipos* = Factor de emisión de la instalación • Capacidad nominal total de los equipos nuevos llenados en el sitio (y no en la fábrica).

*Emisiones del uso de los equipos* = Factor de emisión del uso • Capacidad nominal total de los equipos instalados. El «factor de emisión del uso» incluye las emisiones debidas a las fugas, al servicio y mantenimiento, así como a las fallas.

*Emisiones de la eliminación de los equipos* = Capacidad nominal total de los equipos que se retiran • Fracción del SF<sub>6</sub> que permanece en los equipos retirados.

## [2H] Otros

### [2H1] Industria de la pulpa y el papel

#### Elección del método

En 2006 se realizó un estudio con el fin de desarrollar una herramienta para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector productivo de celulosa y papel en México, a cargo de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C. (FUMEC, 2006) para la SEMARNAT. Las emisiones de dióxido de carbono se estiman con la **Ecuación 33**.

#### Elección de factores de emisión

En la **Tabla 25** se muestran los factores de emisión propuestos por el estudio de FUMEC.

Tabla 25. **Factores de emisión por la adición de carbonato de calcio y carbonato de sodio en molinos de celulosa**

Compuesto	Factor de emisión
Molino de pulpa adición de $\text{CaCO}_3$	440 kg $\text{CO}_2$ /t $\text{CaCO}_3$
Molino de pulpa adición de $\text{Na}_2\text{CO}_3$	415 kg $\text{CO}_2$ / t $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Nota: Si el carbonato es derivado de biomasa, las emisiones de GEI son cero.

Fuente: FUMEC (2006).

**Ecuación 33: estimación de emisiones por el uso de carbonatos en la industria de la pulpa y el papel**

$$E_{\text{CO}_2} = AD \times EF$$

Donde:

$E_{\text{CO}_2}$ = emisiones en kg por el uso de químicos en los hornos de cal o recuperación.

AD= dato de actividad, cantidad de carbonato de sodio o calcio utilizado en la fabricación del papel en toneladas.

EF= factor de emisión de  $\text{CO}_2$  en kg / ton de carbonato usado.



# Anexo E:

## [3] AFOLU

### [3A] Ganado

Las estimaciones de las emisiones de GEI resultantes de las actividades ganaderas en México, durante el periodo 1990 a 2015, se desarrollaron bajo la metodología descrita en las *Directrices del IPCC 2006* del Vol. 4, capítulos 10 y 11 (IPCC *et al.*, 2006). Para tales estimaciones el IPCC considera dos subcategorías de la categoría [3A] Ganado:

#### [3A1] Fermentación entérica

En esta categoría se contemplan las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) que se generan durante los procesos digestivos de las especies animales. En esta actualización se estimaron las fuentes [3A1ai] Bovinos leche (bovinos dedicados a la producción especializada de leche); [3A1aii] Otros bovinos (bovinos cuyo fin zootécnico es la producción de carne); [3A1c] Ovinos; [3A1d] Caprinos; [3A1f] Caballos; [3A1g] Mulas y asnos, y [3A1h] Porcinos. Para el caso de las fuentes [3A1b] Búfalos y [3A1e] Camellos, se supuso que ambas actividades no ocurren en los sistemas agropecuarios del país; la fuente [3A1j] Otras especies, no se estimó debido a la ausencia de información suficiente.

#### [3A2] Manejo de excretas

Esta subcategoría considera las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) que se generan durante los procesos aeróbicos y anaeróbicos que ocurren en los diferentes manejos de excretas dentro de los sistemas de producción animal y hasta su disposición. Para esta categoría se estimaron las fuentes [3A2ai] Bovinos leche (bovinos dedicados a la producción especializada de leche); [3A2aii] Otros bovinos (bovinos cuyo fin zootécnico es la producción

de carne); [3A2c] Ovinos; [3A2d] Caprinos; [3A2f] Caballos; [3A2g] Mulas y asnos; [3A2h] Porcinos, y [3A2i] Aves. Para los casos de las fuentes [3A2b] Búfalos, [3A2e] Camellos y [3A2j] Otras especies se aplicaron los criterios mencionados en el inciso anterior.

Las subcategorías [3A1] y [3A2] y sus diferentes fuentes de emisión se estimaron en niveles 1 y 2, ya que, para algunas de ellas, se utilizaron datos de actividad específicos del país y las entidades federativas que lo componen; aunque los factores de emisión empleados se tomaron de las *Directrices del IPCC 2006* de acuerdo con las características de dichas entidades. Los detalles, supuestos y niveles se detallan en la metodología para cada fuente.

#### [3A1] Fermentación entérica

Las *Directrices del IPCC 2006* describen tres niveles para estimar los GEI que se generan en la fermentación entérica. El primer nivel se construye a partir del número de animales que existen en el país, seleccionando un factor de emisión por defecto que abarque las condiciones generales del sistema nacional de producción. Para el nivel 2 se requiere información detallada de la población animal específica del país, diferenciada por etapas productivas, edad, peso, ganancias diarias de peso, producción, consumo de alimento y dieta típica. Finalmente, el nivel 3 considera información aún más detallada del país como la composición de la dieta y factores de emisión específicos por etapas productivas, edad, peso, gasto de energía, ganancia de peso, etc. a través

de modelos que explican el comportamiento de la población y que mejoran la precisión de la estimación. En México para esta actualización del inventario se utilizó el enfoque del nivel 1 con la particularidad de asignación de factores de emisión a nivel estatal para el caso de los bovinos dedicados a la producción especializada de leche [3A1ai].

**[3A1a] Bovinos**

**[3A1ai] Bovinos leche (bovinos dedicados a la producción especializada de leche)**

El nivel para estimar las emisiones provenientes de la fermentación entérica de los bovinos lecheros en México fue seleccionado con base en la información de la población de bovinos dedicados a la producción especializada de leche en el país y al árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC et al., 2006).

Los factores de emisión utilizados corresponden a la Tabla 10.11 del mismo volumen (IPCC et al., 2006). Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó un factor de emisión de acuerdo con el volumen anual de producción promedio de cada estado (Tablas 10 a 12, Anexo D [3A]) y tomando como criterio las especificaciones de la citada Tabla 10.11. Los factores de emisión asignados a cada es-

tado con estos criterios se muestran en las **Tablas 1 a 3** para el periodo 1990-2015.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico de los bovinos lecheros de México es la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC et al., 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (Tablas 4 a 6, Anexo D [3A]).

**[3A1aii] Otros bovinos**

Las emisiones provenientes de la fermentación entérica de los bovinos dedicados a la producción especializada de carne en México se calcularon en un nivel 1 con base en la información de la población de esos animales y al árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006*. La población de esos bovinos se dividió en dos categorías:

**Engorda**

Considera a los animales destinados al mercado y se dedujo a partir de la producción estatal de carne (Tablas 19 a 21 del Anexo D [3A]) y el peso promedio al mercado (Tablas 16 a 18 del Anexo D [3A]).

Tabla 1. Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999  
kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Baja California	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Baja California Sur	99	99	117	117	117	117	117	99	117	128
Campeche	99	117	99	128	90	90	90	90	99	99
Coahuila	72	90	90	99	99	99	99	99	99	99
Colima	72	72	72	72	72	72	72	90	90	90
Chiapas	117	117	117	128	117	117	117	117	128	128

Tabla 1. (Continuación)

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Chihuahua	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Distrito Federal*	128	128	128	128	128	117	117	72	72	72
Durango	90	90	90	99	99	99	99	99	99	99
Guanajuato	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Guerrero	99	99	99	99	99	99	99	99	90	72
Hidalgo	72	72	72	90	90	72	90	90	90	90
Jalisco	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
México	99	117	117	117	117	117	117	117	117	117
Michoacán	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Morelos	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Nayarit	99	117	117	117	117	117	117	99	99	99
Nuevo León	117	117	99	117	117	117	117	117	128	117
Oaxaca	99	117	128	128	128	128	128	117	117	117
Puebla	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Querétaro	99	99	99	99	117	117	99	99	99	99
Quintana Roo	72	72	72	72	72	72	72	72	99	99
San Luis Potosí	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Sinaloa	128	128	128	128	99	99	99	99	99	99
Sonora	117	117	128	117	117	128	117	117	128	128
Tabasco	128	128	128	128	128	117	117	99	99	99
Tamaulipas	72	72	72	72	72	72	72	117	117	99
Tlaxcala	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Veracruz	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Yucatán	128	128	128	128	128	128	128	72	72	72
Zacatecas	117	117	117	117	117	128	117	117	117	117

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



**Tabla 2. Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009**

kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Baja California	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Baja California Sur	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Campeche	90	99	99	99	99	99	117	117	117	117
Coahuila	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Colima	72	90	99	99	99	99	99	99	99	99
Chiapas	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Chihuahua	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Distrito Federal*	72	72	72	72	72	72	90	72	90	99
Durango	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Guanajuato	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Guerrero	72	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Hidalgo	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Jalisco	128	117	117	117	117	117	117	117	99	99
México	117	117	117	117	117	117	117	99	99	99
Michoacán	128	117	99	99	117	99	99	99	99	99
Morelos	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Nayarit	117	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Nuevo León	72	72	72	72	72	72	90	90	90	90
Oaxaca	117	128	128	128	128	128	117	117	117	117
Puebla	72	72	72	90	90	90	90	90	90	90
Querétaro	99	99	99	99	99	99	99	99	99	90
Quintana Roo	72	99	128	128	128	128	128	128	128	128
San Luis Potosí	99	128	128	128	117	117	128	117	117	117
Sinaloa	117	99	99	99	99	117	117	99	99	99

Tabla 2. (Continuación)

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Sonora	128	128	128	128	117	99	117	117	117	117
Tabasco	99	99	99	99	99	117	117	117	117	117
Tamaulipas	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Tlaxcala	117	128	128	128	128	117	117	117	117	117
Veracruz	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
Yucatán	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
Zacatecas	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 3. Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015

kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	99	99	99	99	99	99
Baja California	99	99	99	99	99	99
Baja California Sur	99	99	99	99	99	90
Campeche	117	117	117	117	117	117
Coahuila	99	99	99	99	99	99
Colima	99	99	99	99	99	99
Chiapas	128	128	128	128	128	128
Chihuahua	99	99	99	99	99	99
Distrito Federal*	99	99	99	99	99	99
Durango	99	99	99	99	99	99
Guanajuato	99	99	99	99	99	99
Guerrero	99	99	99	99	99	99
Hidalgo	90	72	72	90	90	90
Jalisco	117	117	117	117	117	117
México	99	99	99	99	99	99
Michoacán	99	99	99	99	99	99

Tabla 3. (Continuación)

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Morelos	128	128	128	128	128	128
Nayarit	99	99	99	99	90	90
Nuevo León	90	90	90	90	72	72
Oaxaca	117	117	117	117	117	117
Puebla	90	90	90	90	99	99
Querétaro	90	90	99	99	99	99
Quintana Roo	128	128	128	128	128	128
San Luis Potosí	128	128	117	117	117	128
Sinaloa	99	99	99	99	99	99
Sonora	117	99	99	99	99	99
Tabasco	117	117	117	117	117	117
Tamaulipas	128	128	128	128	128	128
Tlaxcala	117	117	117	117	117	117
Veracruz	128	128	128	128	128	128
Yucatán	72	72	72	72	72	72
Zacatecas	72	72	72	72	90	90

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

### Hembras (pie de cría)

Se asume que es la diferencia entre los animales de engorda y la población total de otros bovinos.

El factor de emisión utilizado proviene de la Tabla 10.11 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC* 2006. Para las 32 entidades federativas se utilizó el factor de emisión de 56 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y se aplicó a lo largo de la serie histórica.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico de otros bovinos en México es resultado de la sumatoria de las emisiones estatales resultantes considerando la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Direc-*

*trices del IPCC* 2006, donde EF es 56 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (**Tablas 13 a 15, Anexo D [3A]**) por cada una de las categorías que se consideraron en otros bovinos (engorda y hembras).

Tabla 4. Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1aii] Otros bovinos

Subcategoría	Factor	Unidad
Fermentación entérica	56	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

### [3A1c] Ovinos

Las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica de los ovinos en México se calcularon en un nivel 1 con base en la información de la población del país y el árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC* 2006. El factor utilizado proviene de la Tabla 10.10 del Vol. 4, capítulo 10 de dichas *Directrices...*, y para las 32 entidades federativas se utilizó el factor de emisión de 5 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. En ningún estado se registró un peso promedio igual o mayor que 65 kg (véanse comentarios Tabla 10.10. Vol. 4, capítulo 10, IPCC 2006) por lo que, a lo largo de la serie histórica, se consideró el mismo factor.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico de los ovinos en México es el resultado de la sumatoria de las emisiones estatales provenientes de la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices IPCC* 2006, donde EF es 5 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (**Tablas 22 a 24, Anexo D [3A]**).

Tabla 5. Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1c] Ovinos

Subcategoría	Factor	Unidad
Fermentación entérica	5	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

### [3A1d] Caprinos

Las emisiones de CH<sub>4</sub> que se generaron en la fermentación entérica de los caprinos en México se calculó bajo un enfoque de nivel 1 tomando en cuenta la información de la población del país y el árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC* 2006 (IPCC *et al.*, 2006). El factor utilizado proviene de la Tabla 10.10 de dicho volumen. El factor de emisión fue el mismo para las 32 entidades federativas durante toda la serie histórica.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico en caprinos para México es el resultado de sumar las emisiones de cada uno de los estados bajo la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices...*, donde EF es

5 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (**Tablas 28 a 30, Anexo D [3A]**).

Tabla 6. Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1d] Caprinos

Subcategoría	Factor	Unidad
Fermentación entérica	5	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

### [3A1f] Caballos

Al calcular las emisiones provenientes de la fermentación entérica relativa a los caballos en México, se utilizó el enfoque de nivel 1 tomando en cuenta la información de la población del país y el árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC* 2006. El factor que se utilizó proviene de la Tabla 10.10 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices...* y fue el mismo para las 32 entidades federativas durante toda la serie histórica.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico proveniente de caballos en México es el resultado de la suma de las emisiones por estados de acuerdo con la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices...*, donde EF es 18 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de caballos en cada estado (**Tablas 34 a 36, Anexo D [3A]**).

Tabla 7. Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1f] Caballos

Subcategoría	Factor	Unidad
Fermentación entérica	18	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

### [3A1g] Mulas y asnos

Las estimaciones de las emisiones por fermentación entérica de la población de mulas y asnos en México, se realizó bajo el enfoque de nivel 1 considerando la información de la población de las especies con la que cuenta el país y el árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC* 2006 (IPCC *et al.*, 2006). El factor utilizado proviene

de la Tabla 10.10 de dicho volumen y fue el mismo para las 32 entidades federativas durante toda la serie histórica.

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico proveniente de mulas y asnos en México es el resultado de la suma de las emisiones por estados de acuerdo con la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006*, donde EF es 10 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de mulas y asnos en cada estado (**Anexo D [3A], Tablas 37 a 39** para mulas y **40 a 42** para asnos).

**Tabla 8. Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1g] Mulas y asnos**

Subcategoría	Factor	Unidad
Fermentación entérica	10	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

### [3A1h] Porcinos

Para estimar las emisiones por fermentación entérica de la población de porcinos de México, se consideraron dos tipos de sistemas de producción:

#### Traspatio o familiar

Para establecer el número de animales bajo este sistema de producción se consideró la división descrita en las publicaciones de SAGARPA sobre la situación actual y perspectivas de la producción de carne de porcino en México (Gallardo Nieto, Villamar Angula, & Barrera Wadgyamar, 2006; SAGARPA, 1998, 2004). Según esa referencia, alrededor de 30% de la población de porcinos del país se encuentran bajo condiciones productivas de traspatio. Por lo tanto, para la estimación de las emisiones de GEI se asumió que 30% del inventario total de porcinos se encuentra bajo tal sistema de producción.

#### Comercial

A partir del razonamiento propuesto en el inciso anterior, se infirió que 70% de la población de porcinos del país se desarrolla bajo estas

condiciones; es decir, con algún grado de tecnificación mayor que la de traspatio o familiar.

La estimación de emisiones de GEI por fermentación entérica de los porcinos en México se realizó bajo el enfoque de nivel 1 utilizando el árbol de decisión de la Figura 10.2 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Los factores de emisión provienen de la Tabla 10.10 de ese volumen. Se utilizaron dos factores de emisión: uno para la población sujeta al sistema de producción comercial, que corresponde a países desarrollados, y otro para los porcinos bajo el sistema de traspatio o familiar, que corresponde a los países en vías de desarrollo.

**Tabla 9. Factores de emisión por fermentación entérica en [3A1h] Porcinos**

Subcategoría	Factor de emisión		Unidad
	Comercial	Traspatio	
Fermentación entérica	1.5	1	kg de CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>

La estimación de CH<sub>4</sub> entérico proveniente de los porcinos en México es el resultado de la suma de las emisiones por estados de acuerdo con la Ecuación 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices...*, donde EF es 1.5 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para el caso de la población bajo el sistema de producción comercial, y de 1 kg de CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para la población porcina en sistemas de producción en traspatio, en cada entidad federativa, y N<sub>(t)</sub> es el número de animales bajo cada uno de los sistemas de producción en comercial y traspatio (**Tablas 43 a 45, Anexo D [3A]**).

### [3A2] Manejo de excretas

En la estimación de las emisiones de GEI para el manejo de las excretas, al igual que sucede en las de fermentación entérica, las *Directrices del IPCC 2006* describen tres niveles. El primer nivel se construye a partir del número de animales que hay en el país y seleccionando un factor de emisión por defecto para

metano ( $\text{CH}_4$ ) que represente mejor las características del sistema de producción del país y la temperatura promedio. En el caso de las emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) se requiere el peso promedio de la especie y, con esta información, seleccionar el factor de excreción de nitrógeno correspondiente, para utilizar posteriormente un factor de emisión que represente las características del sistema de producción en función de los sistemas de manejo de excretas.

En un nivel 2 se requiere información detallada de la población animal, establecer etapas productivas, edad, peso y caracterizar el manejo de las excretas.

Finalmente, el nivel 3 considera información aún más detallada del país, como la composición de la dieta y los sistemas de manejo de excretas en las unidades de producción, a través de modelos que mejoran la precisión de la estimación. En México, para esta actualización del Inventario, se utilizaron los niveles 1 y 2; los detalles se precisan en cada una de las especies.

### [3A2a] Bovinos

En la estimación de las emisiones de GEI resultantes del manejo de excretas de bovinos en México, se consideraron dos tipos de sistemas: el de la producción especializada de leche ([3A2ai] Bovinos leche y el de la producción especializada de carne y el doble propósito, que corresponde a la fuente [3A2aii] Otros bovinos.

#### [3A2ai] Bovinos leche

Las emisiones provenientes del manejo de excretas en los bovinos lecheros en México se estimó bajo el supuesto de que las excretas se manejan líquidas en los corrales y salas de ordeña, y posteriormente se almacenan en lagunas con aireación natural. Esta caracterización de los sistemas de manejo de excretas se utilizó de 1990 a 2009 para toda la población de bovinos lecheros. A partir de

2009, las excretas de una proporción de animales del total del inventario de la especie, se estimaron como manejadas mediante reactores anaerobios (biodigestores) y el resto se mantuvo bajo la caracterización antes descrita.

Para el sistema de manejo de excretas con biodigestores, la caracterización se hizo bajo el supuesto de que las excretas se manejan líquidas en los corrales y salas de ordeña, posteriormente pasan a una laguna, fosa de mezclado o cárcamo, y de ahí al reactor anaerobio (biodigestor) para finalmente llegar a lagunas con aireación natural. Esta caracterización se basa en los diagnósticos realizados en sistemas de biodigestión instalados en el país (Pampillón, 2014; SAGARPA/FIRCO, 2011).

### Metano

El nivel para la estimación de emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) por manejo de excretas de la población de bovinos lecheros del país se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006*. Se utilizó el nivel 1 en la población de animales cuyas excretas no se procesan en reactores anaerobios, y el nivel 2 en la porción en la que se aplica esa tecnología. Es importante señalar que, para la selección de factores de emisión, se utilizó la información estatal de la población de los bovinos lecheros, pesos y temperaturas promedio (**Anexo D [3A], Tablas 1 a 3** para temperatura promedio y **4 a 9** para población y pesos promedio).

Los factores de emisión utilizados en excretas manejadas sin reactor anaerobio corresponden a la Tabla 10.14 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó un factor de emisión de acuerdo con la temperatura promedio registrada en el año. Los factores seleccionados por estado a lo largo de la serie histórica responden al criterio antes descrito; se muestran en las **Tablas 10, 11 y 12**.

**Tabla 10. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 1990-1999**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Baja California	65	65	65	65	65	68	68	68	68	68
Baja California Sur	78	78	78	78	78	78	81	81	81	81
Campeche	93	93	93	93	93	93	98	98	98	98
Coahuila	78	78	78	78	78	78	78	78	81	81
Colima	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Chiapas	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Chihuahua	68	68	68	68	68	68	68	71	71	71
Distrito Federal*	58	58	58	63	63	63	63	63	63	63
Durango	65	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Guanajuato	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Guerrero	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Hidalgo	65	65	65	65	65	65	65	65	65	68
Jalisco	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
México	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
Michoacán	71	71	71	71	71	71	74	74	74	74
Morelos	74	74	74	74	74	74	78	78	78	78
Nayarit	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Nuevo León	55	55	58	58	58	63	63	65	65	65
Oaxaca	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Puebla	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Querétaro	74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
Quintana Roo	93	98	98	98	98	98	98	98	98	98
San Luis Potosí	74	74	78	78	78	78	78	78	78	81
Sinaloa	89	89	93	93	93	93	93	93	93	93
Sonora	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Tabasco	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Tamaulipas	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
Tlaxcala	53	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Veracruz	93	93	93	93	93	93	93	89	89	89
Yucatán	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Zacatecas	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 11. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 2000-2009**

Entidad	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	68	68	68	68	65	68	71	68	68	71
Baja California	71	71	71	71	74	74	74	74	74	74
Baja California Sur	81	81	85	85	85	85	89	85	89	89
Campeche	98	98	98	98	105	105	105	105	105	110
Coahuila	81	81	81	81	81	81	85	81	81	85
Colima	98	105	105	105	105	105	105	105	98	105
Chiapas	93	93	93	93	93	93	98	98	93	93
Chihuahua	71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
Distrito Federal*	63	65	65	65	65	65	68	68	68	68
Durango	68	68	68	68	68	71	71	68	68	71
Guanajuato	71	71	71	71	68	71	74	74	78	74
Guerrero	98	98	98	98	93	98	105	105	89	98
Hidalgo	68	68	68	68	65	71	68	71	68	71
Jalisco	78	78	78	78	78	78	81	81	78	81
México	63	63	63	63	63	63	63	58	58	58
Michoacán	74	74	74	74	68	78	78	78	74	74
Morelos	78	78	78	78	78	78	81	85	81	81
Nayarit	98	98	98	98	98	98	105	105	98	98
Nuevo León	68	68	71	71	65	65	85	81	85	85
Oaxaca	98	98	98	93	98	93	98	98	93	93
Puebla	68	68	68	68	71	71	68	68	68	68
Querétaro	74	74	74	74	71	74	74	71	71	71
Quintana Roo	98	98	105	105	98	105	110	110	105	110
San Luis Potosí	81	81	81	81	81	81	85	85	85	85
Sinaloa	93	93	93	93	93	98	98	93	93	98
Sonora	81	81	81	85	85	85	85	85	85	85
Tabasco	110	110	110	110	105	110	110	105	105	105
Tamaulipas	93	93	93	93	93	98	93	89	89	93
Tlaxcala	55	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Veracruz	89	89	89	89	89	93	89	89	85	89
Yucatán	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105
Zacatecas	65	65	65	65	65	65	68	65	65	68

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



**Tabla 12. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 2010-2015**

Entidad	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	68	71	68	71	68	68
Baja California	74	71	74	78	85	85
Baja California Sur	85	85	89	89	93	93
Campeche	105	105	105	110	110	110
Coahuila	78	85	85	81	81	81
Colima	98	98	98	105	105	105
Chiapas	93	93	93	93	93	93
Chihuahua	71	71	74	71	71	71
Distrito Federal*	68	68	68	71	68	68
Durango	68	71	71	71	71	71
Guanajuato	71	74	74	74	74	74
Guerrero	93	98	98	98	98	98
Hidalgo	68	68	68	71	71	71
Jalisco	78	78	78	78	78	78
México	58	58	58	63	58	58
Michoacán	71	74	74	78	74	74
Morelos	81	81	81	85	85	85
Nayarit	98	93	98	98	105	105
Nuevo León	81	85	85	85	81	81
Oaxaca	89	93	93	98	93	93
Puebla	68	68	68	71	71	71
Querétaro	71	71	74	74	71	71
Quintana Roo	105	105	105	110	110	110
San Luis Potosí	85	89	89	89	85	85
Sinaloa	93	93	98	98	98	98
Sonora	81	85	85	85	89	89
Tabasco	105	98	105	105	105	105
Tamaulipas	89	93	93	93	89	89
Tlaxcala	58	58	58	63	63	63
Veracruz	85	89	85	89	85	85
Yucatán	98	105	105	105	105	105
Zacatecas	65	68	68	68	68	68

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

La estimación de CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de los bovinos leche de México manejadas sin biodigestor es la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC et al., 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (**Tablas 4 a 6, Anexo D [3A]**).

La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de la población de bovinos lecheros cuyas excretas se manejaron con biodigestor (reactor anaerobio) se hizo según la metodología siguiente:

### Capacidad instalada

Primero se calculó la capacidad nacional instalada utilizando la información de SAGARPA y el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de lugares y capacidades de los proyectos registrados por dichas instituciones (**Tabla 13**).

### Tiempo de retención hidráulica

El tiempo de retención hidráulica por estado se obtuvo a partir de la temperatura promedio estatal (**Tablas 1 a 3, Anexo D [3A]**) y mediante la **Ecuación 1**. Así, sustituyendo la temperatura por estado y por año se obtuvieron los datos para la retención hidráulica por estado (**Tabla 14**).

#### Ecuación 1: tiempo de retención hidráulica

$$TRH = 51.227 \ln(T) + 206.72, \text{ con } R^2 = 0.8817$$

### Población animal con sistema de manejo de excretas con digestor

Para establecer el número de animales se asumió que los bovinos leche producían 14.5 litros de excretas al día y que se recomienda considerar dejar libre el 10% de la capacidad del biodigestor para la generación del biogás de acuerdo con el documento *Diagnóstico general de la situación de los biodigestores en México* (FIRCO-SAGARPA, 2011). Para estimar el número de animales se estableció con la **Ecuación 2**.

#### Ecuación 2: cálculo del número de animales, [3A2ai] Bovinos leche

$$N = \frac{([CB \cdot 0.1] \cdot 1000)}{14.25}$$

$$\therefore N = \frac{63.1579 \text{ CB}}{TRH}$$

Donde:

N= número de animales bajo el sistema de manejo de excretas con biodigestor.

CB= capacidad instalada del biodigestor, por estado.

0.1= es el correspondiente al 10% que se pide dejar libre.

TRH es el tiempo de retención hidráulica por estado.

14.25= cantidad en litros de excretas eliminadas por animal.

63.1579= 900/14.25 (simplificación de CB·0.1CB= 0.9 CB y 1000 (0.9CB)= 900 CB).

Tabla 13. Capacidad instalada acumulada en biodigestores, [3A2ai] Bovinos leche, 2008-2014 m<sup>3</sup>

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aguascalientes	0.00	10,680.00	42,272.00	42,272.00	42,272.00	42,272.00	42,272.00
Baja California Sur	0.00	0.00	1,113.00	1,113.00	1,113.00	1,113.00	1,113.00
Coahuila	0.00	103,255.07	349,139.49	404,703.28	415,683.46	415,683.46	419,914.49
Chihuahua	0.00	0.00	13,860.00	60,726.00	60,726.00	66,705.00	66,705.00
Durango	0.00	136,296.70	460,864.13	534,208.34	548,702.16	548,702.16	554,287.13
Guanajuato	0.00	4,418.00	18,176.00	47,399.00	49,093.00	49,093.00	49,093.00
Jalisco	0.00	65,894.00	90,894.00	93,094.00	104,806.00	107,647.00	107,647.00
México	3,200.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	3,200.00	4,992.00	4,992.00
Querétaro	0.00	2,600.00	8,585.00	11,430.00	11,430.00	11,430.00	11,430.00

**Tabla 14. Tiempo de retención hidráulica por entidad federativa 2008-2015**

Entidad	Días							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	62	59	62	59	62	59	62	62
Baja California Sur	46	46	48	48	46	46	44	44
Coahuila	51	48	53	48	48	51	51	51
Chihuahua	59	59	59	59	56	59	59	59
Durango	62	59	62	59	59	59	59	59
Guanajuato	53	56	59	56	56	56	56	56
Jalisco	53	51	53	53	53	53	53	53
México	72	72	72	72	72	68	72	72
Querétaro	59	59	59	59	56	56	59	59

La estimación de CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de los bovinos leche de México con biodigestor (reactor anaerobio) es la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC et al., 2006), donde EF (emission factor) es el factor de emisión de cada entidad federativa (Tabla 15) y corresponde a las emisiones de CH<sub>4</sub> en laguna de

mezclado (véase descripción de los sistemas de manejo de excretas), y N<sub>(t)</sub> es, para cada estado, el número de animales que se encontraban bajo el manejo de excretas con biodigestor. Cabe señalar que la estimación se hizo bajo el supuesto de que, al llegar las excretas al biodigestor, el sistema era eficiente y no hubo emisiones fugitivas del biogás.

**Tabla 15. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en laguna de mezclado, 2008-2015**

Entidad	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	85	92	85	92	85	92	85	85
Baja California Sur	145	145	132	132	145	145	158	158
Coahuila	121	132	111	132	132	121	121	121
Chihuahua	92	92	92	92	103	92	92	92
Durango	85	92	85	92	92	92	92	92
Guanajuato	111	103	92	103	103	103	103	103
Jalisco	111	121	111	111	111	111	111	111
México	66	66	66	66	66	71	66	66
Querétaro	92	92	92	92	103	103	92	92

## Óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) resultantes del manejo de excretas de los bovinos lecheros en México se estimó bajo los mismos supuestos descritos para metano ( $CH_4$ ): las excretas se manejan líquidas en los corrales y salas de ordeña; posteriormente se almacenan en lagunas con aireación natural. Así se hizo para toda la población de bovinos lecheros de 1990 a 2009 y, a partir de este último año, se asumió que el manejo de las excretas de una proporción de animales del total del inventario de bovinos lecheros se hizo mediante biodigestores, y las del resto bajo el primer esquema. Para la proporción manejada con biodigestores, la caracterización del sistema se hizo bajo el supuesto de que las excretas se manejaron líquidas en los corrales y salas de ordeña, posteriormente pasaron a una laguna, fosa de mezclado o cárcamo, después al reactor anaerobio y finalmente se almacenaron en lagunas con aireación natural. Esta caracterización se basa en los diagnósticos que se han realizado de los sistemas de biodigestión instalados en el país (Pampillón, 2014; SAGARPA/FIRCO, 2011).

El nivel para la estimación de emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) por manejo de excretas de la población de bovinos lecheros del país se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Se utilizó el nivel 2 porque la selección de factores de emisión fue bajo información estatal de la población de los bovinos lecheros y pesos promedio (**Tablas 4 a 9, Anexo D [3A]**).

La tasa de excreción de nitrógeno utilizada corresponde a la Tabla 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Los factores de emisión para  $N_2O$  empleados corresponden a la Tabla 10.21 y los de volatilización a la Tabla 10.22 de dicho Volumen. Los factores se presentan en la **Tabla 16**. Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó el mismo factor de emisión de  $N_2O$  de volatilización de  $NH_3$  y emisiones indirectas de  $N_2O$ . En todos los casos se sumaron las emisiones de acuerdo con la descripción del manejo de las excretas ya mencionado.

Las emisiones de  $N_2O$  por manejo de excretas de los bovinos lecheros en México son la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación

10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y tipo de manejo de excretas,  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado y residual por tipo de manejo.

**Tabla 16. Factores de emisión para la estimación de  $N_2O$  directas e indirectas en el manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche**

Nombre	Factor	Unidad
Excreción de nitrógeno	0.44	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Factor de emisión $N_2O$ para manejo líquido	0.005	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión $N_2O$ para laguna con aireación natural	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor volatilización $NH_3$ y $NO_x$ manejo líquido	40	% de volatilización de $NH_3$
Factor emisión indirecto $N_2O$	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

## [3A2aii] Otros bovinos

En la estimación de las emisiones provenientes del manejo de excretas de otros bovinos en México se consideraron dos tipos de poblaciones (animales en engorda y pie de cría) que se describieron en la sección de metano entérico de este anexo.

Los animales en engorda se estimaron bajo el supuesto de que las excretas se manejan secas en corrales de engorda y después pasan a un estercolero. Para los animales en pie de cría se asumió que toda esta población se encontraba en pastoreo. En esta sección se describe el proceso de estimación de emisiones, pero los resultados para óxido nitroso se incluyeron en las subcategorías [3C4 y 3C6].<sup>7</sup> Los supuestos antes descritos se utilizaron para

<sup>7</sup> [3C4] Emisiones directas de  $N_2O$  por suelos gestionados y [3C6] Emisiones indirectas de  $N_2O$  resultantes de la gestión del estiércol.



Tabla 17. (Continuación)

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Querétaro	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Quintana Roo	18	19	19	19	19	19	19	19	19	19
San Luis Potosí	12	12	13	13	13	13	13	13	13	14
Sinaloa	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18
Sonora	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Tabasco	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Tamaulipas	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Tlaxcala	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Veracruz	18	18	18	18	18	18	18	16	16	16
Yucatán	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Zacatecas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 18. Factores de emisión en manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos (engorda), 2000-2009

kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11
Baja California	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12
Baja California Sur	14	14	15	15	15	15	16	15	16	16
Campeche	19	19	19	19	21	21	21	21	21	23
Coahuila	14	14	14	14	14	14	15	14	14	15
Colima	19	21	21	21	21	21	21	21	19	21
Chiapas	18	18	18	18	18	18	19	19	18	18
Chihuahua	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Distrito Federal*	9	10	10	10	10	10	11	11	11	11
Durango	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Guanajuato	11	11	11	11	11	11	12	12	13	12
Guerrero	19	19	19	19	18	19	21	21	16	19
Hidalgo	11	11	11	11	10	11	11	11	11	11
Jalisco	13	13	13	13	13	13	14	14	13	14

Tabla 18. (Continuación)

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
México	9	9	9	9	9	9	9	8	8	8
Michoacán	12	12	12	12	11	13	13	13	12	12
Morelos	13	13	13	13	13	13	14	15	14	14
Nayarit	19	19	19	19	19	19	21	21	19	19
Nuevo León	11	11	11	11	10	10	15	14	15	15
Oaxaca	19	19	19	18	19	18	19	19	18	18
Puebla	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Querétaro	12	12	12	12	11	12	12	11	11	11
Quintana Roo	19	19	21	21	19	21	23	23	21	23
San Luis Potosí	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15
Sinaloa	18	18	18	18	18	19	19	18	18	19
Sonora	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15
Tabasco	23	23	23	23	21	23	23	21	21	21
Tamaulipas	18	18	18	18	18	19	18	16	16	18
Tlaxcala	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Veracruz	16	16	16	16	16	18	16	16	15	16
Yucatán	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Zacatecas	10	10	10	10	10	10	11	10	10	11

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 19. Factores de emisión en manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos (engorda), 2010-2015

Entidad	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	11	11	11	11	11	11
Baja California	12	11	12	13	15	15
Baja California Sur	15	15	16	16	18	18
Campeche	21	21	21	23	23	23
Coahuila	13	15	15	14	14	14
Colima	19	19	19	21	21	21

Tabla 19. (Continuación)

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Chiapas	18	18	18	18	18	18
Chihuahua	11	11	12	11	11	11
Distrito Federal*	11	11	11	11	11	11
Durango	11	11	11	11	11	11
Guanajuato	11	12	12	12	12	12
Guerrero	18	19	19	19	19	19
Hidalgo	11	11	11	11	11	11
Jalisco	13	13	13	13	13	13
México	8	8	8	9	8	8
Michoacán	11	12	12	13	12	12
Morelos	14	14	14	15	15	15
Nayarit	19	18	19	19	21	21
Nuevo León	14	15	15	15	14	14
Oaxaca	16	18	18	19	18	18
Puebla	11	11	11	11	11	11
Querétaro	11	11	12	12	11	11
Quintana Roo	21	21	21	23	23	23
San Luis Potosí	15	16	16	16	15	15
Sinaloa	18	18	19	19	19	19
Sonora	14	15	15	15	16	16
Tabasco	21	19	21	21	21	21
Tamaulipas	16	18	18	18	16	16
Tlaxcala	8	8	8	9	9	9
Veracruz	15	16	15	16	15	15
Yucatán	19	21	21	21	21	21
Zacatecas	10	11	11	11	11	11

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



La estimación de CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de otros bovinos en México es la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006) de los bovinos en engorda y de pie de cría, donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado de los animales en engorda y el pie de cría (**Tablas 21 a 23**).

**Óxido nítrico**

Las emisiones de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O) del manejo de excretas de otros bovinos en México se estimaron bajo los mismos supuestos de manejo de excretas descritos para metano (CH<sub>4</sub>) de otros bovinos (las excretas se manejan secas en corrales de engorda y después pasan a un estercolero, y para los animales en pie de cría se asumió que toda esta población se encontraba en pastoreo). La selección del nivel se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). En la estimación se utilizó información estatal de la población de otros bovinos y pesos promedio (**Tablas 13 a 18, Anexo D [3A]**). El factor de excreción de nitrógeno utilizado corresponde a la Tabla 10.19 del volumen mencionado, y los factores de emisión para N<sub>2</sub>O a la Tabla 10.21 del mismo. Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó el mismo factor de emisión de N<sub>2</sub>O de volatilización de NH<sub>3</sub> y emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O. En todos los casos se sumaron las emisiones de acuerdo con la descripción del manejo de las excretas antes hecha de los sistemas (**Tabla 20**).

Las emisiones de N<sub>2</sub>O por manejo de excretas de otros bovinos de México son la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y tipo de manejo de excretas, N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado y residual por tipo de manejo.

**[3A2c] Ovinos**

Las emisiones por el manejo de excretas de los ovinos en México se estimaron bajo el supuesto que todos los animales se encontraban bajo pastoreo y que por tanto el manejo de excretas sucedió en dichas condiciones.

**Metano**

El nivel de la estimación de emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por manejo de excretas de los ovinos, se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Se utilizó el nivel 1 y, para la selección de los factores de emisión, la información de las temperaturas estatales promedio (**Anexo D [3A], Tablas 1 a 3**). De la Tabla 10.15 del mismo volumen se tomaron los factores de emisión y, a lo largo de la serie histórica, para cada una de las 32 entidades federativas, se utilizó uno de acuerdo con la temperatura promedio registrada en el año (**Tablas 21 a 23**).

**Tabla 20. Factores de emisión para la estimación de N<sub>2</sub>O de [3A2aii] Otros bovinos**

Excreción de nitrógeno pie de cría	0.36	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Excreción de nitrógeno engorda	0.35	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Corral de engorda	0.02	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Estercolero	0.005	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Pastoreo	0.02	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Volatilización NH <sub>3</sub> corral	30	% de volatilización de NH <sub>3</sub>
Volatilización NH <sub>3</sub> pastoreo	20	% de volatilización de NH <sub>3</sub>
Indirectos	0.01	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

Tabla 21. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 1990-1999

Entidad	kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.2
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Nuevo León	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 22. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 2000-2009**

kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.2	0.2	0.2	0.2	0.15	0.2	0.2	0.2	0.15	0.2
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Nuevo León	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.2	0.2	0.2	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.15	0.15
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.15	0.15	0.2
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 23. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 2010-2015

kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.10	0.10	0.10	0.15	0.10	0.10
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20
Nuevo León	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

La estimación de  $\text{CH}_4$  por manejo de excretas de [3A2c] Ovinos se basa en la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado (**Tablas 21 a 23; Tablas 22 a 24, Anexo D [3A]**).

### Óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) del manejo de excretas de [3A2c] Ovinos se estimaron bajo los mismos supuestos descritos para metano: ovinos en pastoreo. El nivel para la estimación de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). En la estimación se utilizó información estatal de la población de ovinos y sus pesos promedio (**Tablas 22 a 27, Anexo D [3A]**).

El factor de excreción de nitrógeno corresponde a la Tabla 10.19 del volumen citado; los factores de emisión para  $\text{N}_2\text{O}$ , a la Tabla 10.21, y los de volatilización, a la Tabla 10.22. Los factores utilizados se enlistan en la **Tabla 24**. Para cada entidad federativa se utilizó el mismo factor de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  de volatilización de  $\text{NH}_3$  y emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$ . En todos los casos se sumaron las emisiones.

**Tabla 24. Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  en [3A2c] Ovinos**

Excreción de nitrógeno	1.17	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Pastoreo	0.02	kg $\text{N}_2\text{O}$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Volatilización $\text{NH}_3$ pastoreo	20	% de volatilización de $\text{NH}_3$
Indirectos	0.01	kg $\text{N}_2\text{O}$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

La cantidad de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  por manejo de excretas de [3A2c] Ovinos en México es igual a la suma de las emisiones estatales según la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa,  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado.

### [3A2d] Caprinos

Las emisiones por el manejo de excretas de caprinos en México se estimaron bajo el supuesto de que todos los animales se encontraban en pastoreo y el manejo de excretas se dio en esas condiciones.

### Metano

Se utilizó el nivel 1 para estimar las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) por manejo de excretas de caprinos, con base en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). En la selección de los factores de emisión se utilizó la información de las temperaturas estatales promedio (**Tablas 1 a 3, Anexo D [3A]**). Se utilizaron factores de emisión de la Tabla 10.15 del volumen antedicho, acordes con la temperatura promedio de cada entidad federativa. Los valores se muestran en las **Tablas 25 a 27**.

Tabla 25. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 1990-1999

kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>										
Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Nuevo León	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 26. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 2000-2009kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.20	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20	0.20	0.20	0.15	0.20
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Nuevo León	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.20	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15	0.15	0.20
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 27. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 2010-2015

kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Baja California Sur	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Campeche	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Coahuila	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Colima	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Chiapas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Chihuahua	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Distrito Federal*	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Durango	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guanajuato	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Guerrero	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Hidalgo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Jalisco	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
México	0.10	0.10	0.10	0.105	0.10	0.10
Michoacán	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Morelos	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Nayarit	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20
Nuevo León	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Oaxaca	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15
Puebla	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Querétaro	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Quintana Roo	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
San Luis Potosí	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Sinaloa	0.15	0.15	0.20	0.15	0.20	0.20
Sonora	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tabasco	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Tamaulipas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Tlaxcala	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.15
Veracruz	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Yucatán	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Zacatecas	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



La estimación de  $\text{CH}_4$  por manejo de excretas de los caprinos resulta de la sumatoria de las emisiones estatales según lo plantea la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado (**Tablas 22 a 24, Anexo D [3A]**).

### Óxido nítrico

Las emisiones de óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) resultantes del manejo de excretas de caprinos en México se estimaron bajo los mismos supuestos descritos para metano ( $\text{CH}_4$ ): excretas de animales en pastoreo. La estimación relativa a población y pesos promedio por entidad federativa aparece en las **Tablas 28 a 33, Anexo D [3A]**.

El factor de excreción de nitrógeno corresponde a la Tabla 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006); los factores de emisión para  $\text{N}_2\text{O}$ , a la Tabla 10.21, y los de volatilización a la Tabla 10.22 de dicha referencia. Los valores de los factores se presentan en la **Tabla 28**. Para cada entidad federativa se utilizó el mismo factor de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  de volatilización de  $\text{NH}_3$  y emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$ . En todos los casos se sumaron las emisiones estatales.

Las cantidades de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  por manejo de excretas de caprinos resultan de la sumatoria

de emisiones estatales resultantes, a partir de la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa,  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado.

### [3A2e] Caballos

Las emisiones por el manejo de las excretas de los caballos en México se estimaron bajo el supuesto de que todos los caballos se encontraban bajo pastoreo.

### Metano

Se utilizó el nivel 1 para la estimación de emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ), con base en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Para la selección de los factores de emisión se utilizó la información de las temperaturas estatales promedio (**Tablas 1 a 3, Anexo D [3A]**). Los factores de emisión provienen de la Tabla 10.15 del volumen citado. A lo largo de la serie histórica, para cada una de las 32 entidades federativas, se utilizó un factor de emisión de acuerdo con la temperatura anual promedio. Los factores utilizados se presentan en las **Tablas 29 a 31**.

Tabla 28. Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  en [3A2d] Caprinos

Excreción de nitrógeno	1.37	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Pastoreo	0.02	kg $\text{N}_2\text{O-N}$ (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Volatilización $\text{NH}_3$ pastoreo	20	% de volatilización de $\text{NH}_3$
Indirectos	0.01	kg $\text{N}_2\text{O-N}$ (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

**Tabla 29. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 1990-1999**  
kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California Sur	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Campeche	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.19	2.19	2.19	2.19
Coahuila	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Colima	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Chiapas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Chihuahua	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Distrito Federal*	1.09	1.09	1.09	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Durango	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guanajuato	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guerrero	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Hidalgo	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Jalisco	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
México	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Michoacán	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Morelos	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Nayarit	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Nuevo León	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Oaxaca	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Puebla	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Querétaro	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Quintana Roo	1.64	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
San Luis Potosí	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Sinaloa	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Sonora	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Tabasco	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Tamaulipas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Tlaxcala	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Veracruz	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Yucatán	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Zacatecas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 30. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 2000-2009**  
kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California Sur	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Campeche	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Coahuila	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Colima	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Chiapas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.19	2.19	1.64	1.64
Chihuahua	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Distrito Federal*	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Durango	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guanajuato	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guerrero	2.19	2.19	2.19	2.19	1.64	2.19	2.19	2.19	1.64	2.19
Hidalgo	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Jalisco	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
México	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.09	1.09	1.09
Michoacán	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Morelos	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Nayarit	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Nuevo León	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Oaxaca	2.19	2.19	2.19	1.64	2.19	1.64	2.19	2.19	1.64	1.64
Puebla	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Querétaro	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Quintana Roo	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
San Luis Potosí	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Sinaloa	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.19	2.19	1.64	1.64	2.19
Sonora	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Tabasco	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Tamaulipas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	2.19	1.64	1.64	1.64	1.64
Tlaxcala	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Veracruz	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Yucatán	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Zacatecas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Tabla 31. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 2010-2015

kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Baja California Sur	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Campeche	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Coahuila	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Colima	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Chiapas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Chihuahua	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Distrito Federal*	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Durango	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guanajuato	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Guerrero	1.64	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Hidalgo	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Jalisco	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
México	1.09	1.09	1.09	1.64	1.09	1.09
Michoacán	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Morelos	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Nayarit	2.19	1.64	2.19	2.19	2.19	2.19
Nuevo León	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Oaxaca	1.64	1.64	1.64	2.19	1.64	1.64
Puebla	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Querétaro	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Quintana Roo	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
San Luis Potosí	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Sinaloa	1.64	1.64	2.19	2.19	2.19	2.19
Sonora	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Tabasco	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Tamaulipas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Tlaxcala	1.09	1.09	1.09	1.64	1.64	1.64
Veracruz	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
Yucatán	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19	2.19
Zacatecas	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

El valor final de la estimación de  $\text{CH}_4$  por manejo de excretas de caballos resulta de la sumatoria de las emisiones estatales, según la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado (**Tablas 34 a 36, Anexo D [3A]**).

### Óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) por manejo de excretas de los caballos en el país se estimaron bajo los mismos supuestos descritos para metano ( $\text{CH}_4$ ): excretas manejadas como parte de las actividades de pastoreo. El nivel utilizado en la estimación de emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol.4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Para el cálculo se utilizó un peso promedio de 550 kg.

El factor de excreción de nitrógeno utilizado corresponde a la Tabla 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006); los factores de emisión para  $\text{N}_2\text{O}$ , a la Tabla 10.21, y los de volatilización a la Tabla 10.22 del mismo volumen. Los factores se muestran en la **Tabla 32**. Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó el mismo factor de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  de volatilización de  $\text{NH}_3$  y emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$ . En todos los casos se sumaron las emisiones estatales.

**Tabla 32. Factores de emisión utilizados para la estimación de  $\text{N}_2\text{O}$  en [3A2e] Caballos**

Excreción de nitrógeno	0.46	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Pastoreo	0.02	kg $\text{N}_2\text{O}$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Volatilización $\text{NH}_3$ pastoreo	20	% de volatilización de $\text{NH}_3$
Indirectos	0.01	kg $\text{N}_2\text{O}$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

La estimación de las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  por manejo de excretas de los caballos en México es el resultado de la sumatoria de emisiones estatales en la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa,  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado.

### [3A2f] Mulas y asnos

El cálculo de las emisiones resultantes del manejo de excretas de mulas y asnos se estimó a partir del supuesto de que todos los animales se encontraban en pastoreo.

### Metano

El nivel que se aplicó en la estimación de emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) por manejo de excretas de mulas y asnos, se basa en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006) y se utilizó considerando la información de las temperaturas estatales promedio (**Tablas 1 a 3, Anexo D [3A]**). Los factores de emisión provienen de la Tabla 10.15 del volumen referido. A lo largo de la serie histórica para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó un factor de emisión de acuerdo con la temperatura anual promedio. Los factores utilizados se enlistan en las **Tablas 33 a 35**.

La estimación de  $\text{CH}_4$  por manejo de excretas de las mulas y asnos se obtiene mediante la suma de las emisiones estatales según lo indica la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado (**Anexo D [3A], Tablas 37 a 39** para mulas y **40 a 42** para asnos).

Tabla 33. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 1990-1999

Entidad	kg CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California Sur	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Campeche	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20
Coahuila	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Colima	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Chiapas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Chihuahua	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Distrito Federal*	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Durango	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guanajuato	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guerrero	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Hidalgo	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Jalisco	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
México	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Michoacán	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Morelos	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Nayarit	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Nuevo León	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Oaxaca	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Puebla	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Querétaro	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Quintana Roo	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
San Luis Potosí	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Sinaloa	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Sonora	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tabasco	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Tamaulipas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tlaxcala	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Veracruz	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Yucatán	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Zacatecas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 34. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 2000-2009**

kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California Sur	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Campeche	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Coahuila	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Colima	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Chiapas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.20	1.20	0.90	0.90
Chihuahua	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Distrito Federal*	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Durango	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guanajuato	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guerrero	1.20	1.20	1.20	1.20	0.90	1.20	1.20	1.20	0.90	1.20
Hidalgo	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Jalisco	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
México	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.6	0.6	0.6
Michoacán	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Morelos	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Nayarit	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Nuevo León	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Oaxaca	1.20	1.20	1.20	0.90	1.20	0.90	1.20	1.20	0.90	0.90
Puebla	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Querétaro	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Quintana Roo	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
San Luis Potosí	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Sinaloa	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.20	1.20	0.90	0.90	1.20
Sonora	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tabasco	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Tamaulipas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	1.20	0.90	0.90	0.90	0.90
Tlaxcala	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Veracruz	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Yucatán	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Zacatecas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 35. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 2010-2015**  
kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Baja California Sur	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Campeche	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Coahuila	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Colima	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Chiapas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Chihuahua	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Distrito Federal*	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Durango	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guanajuato	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Guerrero	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Hidalgo	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Jalisco	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
México	0.60	0.60	0.60	0.90	0.60	0.60
Michoacán	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Morelos	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Nayarit	1.20	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20
Nuevo León	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Oaxaca	0.90	0.90	0.90	1.20	0.90	0.90
Puebla	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Querétaro	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Quintana Roo	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
San Luis Potosí	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Sinaloa	0.90	0.90	1.20	1.20	1.20	1.20
Sonora	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tabasco	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Tamaulipas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Tlaxcala	0.60	0.60	0.60	0.90	0.90	0.90
Veracruz	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
Yucatán	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Zacatecas	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



### Óxido nítrico

Las emisiones de óxido nítrico ( $N_2O$ ) por manejo de excretas de las mulas y asnos en el país se estimaron bajo los mismos supuestos descritos para metano ( $CH_4$ ): las excretas son manejadas como parte del pastoreo. El nivel para la estimación de emisiones de óxido nítrico ( $N_2O$ ) por manejo de excretas se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Para la estimación se utilizó el peso promedio de 350 kg a lo largo de la serie histórica.

El factor de excreción de nitrógeno corresponde a la Tabla 10.19 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006); los factores de emisión para  $N_2O$ , a la Tabla 10.21, y los de volatilización a la Tabla 10.22 de dicho volumen. Los valores de esos factores se muestran en la **Tabla 36**. Para cada una de las 32 entidades federativas se utilizó el mismo factor de emisión de  $N_2O$  de volatilización de  $NH_3$  y emisiones indirectas de  $N_2O$ . En todos los casos se sumaron las emisiones estatales.

La estimación de las emisiones de  $N_2O$  resulta de la sumatoria de emisiones estatales según la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa,  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado.

### [3A2h] Porcinos

La población de porcinos se divide en dos grupos: la de granjas o producción comercial y la de traspatio. Y para cada uno de esos sistemas de producción, la población se divide en animales en engorda y el pie de cría o hembras.

Al hacer la estimación de las emisiones provenientes de porcinos comerciales se supuso que las excretas se manejan líquidas en los corrales con piso

de rejilla y posteriormente se almacenan en lagunas con aireación natural. En el caso de los animales en traspatio se asumió que se encontraban bajo pastoreo. Esta caracterización de los sistemas de manejo de excretas se utilizó de 1990 a 2009 para toda la población de porcinos en el sistema de producción en granja o comercial y, a partir de 2009, se aplicó la división entre excretas manejadas según la caracterización antes descrita y las procesadas mediante reactores anaerobios (biodigestores), en el supuesto de que, en este procedimiento, las excretas se manejan líquidas en los corrales con piso de rejilla, posteriormente pasan a una laguna, fosa de mezclado o cárcamo y después al reactor anaerobio o biodigestor, para finalmente llegar a lagunas con aireación natural. Esta caracterización se basa en los diagnósticos de los sistemas de biodigestión instalados en el país (Pampillón, 2014; SAGARPA/FIRCO, 2011).

### Metano

La selección del nivel 2 para la estimación de emisiones de metano ( $CH_4$ ) por el manejo de las excretas de la población de porcinos se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). Fue el mismo tanto para los porcinos bajo el sistema de producción en granja o comercial y los de producción en traspatio o familiar. En todos los casos se desarrolló un factor de emisión por entidad federativa utilizando la información de pesos y temperaturas promedio (**Anexo D [3A], Tablas 1 a 3** para temperatura promedio y **43 a la 51** para población y pesos promedio). Para cada entidad se seleccionaron también los valores sólidos volátiles (VS), la capacidad máxima de metano ( $B_0$ ) y el factor de conversión a metano (MCF), que provienen de las Tablas 10A-7 y 10A-8 del volumen antedicho. Los valores de esos factores de emisión para metano se enlistan en las **Tablas 37 a 54**.

Tabla 36. Factores de emisión utilizados para la estimación de  $N_2O$  en [3A2f] Mulas y asnos

Excreción de nitrógeno	0.46	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Pastoreo	0.02	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Volatilización $NH_3$ pastoreo	20	% de volatilización de $NH_3$
Indirectos	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

**Tabla 37. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 1990-1999**

<b>kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup></b>										
<b>Entidad</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Aguascalientes	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57
Baja California	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
Baja California Sur	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	15.19	15.19	15.19	15.19
Campeche	17.83	17.83	17.83	17.83	17.83	17.83	19.31	19.31	19.31	19.31
Coahuila	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	12.48	13.67	13.67
Colima	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46
Chiapas	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81
Chihuahua	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	11.55	11.55	11.55
Distrito Federal*	8.25	8.25	8.25	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91
Durango	9.57	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
Guanajuato	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55
Guerrero	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03
Hidalgo	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	10.56
Jalisco	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87
México	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91
Michoacán	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	12.88	12.88	12.88	12.88
Morelos	12.02	12.02	12.02	12.02	12.02	12.02	12.94	12.94	12.94	12.94
Nayarit	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46
Nuevo León	7.26	7.26	8.25	8.25	8.25	8.91	8.91	9.57	9.57	9.57
Oaxaca	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03	20.03
Puebla	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
Querétaro	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88
Quintana Roo	17.83	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31	19.31
San Luis Potosí	12.88	12.88	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	15.19
Sinaloa	18.16	18.16	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81
Sonora	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Tabasco	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75	25.75
Tamaulipas	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81
Tlaxcala	5.94	6.54	6.54	6.54	6.54	6.54	6.54	6.54	6.54	6.54
Veracruz	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	18.16	18.16	18.16
Yucatán	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44
Zacatecas	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 38. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 2000-2009**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	10.56	10.56	10.56	10.56	9.57	10.56	11.55	10.56	10.56	11.55
Baja California	11.55	11.55	11.55	11.55	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88
Baja California Sur	15.19	15.19	16.51	16.51	16.51	16.51	18.16	16.51	16.34	16.34
Campeche	19.31	19.31	19.31	19.31	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	23.18
Coahuila	13.67	13.67	13.67	13.67	13.67	13.67	14.86	13.67	14.17	14.86
Colima	21.46	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	21.46	23.44
Chiapas	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	21.46	21.46	19.81	19.81
Chihuahua	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55
Distrito Federal*	8.91	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	10.56	10.56	10.56	10.56
Durango	10.56	10.56	9.51	10.56	9.51	11.55	10.40	10.56	9.86	10.78
Guanajuato	11.55	11.55	11.55	11.55	10.56	11.55	12.88	12.88	13.87	12.88
Guerrero	20.03	20.03	20.03	20.03	18.49	20.03	21.88	21.10	16.34	19.31
Hidalgo	10.56	10.56	10.56	10.56	9.57	11.55	10.56	11.55	10.56	11.55
Jalisco	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	15.19	15.19	13.87	15.19
México	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.25	8.25	8.25
Michoacán	12.88	12.88	12.88	12.88	10.56	13.87	13.87	13.87	12.88	12.88
Morelos	12.94	12.94	12.94	12.94	12.94	12.94	14.17	15.41	14.17	14.17
Nayarit	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	21.46	23.44	23.44	19.31	19.31
Nuevo León	10.56	10.56	11.55	11.55	9.57	9.57	16.51	15.19	16.51	16.51
Oaxaca	20.03	20.03	20.03	18.49	20.03	18.49	20.03	20.03	18.49	18.49
Puebla	10.56	10.56	10.56	10.56	11.55	11.55	10.56	10.56	10.56	10.56
Querétaro	12.88	12.88	12.88	12.88	11.55	12.88	12.88	11.55	11.55	11.55
Quintana Roo	19.31	19.31	21.10	21.10	19.31	21.10	23.18	23.18	21.10	23.18
San Luis Potosí	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	16.51	16.51	14.86	14.86
Sinaloa	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	21.46	21.46	19.81	19.81	21.46
Sonora	15.19	15.19	15.19	16.51	16.51	16.51	16.51	16.51	16.51	16.51
Tabasco	25.75	25.75	25.75	25.75	23.44	25.75	25.75	23.44	23.44	23.44
Tamaulipas	19.81	19.81	19.81	19.81	19.81	21.46	19.81	18.16	18.16	19.81
Tlaxcala	6.54	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43	7.43
Veracruz	18.16	18.16	18.16	18.16	18.16	19.81	18.16	18.16	16.51	18.16
Yucatán	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44
Zacatecas	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	9.57	10.56	9.57	9.57	10.56

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 39. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 2010-2015**

Entidad	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	10.56	11.55	10.56	11.55	10.56	10.56
Baja California	12.88	11.55	12.88	13.87	16.51	16.51
Baja California Sur	14.86	16.51	18.16	18.16	19.81	19.81
Campeche	23.44	23.44	23.44	25.75	25.75	25.75
Coahuila	12.48	14.86	14.86	15.19	15.19	15.19
Colima	21.46	19.31	19.31	23.44	23.44	23.44
Chiapas	19.81	19.81	17.83	17.83	19.81	19.81
Chihuahua	11.55	11.55	12.88	11.55	11.55	11.55
Distrito Federal*	10.56	10.56	10.56	11.55	10.56	10.56
Durango	9.86	10.78	10.78	10.78	10.78	10.78
Guanajuato	10.40	12.88	12.88	12.88	12.88	12.88
Guerrero	18.49	20.03	19.31	19.31	19.31	19.31
Hidalgo	10.56	10.56	10.56	11.55	11.55	11.55
Jalisco	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87
México	8.25	8.25	8.25	8.91	8.25	8.25
Michoacán	11.55	12.88	12.88	13.87	12.88	12.88
Morelos	14.17	14.17	14.17	15.41	14.86	14.86
Nayarit	19.31	17.83	19.31	21.46	23.44	23.44
Nuevo León	15.19	16.51	16.51	16.51	15.19	15.19
Oaxaca	16.95	18.49	18.49	20.03	18.49	18.49
Puebla	10.56	10.56	10.56	11.55	11.55	11.55
Querétaro	11.55	11.55	12.88	12.88	11.55	11.55
Quintana Roo	21.10	23.44	23.44	25.75	25.75	25.75
San Luis Potosí	14.86	16.34	16.34	16.34	14.86	16.51
Sinaloa	19.81	19.81	21.46	21.46	21.46	21.46
Sonora	15.19	16.51	16.51	16.51	18.16	18.16
Tabasco	23.44	21.46	23.44	23.44	23.44	23.44
Tamaulipas	18.16	17.83	17.83	17.83	16.34	16.34
Tlaxcala	7.43	8.25	7.43	8.02	8.02	8.91
Veracruz	16.51	18.16	16.51	18.16	16.51	16.51
Yucatán	19.31	23.44	23.44	23.44	23.44	23.44
Zacatecas	9.57	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 40. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 1990-1999**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Baja California	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53
Baja California Sur	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	10.56	10.56	10.56	10.56
Campeche	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	4.16	4.16	4.16	4.16
Coahuila	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	9.51	9.51
Colima	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
Chiapas	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27
Chihuahua	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	13.87	13.87	13.87
Distrito Federal*	15.85	15.85	15.85	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52
Durango	15.19	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53
Guanajuato	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87
Guerrero	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
Hidalgo	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	14.53
Jalisco	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89
México	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52
Michoacán	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	12.55	12.55	12.55	12.55
Morelos	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.71	11.09	11.09	11.09	11.09
Nayarit	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
Nuevo León	16.18	16.18	15.85	15.85	15.85	15.52	15.52	15.19	15.19	15.19
Oaxaca	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
Puebla	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53
Querétaro	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55
Quintana Roo	5.65	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
San Luis Potosí	12.55	12.55	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	10.56
Sinaloa	7.92	7.92	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27
Sonora	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56
Tabasco	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Tamaulipas	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27
Tlaxcala	14.86	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56	14.56
Veracruz	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	7.92	7.92	7.92
Yucatán	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Zacatecas	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 41. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 2000-2009**

	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	14.53	14.53	14.53	14.53	15.19	14.53	13.87	14.53	14.53	13.87
Baja California	13.87	13.87	13.87	13.87	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55
Baja California Sur	10.56	10.56	9.24	9.24	9.24	9.24	7.92	9.24	7.13	7.13
Campeche	4.16	4.16	4.16	4.16	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	0.59
Coahuila	9.51	9.51	9.51	9.51	9.51	9.51	8.32	9.51	9.86	8.32
Colima	4.62	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	4.62	2.64
Chiapas	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	4.62	4.62	6.27	6.27
Chihuahua	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87	13.87
Distrito Federal*	15.52	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	14.53	14.53	14.53	14.53
Durango	14.53	14.53	13.07	14.53	13.07	13.87	12.48	14.53	13.56	12.94
Guanajuato	13.87	13.87	13.87	13.87	14.53	13.87	12.55	12.55	11.89	12.55
Guerrero	4.31	4.31	4.31	4.31	5.85	4.31	2.47	2.38	7.13	4.16
Hidalgo	14.53	14.53	14.53	14.53	15.19	13.87	14.53	13.87	14.53	13.87
Jalisco	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	10.56	10.56	11.89	10.56
México	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.52	15.85	15.85	15.85
Michoacán	12.55	12.55	12.55	12.55	14.53	11.89	11.89	11.89	12.55	12.55
Morelos	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	11.09	9.86	8.63	9.86	9.86
Nayarit	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	2.64	2.64	4.16	4.16
Nuevo León	14.53	14.53	13.87	13.87	15.19	15.19	9.24	10.56	9.24	9.24
Oaxaca	4.31	4.31	4.31	5.85	4.31	5.85	4.31	4.31	5.85	5.85
Puebla	14.53	14.53	14.53	14.53	13.87	13.87	14.53	14.53	14.53	14.53
Querétaro	12.55	12.55	12.55	12.55	13.87	12.55	12.55	13.87	13.87	13.87
Quintana Roo	4.16	4.16	2.38	2.38	4.16	2.38	0.59	0.59	2.38	0.59
San Luis Potosí	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	10.56	9.24	9.24	8.32	8.32
Sinaloa	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	4.62	4.62	6.27	6.27	4.62
Sonora	10.56	10.56	10.56	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24	9.24
Tabasco	0.66	0.66	0.66	0.66	2.64	0.66	0.66	2.64	2.64	2.64
Tamaulipas	6.27	6.27	6.27	6.27	6.27	4.62	6.27	7.92	7.92	6.27
Tlaxcala	14.56	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26	14.26
Veracruz	7.92	7.92	7.92	7.92	7.92	6.27	7.92	7.92	9.24	7.92
Yucatán	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Zacatecas	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	14.53	15.19	15.19	14.53

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 42. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 2010-2015**

	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>					
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	14.53	13.87	14.53	13.87	14.53	14.53
Baja California	12.55	13.87	12.55	11.89	9.24	9.24
Baja California Sur	8.32	9.24	7.92	7.92	6.27	6.27
Campeche	2.64	2.64	2.64	0.66	0.66	0.66
Coahuila	10.70	8.32	8.32	10.56	10.56	10.56
Colima	4.62	4.16	4.16	2.64	2.64	2.64
Chiapas	6.27	6.27	5.65	5.65	6.27	6.27
Chihuahua	13.87	13.87	12.55	13.87	13.87	13.87
Distrito Federal*	14.53	14.53	14.53	13.87	14.53	14.53
Durango	13.56	12.94	12.94	12.94	12.94	12.94
Guanajuato	12.48	12.55	12.55	12.55	12.55	12.55
Guerrero	5.85	4.31	4.16	4.16	4.16	4.16
Hidalgo	14.53	14.53	14.53	13.87	13.87	13.87
Jalisco	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89
México	15.85	15.85	15.85	15.52	15.85	15.85
Michoacán	13.87	12.55	12.55	11.89	12.55	12.55
Morelos	9.86	9.86	9.86	8.63	8.32	8.32
Nayarit	4.16	5.65	4.16	4.62	2.64	2.64
Nuevo León	10.56	9.24	9.24	9.24	10.56	10.56
Oaxaca	7.40	5.85	5.85	4.31	5.85	5.85
Puebla	14.53	14.53	14.53	13.87	13.87	13.87
Querétaro	13.87	13.87	12.55	12.55	13.87	13.87
Quintana Roo	2.38	2.64	2.64	0.66	0.66	0.66
San Luis Potosí	8.32	7.13	7.13	7.13	8.32	9.24
Sinaloa	6.27	6.27	4.62	4.62	4.62	4.62
Sonora	10.56	9.24	9.24	9.24	7.92	7.92
Tabasco	2.64	4.62	2.64	2.64	2.64	2.64
Tamaulipas	7.92	5.65	5.65	5.65	7.13	7.13
Tlaxcala	14.26	15.85	14.26	13.97	13.97	15.52
Veracruz	9.24	7.92	9.24	7.92	9.24	9.24
Yucatán	4.16	2.64	2.64	2.64	2.64	2.64
Zacatecas	15.19	14.53	14.53	14.53	14.53	14.53

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 43. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 1990-1999**

	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California Sur	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Campeche	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Coahuila	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Colima	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Chiapas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Chihuahua	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Distrito Federal*	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Durango	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Guanajuato	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Guerrero	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Hidalgo	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jalisco	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
México	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Michoacán	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Morelos	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Nayarit	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Nuevo León	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Oaxaca	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Puebla	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Querétaro	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Quintana Roo	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
San Luis Potosí	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sinaloa	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sonora	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Tabasco	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Tamaulipas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Tlaxcala	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Veracruz	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Yucatán	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Zacatecas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



**Tabla 44. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 2000-2009**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California Sur	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.89	0.89
Campeche	0.89	0.89	0.89	0.89	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91
Coahuila	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.92	0.89
Colima	0.99	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	0.99	9.90
Chiapas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Chihuahua	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Distrito Federal*	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Durango	0.99	0.99	0.89	0.99	0.89	0.99	0.89	0.99	0.92	0.92
Guanajuato	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Guerrero	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	9.24	8.91	0.89	0.89
Hidalgo	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jalisco	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
México	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Michoacán	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Morelos	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Nayarit	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	9.90	9.90	0.89	0.89
Nuevo León	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Oaxaca	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Puebla	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Querétaro	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Quintana Roo	0.89	0.89	8.91	8.91	0.89	8.91	8.91	8.91	8.91	8.91
San Luis Potosí	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.89	0.89
Sinaloa	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sonora	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Tabasco	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Tamaulipas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Tlaxcala	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Veracruz	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Yucatán	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Zacatecas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 45. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 2010-2015**

kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Baja California Sur	0.89	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Campeche	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Coahuila	0.89	0.89	0.89	0.99	0.99	0.99
Colima	0.99	0.89	0.89	9.90	9.90	9.90
Chiapas	0.99	0.99	0.89	0.89	0.99	0.99
Chihuahua	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Distrito Federal*	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Durango	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Guanajuato	0.89	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Guerrero	0.92	0.92	0.89	0.89	0.89	0.89
Hidalgo	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Jalisco	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
México	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Michoacán	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Morelos	0.92	0.92	0.92	0.92	0.89	0.89
Nayarit	0.89	0.89	0.89	0.99	9.90	9.90
Nuevo León	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Oaxaca	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Puebla	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Querétaro	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Quintana Roo	8.91	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
San Luis Potosí	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.99
Sinaloa	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Sonora	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Tabasco	9.90	0.99	9.90	9.90	9.90	9.90
Tamaulipas	0.99	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Tlaxcala	0.89	0.99	0.89	0.89	0.89	0.99
Veracruz	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Yucatán	0.89	9.90	9.90	9.90	9.90	9.90
Zacatecas	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 46. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 1990-1999**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Aguascalientes	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Baja California	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27
Baja California Sur	31	31	31	31	31	31	32	32	32	32
Campeche	37	37	37	37	37	37	39	39	39	39
Coahuila	31	31	31	31	31	31	31	31	32	32
Colima	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Chiapas	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Chihuahua	27	27	27	27	27	27	27	28	28	28
Distrito Federal*	23	23	23	24	24	24	24	24	24	24
Durango	26	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Guanajuato	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Guerrero	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Hidalgo	26	26	26	26	26	26	26	26	26	27
Jalisco	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
México	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Michoacán	28	28	28	28	28	28	29	29	29	29
Morelos	29	29	29	29	29	29	31	31	31	31
Nayarit	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Nuevo León	22	22	23	23	23	24	24	26	26	26
Oaxaca	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
Puebla	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
Querétaro	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
Quintana Roo	37	39	39	39	39	39	39	39	39	39
San Luis Potosí	29	29	31	31	31	31	31	31	31	32
Sinaloa	35	35	37	37	37	37	37	37	37	37
Sonora	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
Tabasco	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Tamaulipas	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Tlaxcala	21	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Veracruz	37	37	37	37	37	37	37	35	35	35
Yucatán	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Zacatecas	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 47. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 2000-2009**

	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	27	27	27	27	26	27	28	27	27	28
Baja California	28	28	28	28	29	29	29	29	29	29
Baja California Sur	32	32	34	34	34	34	35	34	35	35
Campeche	39	39	39	39	41	41	41	41	41	44
Coahuila	32	32	32	32	32	32	34	32	32	34
Colima	39	41	41	41	41	41	41	41	39	41
Chiapas	37	37	37	37	37	37	39	39	37	37
Chihuahua	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Distrito Federal*	24	26	26	26	26	26	27	27	27	27
Durango	27	27	27	27	27	28	28	27	27	28
Guanajuato	28	28	28	28	27	28	29	29	31	29
Guerrero	39	39	39	39	37	39	41	41	35	39
Hidalgo	27	27	27	27	26	28	27	28	27	28
Jalisco	31	31	31	31	31	31	32	32	31	32
México	24	24	24	24	24	24	24	23	23	23
Michoacán	29	29	29	29	27	31	31	31	29	29
Morelos	31	31	31	31	31	31	32	34	32	32
Nayarit	39	39	39	39	39	39	41	41	39	39
Nuevo León	27	27	28	28	26	26	34	32	34	34
Oaxaca	39	39	39	37	39	37	39	39	37	37
Puebla	27	27	27	27	28	28	27	27	27	27
Querétaro	29	29	29	29	28	29	29	28	28	28
Quintana Roo	39	39	41	41	39	41	44	44	41	44
San Luis Potosí	32	32	32	32	32	32	34	34	34	34
Sinaloa	37	37	37	37	37	39	39	37	37	39
Sonora	32	32	32	34	34	34	34	34	34	34
Tabasco	44	44	44	44	41	44	44	41	41	41
Tamaulipas	37	37	37	37	37	39	37	35	35	37
Tlaxcala	22	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Veracruz	35	35	35	35	35	37	35	35	34	35
Yucatán	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
Zacatecas	26	26	26	26	26	26	27	26	26	27

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 48. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 2010-2015**

kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>						
Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	27	28	27	28	27	27
Baja California	29	28	29	31	34	34
Baja California Sur	34	34	35	35	37	37
Campeche	41	41	41	44	44	44
Coahuila	31	34	34	32	32	32
Colima	39	39	39	41	41	41
Chiapas	37	37	37	37	37	37
Chihuahua	28	28	29	28	28	28
Distrito Federal*	27	27	27	28	27	27
Durango	27	28	28	28	28	28
Guanajuato	28	29	29	29	29	29
Guerrero	37	39	39	39	39	39
Hidalgo	27	27	27	28	28	28
Jalisco	31	31	31	31	31	31
México	23	23	23	24	23	23
Michoacán	28	29	29	31	29	29
Morelos	32	32	32	34	34	34
Nayarit	39	37	39	39	41	41
Nuevo León	32	34	34	34	32	32
Oaxaca	35	37	37	39	37	37
Puebla	27	27	27	28	28	28
Querétaro	28	28	29	29	28	28
Quintana Roo	41	41	41	44	44	44
San Luis Potosí	34	35	35	35	34	34
Sinaloa	37	37	39	39	39	39
Sonora	32	34	34	34	35	35
Tabasco	41	39	41	41	41	41
Tamaulipas	35	37	37	37	35	35
Tlaxcala	23	23	23	24	24	24
Veracruz	34	35	34	35	34	34
Yucatán	39	41	41	41	41	41
Zacatecas	26	27	27	27	27	27

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 49. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 1990-1999**

<b>kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup></b>										
<b>Entidad</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Aguascalientes	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California Sur	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Campeche	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Coahuila	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Colima	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Chiapas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Chihuahua	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Distrito Federal*	0.03	0.03	0.03	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Durango	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Guanajuato	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Guerrero	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Hidalgo	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Jalisco	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
México	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Michoacán	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Morelos	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Nayarit	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Nuevo León	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Oaxaca	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Puebla	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Querétaro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Quintana Roo	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
San Luis Potosí	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sinaloa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sonora	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tabasco	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Tamaulipas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tlaxcala	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Veracruz	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Yucatán	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Zacatecas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 50. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 2000-2009**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California Sur	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45
Campeche	0.45	0.45	0.45	0.45	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Coahuila	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.45
Colima	0.50	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50	0.33
Chiapas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Chihuahua	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Distrito Federal*	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Durango	0.50	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.45	0.50	0.46	0.46
Guanajuato	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Guerrero	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.31	0.30	0.45	0.45
Hidalgo	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Jalisco	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
México	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.03	0.03	0.03
Michoacán	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Morelos	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Nayarit	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.33	0.33	0.45	0.45
Nuevo León	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Oaxaca	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Puebla	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Querétaro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Quintana Roo	0.45	0.45	0.30	0.30	0.45	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
San Luis Potosí	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45
Sinaloa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sonora	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tabasco	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Tamaulipas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tlaxcala	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Veracruz	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Yucatán	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Zacatecas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 51. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 2010-2015**

<b>kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup></b>						
<b>Entidad</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
Aguascalientes	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Baja California Sur	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Campeche	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Coahuila	0.45	0.45	0.45	0.50	0.50	0.50
Colima	0.50	0.45	0.45	0.33	0.33	0.33
Chiapas	0.50	0.50	0.45	0.45	0.50	0.50
Chihuahua	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Distrito Federal*	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Durango	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Guanajuato	0.45	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Guerrero	0.46	0.46	0.45	0.45	0.45	0.45
Hidalgo	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Jalisco	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
México	0.03	0.03	0.03	0.50	0.03	0.03
Michoacán	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Morelos	0.46	0.46	0.46	0.46	0.45	0.45
Nayarit	0.45	0.45	0.45	0.50	0.33	0.33
Nuevo León	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Oaxaca	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46
Puebla	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Querétaro	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Quintana Roo	0.30	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
San Luis Potosí	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.50
Sinaloa	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Sonora	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Tabasco	0.33	0.50	0.33	0.33	0.33	0.33
Tamaulipas	0.50	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Tlaxcala	0.03	0.03	0.03	0.45	0.45	0.50
Veracruz	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Yucatán	0.45	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Zacatecas	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.



**Tabla 52. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 1990-1999**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Agascalientes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baja California	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baja California Sur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Coahuila	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Colima	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chiapas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chihuahua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Distrito Federal*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Durango	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guanajuato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guerrero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hidalgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jalisco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
México	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Michoacán	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Morelos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nayarit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nuevo León	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oaxaca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Puebla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Querétaro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Quintana Roo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
San Luis Potosí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sinaloa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sonora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tabasco	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tamaulipas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tlaxcala	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Veracruz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yucatán	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zacatecas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 53. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 2000-2009**

	kg de CH <sub>4</sub> cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>									
Entidad	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Aguascalientes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baja California	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Baja California Sur	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Campeche	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2
Coahuila	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Colima	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2
Chiapas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chihuahua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Distrito Federal*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Durango	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guanajuato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Guerrero	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Hidalgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jalisco	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
México	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Michoacán	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Morelos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Nayarit	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1
Nuevo León	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Oaxaca	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Puebla	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Querétaro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Quintana Roo	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2
San Luis Potosí	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sinaloa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Sonora	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tabasco	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Tamaulipas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tlaxcala	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Veracruz	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Yucatán	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zacatecas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

**Tabla 54. Factores de emisión para CH<sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 2010-2015**

**kg de CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>**

Entidad	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	1	1	1	1	1	1
Baja California	1	1	1	1	1	1
Baja California Sur	1	1	1	1	1	1
Campeche	2	2	2	2	2	2
Coahuila	1	1	1	1	1	1
Colima	1	1	1	2	2	2
Chiapas	1	1	1	1	1	1
Chihuahua	1	1	1	1	1	1
Distrito Federal*	1	1	1	1	1	1
Durango	1	1	1	1	1	1
Guanajuato	1	1	1	1	1	1
Guerrero	1	1	1	1	1	1
Hidalgo	1	1	1	1	1	1
Jalisco	1	1	1	1	1	1
México	1	1	1	1	1	1
Michoacán	1	1	1	1	1	1
Morelos	1	1	1	1	1	1
Nayarit	1	1	1	1	2	2
Nuevo León	1	1	1	1	1	1
Oaxaca	1	1	1	1	1	1
Puebla	1	1	1	1	1	1
Querétaro	1	1	1	1	1	1
Quintana Roo	2	2	2	2	2	2
San Luis Potosí	1	1	1	1	1	1
Sinaloa	1	1	1	1	1	1
Sonora	1	1	1	1	1	1
Tabasco	2	1	2	2	2	2
Tamaulipas	1	1	1	1	1	1
Tlaxcala	1	1	1	1	1	1
Veracruz	1	1	1	1	1	1
Yucatán	1	2	2	2	2	2
Zacatecas	1	1	1	1	1	1

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

La estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de porcinos, sin biodigestor (reactor anaerobio), resulta de la sumatoria de emisiones estatales según lo planteado por la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado (**Tablas 4 a 6, Anexo D [3A]**).

En el caso de excretas de porcinos procesadas con biodigestor (reactor anaerobio), el cálculo se realizó con el método siguiente:

### Capacidad instalada

Primero se calculó la capacidad nacional instalada utilizando la información de SAGARPA y el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) de lugares y capacidades de los proyectos registrados por dichas instituciones (**Tabla 55**).

### Tiempo de retención hidráulica

El tiempo de retención hidráulica por estado se obtuvo a partir de la temperatura promedio estatal (**Tablas 1 a 3, Anexo D [3A]**) y mediante la **Ecuación 3**. Así, sustituyendo la temperatura por estado y por año se obtuvieron los datos para la retención hidráulica por estado (**Tabla 56**).

### Ecuación 3: tiempo de retención hidráulica

$$TRH = 51.227 \ln(T) + 206.72, \text{ con } R^2 = 0.8817$$

### Población animal con sistema de manejo de excretas con digestor

Para establecer el número de animales se asumió que los porcinos producían 11.5 litros de excretas al día y que se recomienda considerar dejar libre el 10% de la capacidad del biodigestor para la generación del biogás de acuerdo con el documento *Diagnóstico general de la situación de los biodigestores en México* (FIRCO-SAGARPA, 2011). Para estimar el número de animales se estableció con la **Ecuación 4**.

### Ecuación 4: cálculo del número de animales, [3A2h] Porcinos, con biodigestor

$$N = \frac{([CB \cdot 0.1] \cdot 1000) \div TRH}{11.50}$$

$$\therefore N = \frac{78.2609 \text{ CB}}{TRH}$$

Donde:

N= número de animales bajo el sistema de manejo de excretas con biodigestor.

CB= capacidad instalada del biodigestor, por estado.

0.1= es el correspondiente al 10% que se pide dejar libre.

TRH es el tiempo de retención hidráulica por estado.

11.5= cantidad en litros de excretas eliminadas por animal.

78.2609= 900/11.50 (simplificación de CB-0.1CB= 0.9 CB y 1000 (0.9CB)= 900 CB).

Tabla 55. **Capacidad instalada acumulada en biodigestores, [3A2h] Porcinos, 2008-2014**

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aguascalientes	0.00	9,800.00	11,535.00	11,535.00	25,955.00	25,955.00	25,955.00
Baja California Sur	0.00	0.00	680.00	680.00	680.00	680.00	680.00
Campeche	0.00	16,784.12	18,647.94	18,647.94	18,647.94	18,647.94	18,647.94
Coahuila	0.00	2,556.47	2,556.47	2,556.47	2,556.47	2,556.47	2,556.47
Colima	3,000.00	6,650.00	6,650.00	8,453.00	8,453.00	9,319.00	10,846.00
Chiapas	0.00	0.00	8,810.00	8,810.00	12,168.00	12,168.00	12,168.00
Chihuahua	0.00	0.00	0.00	0.00	2,193.00	2,193.00	2,193.00
Durango	0.00	3,374.53	3,374.53	3,374.53	3,374.53	3,374.53	3,374.53

m<sup>3</sup>

Tabla 55. (Continuación)

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Guanajuato	0.00	8,399.00	79,183.87	110,084.37	144,510.37	150,049.37	152,406.37
Hidalgo	0.00	0.00	0.00	0.00	5,412.00	5,412.00	5,412.00
Jalisco	0.00	131,320.00	156,869.00	170,758.00	175,796.00	184,862.00	184,862.00
México	3,400.00	3,400.00	3,400.00	3,400.00	5,872.00	5,872.00	5,872.00
Michoacán	7,720.00	9,620.00	9,620.00	15,594.00	15,594.00	15,594.00	15,594.00
Morelos	0.00	17,460.00	23,540.00	23,540.00	23,540.00	23,540.00	23,540.00
Nayarit	0.00	0.00	0.00	6,667.00	13,208.00	13,208.00	19,749.00
Nuevo León	0.00	25,390.00	48,010.00	74,764.00	79,864.00	90,864.00	90,864.00
Oaxaca	0.00	0.00	0.00	794.00	2,397.00	2,397.00	2,397.00
Puebla	6,913.00	6,913.00	19,486.00	39,861.00	39,861.00	39,861.00	39,861.00
Querétaro	0.00	1,720.00	3,394.00	60,046.00	62,899.00	62,899.00	62,899.00
San Luis Potosí	0.00	0.00	4,675.00	4,675.00	4,675.00	4,675.00	4,675.00
Sinaloa	0.00	10,422.00	19,655.00	25,149.00	25,149.00	29,149.00	29,149.00
Sonora	0.00	9,068.00	18,300.00	34,881.00	50,241.00	63,072.00	63,072.00
Tlaxcala	0.00	0.00	0.00	0.00	1,143.00	1,143.00	1,143.00
Veracruz	0.00	0.00	0.00	0.00	2,721.00	2,721.00	2,721.00
Yucatán	156,730.00	172,746.00	186,622.00	229,073.00	232,103.00	232,103.00	244,223.00
Zacatecas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,818.00	6,818.00

Tabla 56. Tiempo de retención hidráulica por entidad federativa, 2008-2015

Días

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Aguascalientes	62	59	62	59	62	59	62	62
Baja California Sur	46	46	48	48	46	46	44	44
Campeche	40	38	40	40	40	38	38	38
Coahuila	51	48	53	48	48	51	51	51
Colima	42	40	42	42	42	40	40	40
Chiapas	44	44	44	44	44	44	44	44
Chihuahua	59	59	59	59	56	59	59	59
Durango	62	59	62	59	59	59	59	59
Guanajuato	53	56	59	56	56	56	56	56
Hidalgo	62	59	62	62	62	59	59	59
Jalisco	53	51	53	53	53	53	53	53

Tabla 56. (Continuación)

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
México	72	72	72	72	72	68	72	72
Michoacán	56	56	59	56	56	53	56	56
Morelos	51	51	51	51	51	48	48	48
Nayarit	42	42	42	44	42	42	40	40
Nuevo León	48	48	51	48	48	48	51	51
Oaxaca	44	44	46	44	44	42	44	44
Puebla	62	62	62	62	62	59	59	59
Querétaro	59	59	59	59	56	56	59	59
San Luis Potosí	48	48	48	46	46	46	48	48
Sinaloa	44	42	44	44	42	42	42	42
Sonora	48	48	51	48	48	48	46	46
Tlaxcala	72	72	72	72	72	68	68	68
Veracruz	48	46	48	46	48	46	48	48
Yucatán	40	40	42	40	40	40	40	40
Zacatecas	65	62	65	62	62	62	62	62

La estimación de las emisiones de  $\text{CH}_4$  por excretas de porcinos manejadas con biodigestor (reactor anaerobio) es igual a la sumatoria de las emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y corresponde a las emisiones de  $\text{CH}_4$  en laguna de mezclado (véase descripción de los sistemas de manejo de excretas), y  $N_{(t)}$  es el número de animales en cada estado que se encontraba bajo el manejo de excretas con biodigestor. Cabe señalar que se asumió que, al llegar las excretas al biodigestor, el sistema era eficiente y no hubo emisiones fugitivas.

### Óxido nitroso

Las emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) por excretas de porcinos se estimaron según los mismos supuestos descritos para metano ( $\text{CH}_4$ ): hasta 2009, las excretas de porcinos comerciales se manejaron de forma líquida en piso de rejilla en los corrales y luego se almacenaron en lagunas con aireación

natural, y las de animales en traspatio se manejaron durante el pastoreo; a partir de 2009, una porción de las excretas comenzó a manejarse en reactores anaerobios (biodigestores) (Pampillón, 2014; SAGARPA/FIRCO, 2011).

Se utilizó un nivel 2 con base en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). La selección de factores de emisión se hizo a partir de la información estatal de la población de porcinos. El factor de excreción de nitrógeno utilizado corresponde a la Tabla 10.19 del volumen antes mencionado; los factores de emisión para  $\text{N}_2\text{O}$  corresponden a la Tabla 10.21, y los de volatilización a la Tabla 10.22 del mismo. Para cada entidad federativa se utilizó el mismo factor de emisión de  $\text{N}_2\text{O}$  de volatilización de  $\text{NH}_3$  y emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$ . En todos los casos se sumaron las emisiones de acuerdo con la descripción del manejo de las excretas antes hecha de los sistemas. Los valores de los factores se muestran en la **Tabla 57**.

**Tabla 57. Factores de emisión para N<sub>2</sub>O, directos e indirectos, en el manejo de excretas de [3A2h] Porcinos**

Concepto	Factor	Unidad
Excreción de nitrógeno engorda en granja	0.42	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Excreción nitrógeno engorda en traspatio	1.57	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Excreción nitrógeno pie de cría en granja	0.24	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Excreción de nitrógeno pie de cría en traspatio	0.55	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Factor de emisión N <sub>2</sub> O piso de rejilla	0.002	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión N <sub>2</sub> O laguna aerobia natural	0.01	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión N <sub>2</sub> O cárcamo	0.002	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión N <sub>2</sub> O pastoreo	0.02	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de NH <sub>3</sub> rejilla	25	% de volatilización de NH <sub>3</sub>
Factor de NH <sub>3</sub> pastoreo	20	% de volatilización de NH <sub>3</sub>
Factor de emisión indirecto de N <sub>2</sub> O	0.01	kg N <sub>2</sub> O-N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

La cantidad de emisiones de N<sub>2</sub>O por manejo de excretas de los porcinos se obtuvo de la sumatoria de emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.25 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa y tipo de manejo de excretas, N<sub>(t)</sub> es el número de animales en cada estado y MS es la fracción del nitrógeno excretado y residual por tipo de manejo.

**[3A2i] Aves de corral**

La estimación de emisiones por el manejo de excretas de aves de corral considera los animales sujetos a sistemas de producción especializada de carne y huevo —sólo carne en el caso de los guajolotes— y se asume que toda la producción se realiza de manera comercial.

Se partió del supuesto de que el manejo de excretas de las aves destinadas a la producción especializada de carne —incluidos los guajolotes— se hizo con una cama profunda con paja para después pasarlas a un estercolero, y en el caso de la producción de huevo, con cama pero sin material.

**Metano**

El nivel de la estimación de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por manejo de las excretas de aves de corral se basó en el árbol de decisión de la Figura 10.3 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006).

La cantidad de emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo de excretas de aves de corral corresponde con la sumatoria de emisiones estatales resultantes de la Ecuación 10.22 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006), donde EF (*emission factor*) es el factor de emisión de cada entidad federativa (véase descripción de los sistemas de manejo de excretas), y N<sub>(t)</sub> es el número animales.

**Óxido nitroso**

Las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) se estimaron bajo los mismos supuestos que las de metano (CH<sub>4</sub>). Se usó el nivel 1, con base en el árbol de decisión de la Figura 10.4 del Vol. 4, capítulo 10 de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC *et al.*, 2006). El factor de excreción de nitrógeno corresponde a la Tabla 10.19 del volumen antedicho; los factores

de emisión para  $N_2O$  utilizados corresponden a la Tabla 10.21 del mismo, y los de volatilización a la Tabla 10.22. Para cada entidad federativa se utilizó el mismo factor de emisión de  $N_2O$  de volatilización de  $NH_3$  y emisiones indirectas de  $N_2O$ . En todos los casos se sumaron las emisiones de

acuerdo con la descripción del manejo de las excretas.

Los valores de los factores de emisión se presentan en las **Tablas 58** (carne, sin guajolotes), **59** (huevo) y **60** (guajolotes).

**Tabla 58. Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral Animales dedicados a la producción especializada de carne (sin guajolotes)**

Concepto	Factor	Unidad
Factor de emisión de metano en cama profunda	0.0 <sub>3</sub> 0	kg de $CH_4$ cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
Factor de excreción de nitrógeno	1.1	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ en cama profunda	0.001	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ para estercolero	0.005	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de volatilización de $NH_3$	40	% de volatilización de $NH_3$
Factor de emisión indirecto de $N_2O$	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

**Tabla 59. Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral Animales dedicados a la producción especializada de huevo**

Concepto	Factor	Unidad
Factor de emisión de metano en cama profunda	0.0 <sub>3</sub> 0	kg de $CH_4$ cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
Factor de excreción de nitrógeno	0.8 <sub>3</sub>	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ en cama profunda	0.001	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ para estercolero	0.005	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de volatilización de $NH_3$	40	% de volatilización de $NH_3$
Factor de emisión indirecto de $N_2O$	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>

**Tabla 60. Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral Guajolotes**

Concepto	Factor	Unidad
Factor de emisión de metano en cama profunda	0.0 <sub>2</sub> 0	kg de $CH_4$ cabeza <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
Factor de excreción de nitrógeno	0.8 <sub>3</sub>	kg N (1000 kg de masa animal) <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ en cama profunda	0.001	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de $N_2O$ para estercolero	0.005	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>
Factor de volatilización de $NH_3$	40	% de volatilización de $NH_3$
Factor de emisión indirecto de $N_2O$	0.01	kg $N_2O$ -N (kg nitrógeno excretado) <sup>-1</sup>



## [3B] Tierra

### Referencias metodológicas, definiciones y categorías de uso de suelo

De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*, los flujos de gases de efecto invernadero en el Sector AFOLU pueden estimarse de dos maneras: 1) como cambios netos en las existencias de carbono a medida que transcurre el tiempo, lo que se emplea para la mayoría de los flujos de CO<sub>2</sub>, y 2) directamente de los flujos de gas hacia y desde la atmósfera, lo que se utiliza para estimar las emisiones distintas del CO<sub>2</sub> —algunas veces llamadas “no-CO<sub>2</sub>”— y algunas emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>.

Particularmente en [3B] Tierra se utiliza el enfoque del cambio en las existencias de carbono para estimar las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>, con base en el hecho de que los cambios en las existencias de carbono (C) del ecosistema se producen, en su mayoría, a través del intercambio de CO<sub>2</sub> entre la superficie terrestre y la atmósfera. Por lo tanto, los incrementos en las existencias de C en el tiempo, se equiparan con la absorción neta de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, mientras que las reducciones en las existencias totales de C se equiparan con la emisión neta de CO<sub>2</sub> (IPCC, 2006).

Los procesos de emisión y absorción del sector AFOLU para las existencias y procesos de los principales ecosistemas, se organizan por sus reservorios: biomasa, materia orgánica muerta (madera muerta y mantillo), suelo y ganado. Los tres primeros (3B Tierra) se abordan en la presente sección y se relacionan con las categorías de uso y cambios de uso de suelo (transiciones) que se describen más adelante.

### Referencias metodológicas principales

Para el cálculo en las variaciones en las reservas de carbono y las emisiones y absorciones de gases y compuestos de efecto invernadero en el sector [3B] Tierra, el presente inventario se basa en las *Directrices del IPCC 2006*, y el cambio en este sector no resulta tan abrupto, considerando que la úl-

tima actualización corresponde al *Primer Informe Bienal de Actualización de México* ante la CMNUCC, presentado en 2015, donde se utilizaron las *Guías de buenas prácticas 2003*, antecedente inmediato de las actuales directrices.

### Supuestos metodológicos principales

De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006* se consideran dos supuestos metodológicos mutuamente vinculados:

1. El flujo de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera o desde ella es igual a la variación de las reservas de carbono en la biomasa y el suelo existentes.
2. Es posible estimar la variación de las reservas de carbono estableciendo:
  - i) En primer lugar, las **tasas de cambio** de uso de la tierra y la práctica utilizada para llevar a efecto ese cambio (por ejemplo, quema, corta, tala selectiva, etc.), y
  - ii) en segundo lugar, **supuestos** o datos simples sobre su efecto en las reservas de carbono y la respuesta biológica a un uso de la tierra dado.

### Enfoques metodológicos para el cálculo de las variaciones de las reservas de carbono

Los enfoques metodológicos que se describen enseguida pueden ser referidos indistintamente de dos maneras, tanto como “variaciones de las reservas de carbono”, o como “cambios en las existencias de carbono”.

Los supuestos mencionados en la sección anterior constituyen el fundamento de los enfoques metodológicos básicos para calcular la variación (o cambios) de los depósitos (o almacenes) de carbono. Estos métodos pueden generalizarse y aplicarse

a todos los depósitos de carbono (a la biomasa sobre el suelo y bajo el suelo, a la madera muerta, al mantillo y a los suelos), subdivididos por clases homogéneas que reflejen diferencias entre grupos de vegetación y/o uso de suelo.

Se consideran dos métodos generales para estimar las variaciones de las reservas de carbono: 1) pérdidas y ganancias y 2) diferencias en los almacenes. El método de pérdidas y ganancias se puede aplicar en todos los niveles; sin embargo, el método de diferencias en los almacenes es más apropiado para los niveles 2 y 3 (véase más adelante). Esto se debe, en general, a que el método de diferencias en los almacenes ofrece estimaciones más confiables para incrementos o reducciones de biomasa relativamente grandes o en los casos en que se llevan a cabo inventarios forestales muy exactos (IPCC, 2006).

### Pérdidas y ganancias (aproximación de primer orden)

Este método general para la estimación de las variaciones en las reservas de carbono se basa en las tasas de pérdidas y ganancias de carbono por superficie de uso (tasa de cambio anual), tal como lo muestra la **Ecuación 5**.

**Ecuación 5: variación anual de las reservas de carbono de un depósito dado, en función de las ganancias y de las pérdidas**

$$\Delta C = \sum_{ijk} [S_{ijk} \cdot (C_G - C_P)_{ijk}]$$

Donde:

$\Delta C$  = variación de las reservas de carbono en el depósito, en toneladas de C año<sup>-1</sup>.

$S$  = superficie de tierra, en ha (dato de actividad).

$ijk$  = corresponde al tipo de clima  $i$ , al tipo de bosque  $j$ , a la práctica de gestión  $k$ , etcétera.

$C_G$  = tasa de ganancia de carbono, en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

$C_P$  = tasa de pérdida de carbono, en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

El procedimiento genérico consiste en multiplicar los datos de actividad por un coeficiente de reservas de carbono o "factor de emisión" para obtener las estimaciones de la fuente o del sumidero. El dato de actividad está expresado en términos de superficie de uso de suelo o de cambio de uso de suelo (OBP-USCUSS 2003; IPCC, 2006).

### Diferencia en los almacenes (o método de diferencia de existencias)

Por otro lado, las *Directrices*..(IPCC,2006) ofrecen un método alternativo, según el cual la estimación de las variaciones en las reservas de carbono se basa en la medición de dos momentos diferentes, como lo muestra la **Ecuación 6**.

**Ecuación 6: variación anual de las reservas de carbono en un depósito dado**

$$\Delta C = \sum_{ijk} \frac{C_{t_2} - C_{t_1}}{(t_2 - t_1)_{ijk}}$$

Donde:

$C_{t_1}$  = reservas de carbono en el depósito en el momento  $t_1$ , en toneladas de C.

$C_{t_2}$  = reservas de carbono en el depósito en el momento  $t_2$ , en toneladas de C.

Los cálculos de las fuentes y sumideros deben hacerse anualmente, pero esto no significa que deban realizarse mediciones de inventario todos los años en todos los depósitos nacionales, ya que los inventarios pueden hacerse por ciclos de cinco a diez años y posteriormente interpolar datos (IPCC, 2003).

Si se estiman los cambios en las existencias de carbono en base a la hectárea, entonces el valor se multiplica por el total de la superficie dentro de cada estrato para obtener la estimación del cambio en las existencias del depósito (IPCC, 2006). Además, si este cambio se divide por el tiempo transcurrido entre los dos momentos, el cambio puede expresarse como una tasa de cambio, ya sea pérdida o ganancia de carbono en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, es decir, como un factor de emisión o absorción, respectivamente.

Cualquiera de los dos enfoques anteriormente descritos permite estimar para el sector AFOLU las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub>, basadas en variaciones en las reservas de carbono en cada una de las categorías de uso de suelo (tanto aquellas que permanecen en una categoría dada de uso de suelo, como las que pasan a otra). Estas variaciones en las existencias de carbono se resumen en la **Ecuación 7** (IPCC, 2006).

**Ecuación 7: 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**

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

Donde:  
 ΔC= cambio en las existencias de carbono.  
 Los subíndices se refieren a las siguientes categorías de uso de suelo:  
 AFOLU= Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.  
 FL= Tierras forestales.

CL= Tierras de cultivo.  
 GL= Pastizales.  
 WL= Humedales.  
 SL= Asentamientos.  
 OL= Otras tierras.

Para cada una de las categorías de uso de suelo, los cambios en las existencias de carbono se estiman respecto a todos los sustratos de la superficie de uso de suelo (por ejemplo, grupo de vegetación) seleccionados para una categoría de uso de suelo (IPCC, 2006). Véase **Ecuación 8**.

**Ecuación 8: 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**

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

ΔC<sub>LU</sub> = cambios en las existencias de carbono para una categoría de uso del suelo (LU, del inglés *land use*) según lo definido en la **Ecuación 7**.  
 i= indica un estrato o una subdivisión específicos dentro de la categoría de uso de la tierra (por ejemplo, grupo de vegetación según INEGI), i= 1 a n.

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 **Ecuación 9** (IPCC, 2006).

**Ecuación 9: 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**

$$\Delta C_{LUi} = \Delta C_{AB} + \Delta C_{BB} + \Delta C_{DW} + \Delta C_{LI} + \Delta C_{SO} + \Delta C_{HWP}$$

Donde:  
 ΔC<sub>LUi</sub>= cambios en las existencias de carbono para un estrato de una categoría de uso de la tierra.  
 Los subíndices se refieren a los siguientes depósitos de carbono:  
 AB= biomasa aérea.  
 BB= biomasa subterránea.  
 DW= madera muerta.  
 LI= hojarasca.  
 SO= suelos.  
 PMR= productos de madera recolectada.

### Niveles metodológicos de reporte para estimar emisiones

Para estimar las emisiones y absorciones de gases y compuestos de efecto invernadero el IPCC ofrece tres niveles o *tiers* que se refieren al nivel de complejidad de los métodos para estimar las emisiones. Los niveles corresponden a una progresión que va desde la utilización de ecuaciones simples con datos por defecto hasta la utilización de datos de actividad específicos de países en sistemas nacionales más complejos. Los niveles conllevan implícitamente una progresión de menor a mayor nivel de certidumbre en las estimaciones, en función de la complejidad metodológica de la especificidad regional de los parámetros del modelo, y de la resolución espacial y amplitud de los datos de actividad (IPCC, 2006). Se describen en el **Cuadro 1**.

**Cuadro 1. Niveles metodológicos**

<p><b>Nivel 1 (Tier 1)</b></p> <p>Son los métodos más simples de usar. Se utilizan factores de emisión/absorción por defecto de las <i>Directrices del IPCC 2006</i>. Los datos de actividad que se incluyen son de resolución gruesa a nivel nacional o mundial.</p>
<p><b>Nivel 2 (Tier 2)</b></p> <p>Se puede aplicar el mismo enfoque metodológico que en el nivel 1 pero utiliza factores de emisión/absorción y datos de actividad definidos por país (de mejor resolución que en el nivel 1) y apropiados a su sistema de clasificación de uso de suelo (basado en regiones climáticas y de uso). Se pueden utilizar en métodos de cambios en los almacenes basados en datos específicos de país, a partir de inventarios forestales.</p>
<p><b>Nivel 3 (Tier 3)</b></p> <p>Se utilizan métodos de orden superior y, en particular, modelos y sistemas de medición de inventario adaptados a las circunstancias nacionales de cada país, repetidos a lo largo del tiempo, basados en datos de actividad de alta resolución y desarrollados a escalas subnacionales más afinadas. Estos métodos de orden superior vinculan más estrechamente la biomasa y la dinámica del suelo.</p>

### Categorías de uso y cambios (transiciones) de uso de suelo

Como parte del sector AFOLU, la categoría [3B] Tierra reconoce seis subcategorías de uso del suelo (IPCC, 2006): tierras forestales (FL), tierras de cultivo (CL), praderas o pastizales (GL), humedales (WL),

asentamientos (SL) y otras tierras (OL),<sup>8</sup> las cuales a su vez se subdividen en tierras que se mantienen en la misma subcategoría y aquellas que se convierten a esa subcategoría, según se muestra en el **Cuadro 2**.

**Cuadro 2. Categorías y subcategorías de [3B] Tierra**

FL-FL = tierras forestales que se mantienen como tales.
T-FL = tierras convertidas en tierras forestales.
GL-GL = praderas que se mantienen como tales.
T-GL = tierras convertidas en praderas.
CL-CL = tierras agrícolas que se mantienen como tales.
T-CL = tierras convertidas en tierras agrícolas.
WL-WL = humedales que se mantienen como tales.
T-WL = tierras convertidas en humedales.
SL-SL = asentamientos que se mantienen como tales.
T-SL = tierras convertidas en asentamientos.
OL-OL = otras tierras que se mantienen como tales.
T-OL = tierras convertidas en otras tierras.

El proceso de “Representación coherente de Tierra” y la obtención de las superficies de permanencia y transición para las categorías de uso de suelo del IPCC, la homologación de la vegetación entre el sistema de clasificación de uso del suelo y vegetación de INEGI con las categorías del IPCC, así como la obtención de las incertidumbres y áreas ajustadas, se describen en el **Anexo D [3B]**.

### Factores de emisión/absorción

Los enfoques metodológicos del IPCC en cuanto a estimación de las variaciones en las reservas de carbono se pueden representar en términos de un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación mediante la ecuación propuesta en la **Figura 1**.

<sup>8</sup> FL: Forest Lands; CL: Croplands; GL: Grasslands; WL: Wetlands; SL: Settlements Lands, y OL: Other Lands.

Figura 1. Sistema de monitoreo, reporte y verificación



De la ecuación general anterior se desprende que el dato de actividad es la superficie de uso de suelo o cambio de uso de suelo subcategorizado de acuerdo a las condiciones de cada país. Para el caso del presente inventario se considera el Sistema de Clasificación de Uso de Suelos y Vegetación del INEGI agrupado por subcategorías del IPCC (véase **Anexo D [3B]**). Por otro lado, el factor de emisión/absorción se comporta como un coeficiente de las reservas de carbono, que generalmente puede expresarse en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Este factor puede obtenerse como un valor por defecto (*Tier 1*) o un valor calculado para la categoría o subcategoría de uso y cambio de uso de suelo específico de país (*Tier 2*), para cada uno de los depósitos de carbono, o mediante modelos basados en procesos de transferencia (con datos de país) de carbono entre depósitos de carbono (*Tier 3*).

Se comporta como un factor de emisión cuando la tasa de cambio es negativa (tasa de pérdida de carbono, en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y como un factor de absorción cuando la tasa de cambio es positiva (tasa de ganancia de carbono, en toneladas de C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

### Depósito de carbono

Para cada una de las categorías de uso y cambios de uso de suelo descritos anteriormente el presente inventario reporta los cambios en los cinco reservorios de carbono: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, mantillo y suelos. Así, los factores de emisión y absorción provienen de las variaciones en los distintos depósitos de carbono para los diferentes usos de suelo y cambios de uso de suelo. En el presente inventario no se consideran

los productos maderables de acuerdo al protocolo de Kioto. En la **Tabla 61** se muestran los cinco depósitos de carbono de acuerdo a las *Directrices del IPCC* (IPCC, 2006).

Tabla 61. Depósitos de carbono para cada una de las categorías de [3B] Tierra

Biomasa	Biomasa aérea
	Biomasa subterránea
Materia orgánica muerta	Madera muerta
	Mantillo (hojarasca y capa de fermentación)
Suelos	Materia orgánica del suelo

### Biomasa

La biomasa vegetal, incluyendo las partes aéreas y subterráneas, constituye el principal medio de absorción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. A través de la fotosíntesis y la respiración se transfieren grandes cantidades de CO<sub>2</sub> entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres. A la captación del CO<sub>2</sub> a través de la fotosíntesis se le llama producción primaria bruta (GPP, por sus siglas en inglés). Aproximadamente la mitad es lo que respiran las plantas y que vuelve a la atmósfera, mientras que el resto constituye la producción primaria neta (NPP, por sus siglas en inglés), que es el total de producción de biomasa y de materia orgánica muerta en un año. La NPP, menos las pérdidas por respiración heterotrófica (descomposición de materia orgánica en desperdicios, ramas secas y en la tierra) equivale al cambio en las existencias netas de carbono de un ecosistema y, en ausencia de pérdidas por perturbaciones, se le conoce como producción neta del ecosistema (NEP por sus siglas en inglés) (IPCC, 2006).<sup>9</sup>

<sup>9</sup> GPP: Gross Primary Production; NPP: Net Primary Production; NEP: Net Ecosystem Production.

**Ecuación 10: producción neta del ecosistema**

$$NEP = NPP - \text{respiración heterotrófica}$$

Donde:

NEP= producción neta del ecosistema.

NPP= producción primaria neta.

Si de la nep se restan las pérdidas adicionales de carbono por perturbación (por ejemplo, incendios), cosechas y desbroce de suelos, el resultado es la producción neta del bioma (NBP, por sus siglas en inglés) (Guías ipcc 2006).<sup>10</sup>

**Ecuación 11: producción neta del bioma**

$$NBP = NEP - \text{Pérdidas de carbono}$$

Donde:

NBP= producción neta del bioma.

NEP= producción neta del ecosistema.

Pérdidas de carbono= pérdidas por perturbación o por desbroce o por cosecha.

**Materia orgánica muerta**

En algún momento del proceso de descomposición, la mayor parte de la biomasa (NPP) del material vegetal vivo se transfiere a depósitos de materia orgánica muerta (DOM, por sus siglas en inglés),<sup>11</sup> por ejemplo, madera muerta y mantillo. Parte de la materia orgánica muerta se descompone rápidamente y devuelve el carbono a la atmósfera, pero hay una parte retenida durante meses, años y hasta décadas (IPCC, 2006).

**Suelos**

A medida que se fragmenta y se descompone, la materia orgánica muerta se transforma en materia orgánica del suelo (SOM, por sus siglas en inglés).<sup>12</sup> Parte de este material está integrado por compuestos inestables que los organismos micro-

bios descomponen fácilmente y, con ello, devuelven el carbono a la atmósfera. Sin embargo, parte del carbono orgánico del suelo se convierte en compuestos recalcitrantes que se descomponen muy lentamente y que, por ende, pueden permanecer en el suelo durante décadas, siglos o periodos más largos.

**Nivel de cálculo para estimar cada uno de los almacenes de carbono**

Para calcular las variaciones en las reservas de carbono es necesario partir de la estimación de los almacenes de cada uno de los depósitos para los periodos de inventario de los que se tiene información. Posteriormente, para cada uno de los depósitos y transiciones se consideran algunos supuestos para determinar el método a utilizar en la estimación de los factores de emisión por tipo de transición.

Para el cálculo de las reservas de carbono por depósito se consideran tres niveles de resultado: el dato o registro, la unidad de muestreo y las clases de vegetación y de transición.

**Insumos**

Los factores de emisión y absorción provienen principalmente de información del inventario forestal, que en el caso de México es el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS), a cargo de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Aporta información para los cinco almacenes de carbono. Por otro lado, el INEGI provee información complementaria para la estimación de carbono en suelos. Los insumos se clasifican como se muestra en el **Cuadro 3**.

En el **Cuadro 4** se muestran el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (recuadro superior) y la base de datos de suelos del INEGI (recuadro inferior), proveedores de información base para la estimación del carbono almacenado en la biomasa viva, materia orgánica muerta y carbono orgánico en suelos (primera columna). La biomasa aérea (BA), la biomasa subterránea (BS), madera muerta y mantillo (segunda columna) se estimaron a partir del INFYS, mientras que la estimación del carbono orgánico en suelos (*idem*) se complementó con la base de datos de suelos del INEGI. En la tercera columna se muestran

<sup>10</sup> NBP: Net Biome Production.

<sup>11</sup> DOM: Dead Organic Matter.

<sup>12</sup> SOM: Soil Organic Matter.

respectivamente las secciones del INFYS y la base de datos de suelos del INEGI que fueron utilizadas específicamente para los depósitos de carbono. Las fuentes antes mencionadas, en conjunto con los insumos complementarios (catálogo depurado de nombres, modelos alométricos de biomasa y carbono, valores de densidad de la madera, fracciones de carbono, razón de biomasa subterránea/biomasa aérea) e insumos espaciales (series de uso de suelo y vegetación del INEGI, cartas de suelos de la FAO, ecorregiones), fueron necesarios para la estimación del carbono almacenado por depósito.

El actual Inventario Nacional Forestal y de Suelos vigente para México inició a partir del año 2004. Surgió como una necesidad de contar con información cartográfica y estadística de los suelos y ecosistemas forestales del país para apoyar la política nacional de desarrollo forestal sustentable e impulsar las actividades del sector con información de calidad (DER-INFYS 2004). A lo largo de los años, el INFYS ha incluido nuevas variables relacionadas con los depósitos de carbono. De acuerdo con la periodicidad de levantamientos de información de campo, el INFYS considera una etapa o ciclo de muestreo y subsiguientes etapas de remuestreo. Actualmente se dispone de dos ciclos de levantamiento de información de campo completos: 1) Muestreo (2004-2007), Establecimiento de parcelas en campo y primera medición del INFYS, y 2) Remuestreo (2009-2014), Segunda medición del INFYS.

Una primera etapa (2004-2007), denominada "muestreo", consistió en el establecimiento de parcelas y el acopio de información en campo. Se colectó información sobre biomasa aérea y, parcialmente, sobre materia orgánica muerta para tallos o ramas de individuos leñosos muertos en pie.

La segunda etapa del INFYS (2009-2014), denominada "remuestreo", comprendió la primera remediación del INFYS para las parcelas establecidas en la primera etapa. Originalmente la segunda etapa consideró la remediación anual de 20% de las unidades de muestreo (conglomerados), de tal manera que al cabo de cinco años se contara con la totalidad de los conglomerados remediados; sin embargo, por diversas causas de inaccesibilidad, se fue perdiendo el tamaño de muestra originalmente establecido en el

**Cuadro 3. Clasificación de los insumos**

Insumos centrales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS)</li> <li>• Base de Datos de Suelos del INEGI               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Escala 1:250,000</li> <li>– Escala 1:50,000</li> </ul> </li> </ul>
Otros insumos espaciales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Series de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI</li> <li>• Ecorregiones (CONABIO)</li> <li>• Carta de Tipos de Suelos FAO</li> </ul>
Insumos complementarios Tablas y Catálogos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Catálogo de nombres de plantas del INFYS</li> <li>• Base de datos de modelos alométricos de biomasa</li> <li>• Valores de densidad de la madera</li> <li>• Fracciones de carbono</li> <li>• Razón Biomasa aérea/biomasa subterránea</li> <li>• Tabla de Correspondencia del Sistema de Clasificación de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI</li> <li>• Diámetros cuadráticos promedio con base de datos de supervisión del INFYS 2010. Tabla de DCP por categoría de MLC y ecorregión</li> <li>• Modelos de regresión DN/DB para estimación de volumen en muertos en pie</li> </ul>

INFYS (26,220 conglomerados). En consecuencia, durante 2014 las actividades se enfocaron en la recuperación del tamaño de muestra para aquellos conglomerados inaccesibles que se acumularon durante los cinco años anteriores.

La etapa de remuestreo incluyó la colecta de información para la totalidad del depósito de madera muerta, el cual incluye el registro de tocones y material leñoso caído. Además, se incluyeron el registro y colecta de mantillo para las capas de hojarasca y de fermentación, y el registro y colecta de suelos minerales.

Las variables anteriores incluidas en el INFYS aportan información de los cinco almacenes de biomasa para cuantificación del carbono, en algunos casos con dos mediciones en el tiempo (biomasa aérea y muertos en pie) y en otros, con una primera medición establecida a partir del remuestreo (tocones, material leñoso caído, mantillo y suelos). En el **Cuadro 5** se muestra la evolución de las variables del INFYS y su contribución a la cuantificación de los depósitos de carbono:

Cuadro 4. Cuadro de insumos por depósito de carbono

Base de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS 2004-2014)		Insumos complementarios						Insumos espaciales			
Depósito Nivel 1 (IPPC)	Depósito Nivel 2 (IPPC)	Depósito IPPC de acuerdo a las variables del INFYS	Catálogo de nombres de plantas	BD Modelos alométricos	Valores de densidad de la madera	Fracciones de carbono	Razón BA/BS	BD Suelos INFYS (2009-2013)	Serías INEGI	Carta de suelos FAO	Ecorregiones
<b>Biomasa viva</b>	1) Biomasa aérea	Biomasa aérea (BA)	X	MAB	X	X			X		X
	2) Biomasa subterránea	Biomasa subterránea (BS)	X (indirecto BS/BA)		X	X	X		X		X
<b>Materia orgánica muerta</b>	3) Madera muerta	Madera muerta en pie	X	X (cono)	X	X			X		X
		Madera muerta en tocones	X	X (cilindro)	X	X			X		X
		Madera muerta superficial			X	X (x grado de putrefacción)			X		X
	4) Mantillo	Hojarasca				X			X		X
5) Suelos		Materia orgánica del suelo						X	X		
Base de datos para suelos (1969-2010)		Insumos complementarios						Insumos espaciales			
Depósito Nivel 1 (IPPC)	Depósito Nivel 2 (IPPC)	Depósito IPPC de acuerdo a las variables del INFYS	Catálogo de nombres de plantas	BD Modelos alométricos	Valores de densidad de la madera	Fracciones de carbono	Razón BA/BS	BD Suelos INFYS (2009-2013)	Serías INEGI	Carta de suelos FAO	Ecorregiones
<b>Suelos</b>	5) Suelos	Escala 1:250,000 (1969-2010)						X	X	X	
		Escala 1:50,000 (1969-1982)						X	X	X	



Cuadro 5. Base de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS), 2004-2014

Base de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (infys 2004-2014)							
Depósito (iPPC)	Depósito (iPPC)	Depósito iPPC de acuerdo a las variables del INFYS	Sección del INFYS Nivel 1	Sección del INFYS Nivel 2	t1 Muestreo INFYS (2004-2007)	t2 Muestreo INFYS (2009-2014)	
Biomasa viva	1) Biomasa aérea	Biomasa aérea (BA)	Arbolado/Vegetación mayor	Registros vivos (rama/tallo)	x	x	
	2) Biomasa subterránea	Biomasa subterránea (BS)	Indirecto (proporción de la biomasa sobre el suelo)	Indirecto (proporción de la biomasa sobre el suelo)	x	x	
Materia orgánica muerta	3) Madera muerta	Madera muerta en pie	Arbolado/Vegetación mayor	Registros muertos en pie (rama/tallo)	x	x	
		Madera muerta superficial	Arbolado/Vegetación mayor	Registros de tocones	-	x	
	4) Mantillo	Madera muerta superficial	Material leñoso caído	Material leñoso caído	Combustibles leñosos caídos	1 h	x
		Hojarasca	Suelos			10 h	x
Suelos	5) Suelos	Capa de fermentación	Suelos	Capa de fermentación (F)	-	x	
		Materia orgánica del suelo	Suelos (Base de datos de suelos 2010-2012)	Muestras del punto central del sitio para determinación de densidad aparente del suelo	-	x	

El INFYS comprende un total de 26,220 unidades de muestreo primarias (UMP) que se conforman por 81,665 unidades de muestreo secundarias (UMS) establecidas en el periodo 2004-2007. Tomando en cuenta todas las mediciones hasta el año 2013, se han contabilizado un total de 2,761,931 árboles en el INFYS. Durante dicho periodo, fue necesario desarrollar un sistema de captura de información en Access 2000, basado en el diseño de la base de datos original, que facilitara el ingreso de la información de cada una de las secciones del formato impreso de captura en campo. Debido a las variaciones en el total de datos a recabar en el tiempo (años y ciclos) se desarrollaron versiones distintas de cliente de captura.

Los detalles de este diseño se encuentran en el *Protocolo de Factores de Emisión* (CONAFOR-INECC).

#### **Categorías, subcategorías, transiciones, reservorios reportados y serie temporal**

El periodo considerado en la evaluación correspondió a 25 años consecutivos, a partir de 1990 y hasta 2015, de acuerdo también con los insumos de uso de suelo y vegetación de las Series II (1993), III (2001), IV (2007), VA (2011) y VI (2013).

Los tipos de vegetación identificados por INEGI se agruparon en seis categorías de uso de suelo, como se lista en la **Tabla 63**. Para cada uno de los tipos de vegetación se generó un factor de emisión y un dato de actividad correspondiente. El cálculo de emisiones se realizó para cada tipo de vegetación agrupándolo de acuerdo con el tipo de transición. De igual forma se generaron factores de emisión para los tipos de vegetación disponibles en los cinco reservorios que recomienda el IPCC (2006).

El enfoque de reporte para el inventario que se desarrolló es el de cambio en las existencias de carbono a través del tiempo y el principal insumo para el desarrollo de los factores de emisión es el INFYS. Por un lado, está la disponibilidad de datos de mapeo de vegetación a través del tiempo con los que se obtienen los datos de actividad, y por otro, las mediciones periódicas y exhaustivas del inventario nacional forestal y de suelos que permiten la integración de datos para estimar el contenido de carbono en los distintos reservorios.

De acuerdo con cada tipo de transición, se incluyeron los reservorios biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), madera muerta (MM), hojarasca (HOJ) y carbono orgánico del suelo (SUELOS), para los que se tuvo información suficiente, de acuerdo con la **Tabla 62**.

**Tabla 62. Reservorios de carbono incluidos por transición**

Transición	Reservorios reportados
01. FL-FL	BA, BS
02. FL-FLd	BA, BS
03. FLd-FL	BA, BS
04. FL-GL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
05. FL-CL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
06. FL-SL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
07. FL-OL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
08. FL-WL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
09. CONVL-FL*	BA, BS, HOJ
10. GL-GL	BA, BS
11. GL-CL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
12. GL-SL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
13. GL-OL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
14. GL-WL	BA, BS, MM, HOJ y SUELOS
15. CONVL-GL	BA, BS, HOJ
16. RCL-RCL**	BA
17. No aplica	Ninguno

\* CONVL: Converted Lands. Tierras convertidas.

\*\* RCL: Remaining Croplands. Tierras agrícolas que permanecen (agricultura perenne).

### Estimación de emisiones/absorciones de GEI con áreas mapeadas

La obtención de los datos de actividad y factores de emisión lo más precisos posible son temas básicos para la elaboración de un INEGEI. Actualmente se cuenta con información cartográfica en las *Cartas de Uso de Suelo y Vegetación* escala 1:250,000 en sus Series II, III, IV y V, elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y que han demostrado ser información exhaustiva, coherente y completa para el territorio nacional. Por otro lado, está disponible información completa y de cobertura nacional de datos de campo para todos los tipos de vegetación nacional en el INFYS, que hasta el momento ya cuenta con dos ciclos de mediciones.

Tanto la toma de datos de campo como la generación de cartografía de uso de suelo y vegetación han sido mejoradas con el tiempo y cada vez hay mejores y más precisos datos, si bien es sabido que distintos factores —como los procesos metodológicos, la escala de representación y la tecnología usada para obtener— inducen errores en los datos, lo cual debe considerarse en el reporte.

Además de los datos de actividad obtenidos de la evaluación de cambios entre capas de vegetación, se realizó una evaluación de exactitud temática (**Anexo D [3B]**) para generar datos con mayor certidumbre y, con ello, mejores y más exactos productos. La representación espacial de los cambios en todos los periodos se hizo en los mapas de cambio obtenidos a través de la sobreposición de mapas de vegetación. Cada uno alimentó la matriz de transición y con ellos se obtuvieron los datos de actividad para cada transición.

Con la finalidad de mejorar los datos de reporte y considerando los requerimientos del IPCC, se generó nueva información de actividad basada en una evaluación de la exactitud temática de todas las superficies de transición y, con ello, nuevos datos de actividad con menor sesgo y mayor certidumbre. Estas son las áreas insesgadas que se generaron para

todas las transiciones y se utilizaron para la estimación de las emisiones de GYCEI en el contexto de la *Sexta Comunicación Nacional (Anexo D [3B])*.

### Enfoque metodológico

El enfoque metodológico para este inventario se basó en la cuantificación del cambio en las existencias de carbono, para cada una de las categorías de uso de suelo y vegetación, y en las variaciones que experimentaron durante el periodo analizado. De acuerdo con la disponibilidad de datos de cobertura de uso de suelo y vegetación de INEGI, se realizaron cuatro comparaciones: en el periodo 1990-2001, entre las Series II y III; en 2002-2006, entre las Series III y IV; en 2007-2010, entre las Series IV y V, y, por último, en el periodo 2011-2015, entre las Series V y VI. Para cada uno de los periodos se extrajeron valores de superficies de cambio en todas las transiciones y por tipo de vegetación.

Este enfoque permite comparar dos escenarios en distintos tiempos. Primeramente, se realizó la comparación entre capas y se calculó la superficie de cambio por tipo de vegetación y transición. Con ello se obtuvo la superficie de cambio en el periodo, desagregada por tipo de vegetación y agrupada por tipo de transición. La superficie total se dividió entre los años del periodo (excepto para las transiciones de permanencias de tierras forestales, pastizales y agrícolas), de acuerdo con los años en que se generó cada capa de vegetación. Estos periodos corresponden a nueve años para el mapa 1 (Serie II-Serie III), cinco para el mapa 2 (Serie III-Serie IV), cuatro para el mapa 3 (Serie IV-Serie V) y tres años para el mapa 4 (Serie V-Serie VI).

Se obtuvieron 624 factores de emisión diferenciados por tipo de vegetación y por transición, de acuerdo a la información disponible en el INFYS (**Tabla 63**).

Para tener una administración correcta de los insumos utilizados se generaron tablas de control que permitieron estimar las emisiones por tipo de vegetación y agregadas por transición.

Tabla 63. **Número de factores de emisión por tipo de reservorio y transición**

Sub-Categoría	Clave IPCC	Transición <sup>1</sup>	Reservorio <sup>2</sup>	Cantidad de factores de emisión usados
[3B1] Tierras forestales (FL)	[3B1a]	FL-FL (Permanencia)	BA	19
			BS	19
			MM	
			HOJARASCA	
			SUELOS	
		FLd-FL (Recuperación)	BA	32
			BS	32
			MM	
			HOJARASCA	
			SUELOS	
	[3B1b]	CONVL-FL (Reforestación)	BA	60
			BS	60
			MM	
			HOJARASCA	1
			SUELOS	
[3B1a]	FL-FLd (Degradación)	BA	28	
		BS	28	
		MM		
		HOJARASCA		
		SUELOS		

Tabla 63. (Continuación)

Sub-Categoría	Clave IPCC	Transición <sup>1</sup>	Reservorio <sup>2</sup>	Cantidad de factores de emisión usados
[3B3] Praderas (GL)	[3B3a]	GL-GL (Permanencia Pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	
			HOJARASCA	
			SUELOS	
	[3B3bl]	FL-GL (Deforestación)	BA	48
			BS	48
			MM	19
			HOJARASCA	20
			SUELOS	1
	[3B3b]	CONVL-GL (Recuperación pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	
			HOJARASCA	1
			SUELOS	
[3B2] Tierras de cultivo (CL)	[3B2a]	RCL-RCL (Tierras agrícolas que permanecen; agricultura perenne)	BA	1
			BS	1
			MM	
			HOJARASCA	
			SUELOS	
	[3B2l]	FL-CL (Deforestación)	BA	48
			BS	48
			MM	19
			HOJARASCA	20
			SUELOS	1

Tabla 63. (Continuación)

Sub-Categoría	Clave IPCC	Transición <sup>1</sup>	Reservorio <sup>2</sup>	Cantidad de factores de emisión usados
	[3B2II]	GL-CL (Pérdida de pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	4
			HOJARASCA	5
			SUELOS	1
[3B5] Asentamientos humanos (SL)	[3B5bI]	FL-SL (Deforestación)	BA	48
			BS	48
			MM	19
			HOJARASCA	20
			SUELOS	1
	[3B5bIII]	GL-SL (Pérdida de pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	4
			HOJARASCA	5
			SUELOS	1
[3B6] Otras tierras (OL)	[3B6bI]	FL-OL (Deforestación)	BA	48
			BS	48
			MM	19
			HOJARASCA	20
			SUELOS	1
	[3B6bIII]	GL-OL (Pérdida de pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	4
			HOJARASCA	5
			SUELOS	1

Tabla 63. (Continuación)

Sub-Categoría	Clave IPCC	Transición <sup>1</sup>	Reservorio <sup>2</sup>	Cantidad de factores de emisión usados
[3B4] Humedales (WL)	[3B4bII]	FL-WL (Deforestación)	BA	48
			BS	48
			MM	19
			HOJARASCA	20
			SUELOS	1
		GL-WL (Pérdida de pradera)	BA	5
			BS	5
			MM	4
			HOJARASCA	5
			SUELOS	1

<sup>1</sup> Claves de las categorías y subcategorías de [3B] Tierra. Véase **Tabla 62**.

<sup>2</sup> Reservorios biomasa aérea (BA), biomasa subterránea (BS), madera muerta (MM), hojarasca (HOJ) y carbono orgánico del suelo (suelos).

### Estructura de las tablas de estimación de emisiones/absorciones

Las tablas de estimación de emisiones tienen la finalidad de ordenar los datos de actividad y factores de emisión, así como ordenar y agrupar cada una de las clases en las correspondientes transiciones. Las tablas utilizadas para la estimación se desarrollaron en hojas de trabajo para cada una de las transiciones y periodos analizados. Dichas tablas están diseñadas en el mismo sentido que las que propone el IPCC (2006), agrupando los tipos de vegetación inicial y final, el tipo de transición, los factores de emisión correspondientes y el cálculo de emisiones en cada uno de los tipos de vegetación para obtener el contenido total.

A diferencia de las tablas del IPCC (2006), en estas tablas se desglosan los cambios por tipo de vegetación, ya que tanto los datos de actividad como los factores de emisión se generaron a ese grado de detalle. Las tablas para la estimación de emisiones contienen tres grupos de tablas: 1) factores de emisión; 2) datos de actividad, y 3) estimación de emisiones.

Los datos de actividad provienen de las matrices de cambio, resultado de la comparación tem-

poral de mapas, cuya función es agrupar los distintos datos de actividad y contiene las superficies insesgadas producto de la exactitud temática mencionada en el **Anexo D [3B]**. Los factores de emisión se presentan por tipo de vegetación y transición calculados para cada reservorio. Para obtener la estimación de las emisiones se preparan tablas de emisiones de acuerdo con cada categoría. Las tablas de emisiones de áreas mapeadas corresponden a la estimación de las emisiones con superficies procedentes de la comparación de mapas, mientras que el cálculo de emisiones de áreas insesgadas procede de la estimación con base en las áreas insesgadas provenientes de la exactitud temática. La forma en la que se relacionan las tablas se muestra en la **Figura 2**.

### Cambios de uso del suelo (anualización de superficie)

Como se describe en el **Anexo D [3B]** y en el protocolo de representación coherente de la tierra, el arreglo de la matriz de transición permite identificar 17 tipos de transición y agruparlos en forma numérica en tablas y por tipo de vegetación **Figura 3**.

Figura 2. Estructura de archivos para el cálculo de emisiones

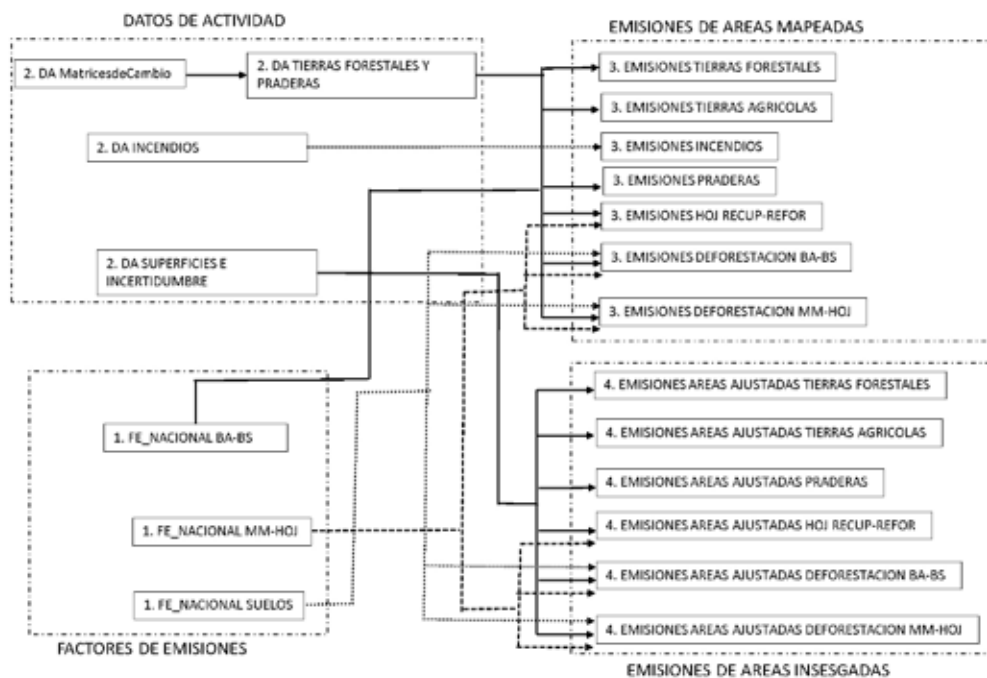


Figura 3. Representación de la matriz de transición general de las categorías y subcategorías de uso de suelo definidas para la Sexta Comunicación para la categoría [3B] Tierra

	Tierras forestales FL															Praderas GL				Agricultura CL		Otras tierras OL		Asentamientos SL		Humedal WL		Total general
	FL	FLd	FL-FL	FL-FLd	FL-GL	FL-CL	FL-OL	FL-WL	GL	GL-GL	GL-CL	GL-OL	GL-SL	GL-WL	RCL	RCL-CL	RCL-OL	RCL-SL	RCL-WL									
<b>Tierras forestales FL</b>	Permanencia FL-FL															Deforestación												
	Degradación															FL-GL, FL-CL, FL-OL, FL-WL												
	Reforestación															Permanencia de pastizales				Pérdida de pastizales				No aplica				
	CONVL-FL/FLd															GL-GL				GL-CL, GL-OL, GL-SL, GL-WL				RCL-RCL, Agricultura perenne				

Claves de las categorías y subcategorías de [3B] Tierra. Véase Tabla 62. Fuente: IPCC, 2003.



La matriz de transición genera datos comparados en el periodo analizado que corresponde a nueve, cinco, cuatro y tres años para las comparaciones entre las Series II y III, las Series III y IV, las Series IV y VA, y las Series VA y VI, respectivamente. Para cuantificar los cambios anuales es necesario dividir la superficie entre el número de años del periodo o generar un factor de emisión con el incremento anual.

En el caso de las permanencias de tierras forestales, pastizales y tierras agrícolas, las superficies de datos de actividad se contabilizaron con la totalidad de área en el periodo, ya que, durante ese periodo, no hay transiciones ni cambios en esa superficie, y los factores de emisión se calcularon de acuerdo con el incremento anual. El factor de emisión para permanencias se calculó a partir del incremento en las diferencias de almacén entre dos ciclos de inventario.

En las otras transiciones, los factores de emisión se calcularon mediante modelos de predicción en los que se estimó el almacén de carbono al final del periodo. Para calcular la emisión anual es necesario dividir la superficie de cambio en el periodo entre el número de años del mismo. Las transiciones en la que debió realizarse la anualización se muestran en el **Cuadro 6**.

**Cuadro 6. Transiciones para la que se calculó la emisión anual**

Deforestación	FL-GL, FL-CL, FL-OL, FL-SL, FL-WL
Pérdida de praderas	GL-CL, GL-OL, GL-SL, GL-WL
Reforestación	CONVL-FL
Recuperación de pastizales	CONVL-GL
Degradación	FL-FLd
Recuperación	FLd-FL

Claves de las categorías y subcategorías de [3B] Tierra. Véase **Tabla 62**.

### **Criterios de asignación de factores de emisión y absorción por tipo de transición y reservorio<sup>13</sup>**

#### **Tierras forestales que permanecen como tales (FL-FL)**

##### *Biomasa aérea (BA)*

Los factores de emisión de biomasa aérea (BA) para tierras forestales que permanecen como tales corresponden al incremento de sumideros de carbono en biomasa aérea de los tipos de vegetación que permanecen durante el periodo evaluado. Dado que para cada ciclo de medición del INFYS se determinó un factor de emisión, se tuvo la oportunidad de obtener dos factores de comparación a través del tiempo. Para hacer la comparación se utilizaron los puntos del inventario levantados en el primer ciclo y que permanecieron con la misma etiqueta en el segundo periodo. Es por ello que el factor de emisión para esta transición, se obtuvo a partir de la diferencia de ambos factores calculados, correspondientes a cada uno de los ciclos de medición del INFYS y anualizado entre el número de años correspondiente a cada periodo evaluado. (Véase protocolo de estimación de factores de emisión.)

Para este tipo de transición, dentro de la tabla de agrupación de datos de actividad se asigna el factor de emisión correspondiente de acuerdo con el tipo de vegetación que permanece. Los factores de emisión para esta transición se observan en la **Tabla 64**.<sup>14</sup>

Cabe señalar que para esta transición el factor de emisión ha sido estimado de manera anual por lo que la estimación de emisiones para esta transición se calcula estableciendo la superficie total del periodo.

##### *Biomasa subterránea (BS)*

Los factores de emisión para biomasa subterránea (BS) se obtuvieron de acuerdo con los valores de biomasa aérea obtenida, ya que las ecuaciones empleadas consideran esta variable para estimarla. Es por ello que, de igual forma, se estimaron los factores de emisión para cada uno de los tipos de vegetación, mismos que pueden verse en la **Tabla 64**.

<sup>13</sup> Biomasa aérea, biomasa subterránea, MM, hojarasca y suelos.

<sup>14</sup> La **Tabla 64** y siguientes se encuentran en el apartado "Factores de emisión", a partir de la página 125.

De manera análoga a de los factores de biomasa aérea, se asignaron los valores de BS a la superficie. Con ello se pudo estimar el contenido de carbono para los tipos de vegetación que se incluyen en esta sección de tierras forestales.

#### *Materia muerta (MM)*

Para el reservorio de materia orgánica muerta en las tierras que permanecen puede haber una estimación de cambios de carbono si los datos son suficientes para obtener los factores de emisión. Los datos del INFYS son insuficientes para obtener factores de emisión en todo el periodo analizado, por lo que se consideró la sugerencia de las *Directrices del IPCC 2006*. Se considera entonces que las existencias de carbono de los depósitos de MM equivalen a cero porque se supone que sus existencias no cambian con el transcurso del tiempo si la tierra permanece en la misma categoría de uso (Capítulo 2, Vol. 4., IPCC, 2006).

#### *Hojarasca (HOJ)*

El reservorio de hojarasca (HOJ) para esta transición se consideró en el mismo contexto que para el depósito de MM, ya que los datos no son suficientes para obtener los cambios de carbono. Por ello se considera un balance de carbono igual a cero en este depósito porque se supone que sus existencias no cambian con el transcurso del tiempo si la tierra permanece en la misma categoría de uso (Capítulo 2, Vol. 4, IPCC, 2006).

#### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

Al igual que para los reservorios de materia muerta y hojarasca, en el caso del carbono orgánico del suelo para las tierras forestales que permanecen como tales, se considera que hay un balance neto en las emisiones para esta transición. El IPCC no suministra métodos de niveles 1 o 2 para estimar el cambio en los inventarios de C inorgánico del suelo debido a la limitada información científica de que se dispone para derivar factores de cambio de inventario; por ende, se supone que el flujo neto de existencias de C inorgánico equivale a cero. Se sugiere desarrollar los métodos e información de nivel 3 para refinar las estimaciones.

## Tierras forestales degradadas (FL-FLd)

#### *Biomasa aérea (BA)*

Los factores de emisión de biomasa aérea en las tierras forestales que pasan a tierras forestales degradadas (degradación) corresponden a la diferencia que hay entre los contenidos de carbono de la vegetación primaria en el tiempo inicial y su correspondiente tipo de vegetación en el tiempo final, de acuerdo con la estimación del modelo lineal de efectos mixtos. El contenido de carbono a lo largo del periodo fue estimado mediante un modelo lineal de efectos mixtos tomando como punto de partida el carbono existente en la vegetación inicial (vegetación primaria) y su disminución temporal hasta llegar al contenido de carbono final (vegetación secundaria). El modelo estimó el decremento de carbono para nueve años que pertenecen al periodo más largo de evaluación entre las Series II y III de vegetación, de tal forma que se obtuvieron los valores de contenido de carbono anual y al final del periodo.

En particular, el factor de emisión de biomasa aérea en esta transición se obtuvo mediante la diferencia del contenido de carbono en el tiempo inicial de la vegetación (carbono total) y el contenido de carbono estimado para el mismo tipo de vegetación en el tiempo final (año 9 en la comparación de las Series II y III), que corresponde al decremento de carbono a través del tiempo. La diferencia de contenido de carbono para el tipo de vegetación corresponde al carbono perdido en todo el ciclo comparado (nueve años para las Series II y III; cinco años para las Series III y IV; cuatro años para las Series IV y VA, y tres años para las Series VA y VI). La diferencia de carbono no corresponde al total de carbono contenido ya que no se pierde el total de la cobertura existente y la pérdida anual es la que se cuantifica en las emisiones.

El listado de factores de emisión para degradación se muestra en las **Tablas 65 y 66**. En las tablas para el cálculo de emisión —que están agrupadas por transición—, se diferencian los tipos de vegetación, por lo que se asigna un factor para cada uno de ellos. Para estimar la emisión de carbono anual es necesario conocer la superficie de cambio anual en el ciclo.

*Biomasa subterránea (BS)*

Los factores de emisión de biomasa subterránea están asociados a la biomasa aérea y de igual forma se tienen los valores para cada tipo de vegetación. La obtención del valor de degradación en biomasa aérea depende de la diferencia de los factores de contenido de carbono para este depósito en ambos tiempos. De igual forma que para la biomasa aérea, se asignan los factores de emisión por tipo de vegetación y se calculan las emisiones individuales y sumadas para obtener el valor total de la emisión por tipo de transición (**Tablas 67 y 68**).

*Materia muerta (MM)*

Por defecto, el IPCC supone que las existencias de carbono en los depósitos de MM son estables. Y supone también que la acumulación de carbono en los depósitos de madera muerta y hojarasca ocurrida durante la regeneración no se debe considerar.

*Hojarasca (HOJ)*

Aplica lo dicho en el inciso anterior.

*Carbono orgánico del suelo (COS)*

El IPCC no suministra métodos de niveles 1 o 2 para estimar el cambio en los inventarios de C inorgánico del suelo debido a la limitada información científica de que se dispone para derivar factores de cambio de inventario; por ende, se supone que el flujo neto de existencias de C inorgánico equivale a cero. Se sugiere desarrollar los métodos e información de nivel 3 para refinar las estimaciones.

**Tierras forestales que se recuperan (FLd-FL)***Biomasa aérea (BA)*

Los factores de emisión de biomasa aérea en las tierras forestales degradadas que pasan a tierras forestales (recuperación) corresponden a la diferencia que hay entre los contenidos de carbono de la vegetación primaria en el tiempo inicial y su correspondiente tipo de vegetación en el tiempo final. De manera similar a la transición de degradación se consideran las estimaciones de contenidos de carbono para los tipos de vegetación en distintos ciclos y se obtuvo un valor de incremento anual. Para

calcular los factores de emisión a distintos tiempos se utilizaron modelos lineales de efectos mixtos tomando como punto de partida el contenido de carbono en la vegetación secundaria inicial para estimar el incremento anual a través del tiempo hasta el valor de contenido de carbono en la vegetación final (vegetación primaria) hasta el año 9, que es el periodo de mayor tiempo estimado. Para clarificar este incremento, se asume que la ganancia de carbono descrita en esta transición parte de una biomasa existente y la ganancia anual es la que se cuantifica en las emisiones.

Para calcular el factor de emisión se obtuvo una diferencia entre el contenido de carbono de la biomasa aérea en tiempo inicial (secundaria) y el estimado para el mismo tipo de vegetación (incremento en el año correspondiente) en el tiempo final; es decir, el factor corresponde al incremento de carbono a través del tiempo.

Los factores de emisión por tipo de vegetación se enlistan en las **Tablas 69 y 70**. Los valores se asignan de acuerdo con el tipo de vegetación. Al igual que en anteriores transiciones, las tablas de estimación están conformadas por distintos tipos de vegetación y para cada uno se tienen los datos de actividad y un factor de emisión.

*Biomasa subterránea (BS)*

La generación de los factores de emisión de biomasa subterránea para esta transición depende de igual forma de la cantidad de carbono en la biomasa aérea, por lo que se calculan para los mismos ciclos y tipos de vegetación de los que se cuenta con información, y se asignan de acuerdo al tipo de vegetación. Véanse **Tablas 71 y 72**.

El factor de emisión individual por tipo de vegetación se calcula a través de la diferencia entre el contenido de carbono de la biomasa subterránea en tiempo inicial restando el contenido de carbono estimado para el mismo tipo de vegetación en el tiempo final. Igualmente corresponde al incremento en el contenido anual para el periodo analizado.

*Materia muerta (MM) y hojarasca (HOJ)*

Por defecto, el IPCC, supone que las existencias de carbono en los depósitos de MM son estables. Y

supone también que la acumulación de carbono en los depósitos de madera muerta y hojarasca ocurrida durante la regeneración no se debe considerar.

### **Carbono orgánico del suelo (COS)**

El IPCC no suministra métodos de niveles 1 o 2 para estimar el cambio en los inventarios de C inorgánico del suelo debido a la limitada información científica de que se dispone para derivar factores de cambio de inventario; por ende, se supone que el flujo neto de existencias de carbono inorgánico equivale a cero. Se sugiere desarrollar los métodos e información de nivel 3 para refinar las estimaciones.

### **Tierras forestales que se convierten en praderas (FL-GL)**

#### *Biomasa aérea (BA)*

Las superficies de transición de tierras forestales que pasan a praderas forman parte de la categoría de deforestación. Estas tierras corresponden a cambios sucedidos en la cobertura que se pierde por efecto del cambio de uso de suelo a pastizales o tierras de pastoreo. Se cuantificó como factor de emisión la pérdida de carbono en biomasa aérea equivalente a la diferencia de carbono en el tipo de vegetación inicial (tierra forestal) y el final (pastizal).

Los factores de emisión calculados para cada tipo de vegetación se encuentran en las **Tablas 73 y 74**. Existen también factores de emisión diferenciados sobre el contenido de carbono por ciclo de medición del INFYS. Los factores de emisión enlistados en la **Tabla 73** (primer ciclo del INFYS) corresponden a los periodos comparados entre las Series II y III y las Series III y IV, mientras que los de la **Tabla 74** corresponden a las transiciones relativas a las Series IV y VA y las Series VA y VI (segundo ciclo del INFYS).

Los factores de emisión se asignan de forma diferenciada para cada tipo de vegetación y de acuerdo con la transición que se esté evaluando. La asignación se realiza tomando como base el tipo de vegetación. De esta manera se obtuvo un factor de emisión por periodo que se multiplicó por los datos de actividad.

#### *Biomasa subterránea (BS)*

Los factores de emisión para el reservorio de biomasa subterránea dependen del valor de biomasa aérea, es por ello, que se cuenta con igual cantidad de factores para los mismos tipos de vegetación. El factor de emisión para BS se obtiene de la misma manera que para biomasa aérea considerando que no se pierde todo el reservorio de carbono, ya que al final del periodo presenta un reservorio de pastizal.

Los factores de emisión se encuentran en las tablas de biomasa aérea (**Tabla 73 y Tabla 74**) en dos periodos o ciclos diferenciados por la fecha de toma en campo. La asignación de estos factores se basa en la relación con los tipos de vegetación.

#### *Materia muerta (MM)*

El origen de los factores de emisión para materia muerta se deriva del cálculo de las mediciones de datos de material leñoso caído, tocones y árboles muertos en pie. Se cuantificó para cada reservorio un factor de emisión y después se sumaron para obtener un solo factor en MM (revisar protocolo de factores de emisión). Los factores de emisión se obtuvieron solamente para los tipos de vegetación y pastizales de los que se hallaron datos suficientes.

De manera análoga, para estimar el factor de emisión para los depósitos de carbono perdidos se usa el resultado de la diferencia del contenido de carbono inicial (tipo tierra forestal) y el de la vegetación final (tipo de pastizal). El listado de los factores de emisión de MM para cada uno de los tipos de vegetación se presenta en la **Tabla 79**.

Los factores de emisión resultantes en cada uno de los tipos de vegetación pertenecen a la pérdida de carbono en el periodo, por lo que se debe multiplicar por la superficie anualizada si se desea obtener el valor anual de pérdida o las emisiones anuales.

#### *Hojarasca (HOJ)*

El cálculo del factor de emisión para el reservorio de hojarasca (HOJ) es resultado de la cuantificación del contenido de carbono contenido en los depósitos de hojarasca y mantillo. Los datos del INFYS permitie-

ron obtener los factores de emisión para ambos depósitos y, con ello, un valor de contenido de carbono para la mayoría de los tipos de vegetación.

Al igual que en los otros reservorios dentro de esta transición, el factor final de deforestación correspondió a la diferencia entre factor de emisión de la vegetación inicial y el de la vegetación final, dado que la transición no deja desprovista de vegetación al terreno.

Para cuantificar las emisiones se asignaron cada uno de los factores de emisión agrupados en la **Tabla 79**, a la tabla de superficies por tipo de vegetación. De esta manera se obtuvo el valor de emisión para cada tipo de vegetación y se sumó para obtener la emisión final por tipo de transición.

#### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

El cálculo de los factores de emisión para carbono orgánico del suelo fue desarrollado de manera distinta, ya que los datos estaban dispuestos bajo diferentes métodos de muestreo y levantamiento. A partir de tres bases de datos de suelos se concentraron 32 mil puntos de muestreo de suelos generados durante el periodo 1969-2015, en diversas instituciones, INEGI y CONAFOR. A partir de esas bases de datos se construyeron factores de emisión por tipo de vegetación y suelos, que luego se usaron para generar factores generales para cada una de las transiciones de deforestación. El proceso metodológico para la obtención de los factores de emisión para suelos se describe en el protocolo de factores de emisión.

Debido a que el número de puntos de muestreo para cada transición fue pequeño, fue necesario estimar un factor de emisión ponderado para toda la transición (véase protocolo de factores de emisión).

Los resultados de los factores de emisión para suelos corresponden solamente para un promedio en el periodo y no es posible cuantificar las emisiones a un nivel superior a 1 (**Tabla 80**). Tampoco es posible obtener una estimación anual como la describen las ecuaciones del IPCC (2006). En consecuencia, para el cálculo de emisiones en el COS se usó el método por defecto, en el cual se asume que anualmente se pierde 5% (1/20) del contenido total de carbono en el suelo. Para el cálculo se utilizó la

ecuación 2.25 del capítulo 2 Vol. 4, de las *Directrices del IPCC* 2006, por lo que debieron asumirse otros valores por defecto, como el factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, el factor de cambio de existencias para el régimen de gestión y el factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica. Para la estimación de las emisiones totales de esta transición, se asignó el valor del factor de emisión ponderado dividido entre 20.

#### Tierras forestales que se convierten a otras tierras (FL-OL)

##### *Biomasa aérea (BA)*

Las superficies de transición de tierras forestales que pasan a otros usos pertenecen a la categoría de deforestación; corresponden a los cambios sucedidos en la cobertura que se pierde por efecto de cambio del uso de suelo a tierras cultivadas (CL), asentamientos humanos (SL), humedales (WL) y otras tierras (OL). Los cambios sucedidos en esta transición pierden todo el carbono almacenado en la vegetación inicial.

Hay dos factores de emisión calculados para cada tipo de vegetación, correspondientes a cada ciclo del levantamiento de información del INFYS. Se calculó un factor de emisión para cada periodo y por tipo de vegetación. De acuerdo con el IPCC (2006), se asume que el contenido de carbono en esta transición se pierde en el momento, por lo que se considera que el total de carbono almacenado se pierde en cualquiera de los cambios que abarca esta transición.

Los factores de emisión para la deforestación se encuentran en las **Tablas 73 y 74**. Las cuatro transiciones son cuantificadas por separado (FL-CL, FL-SL, FL-OL y FL-WL) y para cada una se asignan valores de emisión de acuerdo al tipo de vegetación.

##### *Biomasa subterránea (BS)*

El contenido de carbono en la biomasa subterránea se generó mediante una ecuación determinada por el contenido de biomasa por encima del suelo y por tipo de ecosistema, como se explica en el protocolo de factores de emisión. De acuerdo con este razona-

miento, se obtuvieron los factores de emisión para este reservorio considerando los factores de BA.

Las consideraciones del IPCC (2006) establecen que debe asumirse una pérdida total al momento del cambio en la transición para este tipo, debido a que la pérdida de la cobertura es completa. Es preciso repetir que cada tipo de vegetación incluida en las tierras forestales que se pierden por esta transición conlleva un factor de emisión propio dependiendo del periodo analizado.

Los factores de emisión para biomasa subterránea se encuentran en las **Tablas 73 y 74**.

#### *Materia muerta (MM)*

Los valores de contenido de carbono en MM provienen de las estimaciones de los tres reservorios: material leñoso caído, tocones y árboles muertos en pie. Cada uno fue evaluado independiente de acuerdo con los datos disponibles en el INFYS. Se obtuvieron valores por tipo de vegetación y se sumaron para obtener el factor final de emisión por tipo de vegetación. Dado la poca información que se colectó a través de los distintos ciclos de acopio en el inventario forestal, se obtuvo un valor general para los cuatro periodos de evaluación.

Los valores de los distintos factores de emisión por tipo de vegetación correspondientes se encuentran en la **Tabla 89**; se asignan para cada tipo de vegetación incluidos en esta transición.

Los factores de emisión resultantes en cada uno de los tipos de vegetación pertenecen a la pérdida de carbono en el periodo, por lo que se debe multiplicar por la superficie anualizada si se desea el valor anual de pérdida o las emisiones anuales.

#### *Hojarasca (HOJ)*

Al igual que para la transición de deforestación a pastizales, los factores de emisión para esta transición sí fueron considerados para su cuantificación. Como se asume en las *Directrices del IPCC 2006*, el contenido de carbono en la materia orgánica muerta en esta transición se pierde completamente con el cambio del uso de suelo, ya que este suelo queda desprovisto de vegetación.

El contenido de carbono que se pierde en esta transición es igual a la diferencia entre los contenidos registrados al comienzo y al final del periodo. Para cuantificar las emisiones, cada uno de los factores de emisión agrupados en la **Tabla 79** se asignó a la tabla de cálculo de emisiones y se multiplicó por los datos de actividad. De esta manera se obtuvo el valor de emisión para cada tipo de vegetación y la suma de todos ellos arrojó el resultado de la emisión final por tipo de transición.

#### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

Como ya se mencionó, el factor de emisión se calculó mediante la generación de un factor ponderado de acuerdo con la proporción de superficies por tipo de suelo y vegetación que contiene cada tipo de transición. El factor de emisión se generó por tipo de transición (**Tabla 80**).

En el cálculo de las emisiones ocurridas en el COS se usó el método por defecto, en el cual se asume que anualmente se pierde 5% (1/20) del contenido total de carbono en el suelo. Este supuesto determinó el uso de la Ecuación 2.25 del capítulo 2 Vol. 4 de las *Directrices del IPCC 2006*.

Para mejorar la estimación de dicho valor, se utilizaron otros valores por defecto dentro de la Ecuación 2.25 como: el factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular; el factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, y el factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica. El valor final se utilizó como factor de emisión para la cuantificación de las emisiones en la transición.

#### Tierras convertidas que cambian a tierras forestales (CONVL-FL)

##### *Biomasa aérea (BA)*

Los factores de emisión de biomasa aérea en las áreas no forestales que pasan a tierras forestales (reforestación) corresponden a la ganancia de contenido de carbono de la vegetación en tiempo final, tomando como referencia un incremento anual que parte de cero, ya que al inicio de su recuperación no existe cobertura de suelo. De manera análoga a la transición de degradación y recuperación, se estima el in-

crecimiento anual para los tipos de vegetación a partir de cero; los valores sucesivos resultan de un modelo lineal de efectos mixtos. La ganancia de carbono es la relativa al número de años de incremento, según la extensión del periodo de transición evaluado.

El listado de factores de emisión por tipo de vegetación se encuentra en las **Tablas 69 y 70**. Cada valor se asignó, por tipo de vegetación.

#### *Biomasa subterránea (BS)*

El contenido de carbono en la biomasa subterránea que se contabilizó en esta transición corresponde a la ganancia de carbono que sucede a una reforestación a través del periodo. Al igual que para la biomasa aérea, los factores de emisión se calcularon de acuerdo con el incremento anual, que en este caso es proporcional a la biomasa aérea debido a que esta variable es usada en el cálculo.

Cada uno de los tipos de vegetación involucrados en esta transición contiene un factor de emisión para este reservorio (**Tablas 71 y 72**). De estas tablas se obtienen los factores de emisión finales de acuerdo con el tipo de vegetación.

#### *Materia muerta (MM)*

Por defecto, el IPCC supone que las existencias de carbono en los depósitos de MM ganan carbono a través de su recuperación. Sin embargo, en zonas boreales y templadas (mayoría del territorio nacional) suele ser demasiado escasa la recuperación de carbono en madera muerta. Es por ello que, en este caso, se considera que no hay recuperación de este reservorio

#### *Hojarasca (HOJ)*

Por defecto, el IPCC supone que las existencias de carbono en los depósitos de hojarasca en los terrenos que cambian a tierras forestales hay ganancia propia e incorporación de carbono que se recupera en forma lineal durante los siguientes 20 años. El factor de emisión calculado para este depósito se seleccionó por el tipo de vegetación y se asignó a la tabla correspondiente de emisiones. Para obtener un factor de emisión anual se dividió el factor de emisión de recuperación entre 20 años, de acuerdo con las recomendaciones del IPCC (2006).

#### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

Ante la insuficiencia de datos para obtener una estimación de carbono al comparar en dos tiempos distintos, el sumidero de carbono en esta transición se consideró como un reservorio en equilibrio.

#### **Praderas que permanecen como tales (GL-GL)**

Los factores de emisión de biomasa aérea (BA) para los pastizales que permanecen como tales corresponden al incremento de sumideros de carbono en biomasa aérea de los tipos de vegetación que permanecen durante el periodo evaluado. Hay mediciones periódicas en distintos ciclos del INFYS; para cada uno, se determinó un factor de emisión y se dio la oportunidad de obtener dos factores de comparación a través del tiempo. Para tal comparación se utilizaron los puntos del inventario levantados en el primer ciclo y que permanecieron con la misma etiqueta de vegetación en el segundo ciclo. El factor de emisión para esta transición se obtuvo a partir de la diferencia de ambos factores calculados en cada uno de los ciclos de medición del INFYS y anualizado entre el número de años correspondiente a cada periodo evaluado (véase protocolo de estimación de factores de emisión).

Dentro de la tabla de agrupación de datos de actividad se asignó el factor de emisión correspondiente según el tipo de vegetación permanente en las praderas. Los factores de emisión para esta transición se muestran en la **Tabla 75**.

Al igual que en las permanencias de tierras forestales, en esta transición el factor de emisión se estimó de manera anual, por lo que la estimación de emisiones para esta transición se calculó estableciendo la superficie total del periodo.

#### *Biomasa subterránea (BS)*

Para la biomasa subterránea (BS) se obtuvieron la misma cantidad de factores de emisión que para la biomasa aérea debido a que las ecuaciones empleadas consideran la biomasa aérea como principal variable para estimar la biomasa subterránea. Al igual que para los demás factores de emisión se generaron factores por tipo de vegetación (**Tabla 75**).

### *Materia muerta (MM)*

Para el reservorio de materia orgánica muerta en las tierras que permanecen como pastizales puede existir estimación de cambios de carbono si los datos son suficientes para obtener los factores de emisión, pero los datos del INFYS no lo son y, por tanto, se atendió la sugerencia de las *Directrices del IPCC 2006*. Se consideró que las existencias de carbono de los depósitos de MM equivalen a cero porque se supone que sus existencias no cambian con el transcurso del tiempo si la tierra permanece en la misma categoría de uso (Capítulo 2, Vol. 4., IPCC, 2006).

### *Hojarasca (HOJ)*

El reservorio de hojarasca (HOJ) para esta transición se consideró en el mismo contexto que para el depósito de MM, ya que los datos son insuficientes para obtener los cambios de carbono. Por ello se considera un balance de carbono en este depósito igual a cero, en el supuesto de que sus existencias no cambian si la tierra permanece en la misma categoría de uso (Capítulo 2, Vol. 4., IPCC, 2006).

### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

Al igual que para los reservorios de materia muerta y hojarasca, en el caso del carbono orgánico del suelo para los pastizales que permanecen se considera que hay un balance neto en las emisiones. El IPCC no suministra métodos de niveles 1 o 2 para estimar el cambio en los inventarios de C inorgánico del suelo debido a la limitada información científica de que se dispone para derivar factores de cambio de inventario; por ende, se supone que el flujo neto de existencias de C inorgánico equivale a cero. Se sugiere desarrollar los métodos e información de nivel 3 para refinar las estimaciones.

### **Praderas que se convierten en otras tierras (GL-OL)**

#### *Biomasa aérea (BA)*

El contenido de carbono en la transición de pastizales que cambian a otros usos pertenecen a la categoría de deforestación. Estas tierras son los cambios sucedidos en la cobertura que se pierde

por efecto de cambio de uso de suelo a tierras cultivadas (CL), asentamientos humanos (SL), humedales (WL) y otras tierras (OL). Se asume que el carbono contenido en la vegetación que se pierde por efecto de la deforestación se pierde por completo para todos los tipos de vegetación.

Dado que los factores de emisión pertenecen a los datos tomados en dos ciclos del inventario, hay diferentes factores para las fechas comparadas. Se considera que se pierde el carbono que existió en la vegetación del tiempo inicial y que corresponde a los tipos de pastizales que se agrupan en esta categoría. Los factores de emisión para la deforestación se encuentran en las **Tablas 73 y 74**. En la primera, los valores para el primer ciclo (Series II y 3, y Series III y IV), y en la otra, los del segundo (Series IV y VA, y Series VA y VI), para los correspondientes tipos de vegetación. Las cuatro transiciones son cuantificadas por separado (GL-CL, GL-SL, GL-OL y GL-WL) y para cada una se asignan los valores de emisión con el uso del tipo de vegetación.

#### *Biomasa subterránea (BS)*

El contenido de carbono en la biomasa subterránea se generó mediante una ecuación determinada por el contenido de biomasa por encima del suelo y por tipo de ecosistema, tal como se explica en el protocolo de factores de emisión. De acuerdo con esto, se obtuvieron los factores de emisión para este reservorio considerando los factores de BA.

Al igual que en el caso de BA, las consideraciones del IPCC (2006) establecen que debe asumirse una pérdida total de la cobertura al momento del cambio en la transición para este tipo. Cada tipo de vegetación incluida en las praderas que se pierden por esta transición contienen un factor de emisión propio dependiendo del periodo analizado.

Cada uno de los factores de emisión se asigna por tipo de vegetación. Los factores de emisión de BS, al igual que los de BA, se muestran en las **Tablas 73 y 74**.

#### *Materia muerta (MM)*

Los valores de contenido de carbono en MM provienen de las estimaciones de los tres reservorios de material leñoso caído, tocones y árboles muertos en pie.



Cada uno de estos reservorios fue evaluado independiente de acuerdo a los datos disponibles en el INFYS. Se obtuvieron valores por tipo de vegetación y se sumaron para obtener el factor final de emisión por tipo de vegetación. Dada la poca información que se colectó a través de los distintos ciclos de levantamiento de información en el inventario forestal se obtuvo un valor general para los cuatro periodos de evaluación. Los valores de los distintos factores de emisión por tipo de vegetación correspondientes se encuentran en la **Tabla 19**; estos valores se asignan para cada tipo de vegetación incluidos en esta transición. Los factores de emisión resultantes en cada uno de los tipos de vegetación pertenecen a la pérdida de carbono en el periodo, por lo que se debe multiplicar por la superficie anualizada si queremos obtener el valor anual de pérdida o las emisiones anuales.

#### *Hojarasca (HOJ)*

Al igual que para la transición de deforestación a pastizales, los factores de emisión para esta transición sí fueron considerados para su cuantificación. Como se asume en las *Directrices del IPCC 2006*, el contenido de carbono en la materia orgánica muerta de esta transición se pierde completamente con el cambio de uso de suelo, ya que éste queda desprovisto de vegetación.

El contenido de carbono que se pierde en esta transición corresponde al contenido de carbono inicial calculado para el tipo de vegetación presente en el periodo inicial. Para cuantificar las emisiones se asignaron los factores de emisión agrupados en la **Tabla 79** a la tabla de cálculo de emisiones, multiplicados por los datos de actividad. De esta manera se obtuvo el valor de emisión para cada tipo de vegetación y se sumó para obtener la emisión final por tipo de transición.

#### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

El factor de emisión de suelos se calculó mediante la generación de un factor ponderado de acuerdo a la proporción de superficies por tipo de suelo y vegetación que contiene cada tipo de transición (**Tabla 80**).

Se usó el método por defecto, en el que se asume la pérdida anual de 5% (1/20) del contenido total de carbono en el suelo. Este supuesto conllevó

el uso de la ecuación 2.25 del capítulo 2, Vol. 4, de las *Directrices del IPCC 2006*. Para mejorar la estimación de dicho valor, se utilizaron otros por defecto dentro de la ecuación antedicha, el factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, el factor de cambio de existencias para el régimen de gestión y el factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica. El valor final se utilizó como factor de emisión para la cuantificación de las emisiones en la transición.

### Tierras convertidas que pasan a ser praderas (CONVL-GL)

#### *Biomasa aérea (BA)*

Los factores de emisión de biomasa aérea en las áreas que pasan a pastizales (reforestación de praderas) corresponden a la ganancia de contenido de carbono de la vegetación en tiempo final, tomando como referencia un incremento anual que parte de cero, ya que al inicio de su recuperación no existe cobertura de suelo. De manera similar a la transición de degradación y recuperación, se estima el incremento anual para los tipos de vegetación: inicia en cero y, mediante un modelo lineal de efectos mixtos, se generan los valores de incrementos anuales. La ganancia de carbono es la que pertenece al número de años de incremento de acuerdo a la extensión del periodo evaluado. El listado de factores de emisión por tipo de vegetación se muestra en la **Tabla 78**.

#### *Biomasa subterránea (BS)*

El contenido de carbono en BS contabilizado en esta transición corresponde a la ganancia de carbono consecutiva a una reforestación a lo largo del periodo. Al igual que para BA, los factores de emisión se calcularon de acuerdo a incrementos anuales. En este caso el incremento es proporcional a la biomasa aérea debido a que esta variable participa en el cálculo.

Cada uno de los tipos de vegetación involucrados en esta transición contienen un factor de emisión para este reservorio y se enlistan en la **Tabla 78**. De esta tabla se obtienen los factores de emisión finales mediante la relación de tablas según el tipo de vegetación.

### *Materia muerta (MM)*

Por defecto, el IPCC supone que las existencias de carbono en los depósitos de MM ganan carbono a través de su recuperación. Sin embargo, en zonas boreales y templadas (mayor parte del territorio nacional) suele ser muy escasa la recuperación de carbono en madera muerta. Es por ello que, en este caso, se considera que no hay recuperación del reservorio.

### *Hojarasca (HOJ)*

Por defecto, el IPCC supone que las existencias de carbono en los depósitos de hojarasca en los terrenos que cambian a praderas aumentan en forma lineal durante 20 años. El factor de emisión calculado para este depósito fue elegido por el tipo de vegetación y asignado a la tabla de emisiones correspondientes. Para obtener un factor de emisión anual se dividió el factor emisión de recuperación entre 20 años, de acuerdo a las recomendaciones del IPCC (2006).

### *Carbono orgánico del suelo (COS)*

Por insuficiencia de datos, el sumidero de carbono en esta transición se consideró como un reservorio en equilibrio.

### Tierras agrícolas que permanecen (RCL-RCL)

#### *Biomasa aérea (BA)*

Los terrenos agrícolas permanentes (RCL, *Remaining Croplands*) consideran solamente la superficie de agricultura perenne que permanece como tal en el periodo analizado. El concepto se refiere a cultivos que presentan vegetación leñosa. No se incluye agricultura anual debido a que ésta es materia de otro sector.

Las hipótesis por defecto, según las recomendaciones del IPCC, señalan el nivel 1, donde se asume que todo el carbono de la biomasa leñosa perenne recogida (por ejemplo, biomasa quitada y replantada con un cultivo diferente) se emite en el año de la recogida; y los cultivos leñosos perennes acumulan carbono durante un lapso igual al del ciclo nominal de cosecha/madurez; por tanto, el balance neto de carbono es igual al que permanece en el terreno.

El factor de emisión para esta transición fue tomado del Cuadro 5.1, Vol. 4, capítulo 5, IPCC, 2006; corresponde a la tasa de acumulación anual de carbono en la biomasa aérea (**Tabla 81**).

## Factores de emisión

**Tabla 64. Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que permanecen como tales en el periodo comparado**

Tipo de vegetación nacional	Clave vegetación	Permanencias			
		FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)	FE de raíces (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)
Bosque cultivado	BC	1.639	169.454	0.405	148.015
Bosque mesófilo primario de montaña	BM/P	1.227	67.507	0.289	59.777
Bosque mesófilo secundario de montaña	BM/S	0.519	145.126	0.115	146.667
Bosque primario de coníferas	BCO/P	0.408	22.811	0.093	21.738

Tabla 64. (Continuación)

Tipo de vegetación nacional	Clave vegetación	FE biomasa aérea (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)	FE de raíces (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)
Bosque secundario de coníferas	BCO/S	0.301	45.823	0.074	41.624
Bosque primario de encino	BE/P	0.243	35.044	0.062	31.401
Bosque secundario de encino	BE/S	0.292	32.911	0.072	31.043
Especial otros tipos leñoso primario	EOTL/P	-0.351	-340.078	-0.077	-353.770
Especial otros tipos leñoso secundario	EOTL/S	0.079	397.570	0.023	367.920
Matorral xerófilo leñoso primario	MXL/P	0.041	90.127	0.012	78.368
Matorral xerófilo leñoso secundario	MXL/S	0.027	223.784	0.008	210.641
Selva primaria caducifolia	SC/P	0.264	38.213	0.069	35.381
Selva secundaria caducifolia	SC/S	0.330	40.517	0.087	37.001
Selva primaria perennifolia	SP/P	0.563	27.857	0.135	26.987
Selva secundaria perennifolia	SP/S	0.316	98.594	0.081	91.811
Selva primaria subcaducifolia	SSC/P	0.872	20.750	0.216	19.485
Selva secundaria subcaducifolia	SSC/S	0.573	41.346	0.150	37.584
Vegetación hidrófila leñosa primaria	VHL/P	0.820	62.476	0.199	61.007
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	VHL/S	1.146	118.618	0.285	113.715

**Tabla 65. Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación**

**Degradación**

Tipo de vegetación nacional	Intercepto T1		Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambio s II-s III	Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambio s III-s IV
	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión (ton C) Año 8	Incertidumbre (%) Año 8		Factor de emisión (ton C) Año 5	Incertidumbre (%) Año 5	
Bosque cultivado								
Bosque secundario de coníferas	32.105	2.206	23.552	63.467	-8.554	26.759	55.815	-5.346
Bosque secundario de encino	18.865	2.784	13.275	78.781	-5.590	15.371	67.961	-3.494
Bosque mesófilo secundario de montaña	36.442	9.167	18.518	196.148	-17.925	25.239	141.853	-11.203
Especial otros tipos leñoso secundario								
Matorral xerófilo leñoso secundario	2.072	8.527	1.379	342.885	-0.693	1.639	287.870	-0.433
Selva secundaria caducifolia	11.928	5.211	8.860	104.132	-3.068	10.010	91.747	-1.917
Selva secundaria perennifolia	31.377	2.790	17.311	114.153	-14.066	22.585	87.352	-8.791
Selva secundaria subcaducifolia	21.560	4.068	15.358	165.285	-6.202	17.684	142.554	-3.876
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	12.791	20.404	6.086	219.152	-6.705	8.600	152.275	-4.191

**Tabla 66. Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación**

**Degradación**

Tipo de vegetación nacional	Intercepto T1		Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios IV-s V	Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios V-s VI
	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión (ton C) Año 4	Incertidumbre (%) Año 4		Factor de emisión (ton C) Año 3	Incertidumbre (%) Año 3	
Bosque cultivado								
Bosque secundario de coníferas	34.458	44.710	30.181	49.477	-4.277	31.251	47.777	-3.208
Bosque secundario de encino	20.506	52.702	17.711	58.965	-2.795	18.410	56.716	-2.096
Bosque mesófilo secundario de montaña	43.945	85.074	34.983	101.999	-8.962	37.223	95.606	-6.722
Especial otros tipos leñoso secundario								
Matorral xerófilo leñoso secundario	2.194	223.588	1.848	255.260	-0.346	1.934	243.729	-0.260
Selva secundaria caducifolia	13.285	70.987	11.751	78.074	-1.534	12.135	75.544	-1.150
Selva secundaria perennifolia	35.041	59.217	28.008	70.413	-7.033	29.767	66.235	-5.275
Selva secundaria subcaducifolia	26.120	99.034	23.019	109.336	-3.101	23.794	105.640	-2.326
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	15.683	87.207	12.330	105.756	-3.353	13.168	98.691	-2.514

Tabla 67. Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros tipos secundarios de vegetación

Tipo de vegetación nacional	Degradación								Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios III-s IV
	Intercepto T1		Factor de emisión BS		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios II-s III	Factor de emisión BS		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios III-s IV	
	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión (ton C) Año 8	Incertidumbre (%) Año 8		FE (ton C) Año 5	Incertidumbre (%) Año 5		
Bosque cultivado									
Bosque secundario de coníferas	7.653	2.206	5.698	56.506	-1.954	6.431	50.027	-1.221	
Bosque secundario de encino	4.761	2.784	3.420	69.849	-1.340	3.923	60.831	-0.838	
Bosque mesófilo secundario de montaña	8.590	9.167	4.166	174.393	-4.424	5.825	122.879	-2.765	
Especial otros tipos leñoso secundario									
Matorral xerófilo leñoso secundario	0.599	8.527	0.376	314.443	-0.223	0.459	256.494	-0.140	
Selva secundaria caducifolia	3.038	5.211	2.260	93.863	-0.778	2.552	82.749	-0.486	
Selva secundaria perennifolia	7.858	2.790	4.522	101.350	-3.336	5.773	79.258	-2.085	
Selva secundaria subcaducifolia	5.546	4.068	3.848	150.981	-1.698	4.484	128.630	-1.061	
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	3.288	20.404	1.601	195.249	-1.687	2.233	137.382	-1.055	

Tabla 68. Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación

Tipo de vegetación nacional	Degradación									
	Intercepto T1		Factor de emisión BS		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios IV-s V	Factor de emisión BS		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambios V-s VI		
	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión (ton C) Año 4	Incertidumbre (%) Año 4		Factor de emisión (ton C) Año 3	Incertidumbre (%) Año 3			
Bosque cultivado										
Bosque secundario de coníferas	8.172	40.566	7.195	44.712	-0.977	7.439	43.237	-0.733		
Bosque secundario de encino	5.173	47.640	4.503	52.980	-0.670	4.671	51.069	-0.503		
Bosque mesófilo secundario de montaña	10.356	72.332	8.144	87.581	-2.212	8.697	81.788	-1.659		
Especial otros tipos leñoso secundario										
Matorral xerófilo leñoso secundario	0.638	192.848	0.526	223.749	-0.112	0.554	212.385	-0.084		
Selva secundaria caducifolia	3.366	64.410	2.977	70.848	-0.389	3.074	68.550	-0.292		
Selva secundaria perennifolia	8.732	54.973	7.064	64.750	-1.668	7.481	61.123	-1.251		
Selva secundaria subcaducifolia	6.673	88.894	5.824	98.885	-0.849	6.036	95.286	-0.637		
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	4.012	79.795	3.168	96.437	-0.844	3.379	90.110	-0.633		

**Tabla 69. Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que se recuperan**

Tipo de vegetación nacional	Recuperación							
	Intercepto T1		Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambio s II-s III	Factor de emisión BA		Factor de emisión (ton C) $\Delta$ Cambio s III-s IV
	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión (ton C) Año 8	Incertidumbre (%) Año 8		Factor de emisión (ton C) Año 5	Incertidumbre (%) Año 5	
Bosque primario de coníferas	19.400	5.181	27.886	30.836	8.486	24.704	34.711	5.304
Bosque primario de encino	12.720	5.552	19.506	35.331	6.786	16.961	40.534	4.242
Bosque mesófilo primario de montaña	16.526	20.519	31.293	54.006	14.767	25.755	63.371	9.230
Especial otros tipos leñoso primario					0.000			
Matorral xerófilo leñoso primario	1.393	35.766	3.429	91.572	2.036	2.666	114.888	1.272
Selva primaria caducifolia	7.174	8.048	11.539	35.442	4.365	9.902	41.080	2.728
Selva primaria perennifolia	14.278	10.035	23.165	38.091	8.887	19.832	43.924	5.554
Selva primaria subcaducifolia	11.282	9.612	19.725	34.150	8.443	16.559	40.263	5.277
Vegetación hidrófila leñosa primaria					0.000			









**Tabla 73. Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros usos en el periodo comparado**

**Deforestación, Tiempo 1**

Tipo de vegetación nacional	Clave de vegetación	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	ton C/ha
Bosque cultivado	BC	-35.970	53.279	Nacional	-8.636	50.471	Nacional	-44.606
Bosque mesófilo primario de montaña	BM/P	-36.522	10.861	Nacional	-8.594	10.160	Nacional	-45.116
Bosque mesófilo secundario de montaña	BM/S	-16.526	20.519	Nacional	-4.045	19.512	Nacional	-20.571
Bosque primario de coníferas	BCO/P	-30.965	2.283	Nacional	-7.424	2.122	Nacional	-38.389
Bosque primario de encino	BE/P	-18.656	2.999	Nacional	-4.685	2.804	Nacional	-23.342
Bosque secundario de coníferas	BCO/S	-19.400	5.181	Nacional	-4.770	4.897	Nacional	-24.170
Bosque secundario de encino	BE/S	-12.720	5.552	Nacional	-3.247	5.201	Nacional	-15.967
Especial otros tipos leñoso primario	EOTL/P	-7.748	65.955	Nacional	-1.982	62.200	Nacional	-9.731
Especial otros tipos leñoso secundario	EOTL/S	-5.330	41.493	Nacional	-1.462	38.743	Nacional	-6.792
Especial otros tipos no leñoso primario	EOTnL/P	-2.491	237.395	Nacional	-0.667	236.232	Nacional	-3.157
Matorral xerófilo no leñoso secundario	MXnL/S	-0.379	93.437	Nacional	-0.107	89.259	Nacional	-0.486
Matorral xerófilo leñoso primario	MXL/P	-1.860	10.736	Nacional	-0.538	9.772	Nacional	-2.398

Tabla 73. (Continuación)

Tipo de vegetación nacional	Clave de vegetación	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	ton C/ha
Matorral xerófilo leñoso secundario	MXL/S	-1.393	35.766	Nacional	-0.398	33.459	Nacional	-1.791
Matorral xerófilo no leñoso primario	MXnL/P	-0.279	24.149	Nacional	-0.085	22.927	Nacional	-0.364
Pastizal	P	-5.004	10.418	Nacional	-1.285	9.811	Nacional	-6.289
Selva primaria caducifolia	SC/P	-10.618	5.599	Nacional	-2.885	5.229	Nacional	-13.503
Selva primaria perennifolia	SP/P	-31.174	3.084	Nacional	-7.810	2.922	Nacional	-38.984
Selva primaria subcaducifolia	SSC/P	-21.307	5.210	Nacional	-5.484	4.827	Nacional	-26.791
Selva secundaria caducifolia	SC/S	-7.174	8.048	Nacional	-1.976	7.530	Nacional	-9.150
Selva secundaria perennifolia	SP/S	-14.278	10.035	Nacional	-3.676	9.439	Nacional	-17.955
Selva secundaria subcaducifolia	SSC/S	-11.282	9.612	Nacional	-2.991	9.063	Nacional	-14.273
Vegetación hidrófila leñosa primaria	VHL/P	-12.721	22.082	Nacional	-3.271	21.115	Nacional	-15.993
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	VHL/S	-7.068	80.509	Nacional	-1.905	76.769	Nacional	-8.973
Vegetación hidrófila no leñosa primaria	VHnL/P	-1.794	68.293	Nacional	-0.467	63.793	Nacional	-2.261
Vegetación hidrófila no leñosa secundaria	VHnL/S			Nacional			Nacional	

**Tabla 74. Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros usos en el periodo comparado**

**Deforestación, Tiempo 2**

Tipo de vegetación nacional	Clave de vegetación	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	ton C/ha
Bosque cultivado	BC	-46.027	48.119	Nacional	-11.094	44.901	Nacional	-57.121
Bosque primario de coníferas	BCO/P	-32.849	2.353	Nacional	-7.858	2.177	Nacional	-40.706
Bosque primario de encino	BE/P	-20.103	2.962	Nacional	-5.040	2.762	Nacional	-25.143
Bosque mesófilo primario de montaña	BM/P	-45.309	9.497	Nacional	-10.645	8.775	Nacional	-55.954
Especial otros tipos leñoso primario	EOTL/P	-8.531	63.645	Nacional	-2.166	59.896	Nacional	-10.697
Matorral xerófilo leñoso primario	MXL/P	-2.019	9.138	Nacional	-0.586	8.461	Nacional	-2.605
Selva primaria caducifolia	SC/P	-11.765	5.346	Nacional	-3.179	5.019	Nacional	-14.945
Selva primaria perennifolia	SP/P	-34.899	2.886	Nacional	-8.696	2.736	Nacional	-43.595
Selva primaria subcaducifolia	SSC/P	-25.853	4.158	Nacional	-6.608	3.933	Nacional	-32.462
Vegetación hidrófila leñosa primaria	VHL/P	-15.497	19.564	Nacional	-3.967	18.746	Nacional	-19.464
Bosque secundario de coníferas	BCO/S	-21.746	5.053	Nacional	-5.335	4.737	Nacional	-27.081
Bosque secundario de encino	BE/S	-14.672	5.357	Nacional	-3.731	5.000	Nacional	-18.403
Bosque mesófilo secundario de montaña	BM/S	-21.009	19.923	Nacional	-5.068	18.387	Nacional	-26.077

Tabla 74. (Continuación)

Tipo de vegetación nacional	Clave de vegetación	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	ton C/ha
Especial otros tipos leñoso secundario	EOTL/S	-6.302	43.188	Nacional	-1.714	40.435	Nacional	-8.015
Matorral xerófilo leñoso secundario	MXL/S	-1.587	32.601	Nacional	-0.452	30.942	Nacional	-2.038
Selva secundaria caducifolia	SC/S	-8.928	7.768	Nacional	-2.439	7.207	Nacional	-11.367
Selva secundaria perennifolia	SP/S	-15.421	9.605	Nacional	-3.971	9.060	Nacional	-19.392
Selva secundaria subcaducifolia	SSC/S	-14.530	8.496	Nacional	-3.828	8.018	Nacional	-18.358
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	VHL/S	-12.441	65.705	Nacional	-3.248	63.400	Nacional	-15.688
Especial otros tipos no leñoso primario	EOTnL/P	-1.807	207.821	Nacional	-0.507	203.307	Nacional	-2.314
Matorral xerófilo no leñoso primario	MXnL/P	-0.289	24.923	Nacional	-0.087	23.378	Nacional	-0.376
Matorral xerófilo no leñoso secundario	MXnL/S	-0.220	126.825	Nacional	-0.063	120.803	Nacional	-0.283
Pastizal	P	-6.680	8.374	Nacional	-1.727	7.861	Nacional	-8.407
Vegetación hidrófila no leñosa primaria	VHnL/P	-2.349	50.175	Nacional	-0.625	48.342	Nacional	-2.973
Vegetación hidrófila no leñosa secundaria	VHnL/S			Nacional			Nacional	

**Tabla 75. Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que permanecen como tales en el periodo comparado**

**Permanencias de praderas**

Tipo de vegetación nacional	Clave de vegetación	Factor de emisión BA (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)	Origen de los datos	Factor de emisión BS (ton C/ha/año)	Incertidumbre (%)
Especial otros tipos no leñoso primario	EOTnL/P	-0.117	-392.635	Nacional	-0.025	-467.409
Especial otros tipos no leñoso secundario	EOTnL/S			Nacional		
Matorral xerófilo no leñoso primario	MXnL/P	0.006	251.115	Nacional	0.002	249.806
Matorral xerófilo no leñoso secundario	MXnL/S	-0.029	-100.195	Nacional	-0.008	-97.936
Pastizal	P	0.124	70.933	Nacional	0.033	62.345
Vegetación hidrófila no leñosa primaria	VHnL/P	-0.003	-7807.850	Nacional	0.003	1775.877
Vegetación hidrófila no leñosa secundaria	VHnL/S			Nacional		







Tabla 78. Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que se convierten en terrenos forestales en el periodo comparado

Tierra forestal/ Subcategoría de reporte	Clave de vegetación	Recuperación de praderas				Periodo Serie III-Serie IV			
		Periodo Serie II-Serie III		Periodo Serie III-Serie IV		Periodo Serie III-Serie IV		Periodo Serie III-Serie IV	
		Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión BA (ton C/ha)	Incertidumbre (%)	Factor de emisión BS (ton C/ha)	Incertidumbre (%)
Matorral xerófilo no leñoso primario	MXnL/P	0.392	124.733	0.121	113.349	0.245	195.700	0.075	178.057
Matorral xerófilo no leñoso secundario	MXnL/S	0.392	124.733	0.121	113.349	0.245	195.700	0.075	178.057
Pastizal	P	5.243	101.150	1.374	98.877	3.277	160.828	0.859	157.248
Vegetación hidrófila no leñosa primaria	VHnL/P	9.184	163.165	2.181	156.747	5.740	256.130	1.363	246.023
Vegetación hidrófila no leñosa secundaria	VHnL/S	9.184	163.165	2.181	156.747	5.740	256.130	1.363	246.023
Matorral xerófilo no leñoso primario	MXnL/P	0.196	243.495	0.060	221.608	0.147	323.482	0.045	294.474
Matorral xerófilo no leñoso secundario	MXnL/S	0.196	243.495	0.060	221.608	0.147	323.482	0.045	294.474
Pastizal	P	2.621	200.743	0.687	196.283	1.966	267.353	0.515	261.424
Vegetación hidrófila no leñosa primaria	VHnL/P	4.592	318.722	1.091	306.136	3.444	423.462	0.818	406.731
Vegetación hidrófila no leñosa secundaria	VHnL/S	4.592	318.722	1.091	306.136	3.444	423.462	0.818	406.731

Tabla 79. Factor de emisión-Carbono en necromasa

## Deforestación

Tipo de vegetación nacional   Siglas	Carbono en mantillo		Muertos en pie		Tocones		MLC		FE MOM	
	FE ton/ha	Incertidumbre %	FE ton/ha	Incertidumbre %	FE ton/ha	Incertidumbre %	FE ton/ha	Incertidumbre %	FE ton/ha	Incertidumbre %
Bosque cultivado	-1.943	-102.693	-0.013	116.814	-0.027	104.048	-2.101	59.33	-2.141	58.247
Bosque primario de coníferas	-1.883	-10.962	-0.026	4.802	-0.098	6.554	-2.477	4.685	-2.602	4.468
Bosque primario de encino	-1.529	-16.992	-0.018	4.98	-0.026	10.785	-1.262	5.522	-1.306	5.338
Bosque mesófilo primario de montaña	-3.399	-35.091	-0.036	13.442	-0.129	24.692	-5.059	15.959	-5.224	15.466
Especial otros tipos leñoso primario	-0.169		-0.004	70.639	-0.003	89.618	-1.578	87.583	-1.586	87.155
Matorral xerófilo leñoso primario	-0.335	-30.973	-0.002	19.599	-0.002	28.177	-0.612	7.849	-0.616	7.799
Selva primaria caducifolia	-0.862	-25.077	-0.022	9.131	-0.019	17.941	-1.711	10.105	-1.752	9.869
Selva primaria perennifolia	-2.753	-13.218	-0.045	5.287	-0.034	20.055	-6.073	4.685	-6.152	4.626
Selva primaria subcaducifolia	-1.621	-18.664	-0.039	7.265	-0.017	26.273	-3.366	8.496	-3.422	8.358
Vegetación hidrófila leñosa primaria	-0.208		-0.027	25.608	-0.018	48.949	-2.758	20.822	-2.804	20.488
Bosque secundario de coníferas	-1.661	-21.567	-0.015	10.048	-0.068	18.52	-1.792	9.226	-1.875	8.845
Bosque secundario de encino	-1.193	-22.199	-0.011	10.187	-0.023	17.015	-1.104	8.709	-1.138	8.457
Bosque mesófilo secundario de montaña	-3.07	-52.432	-0.015	30.203	-0.099	39.995	-3.152	22.045	-3.267	21.308



Tabla 80. **Estimador de factores de emisión (FE) e incertidumbre (U) de estrato total, suelos**

Transición	S2-S3		S3-S4		S4-S5		S5-S6	
	FE	U_FE	FE	U_FE	FE	U_FE	FE	U_FE
FL-CL	2.17	16.52	2.10	18.40	2.57	14.91	2.46	15.26
FL-GL	2.39	16.00	2.37	16.69	2.30	16.57	2.37	16.07
FL-OL	1.99	28.08	1.55	24.37	1.67	25.31	1.88	26.71
FL-SL	2.15	18.44	2.35	19.18	2.30	17.21	2.29	18.75
FL-WL	1.39	40.15	0.72	46.98	1.04	35.00	1.25	35.67

Transición	S2-S3		S3-S4		S4-S5		S5-S6	
	FE	U_FE	FE	U_FE	FE	U_FE	FE	U_FE
GL-CL	1.82	5.22	1.54	7.92	1.69	4.85	1.61	5.49
GL-SL	1.37	5.14	1.43	6.94	1.80	5.48	1.76	7.07
GL-OL	1.11	8.46	1.00	12.39	1.28	11.32	1.27	10.36
GL-WL	0.90	16.16	1.18	20.73	1.17	8.44	1.06	17.39

Tabla 81. **Factores de emisión de cultivos perennes que permanecen**

Tierra forestal/ Subcategoría de reporte	Clave de vegetación	Tasa de acumulación de biomasa (G) (ton C ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Incertidumbre (%)	Origen de datos
Agricultura perenne	CL-CL	2.1	75	IPCC, 2006

Nota: La tasa de acumulación de la biomasa se toma del Cuadro 5.1 Coeficientes por defecto de biomasa leñosa aérea y ciclos de cosecha en sistemas de cultivo que contienen especies perennes, Vol. 4 de las *Directrices del IPCC 2006*.

### Proceso de estimación de emisiones/absorciones por transiciones y reservorio

Las emisiones de CO<sub>2</sub>e, se calculan por tipo de transición, y cada transición está compuesta por dos o más tipos de vegetación para los que se calcularon los datos de actividad y factores de emisión. Las tablas de emisión concentran las variables para el cálculo de las emisiones, de acuerdo con la **Tabla 82**, donde se muestra que, para cada tipo de transición, se agrupan

distintos tipos de vegetación y se asocian tanto los datos de actividad como los factores de emisión. De igual forma se transforman los datos para mostrarlos en las unidades de reporte requeridas para el IPCC (Gg de CO<sub>2</sub>e). La sumatoria de los valores de la última columna corresponde a la emisión total por tipo de transición. Los cálculos mostrados aplican para cada una de las transiciones, dinámicas y reservorios.

Se obtuvo un valor de emisión para cada tipo de vegetación y transición que fueron agrupadas por

Tabla 82. Estructura de las tablas para el cálculo de emisiones por tipo de transición

Ejemplo: CONVL-FL

Tierras convertidas que cambian a tierras forestales			Superficie	Factor de emisión	Contenido de carbono	Emisiones (Gg de CO <sub>2</sub> )
Dinámica Serie II-Serie III	Uso inicial de suelo	Uso final de suelo				
	Otros Usos	Tierra Forestal/ Subcategoría de reporte	ha	ton C/ha	(Dato de actividad x factor de emisión) ton C	1990-2001
Tipo de transición	Tipo de vegetación	Tipo de vegetación	Dato de actividad	Factor de emisión	Contenido de carbono en el periodo	Emisiones de carbono transformado a CO <sub>2</sub>

tipo de transición para integrarlas a los resultados finales. Se obtuvo un cálculo de emisión por tipo de transición (17 tipos), periodo (4 periodos) y reservorio correspondiente (BA, BS, MM, HOJ y SUELOS), desglosado en la tabla para facilitar su contabilización ya que, mediante un desglose como este, se puede obtener una cuantificación a cualquier nivel y categoría.

### Estimación de emisiones con áreas inesgadas

El área proveniente del mapeo de la superficie terrestre no es evaluada o sometida a un proceso de validación. Sin embargo, se sabe que hay un grado de incertidumbre asociada a ello. Los errores asociados pueden ser producto de los insumos y métodos utilizados, la experiencia del autor, las observaciones de campo o la representación del mapa, entre otros. Oloffson (2002) y Mas (2003) consideran que hay dos tipos de error presentes en los mapas: los errores temáticos, que se refieren a los errores de etiqueta, y los errores geométricos, asociados con la representación de los polígonos.

Como se describió en el **Anexo D [3B]**, es necesario evaluar la confiabilidad de los mapas, ya que es la mejor forma de ajustar los datos a la realidad y conocer el grado de error o incertidumbre que puedan tener. De acuerdo con las *Directrices del IPCC 2006*, para realizar los inventarios de GEI es primordial garantizar la fiabilidad de los datos esti-

mados, ya que los resultados deben arrastrar el menor error posible en la estimación.

Utilizar solamente áreas mapeadas para las estimaciones es una práctica que induce un dato sesgado debido al arrastre de errores asociados; el uso de áreas inesgadas proporciona resultados más exactos y precisos. La generación de estimaciones con el uso de áreas inesgadas incluye el cálculo de incertidumbres y su propagación en todo el proceso. De esta forma es posible calcular los intervalos de confianza para todas superficies y cambios, así como en la estimación de las existencias de carbono, las emisiones y absorciones.

El cálculo de la exactitud se hizo a nivel de transición para todos los cambios sucedidos y por periodo analizado; la transición, a su vez, fue compuesta por distintos tipos de vegetación, aunque no fue posible alcanzar un refinamiento de mayor exactitud. Cabe señalar que en cada transición hay también factores de emisión ponderados que se obtuvieron mediante modelos de superficies de cada tipo de vegetación respecto al área total de la transición.

Para cada tipo de transición se obtuvieron un dato de actividad inesgado y un factor de emisión ponderado. Con ello fue posible obtener valores de emisión inesgados, ya que para cada uno de ellos se tiene un valor de incertidumbre propagada y un intervalo de confianza dentro del que puede variar el valor de emisión.

### Enfoque metodológico

La estimación de emisiones necesita datos de actividad (superficie de cambio), provenientes de la comparación de mapas y factores de emisión (contenido de carbono en los reservorios) por tipo de vegetación, proveniente de información de campo del inventario nacional forestal. Tanto los datos cartográficos como acopiados en campo tienen un grado de inexactitud o incertidumbre que se suma al final del proceso de cálculo, pues de no tomarse en cuenta, producirían resultados alejados de la realidad.

Bajo el esquema de generación de insumos requeridos para la *Sexta Comunicación Nacional*, se realizó el control de incertidumbre durante todo el proceso. Por un lado, mediante la obtención de factores de emisión a través de modelos estadísticos, se aplicó a las incertidumbres asociadas a los datos, y en el cálculo de áreas insesgadas, igualmente se generó un valor de incertidumbre para cada transición. De esta manera, durante todo el proceso se dio seguimiento a la propagación de cada error o elemento inductor de incertidumbre hasta obtener un valor total de ésta asociado con cada valor de emisión. Lógicamente, este procedimiento hizo posible el cálculo de los intervalos de confianza.

### Analogía de las áreas insesgadas vs las áreas mapeadas en las tablas de estimación de emisiones/absorciones

Los datos de actividad provienen de la matriz de transición. Ya que las exactitudes temáticas de las transiciones se calcularon al nivel de categoría de transición (Ver Anexo D, 3B), era necesario también obtener factores de emisión e incertidumbre en ese mismo nivel.

El cálculo de los datos de actividad insesgados (áreas insesgadas) incrementa la confiabilidad de los resultados, ya que el proceso de validación minimiza los errores asociados a su origen y, en consecuencia, las emisiones son más confiables y reales que las provenientes de la comparación de mapas.

### Estimación de factores de emisión con promedios ponderados en las tablas de estimación de emisiones/absorciones

La **Tabla 83** muestra un ejemplo de la transición de deforestación (tierras forestales a asentamientos humanos, FL-SL) y del llenado y cálculo de las emisiones. Basados en el uso de suelo inicial se asigna el valor de la superficie de cambio de acuerdo a lo que se calculó en la matriz de transición. Como se trata de un cálculo de cambio en el periodo, se anualiza dependiendo del periodo analizado. El factor de emisión de biomasa aérea (FEBA) también es asignado con base en el archivo de emisión, al igual que la incertidumbre asociada.

La última columna se refiere al carbono total por tipo de vegetación que se pierde en cada transición, de tal forma que la sumatoria corresponde al total de carbono perdido en la misma. Si se trata de reportar las emisiones en las áreas mapeadas es suficiente con este dato; sin embargo, la estimación hecha para el presente *Inventario* exigió un cálculo más preciso de las emisiones sobre las áreas insesgadas. En tal contexto, fue necesario realizar un proceso extraordinario para obtener factores de emisión ponderados para todo tipo de transición de acuerdo con la superficie que ocupa cada tipo de vegetación, ya que el ajuste de área insesgada se hizo por tipo de transición. La columna identificada con (A) en la **Tabla 83** corresponde al cálculo del factor ponderado de acuerdo al área ocupada por tipo de transición, es decir, es el cociente del área por tipo de vegetación entre el área total de la transición.

La columna (B) refleja el producto del factor de emisión (FEBA) por el factor de ponderación (A), ya que corresponde a la contribución de cada factor de emisión respecto al área total de la transición. Por lo tanto, la sumatoria de esta columna corresponde al factor de emisión ponderado de la transición. La columna (C) corresponde a la variable necesaria para propagar la incertidumbre al factor de emisión ponderado y es igual al cuadrado del producto del factor de emisión por su incertidumbre.

También se resaltan, en la **Tabla 83**, los resultados presentados al final, principalmente el corres-



pondiente al cálculo del factor de emisión ponderado, el área insesgada y la incertidumbre asociada a ambos. Cabe señalar que la emisión del área insesgada es resultado del producto del factor de emisión ponderado por el área insesgada. Este resultado se transformó a unidades de Gg de CO<sub>2</sub> y es el que corresponde a la emisión final de la transición en el periodo y es parte del reporte final en el *Inventario*. Cuando el proceso de estimación del factor de emisión está correctamente calculado, el producto del área mapeada anualizada por el factor de emisión ponderado es igual a la sumatoria de los resultados de la columna final.

### Estimación de emisiones/absorciones con áreas insesgadas y factores de emisión ponderados

El cálculo de emisiones se desarrolló por tipo de transición debido a que el grado de detalle al que se realizó la exactitud temática fue el mismo. Por eso se obtuvo un valor de área ajustada a nivel de transición y para cada uno de ellos se calcularon los valores de emisión ponderados y la incertidumbre. Al igual que en el ejemplo de la **Tabla 83**, el valor de emisión depende de los factores de emisión originalmente calculados por tipo de vegetación, pero considerando la porción de superficie que ocupa cada uno por transición. De esta manera se calcularon las emisiones para los distintos sumideros de carbono.

**Tabla 83. Ejemplo del uso de áreas mapeadas y ajustadas para el cálculo de emisiones y cálculo del factor de emisión ponderado**

Uso inicial del suelo: tierra forestal (FL)	Uso final del suelo: subcategoría de reporte	Superficie ha	Superficie anual ha	Factor de emisión BA ton C/ha	U del Factor de emisión BA	Factor de ponderación (A)	Contribución promedio ponderado (B)	Auxiliar de prop U (C)	Carbono BA ton C/ha
Bosque cultivado	SL	3	0.3	-35.97	53.28	0	0	0.02	-11.99
Bosque primario de coníferas	SL	908	100.9	-30.96	2.28	0.02	-0.7	2.56	-3,124.02
Bosque primario de encino	SL	614	68.2	-18.66	3	0.02	-0.29	0.73	-1,272.77
Bosque mesófilo primario de montaña	SL	58	6.4	-36.52	10.86	0	-0.05	0.33	-235.36
Especial otros tipos leñoso primario	SL	1	0.1	-7.75	65.95	0	0	0	-0.86
Matorral xerófilo leñoso primario	SL	5,336.00	592.9	-1.86	10.74	0.13	-0.25	7.05	-1,102.85
Selva primaria caducifolia	SL	5,633.00	625.9	-10.62	5.6	0.14	-1.49	69.62	-6,645.93
Selva primaria perennifolia	SL	7,097.00	788.6	-31.17	3.08	0.18	-5.51	288.95	-24,582.60
Selva primaria subcaducifolia	SL	212	23.6	-21.31	5.21	0.01	-0.11	0.34	-501.9

Tabla 83. (Continuación)

Uso inicial del suelo: tierra forestal (FL)	Uso final del suelo: subcategoría de reporte	Superficie ha	Superficie anual ha	Factor de emisión BA ton C/ha	U del Factor de emisión BA	Factor de ponderación (A)	Contribución promedio ponderado (B)	Auxiliar de prop U (C)	Carbono BA ton C/ha
Vegetación hidrófila leñosa primaria	SL	1,343.00	149.2	-12.72	22.08	0.03	-0.43	88.36	-1,898.29
Bosque secundario de coníferas	SL	198	22	-19.4	5.18	0	-0.1	0.25	-426.8
Bosque secundario de encino	SL	232	25.8	-12.72	5.55	0.01	-0.07	0.17	-327.89
Bosque mesófilo secundario de montaña	SL	34	3.8	-16.53	20.52	0	-0.01	0.08	-62.43
Especial otros tipos leñoso secundario	SL	24	2.7	-5.33	41.49	0	0	0.02	-14.21
Matorral xerófilo leñoso secundario	SL	6,678.00	742	-1.39	35.77	0.17	-0.23	68.75	-1,033.84
Selva secundaria caducifolia	SL	8,696.00	966.2	-7.17	8.05	0.22	-1.55	56.49	-6,931.80
Selva secundaria perennifolia	SL	2,641.00	293.4	-14.28	10.03	0.07	-0.94	88.89	-4,189.89
Selva secundaria subcaducifolia	SL	427	47.4	-11.28	9.61	0.01	-0.12	1.33	-535.26
Vegetación hidrófila leñosa secundaria	SL	-	-	-7.07	80.51	-	-	-	-
Total de deforestación a Otras tierras		40,135.00	4,459.40						-52,898.71
Área mapeada		40,135.00	4,459.44			FE Promedio ponderado	-11.86		
Área insesgada		172,020.30	19,113.37			Incertidumbre de FE	2.35		
Incertidumbre área insesgada			152.05			Emisiones área mapeada	-52,898.70		
						Emisiones área insesgada	-226,726.10		
						Incertidumbre de emisiones área insesgada	152.06		

U= incertidumbre.



Tabla 84. (Continuación)

Transición	Reservorio	Superficie anual mapeada por periodo de transición (ha)				Emisiones de CO <sub>2</sub> por periodo de transición (Gg CO <sub>2</sub> e)			
		1990-2001	2002-2006	2007-2010	2011-2015	1990-2001	2002-2006	2007-2010	2011-2015
CONVL-FL (Reforestación)	BA	281,358	470,188	640,507	226,175	-7,294.77	-7,898.31	-8,194.93	-1,982.05
	BS					-1,792.34	-1,928.93	-2,008.84	-486.48
	MM								
	HOJARASCA					-61.66	-110.64	-144.92	-46.97
	SUELOS								
Incendios FL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						915.5	529.83	394.65	2,817.44
GL-GL (Permanencia Pradera)	BA					-13,195.65	-13,420.66	-13,314.89	-13,989.56
	BS					-3,557.15	-3,616.20	-3,588.31	-3,768.80
	MM	66,136,652	66,446,717	66,033,535	67,993,226				
	HOJARASCA								
	SUELOS								
FL-GL (Deforestación)	BA					11,910.01	13,894.12	14,212.69	8,891.65
	BS					3,034.53	3,528.22	3,598.63	2,234.36
	MM	326,387	360,831	424,109	210,872	1,797.47	1,988.58	2,157.64	1,282.95
	HOJARASCA					828.88	965.55	989.52	600.88
	SUELOS					23,348.11	13,875.06	15,956.39	5,708.47
CONVL-GL (Recuperación Pradera)	BA					-1,559.41	-1,738.86	-1,291.05	-321.92
	BS					-408.55	-455.24	-341.62	-84.41
	MM	89,487	173,620	247,400	56,227				
	HOJARASCA					-9.78	-17.75	-18.31	-5.46
	SUELOS								
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						92	91.18	59.57	380.68



Tabla 84. (Continuación)

Transición	Reservorio	Superficie anual mapeada por periodo de transición (ha)				Emisiones de CO <sub>2</sub> por periodo de transición (Gg CO <sub>2</sub> e)			
		1990-2001	2002-2006	2007-2010	2011-2015	1990-2001	2002-2006	2007-2010	2011-2015
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> ,N <sub>2</sub> O)**						92	91.18	59.57	380.68
RCL-RCL (Permanencia, agricultura perenne)	BA					-10,337.77	-11,021.56	-11,661.03	-13,250.08
	BS								
	MM	1,342,568	1,431,371	1,514,420	1,720,790				
	HOJARASCA								
	SUELOS								
FL-CL (Deforestación) [3B2bl]	BA					10,015.50	14,123.42	18,089.29	8,978.08
	BS					2,537.25	3,622.32	4,610.64	2,268.24
	MM	192,766	294,572	314,131	135,960	1,455.85	2,149.52	2,710.85	1,261.59
	HOJARASCA					847.23	1,230.05	1,517.16	701.02
	SUELOS					15,187.98	12,782.17	10,574.10	3,540.29
GL-CL (Pérdida pradera)	BA					2,770.54	5,129.77	6,154.95	1,603.85
	BS					713.04	1,322.06	1,594.18	415.73
	MM	182,068	375,504	322,275	90,832	632.19	1,210.12	1,071.28	288.03
	HOJARASCA					374.7	706.99	633.19	168.91
	SUELOS					10,955.93	10,609.12	7,992.94	1,605.57

## Resultados de emisiones/ absorciones con áreas insegadas y propagación de incertidumbres

El resultado de las emisiones calculadas para las áreas insegadas se calculó de la misma forma que para las áreas mapeadas

Las **Tablas 85 a 89** describen, para cada periodo comparado, el tipo de transición y reservorios correspondiente, así como el área insegada calculada, el factor de emisión para el reservorio y el cálculo de las emisiones que aporta cada reservorio. De igual manera se resumen en dichas tablas las incertidumbres asociadas para cada valor listado por tipo de transición y reservorio.

**Tabla 85. Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 1990-2001**

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-FL (Permanencia)	BA	97,907,727	2.72	0.30	11.35	-108,810.51	11.67
	BS		2.72	0.08	10.59	-26,931.51	10.93
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FLd-FL (Recuperación)	BA	32,296	39.36	7.04	44.34	-834.16	59.29
	BS		39.36	1.76	42.81	-208.05	58.15
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-FLd (Degradación)	BA	73,918	45.59	-7.83	698.61	2,122.48	700.09
	BS		45.59	-1.89	628.43	511.22	630.08
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
CONVL-FL (Reforestación)	BA	131,594	51.27	7.07	19.10	-3,411.84	54.71
	BS		51.27	1.74	18.28	-838.29	54.43
	MM						
	HOJARASCA		51.27	0.06	4.59	-28.84	51.47
	SUELOS						
Incendios FL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						915.50	
GL-GL (Permanencia Pradera)	BA	61,879,502	4.21	0.05	70.80	-12,346.26	70.93
	BS		4.21	0.01	62.26	-3,328.18	62.40
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-GL (Deforestación)	BA	105,554	56.58	-9.95	3.24	3,851.71	56.67
	BS		56.58	-2.54	3.09	981.37	56.66
	MM		56.58	-1.50	514.87	581.30	517.97
	HOJARASCA		56.58	-0.69	1,315.33	268.06	1,316.54
	SUELOS		56.58	-0.78	16.52	302.03	58.94
CONVL-GL (Recuperación Pradera)	BA	17,290	136.45	4.75	89.77	-301.29	163.33
	BS		136.45	1.25	87.77	-78.94	162.24
	MM						
	HOJARASCA		136.45	0.03	20.25	-1.89	137.95
	SUELOS						
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						92.00	
CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	BA	1,630,010	26.63	2.10	75.00	-12,551.08	79.59
	BS						
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						

Tabla 85. (Continuación)

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-CL (Deforestación) [3B2bl]	BA	50,182	63.60	-14.17	1.63	2,607.27	63.63
	BS		63.60	-3.59	1.56	660.51	63.62
	MM		63.60	-2.06	2.63	378.99	63.66
	HOJARASCA		63.60	-1.20	6.27	220.55	63.91
	SUELOS		63.60	-8.56	16.00	1,575.19	65.59
GL-CL (Pérdida pradera)	BA	119,315	48.86	-4.15	9.70	1,815.62	49.81
	BS		48.86	-1.07	9.12	467.28	49.70
	MM		48.86	-0.95	11.66	414.29	50.23
	HOJARASCA		48.86	-0.56	20.68	245.55	53.06
	SUELOS		48.86	-5.88	5.22	2,573.23	49.14
FL-SL (Deforestación)	BA	19,113	152.05	-11.86	2.35	831.33	152.06
	BS		152.05	-3.06	2.25	214.67	152.06
	MM		152.05	-2.34	3.27	163.75	152.08
	HOJARASCA		152.05	-1.07	8.51	75.09	152.28
	SUELOS		152.05	-3.57	28.08	250.44	154.62
GL-SL (Pérdida pradera)	BA	2,588	61.30	-3.36	14.72	31.88	63.05
	BS		61.30	-0.87	14.59	8.24	63.02
	MM		61.30	-0.82	10.94	7.77	62.27
	HOJARASCA		61.30	-0.44	20.99	4.21	64.80
	SUELOS		61.30	-1.98	5.14	18.76	61.52
FL-OL (Deforestación)	BA	312	52.84	-11.72	12.62	13.40	54.32
	BS		52.84	-3.03	12.02	3.46	54.19
	MM		52.84	-2.30	13.21	2.64	54.46
	HOJARASCA		52.84	-0.55	6.45	0.63	53.23
	SUELOS		52.84	-19.31	18.44	22.09	55.96
GL-OL (Pérdida pradera)	BA	173	77.88	-1.66	27.51	1.05	82.60
	BS		77.88	-0.44	27.55	0.28	82.61
	MM		77.88	-0.59	11.45	0.37	78.72
	HOJARASCA		77.88	-0.26	25.85	0.16	82.06
	SUELOS			-9.63	8.46	6.10	78.34
FL-WL (Deforestación)	BA	894	18.44	-8.54	9.62	28.02	20.80
	BS		18.44	-2.27	8.93	7.44	20.48
			18.44	-1.77	9.67	5.80	20.82
			18.44	-0.53	11.16	1.74	21.55
			18.44	-12.51	40.15	41.04	44.18
GL-WL (Pérdida pradera)	BA	2,578	19.12	-0.67	34.23	6.29	39.21
	BS		19.12	-0.18	31.73	1.73	37.05
	MM		19.12	-0.45	18.69	4.25	26.73
	HOJARASCA		19.12	-0.17	49.55	1.59	53.11
	SUELOS		19.12	-7.80	16.16	73.74	25.03

\*\*Año de referencia en incendios (1995, 2002, 2007 y 2011).



**Tabla 86. Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2002-2006**

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-FL (Permanencia)	BA	98,982,042.70	2.80	0.31	11.16	-111,555.16	11.51
	BS		2.80	0.08	10.41	-27,619.74	10.78
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FLd-FL (Recuperación)	BA	62,870.39	81.16	4.91	79.35	-1,131.07	113.50
	BS		81.16	1.21	75.20	-279.37	110.64
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-FLd (Degradación)	BA	125,261.99	68.05	-4.41	1,228.50	2,026.32	1,230.38
	BS		68.05	-1.06	151.80	487.33	166.36
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
CONVL-FL (Reforestación)	BA	117,344.31	81.16	4.58	36.77	-1,971.17	89.10
	BS		81.16	1.12	35.65	-481.40	88.65
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
Incendios FL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						529.83	
GL-GL (Permanencia Pradera)	BA	60,652,883.56	4.39	0.06	70.85	-12,250.44	70.99
	BS		4.39	0.01	62.30	-3,300.89	62.45
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-GL (Deforestación)	BA	105,663.25	69.08	-10.50	3.01	4,068.65	69.14
	BS		69.08	-2.67	2.92	1,033.18	69.14
	MM		69.08	-1.50	514.50	582.32	519.12
	HOJARASCA		69.08	-0.73	1,248.31	282.75	1,250.22
	SUELOS		69.08	-0.42	18.40	162.52	71.48
CONVL-GL (Recuperación Pradera)	BA	111,040.89					
	BS		75.56	2.73	136.87	-1,112.11	156.34
	MM		75.56	0.72	133.90	-291.15	153.75
	HOJARASCA						
	SUELOS		75.56	0.03	19.58	-11.35	78.06
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						91.18	
CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	BA	1,500,693.44	30.21	2.10	75.00	-11,555.34	80.86
	BS						
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						

Tabla 86. (Continuación)

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	BA	1,500,693.44	30.21	2.10	75.00	-11,555.34	80.86
	BS						
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-CL (Deforestación) [3B2bl]	BA	35,471.78	48.16	-13.08	1.77	1,700.72	48.19
	BS		48.16	-3.35	1.72	436.19	48.19
	MM		48.16	-1.99	2.87	258.84	48.25
	HOJARASCA		48.16	-1.14	6.85	148.12	48.65
	SUELOS		48.16	-4.71	16.69	613.22	50.97
GL-CL (Pérdida pradera)	BA	183,716.37	46.51	-3.73	9.59	2,509.75	47.49
	BS		46.51	-0.96	9.00	646.82	47.37
	MM		46.51	-0.88	11.20	592.06	47.84
	HOJARASCA		46.51	-0.51	20.11	345.90	50.67
	SUELOS		46.51	-2.76	7.92	1,860.29	47.18
FL-SL (Deforestación)	BA	6,736.49	23.62	-10.79	2.24	266.47	23.73
	BS		23.62	-2.79	2.30	68.92	23.73
	MM		23.62	-2.21	3.28	54.50	23.85
	HOJARASCA		23.62	-1.02	8.39	25.26	25.07
	SUELOS		23.62	-1.55	24.37	38.28	33.94
GL-SL (Pérdida pradera)	BA	30,556.44	167.60	-3.60	10.40	403.15	167.92
	BS		167.60	-0.93	9.84	103.98	167.89
	MM		167.60	-0.86	11.52	96.31	168.00
	HOJARASCA		167.60	-0.50	21.13	55.81	168.93
	SUELOS		167.60	-1.14	6.94	127.79	167.74
FL-OL (Deforestación)	BA	1,212.63	46.65	-6.93	3.09	30.82	46.76
	BS		46.65	-1.84	2.93	8.19	46.75
	MM		46.65	-1.30	3.96	5.76	46.82
	HOJARASCA		46.65	-0.65	10.77	2.90	47.88
	SUELOS		46.65	-11.76	19.18	52.28	50.44
GL-OL (Pérdida pradera)	BA	3,443.66	34.65	-2.28	9.84	28.73	36.02
	BS		34.65	-0.59	9.23	7.48	35.86
	MM		34.65	-0.64	10.32	8.09	36.16
	HOJARASCA		34.65	-0.33	18.77	4.22	39.41
	SUELOS		34.65	-4.82	12.39	60.87	36.80
FL-WL (Deforestación)	BA	24,850.86	185.92	-5.58	6.46	508.58	186.03
	BS		185.92	-1.52	6.07	138.09	186.02
	MM		185.92	-1.21	7.23	110.40	186.06
	HOJARASCA		185.92	-0.49	13.69	44.93	186.42
	SUELOS		185.92	-3.58	46.98	325.79	191.76
GL-WL (Pérdida pradera)	BA	3,761.03	20.57	-2.69	15.01	37.07	25.46
	BS		20.57	-0.70	14.16	9.60	24.97
	MM		20.57	-0.86	18.44	11.84	27.63
	HOJARASCA		20.57	-0.44	40.05	6.12	45.03
	SUELOS		20.57	-5.66	20.73	77.99	29.20

\*\*Año de referencia en incendios (1995, 2002, 2007 y 2011).

**Tabla 87. Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2007-2010**

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-FL (Permanencia)	BA	96,548,926.10	2.77	0.31	11.17	-109,512.30	11.51
	BS		2.77	0.08	10.42	-27,098.93	10.78
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FLd-FL (Recuperación)	BA	10,849.47	89.72	3.41	89.17	-135.74	126.49
	BS		89.72	0.84	85.33	-33.42	123.82
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-FLd (Degradación)	BA	141,580.88	76.56	-3.75	2,077.50	1,944.54	2,078.91
	BS		76.56	-0.92	1,840.27	475.42	1,841.86
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
CONVL-FL (Reforestación)	BA	156,638.70	79.48	3.49	45.93	-2,004.11	91.80
	BS		79.48	0.86	44.44	-491.27	91.06
	MM						
	HOJARASCA		79.48	0.06	5.45	-35.44	79.67
	SUELOS						
Incendios FL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						394.65	
GL-GL (Permanencia Pradera)	BA	63,670,123.13	3.99	0.05	71.12	-12,838.34	71.23
	BS		3.99	0.01	62.51	-3,459.88	62.64
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-GL (Deforestación)	BA	95,685.76	67.18	-9.14	3.57	3,206.61	67.28
	BS		67.18	-2.31	4.08	811.91	67.31
	MM		67.18	-1.39	557.35	486.80	561.38
	HOJARASCA		67.18	-0.64	1,431.68	223.25	1,433.25
	SUELOS		67.18	-0.41	14.91	144.00	71.48
CONVL-GL (Recuperación Pradera)	BA	121,437.18	87.13	1.42	164.77	-633.72	186.39
	BS		87.13	0.38	159.63	-167.68	181.86
	MM						
	HOJARASCA		87.13	0.02	20.30	-8.99	89.47
	SUELOS						
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						59.57	

Tabla 87. (Continuación)

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	BA	1,498,890.11	97.61	-15.71	2.07	5,271.53	97.64
	BS		97.61	-4.00	2.10	1,343.62	97.64
	MM		97.61	-2.35	3.30	789.99	97.67
	HOJARASCA		97.61	-1.32	8.62	442.13	97.99
	SUELOS		97.61	-3.66	16.57	1,227.66	99.01
FL-CL (Deforestación) [3B2bl]	BA	91,543.29	82.72	-5.21	9.59	2,078.00	83.28
	BS		82.72	-1.35	7.23	538.22	83.04
	MM		82.72	-0.91	11.34	361.68	83.50
	HOJARASCA		82.72	-0.54	20.21	213.77	85.16
	SUELOS		82.72	-2.42	4.85	967.16	82.87
GL-CL (Pérdida pradera)	BA	108,804.71	116.13	-13.69	3.05	221.78	116.17
	BS		116.13	-3.48	3.26	56.35	116.17
	MM		116.13	-2.21	3.16	35.85	116.17
	HOJARASCA		116.13	-1.11	8.07	18.03	116.41
	SUELOS		116.13	-1.33	25.31	21.61	118.86
FL-SL (Deforestación)	BA	4,417.72	104.33	-5.90	10.32	115.55	104.84
	BS		104.33	-1.53	7.79	29.90	104.62
	MM		104.33	-0.99	12.55	19.49	105.08
	HOJARASCA		104.33	-0.59	22.16	11.60	106.66
	SUELOS		104.33	-1.15	5.48	22.60	104.48
FL-OL (Deforestación)	BA	1,223.76	48.67	-10.61	3.60	47.61	48.80
	BS		48.67	-2.75	4.07	12.35	48.84
	MM		48.67	-1.55	4.93	6.94	48.92
	HOJARASCA		48.67	-0.75	8.56	3.39	49.42
	SUELOS		48.67	-9.20	17.21	41.30	51.62
GL-OL (Pérdida pradera)	BA	2,424.20	119.91	-2.71	10.05	24.08	120.33
	BS		119.91	-0.71	7.71	6.30	120.16
	MM		119.91	-0.62	10.08	5.54	120.33
	HOJARASCA		119.91	-0.31	18.74	2.79	121.36
	SUELOS		119.91	-4.90	11.32	43.55	120.44
FL-WL (Deforestación)	BA	446.91	50.38	-7.13	4.04	11.69	50.54
	BS		50.38	-1.90	4.03	3.12	50.54
	MM		50.38	-1.35	4.79	2.21	50.60
	HOJARASCA		50.38	-0.55	11.27	0.90	51.62
	SUELOS		50.38	-4.16	35.00	6.82	61.34
GL-WL (Pérdida pradera)	BA	2,185.95	34.17	-4.08	9.68	32.67	35.52
	BS		34.17	-1.06	7.30	8.49	34.94
	MM		34.17	-0.80	10.50	6.40	35.75
	HOJARASCA		34.17	-0.44	19.67	3.56	39.43
	SUELOS			-4.48	8.44	35.92	35.20

\*\*Año de referencia en incendios (1995, 2002, 2007 y 2011).

**Tabla 88. Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2011-2015**

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-FL (Permanencia)	BA	97,435,221.65	2.68	0.31	11.08	-111,552.99	11.40
	BS		2.68	0.08	10.34	-27,628.68	10.69
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FLd-FL (Recuperación)	BA	2,423.28	124.71	2.52	125.28	-22.36	176.77
	BS		124.71	0.61	117.88	-5.42	171.61
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-FLd (Degradación)	BA	60,799.04	136.53	-2.55	3,051.62	568.02	3,054.67
	BS		136.53	-0.61	2,745.04	136.76	2,748.43
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
CONVL-FL (Reforestación)	BA	131,761.23	106.32	2.39	55.66	-1,154.67	120.00
	BS		106.32	0.59	53.54	-283.41	119.03
	MM						
	HOJARASCA		106.32	0.06	5.37	-27.36	106.45
	SUELOS						
Incendios FL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						2,817.44	
GL-GL (Permanencia Pradera)	BA	62,880,059.07	3.99	0.06	71.13	-12,937.53	71.24
	BS		3.99	0.02	62.50	-3,485.39	62.63
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						
FL-GL (Deforestación)	BA	152,031.71	92.93	-11.50	2.95	6,410.60	92.98
	BS		92.93	-2.89	2.84	1,610.90	92.97
	MM		92.93	-1.66	466.05	924.96	475.23
	HOJARASCA		92.93	-0.78	1,172.26	433.21	1,175.94
	SUELOS		92.93	-0.30	15.26	164.63	94.17
CONVL-GL (Recuperación Pradera)	BA	130,778.40	105.39	1.56	179.70	-748.77	208.33
	BS		105.39	0.41	175.58	-196.34	204.78
	MM						
	HOJARASCA		105.39	0.03	15.31	-12.71	106.50
	SUELOS						
Incendios GL CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)**						380.68	
CL-CL (Permanencia, agricultura perenne)	BA	1,586,442.48	38.32	2.10	75.00	-12,215.61	84.22
	BS						
	MM						
	HOJARASCA						
	SUELOS						

Tabla 88. (Continuación)

Transición	Reservorio	Área anual (ha)	Incertidumbre área insesgada	Factor de emisión ponderado	Incertidumbre del factor de emisión ponderado	Emisión de áreas insesgadas	Incertidumbre de la emisión de área insesgada
FL-CL (Deforestación) [3B2bl]	BA	96,399.94	119.33	-18.01	1.46	6,365.73	119.34
	BS		119.33	-4.55	1.39	1,608.25	119.34
	MM		119.33	-2.53	2.48	894.50	119.36
	HOJARASCA		119.33	-1.41	6.00	497.04	119.48
	SUELOS		119.33	-2.83	16.07	1,000.05	120.41
GL-CL (Pérdida pradera)	BA	28,988.50	18.32	-4.82	8.43	511.86	20.17
	BS		18.32	-1.25	6.36	132.68	19.39
	MM		18.32	-0.86	9.73	91.92	20.74
	HOJARASCA		18.32	-0.51	17.58	53.91	25.39
	SUELOS		18.32	-1.73	5.49	183.65	19.13
FL-SL (Deforestación)	BA	1,160.54	41.16	-12.92	2.43	54.97	41.23
	BS		41.16	-3.33	2.31	14.15	41.23
	MM		41.16	-2.11	3.30	8.96	41.29
	HOJARASCA		41.16	-1.02	8.10	4.36	41.95
	SUELOS		41.16	-1.13	26.71	4.80	49.07
GL-SL (Pérdida pradera)	BA	1,570.19	56.97	-5.13	10.61	29.55	57.94
	BS		56.97	-1.33	8.17	7.66	57.55
	MM		56.97	-0.91	11.74	5.24	58.16
	HOJARASCA		56.97	-0.52	21.55	3.01	60.91
	SUELOS		56.97	-0.84	7.07	4.85	57.40
FL-OL (Deforestación)	BA	1,411.51	152.37	-13.63	2.58	70.54	152.40
	BS		152.37	-3.49	2.48	18.06	152.39
	MM		152.37	-1.81	3.77	9.39	152.42
	HOJARASCA		152.37	-0.99	7.46	5.13	152.56
	SUELOS		152.37	-6.88	18.75	35.62	153.52
GL-OL (Pérdida pradera)	BA	486.89	48.79	-3.18	11.05	5.67	50.02
	BS		48.79	-0.83	8.56	1.48	49.53
	MM		48.79	-0.71	11.09	1.27	50.03
	HOJARASCA		48.79	-0.37	22.43	0.66	53.70
	SUELOS		48.79	-3.67	10.36	6.54	49.87
FL-WL (Deforestación)	BA	198.68	68.94	-10.01	2.96	7.29	69.00
	BS		68.94	-2.65	2.78	1.93	68.99
	MM		68.94	-1.66	4.07	1.21	69.06
	HOJARASCA		68.94	-0.76	10.09	0.55	69.67
	SUELOS		68.94	-3.76	35.67	2.74	77.62
GL-WL (Pérdida pradera)	BA	993.87	33.40	-3.32	12.72	12.09	35.74
	BS		33.40	-0.87	9.55	3.16	34.74
	MM		33.40	-0.80	14.26	2.92	36.32
	HOJARASCA		33.40	-0.43	30.39	1.56	45.16
	SUELOS			-3.05	17.39	11.13	37.66

\*\*Año de referencia en incendios (1995, 2002, 2007 y 2011).

La tabla resumen permite, además, agrupar las emisiones según los requerimientos. La **Tabla 89** muestra la agrupación de las emisiones de acuerdo con la transición. Esta emisión es la suma de los reservorios correspondientes a la transición. Cada una de las emisiones por transición contiene una incertidumbre asociada que proviene de la propagación de incertidumbres de los insumos.

**Tabla 89. Resumen de emisiones por tipo de transición y periodo y su incertidumbre propagada**  
Gg de CO<sub>2</sub>e

Transición	Periodo 1990-2001	U (%)	Periodo 2002-2006	U (%)	Periodo 2007-2010	U (%)	Periodo 2011-2015	U (%)
FL-FL (Permanencia)	-135,742.02	9.61	-139,174.90	9.47	-136,611.23	9.47	-139,181.67	9.38
FLd-FL (Recuperación)	-1,042.21	48.85	-1,410.44	93.62	-169.16	104.41	-27.78	146.15
FL-FLd (Degradación)	2,633.71	577.30	2,513.65	992.37	2,419.95	1,709.23	704.77	2,519.03
CONVL-FL (Reforestación)	-4,278.98	44.91	-2,480.19	72.88	-2,530.82	74.82	-1,465.44	97.34
Incendios CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	915.50	-	529.83	-	394.65	-	2,817.44	-
GL-GL (Permanencia pradera)	-15,674.44	57.42	-15,551.33	57.47	-16,298.22	57.66	-16,422.92	57.68
FL-GL (Deforestación)	5,984.48	86.22	6,129.42	89.47	4,872.57	97.72	9,544.30	95.49
CONVL-GL (Recuperación pradera)	-382.11	133.08	-1,414.62	126.92	-810.38	150.54	-957.82	168.19
Incendios CO <sub>2</sub> e (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	92.00	-	91.18	-	59.57	-	380.68	-
RCL-RCL (Permanencia, agricultura perenne)	-12,551.08	79.59	-11,555.34	80.86	-11,541.45	82.73	-12,215.61	84.22
FL-CL (Deforestación)	5,442.51	37.09	3,157.09	28.94	9,074.93	60.83	10,365.58	77.38
GL-CL (Pérdida pradera)	5,515.98	28.84	5,954.82	25.99	4,158.83	47.86	974.02	11.75
FL-SL (Deforestación)	1,535.27	90.48	453.44	15.03	353.63	76.67	87.25	27.37
GL-SL (Pérdida pradera)	70.87	34.42	787.04	95.91	199.15	65.06	50.32	36.27
FL-OL (Deforestación)	42.22	34.45	99.95	30.46	111.59	28.97	138.73	89.94
GL-OL (Pérdida pradera)	7.96	61.18	109.40	22.90	82.27	73.98	15.62	28.46
FL-WL (Deforestación)	84.03	22.78	1,127.79	104.94	24.74	30.34	13.73	41.51
GL-WL (Pérdida pradera)	87.60	21.33	142.62	17.62	87.03	20.24	30.85	20.26
Total	-147,258.72	16.93	-150,490.57	21.08	-146,122.37	31.51	-145,147.95	19.89

U= incertidumbre..

El balance general de las emisiones totales se puede ver en la última fila, así como la incertidumbre total de dicho balance. Cabe señalar que, de acuerdo a este balance, México es un país sumidero, es decir, que absorbe mayor cantidad de carbono del que emite la categoría [3B]Tierra .

El balance general de las emisiones puede representarse para cada tipo de categoría y sus cambios. La **Tabla 90** muestra la aportación de cada una de las categorías al balance general en los periodos respectivos.

La representación gráfica de la **Tabla 90** se observa en la **Figura 4**. En ella se muestra nuevamente

el balance general de emisiones y absorciones que ocurrieron anualmente. Los valores positivos muestran las emisiones que ocurren anualmente, mientras que las barras descendentes dan cuenta de las absorciones anuales identificando cada una de las aportaciones por categoría.

De igual forma se puede observar, en la **Figura 5**, el balance general de emisiones y absorciones anuales totales, mismas que esta gráfica muestra en forma muy precisa para todas las categorías. Se distingue un ligero crecimiento en las emisiones totales mientras que se observa una tendencia homogénea para los años precedentes.

**Tabla 90. Resumen de emisiones por tipo de transición y categoría [3B] Tierra y su respectiva incertidumbre por periodo comparado**

Transición	Periodo 1990-2001	U (%)	Periodo 2002-2006	U (%)	Periodo 2007-2010	U (%)	Periodo 2011-2015	U (%)
CONVL-OL	50.18	30.56	209.35	18.83	193.86	35.55	154.36	80.89
CONVL-SL	1,606.14	86.50	1,240.48	61.10	552.78	54.36	137.57	21.85
CONVL-CL	10,958.49	23.45	9,111.91	19.72	13,233.76	44.34	11,339.60	70.74
RCL	-12,551.08	79.59	-11,555.34	80.86	-11,541.45	82.73	-12,215.61	84.22
CONVL-GL	5,602.36	92.55	4,714.81	122.38	4,062.19	121.00	8,586.48	107.79
GL-GL	-15,674.44	57.42	-15,551.33	57.47	-16,298.22	57.66	-16,422.92	57.68
CONVL-FL	-4,278.98	44.91	-2,480.19	72.88	-2,530.82	74.82	-1,465.44	97.34
FL-FL	-134,150.52	14.94	-138,071.68	20.45	-134,360.44	32.26	-138,504.68	15.91
Incendios	1,007.50		621.01		454.22		3,198.12	
CONVL-WL	171.63	15.59	1,270.41	93.18	111.76	17.13	44.57	18.97

U= incertidumbre..



Figura 4. Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por tipo de categoría y cambio de acuerdo al IPCC

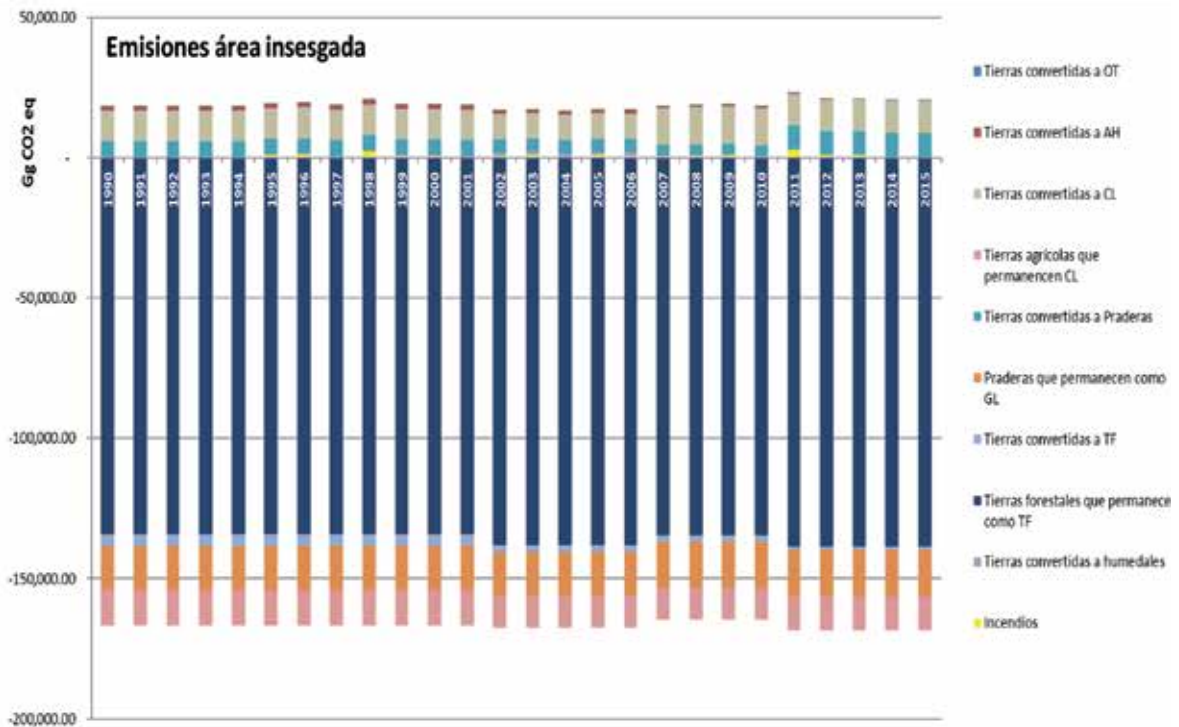
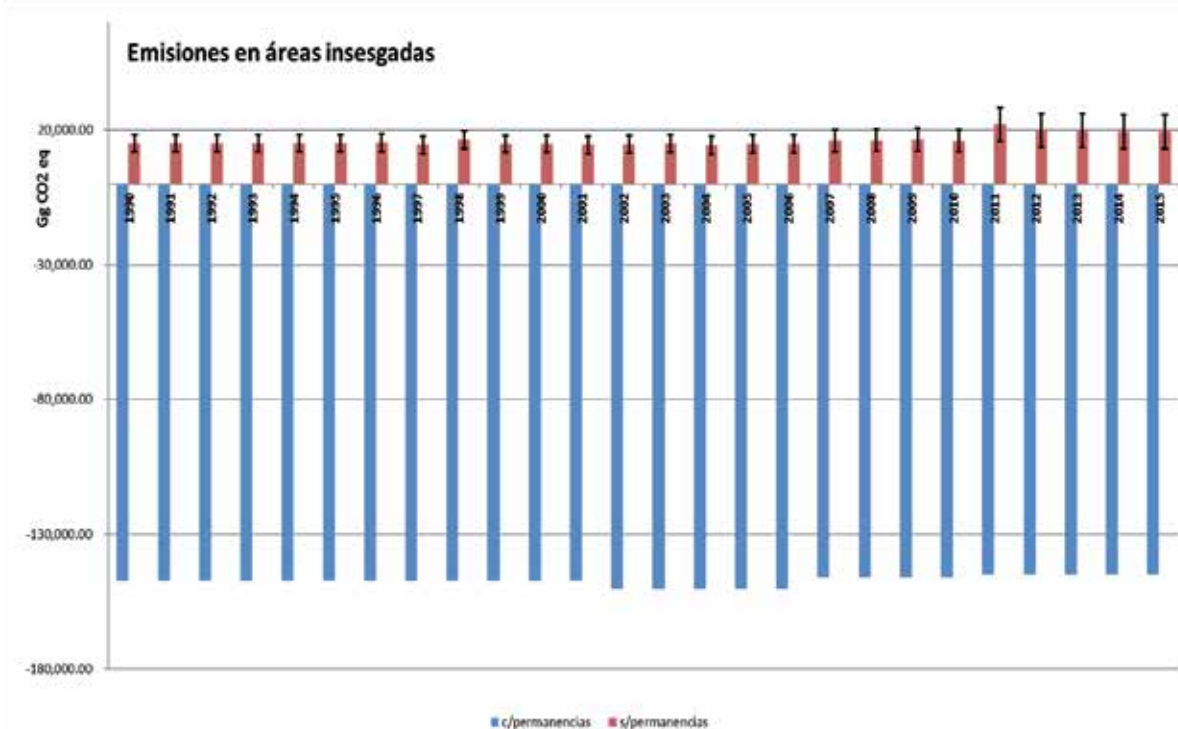


Figura 5. Balance general de emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en la categoría [3B] Tierra en México



# Anexo E:

## [4] Residuos

### [4A] Disposición final de residuos sólidos

Las *Directrices del IPCC* 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero describen tres niveles para estimar emisiones de metano generadas en los sitios de disposición final (SDF). El nivel 1 se basa en el método de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés) y usa datos de actividad y parámetros por defecto; el nivel 2 también utiliza el método FOD pero usa datos sobre la eliminación de residuos para 10 años, así como estudios existentes, y el nivel 3 considera el método FOD y datos de actividad específicos del país de buena calidad, así

como parámetros específicos del país derivados de mediciones. La presente estimación alcanzó un nivel 2; considera datos del cuestionario de residuos sólidos urbanos (**Tabla 1, Anexo D** [4]) y parámetros del Modelo Mexicano para la estimación de la Generación de Biogás (MMB), que incluye condiciones nacionales.

El procedimiento seguido para la estimación de metano en los SDF de México, año base 2015, se detalla en los apartados siguientes (Paso 1 a Paso 5).

#### Paso 1. Determinación de la masa del carbono orgánico degradable de la categoría de residuos $j$ dispuestos en el año $i$ ( $DDOCm_{j,i}$ )

Ecuación 1:  $DDOCm_{j,i}$

$$DDOCm_{j,i} = W_i \times \frac{C_j}{100} \times MCF \times DOC_j \times DOCf_j$$

Donde:

$DDOCm_{j,i}$  = masa del carbono orgánico degradable de la categoría de residuos  $j$  dispuestos en el año  $i$  (toneladas).

$W_i$  = masa de residuos dispuestos en el año  $i$  (toneladas).

$C_j$  = composición de los residuos dispuestos por categoría  $j$ . Las categorías a considerar son: residuos de comida, jardinería, papel, madera y paja, textiles, y pañales (adimensional).

$MCF$  = factor de corrección de metano para la descomposición aeróbica durante el año de disposición. Véase **Tabla 2** (adimensional).

$DOC_j$  = fracción de carbono orgánico degradable contenido en la categoría de residuos  $j$ . Véase **Tabla 3** (adimensional).

$DOCf_j$  = fracción de carbono orgánico degradable que se descompone bajo condiciones anaeróbicas cuyo valor por defecto es igual a 0.5 (adimensional).

#### Paso 2. Determinación de la masa del carbono orgánico degradable acumulado de la categoría de residuos $j$ al final del año $i$ ( $DDOCma_{j,i}$ )

Ecuación 2:  $DDOCma_{j,i}$

$$DDOCma_{j,i} = DDOCm_{j,i} + DDOCma_{j,i-1} \times e^{-k_j}$$

Donde:

$DDOCma_{j,i}$  = masa del carbono orgánico degradable acumulado por la categoría de residuos  $j$  al final del año  $i$  (toneladas).

$DDOCm_{j,i}$  = masa del carbono orgánico degradable de la categoría de residuos  $j$  dispuestos en el año  $i$  (toneladas).

$DDOCma_{j,i-1}$  = masa del carbono orgánico degradable acumulado de la categoría de residuos  $j$  al finalizar el año previo a  $i$  (toneladas).

$k_j$  = tasa constante de descomposición para cada categoría de residuos  $j$  (año<sup>-1</sup>). Véase **Tabla 1**

### Paso 3. Determinación de la masa del carbono orgánico degradable descompuesto de la categoría de residuos $j$ al finalizar el año $i$ (DDOC $_{d,j,i}$ )

Tal como se muestra en la **Ecuación 3**, la masa del carbono orgánico degradable descompuesto de la categoría de residuos  $j$  al finalizar el año  $i$  (DDOC $_{d,j,i}$ ) se calculó mediante la suma de dos términos. El primer término es el carbono orgánico degradable descompuesto proveniente de la masa de residuos dispuestos de la categoría  $j$  durante el año  $i$  (DDOC $_{dc,j,i}$ ), el cual debido a que

la degradación de la masa de residuos comienza el 1 de enero del año siguiente a la disposición, se iguala a cero. El segundo término es la masa del carbono orgánico degradable descompuesto proveniente de la masa de residuos acumulados de la categoría  $j$  al finalizar el año previo a  $i$  (DDOC $_{m,j,i-1}$ ).

#### Ecuación 3:

$$DDOC_{d,j,i} = DDOC_{dc,j,i} + DDOC_{m,j,i-1} \times (1 - e^{-k})$$

Considerando que la degradación de la masa de residuos comienza el 1 de enero del año siguiente a la disposición, el término DDOC $_{dc,j,i}$  se iguala a cero. Por lo tanto:

$$DDOC_{d,j,i} = DDOC_{m,j,i-1} \times (1 - e^{-k})$$

Donde:

DDOC $_{d,j,i}$  = masa del carbono orgánico degradable descompuesto de la categoría de residuos  $j$  al finalizar el año  $i$  (toneladas).

DDOC $_{dc,j,i}$  = masa de carbono orgánico degradable descompuesto de la categoría de residuos  $j$  durante el año  $i$  (toneladas).

DDOC $_{m,j,i-1}$  = masa de carbono orgánico degradable acumulado de la categoría de residuos  $j$  al final del año previo a  $i$ , es decir:  $i-1$  (toneladas).

$k_j$  = tasa constante de descomposición para cada categoría de residuos  $j$  (año $^{-1}$ ). Véase **Tabla 1**.

### Paso 4. Determinación del metano generado por la categoría de residuos $j$ en el año $i$ (CH $_{4g,j,i}$ )

#### Ecuación 4:

$$CH_{4g,j,i} = DDOC_{d,j,i} \times F \times 16/12$$

Donde:

CH $_{4g,j,i}$  = masa de metano generado a partir del material en descomposición por cada categoría de residuos  $j$  en el año  $i$  (toneladas).

DDOC $_{d,j,i}$  = masa del carbono orgánico degradable descompuesto en el SDF de la categoría de residuos  $j$  durante el año  $i$  (toneladas).

F = fracción volumétrica del metano en el biogás generado, 0.5.

16/12 = cociente de pesos moleculares del metano y el carbono (CH $_4$ /C) (adimensional).

### Paso 5. Determinación de las emisiones de metano total provenientes de los SDF en el año $i$ (emisiones de CH $_{4i}$ )

#### Ecuación 5:

$$ECH_{4i} = \sum [CH_{4g,j,i}]$$

Donde:

ECH $_{4i}$  = emisiones de metano.

CH $_{4g,j,i}$  = metano generado a partir de la categoría de residuos  $j$ , en el año  $i$  (toneladas).

Emisiones de CH $_{4i}$  = metano total generado a partir de las seis categorías de residuos en el año  $i$  (toneladas).

**Tabla 1. Valores de la constante de descomposición (kj) por categoría de residuos j y entidad federativa**

Entidad	k1 Comida	k2 Jardín	k3 Papel	k4 Madera y paja	k5 Textiles	k6 Pañales
Aguascalientes	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Baja California	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Baja California Sur	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Campeche	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
Coahuila	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
Colima	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Chiapas	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Chihuahua	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Distrito Federal*	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Durango	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Guanajuato	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Guerrero	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Hidalgo	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Jalisco	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
México	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Michoacán	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Morelos	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Nayarit	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Nuevo León	0.150	0.070	0.030	0.015	0.030	0.150
Oaxaca	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Puebla	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Querétaro	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Quintana Roo	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
San Luis Potosí	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Sinaloa	0.220	0.100	0.040	0.020	0.040	0.220
Sonora	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100
Tabasco	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
Tamaulipas	0.150	0.070	0.030	0.015	0.030	0.150
Tampico	0.150	0.070	0.030	0.015	0.030	0.150
Tlaxcala	0.160	0.075	0.032	0.016	0.032	0.160
Veracruz	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
Yucatán	0.300	0.130	0.050	0.025	0.050	0.300
Zacatecas	0.100	0.050	0.020	0.010	0.020	0.100

\* Ciudad de México a partir del 5 de febrero de 2016.

Fuente: Ludwig V. 2009. Landfill Methane Outreach Program. Manual del Usuario Modelo Mexicano de Biogás. Versión 2.0. Agencia para la Protección del Ambiente (U.S. EPA) Washington, D.C. Marzo 2009.

Tabla 2. Valores de MCF de acuerdo con las características del sitio de disposición final

Tipo de Sitio	Características	Valor MCF
Sitio gestionado-anaeróbico	Implementa la colocación controlada de los residuos —es decir, los residuos se dirigen a áreas específicas de deposición donde se ejerce un cierto control sobre la recuperación informal de los reciclables y la quema de basuras— e incluye al menos uno de los siguientes elementos:  (i) material protector de la cubierta; (ii) compactación mecánica o (iii) nivelación de residuos.	1.0
Sitio gestionado semi-aeróbico	Garantiza la ubicación controlada de los residuos y, para introducir aire en las capas de residuos, incluye las cuatro estructuras siguientes: (i) material de la cubierta permeable; (ii) sistema de drenaje para la lixiviación; (iii) estanques de regulación y (iv) sistema de ventilación de gases.	0.5
Sitio no gestionado profundo y/o capa freática elevada	No cumple con los criterios de los sitios gestionados. Cuenta con una profundidad mayor o igual que 5 metros y/o una capa freática elevada cercana al nivel del suelo. La última situación corresponde al llenado con residuos en un terreno con aguas fluviales, como un estanque, río o humedal.	0.8
Sitio no gestionado poco profundo	Sitio que no cumple con los criterios de un sitio gestionado y que tiene una profundidad menor que 5 metros.	0.4

Fuente: PP. 3.16, Vol. 5, *Directrices del IPCC* 2006.Tabla 3. Valores de carbono orgánico degradable (DOC) por categoría de residuos *j*

Categoría de residuos <i>j</i>	Comida	Jardín	Papel	Madera y paja	Textiles	Pañales
DOC	0.15	0.2	0.4	0.43	0.24	0.24

Fuente: PP. 2.15, Vol. 5, *Directrices del IPCC* 2006.

## [4B] Tratamiento biológico de residuos sólidos

### Elección del método

En general, el tratamiento biológico de los residuos afecta la cantidad y la composición de los que se depositan en los sitios de disposición final.

La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del tratamiento biológico de residuos sólidos involucra los siguientes pasos:

1. Recopilar datos sobre la cantidad y el tipo de residuos sólidos que se tratan biológicamente. Los datos sobre la preparación de abono orgánico y sobre el tratamiento anaeróbico deben recopilarse por separado, en lo posible. Si no se dispone de datos, la digestión anaeróbica de residuos sólidos puede suponerse nula. Los datos por defecto deben utilizarse sólo cuando no se disponga de datos específicos del país.
2. Estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del tratamiento biológico de residuos sólidos utilizando las **Ecuaciones 6 y 7**. Usar los factores de emisión por defecto o específicos del país según la orientación brindada por las *Directrices del IPCC 2006*.
3. Restar la cantidad de gas recuperado de la cantidad de CH<sub>4</sub> generado, para estimar las emisiones netas anuales de metano, cuando se recuperan las emisiones de este gas procedentes de la digestión anaeróbica.

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del tratamiento biológico pueden estimarse utilizando el método por defecto proporcionado por las **Ecuaciones 6 y 7**.

Al declarar las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de la digestión anaeróbica, la cantidad de gas recuperado debe restarse de la cantidad de CH<sub>4</sub> generado. El gas recuperado puede quemarse en antorcha o en un dispositivo energético. La cantidad de CH<sub>4</sub> que se recupera se expresa en la **Ecuación 6** como R. Si el gas recuperado se utiliza para generar energía, las emisiones de gas de efecto invernadero que resultan de la combustión

del gas deben declararse bajo el Sector Energía. Sin embargo, las emisiones provenientes de la quema del gas recuperado no son significativas, pues las emisiones de CO<sub>2</sub> son de origen biogénico y las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son muy pequeñas, de modo que la *buena práctica* no exige su estimación (IPCC, 2006).

#### Ecuación 6: emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico

$$E_{CH_4} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

Donde:

Emisiones de CH<sub>4</sub>= total de las emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario (Gg de CH<sub>4</sub>).

M<sub>i</sub>= masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico *i*, Gg.

EF<sub>*i*</sub>= factor de emisión del tratamiento *i* (g de CH<sub>4</sub> / kg de residuos tratados).

*i*= preparación de composta o digestión anaeróbica.

R= cantidad total de CH<sub>4</sub> recuperado durante el año del inventario (Gg de CH<sub>4</sub>).

#### Ecuación 7: emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico

$$E_{N_2O} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

Donde:

Emisiones de N<sub>2</sub>O= total de las emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año del inventario (Gg de N<sub>2</sub>O).

M<sub>*i*</sub>= masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico *i*, Gg.

EF<sub>*i*</sub>= factor de emisión del tratamiento *i* (g de N<sub>2</sub>O / kg de residuos tratados).

*i*= preparación de composta o digestión anaeróbica.

El cálculo de las emisiones para el tratamiento biológico de residuos corresponde al nivel 1, debido al empleo de los factores de emisión por defecto de IPCC 2006 (véase **Tabla 4**) y a los datos de actividad usados (**Tabla 4, Anexo D [4]**).

### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión por defecto, empleados para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, se tomaron de IPCC 2006; se muestran en la **Tabla 4**.

**Tabla 4. Factores de emisión por defecto para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O procedentes del tratamiento biológico de los residuos**

Tipo de tratamiento biológico	Factores de emisión de CH <sub>4</sub> (g de CH <sub>4</sub> /kg de residuos tratados)	Factores de emisión de N <sub>2</sub> O (g de N <sub>2</sub> O/kg de residuos tratados)
Preparación de abono orgánico (composta)	4 (0.03-8) sobre la base de peso húmedo	0.3 (0.06-0.6) sobre la base de peso húmedo

Fuente: Cuadro 4.1, Vol. 5, IPCC 2006.

## [4C] Incineración y quema a cielo abierto

### [4C1] Incineración de residuos peligrosos

#### Elección del método

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se basa en la estimación de la cantidad de residuos (peso húmedo) incinerados, tomando en cuenta el contenido de materia seca, el de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación. El método basado en el total de residuos incinerados se plantea en la **Ecuación 8**, con la cual se estimaron las emisiones por esta actividad de los residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos.

**Ecuación 8: estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> basada en la cantidad total de residuos incinerados**

$$E_{CO_2} = \sum_i (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times (44/12)$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones de CO<sub>2</sub> durante el año del inventario (Gg/año).

SW<sub>i</sub>= cantidad total de residuos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados (Gg/año).

dm<sub>i</sub>= contenido de materia seca en los residuos incinerados (fracción).

CF<sub>i</sub>= fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total).

FCF<sub>i</sub>= fracción de carbono fósil en el carbono total.

OF<sub>i</sub>= factor de oxidación (fracción).

44/12= factor de conversión de C en CO<sub>2</sub>.

i= tipo de residuo incinerado.

#### Elección de los factores de emisión para RPI y RPBI

Los factores de emisión y parámetros utilizados fueron los valores por defecto de IPCC 2006 (**Tabla 5**). En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> se tomó en cuenta el árbol de decisiones, Figura 5.1, Vol. 5, IPCC 2006, en el cual se utilizó el nivel 1.

**Tabla 5. Datos por defecto para los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para la incineración de RPI y RPBI**

**Factor de oxidación= 100%;**  
**Factor de conversión= 3.6667**

Parámetros	RPBI	RPI
Contenido de materia seca	65%	ND
Fracción de carbono en materia seca	40%	ND
Fracción de carbono fósil en el carbono total	25%	80%

Fuente: Cuadros 2.6 y 5.2, Vol. 5, IPCC 2006.

## [4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto

empleó en el caso de residuos quemados a cielo abierto en viviendas.

### Elección del método

El cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se basa en la estimación de la cantidad de residuos (peso húmedo) quemados a cielo abierto, tomando en cuenta el contenido de materia seca, el de carbono total, la fracción de carbono fósil y el factor de oxidación. El método basado en la composición de residuos sólidos urbanos se expresa en la **Ecuación 9**; se

### Elección de los factores de emisión para residuos sólidos urbanos (RSU)

Los factores de emisión y parámetros utilizados fueron los valores por defecto de IPCC 2006 (**Tabla 6**). En el caso de las emisiones de CO<sub>2</sub> se tomó en cuenta el árbol de decisiones, Figura 5.1, Vol. 5 de IPCC 2006, en el cual se utilizó el nivel 1.

**Ecuación 9: estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema, a cielo abierto, de los residuos sólidos urbanos y basada en su composición**

$$E_{CO_2} = MSW \times \sum_i (WF_j \times dm_j \times CF_j \times FCF_j \times OF_j) \times (44/12)$$

Donde:

ECO<sub>2</sub>= emisiones del CO<sub>2</sub> durante el año del inventario (Gg/año).

MSW= cantidad total de residuos sólidos municipales en peso húmedo quemados por quema a cielo abierto (Gg/año).

WF<sub>j</sub>= fracción de material de residuos del tipo j en los RSU (en peso húmedo).

dm<sub>j</sub>= contenido de materia seca en los residuos quemados por quema a cielo abierto (fracción).

CF<sub>j</sub>= fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total).

FCF<sub>j</sub>= fracción de carbono fósil en el carbono total del componente j.

OF<sub>j</sub>= factor de oxidación (fracción).

44/12= factor de conversión de C en CO<sub>2</sub> con:  $\sum_j WF_j = 1$ .

j= componente de los RSU sometido a incineración abierta, como papel/cartón, textiles, residuos de alimentos, madera, desecho de jardines y parques, plásticos, otros.

**Tabla 6. Datos por defecto para los factores de emisión de CO<sub>2</sub> para la quema de residuos a cielo abierto**

**Factor de oxidación= 58%; Factor de conversión= 3.6667**

Parámetros	Papel, cartón, productos de papel	Textiles	Plásticos	Vidrios	Metales	Basura orgánica <sup>a</sup>	Otro tipo de basura <sup>b</sup>
Contenido de materia seca	90%	80%	100%	100%	100%	40%	62%
Fracción de carbono en materia seca	44%	30%	75%	0%	0%	38%	54%
Fracción de carbono fósil en el carbono total	1%	20%	100%	0%	0%	0%	15%

<sup>a</sup> En su proceso de descomposición natural, estos residuos generan una mezcla gaseosa conocida como biogás, que debe quemarse (acuerdo internacional para el control de emisiones de gases de efecto invernadero).

<sup>b</sup> Incluye residuos finos, material de demoliciones, hules y pañales desechables, entre otros.

Fuente: Cuadros 2.4 y 2.15, Vol. 5, IPCC 2006.



## [4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales

### [4D1] Tratamiento y descarga de aguas residuales municipales

#### Elección del método

Las emisiones de esta subcategoría dependen del carbono orgánico degradable que se encuentra presente en las aguas residuales y del factor de emisión sobre el metano que generan estos residuos. Se emplean diferentes sistemas y/o vías de tratamiento de aguas residuales para las distintas zonas económicas (IPCC, 2006); sin embargo, para este inventario se consideran sólo rurales y urbanas. Por lo tanto, se introduce el factor para expresar cada fracción de grupo de ingresos (U). La **Ecuación 10**

se utilizó para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> de las aguas residuales municipales.

El factor de emisión depende de la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (B<sub>o</sub>) y del factor de corrección para el metano (MCF) de cada sistema de tratamiento y se estima mediante la **Ecuación 11**.

El valor de la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (**Tabla 7**) es el valor por defecto de las *Directrices del IPCC 2006* (IPCC, 2006). No se dispone de datos específicos para el país. Los valores de MCF para los sistemas de tratamiento se tomaron también de los valores por defecto (véase **Tabla 29, Anexo D [4]**).

#### Ecuación 10: emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de aguas residuales municipales

$$E_{CH_4} = \left[ \sum_{i,j} (U_i \times T_{i,j} \times EF_j) \right] (TOW - S) - R$$

Donde:

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = emisiones de metano ocurridas durante el año del inventario (kg/año).

TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario (kg de BOD/año).

S = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (kg de BOD/año).

U<sub>i</sub> = fracción de la población del grupo i en el año de inventario.

T<sub>i,j</sub> = grado de utilización del sistema de tratamiento j para cada grupo i.  
i = grupo rural o urbano.

j = sistema de tratamiento.

EF<sub>j</sub> = factor de emisión (kg de CH<sub>4</sub> / kg de BOD).

R = cantidad de CH<sub>4</sub> recuperado durante el año del inventario (kg de CH<sub>4</sub> / año).

#### Ecuación 11: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para cada sistema de tratamiento de aguas residuales municipales

$$EF_j = B_o \times MCF_j$$

Donde:

EF<sub>j</sub> = factor de emisión (kg de CH<sub>4</sub> / kg de BOD).

J = cada sistema de tratamiento.

B<sub>o</sub> = capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (kg de CH<sub>4</sub> / kg de BOD).

MCF<sub>j</sub> = factor de corrección para el metano (fracción).

**Tabla 7. Variables por defecto para el factor de emisión para el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales**

Tipo de tratamiento o descarga	Capacidad máxima de producción de metano (Kg CH <sub>4</sub> /kg BOD)	Factor de corrección de metano (MCF)	Factor de emisión (kg CH <sub>4</sub> /kg BOD)
Eliminación en ríos	0.6	0.1	0.06
No tratada (canales/alcantarilla abierta)	0.6	0.1	0.06
No tratada alcantarillas (cerradas y subterráneas)	0.6	0.1	0.06
Discos biológicos o biodiscos	0.6	0.4	0.24
Filtros biológicos o rociadores o percoladores	0.6	0.6	0.36
Lodos activados	0.6	0.4	0.24
Lagunas aireadas	0.6	0.4	0.24
Lagunas de estabilización	0.6	0.8	0.18
Primario avanzado	0.6	0.4	0.24
Primario	0.6	0.4	0.24
Zanjas de oxidación	0.6	0.3	0.24
Anaerobio	0.6	1	0.6
Rafa o WASB	0.6	1	0.6
Tanque Imhoff	0.6	1	0.6
Biológico	0.6	0.6	0.36
Dual	0.6	0.3	0.36
Reactor enzimático	0.6	0.6	0.36
Humadales (wetland)	0.6	0.3	0.36
Tanque séptico o fosa séptica	0.6	0.5	0.3
Otro	0.6	0.6	0.36
Primario o sedimentación	0.6	0.4	0.24
Aerobio	0.6	0.3	0.18

Fuente: Valores tomados y ajustados a la información disponible por sistema de tratamiento del Cuadro 6.3, Vol. 5, IPCC 2006.

Las emisiones de óxido nitroso ( $N_2O$ ) pueden provenir directamente de las plantas de tratamiento o ser emisiones indirectas de las aguas residuales tras la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o el mar. Las directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas servidas pueden considerarse fuentes menores. No se entregan métodos de niveles más elevados, por lo que es una buena práctica estimar el  $N_2O$  de efluentes de aguas servidas municipales utilizando el método presentado aquí. No se incluyen árboles de decisión. Las emisiones directas sólo deben estimarse en países donde predominan las plantas centralizadas avanzadas de tratamiento de aguas servidas con etapas de nitrificación y desnitrificación (IPCC, 2006).

Para la estimación de las emisiones de  $N_2O$ , se empleó la **Ecuación 12**.

**Ecuación 12: factor de emisión de  $N_2O$  proveniente de las aguas residuales municipales**

$$E_{N_2O} = N_E \times EF_E \times 44/28$$

Donde:

$E_{N_2O}$  = emisiones de  $N_2O$  durante el año del inventario, kg de  $N_2O$ /año.

$N_E$  = nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg de N/año.

$EF_E$  = factor de emisión para las emisiones de  $N_2O$  provenientes de la eliminación en aguas servidas, kg de  $N_2O$ /kg de N.

El factor 44/28 corresponde a la conversión de kg de  $N_2O$ -N en kg de  $N_2O$ .

Asimismo, el  $N_E$  se determina como se establece en la **Ecuación 13**, con los datos de actividad de la población del país y el promedio anual de generación de proteína per cápita (kg/persona/año), cuya influencia se debe a la presencia, en las aguas residuales municipales, de restos alimenticios que no se consumen y que se eliminaron por el drenaje. Del mismo modo, las aguas de baño y lavado de ropa pueden contribuir a las cargas de nitrógeno.

En la **Tabla 8** se muestran las variables utilizadas para la estimación de las emisiones de óxido nitroso para aguas residuales municipales.

**Ecuación 13: factor de emisión de  $N_2O$  proveniente de las aguas residuales municipales**

$$N_E = (P \times PR \times F_{NPR} \times F_{NC} \times F_{IC}) - N_S$$

Donde:

NE= nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg de N/año.

P= población humana.

PR= consumo per cápita anual de proteínas, kg/persona/año.

F<sub>NPR</sub>= fracción de nitrógeno en las proteínas; por defecto = 0,16 kg de N/kg de proteína.

F<sub>NC</sub>= factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales.

F<sub>IC</sub>= factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado.

NS= nitrógeno separado con el lodo residual (por defecto = 0), kg de N/año.

**Tabla 8. Variables por defecto para emisiones de  $N_2O$  generadas en aguas residuales**

Datos por defecto para la metodología del $N_2O$	Valor
Fracción de nitrógeno en proteína (kg/N/proteína)	0.16
Factor de ajuste para la proteína no consumida	1.1
Fracción de proteína industrial y comercial codescargada	1.25
Nitrógeno eliminado en lodos (kg)	0
Factor de emisión	0.005
Factor de conversión de kg $N_2O$ -N en kg $N_2O$	1.6

Fuente: Cuadro 6.11, Cap. 6, Vol. 5, IPCC 2006.

## [4D2] Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales

### Elección del método

Las aguas residuales industriales pueden tratarse *in situ* o evacuarse hacia los sistemas de cloacas o alcantarillados municipales. Si se las evacua hacia el sistema de alcantarillado municipal, las emisiones deben incluirse en las de aguas servidas municipales. En esta sección se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento *in situ* de aguas residuales industriales. Sólo produce CH<sub>4</sub> el agua residual industrial que contiene cargas significativas de carbono y que se trata bajo condiciones anaeróbicas, sean éstas previstas o no. Las sustancias orgánicas contenidas en las aguas residuales industriales suelen expresarse en términos de demanda química de oxígeno (COD) (IPCC, 2006).

Para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales se utiliza la **Ecuación 14**.

#### Ecuación 14: emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales

$$E_{CH_4} = \left[ \sum_i [(TOW_i - S_i) EF_i - R_i] \right]$$

Donde:

E<sub>CH<sub>4</sub></sub> = emisiones de metano durante el año del inventario (kg/año).

TOW = total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria i durante el año del inventario (kg de COD/año).

i = sector industrial.

S<sub>i</sub> = componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (kg de COD/año).

EF<sub>j</sub> = factor de emisión para la industria i (kg de CH<sub>4</sub> / kg de COD) para el sistema de tratamiento utilizado en el año del inventario.

R<sub>i</sub> = cantidad de CH<sub>4</sub> recuperado durante el año del inventario (kg de CH<sub>4</sub> / año).

El factor de emisión de CH<sub>4</sub> para aguas residuales industriales se estima con base en la **Ecuación 15**.

#### Ecuación 15: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para cada sistema de tratamiento de aguas residuales industriales

$$EF_j = B_o \times MCF_j$$

Donde:

EF<sub>j</sub> = factor de emisión (kg de CH<sub>4</sub> / kg de COD).

j = cada sistema de tratamiento.

B<sub>o</sub> = capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (kg de CH<sub>4</sub> / kg de COD).

MCF<sub>j</sub> = factor de corrección para el metano (fracción).

### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión empleados para el tratamiento y descarga de aguas residuales industriales se tomaron según la metodología de IPCC 2006 para CH<sub>4</sub>. Son valores por defecto y, para el caso de aguas residuales municipales, se adecuaron a la información disponible por sistema de tratamiento, los cuales se muestran en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Variables por defecto para el factor de emisión para el tratamiento y descarga de aguas residuales industriales

Tipo de tratamiento o descarga	Máxima capacidad de producción de metano kg CH <sub>4</sub> /kg COD	Factor de corrección de metano MCF <sub>j</sub>	Factor de emisión kg CH <sub>4</sub> /kg COD
Primario	0.25	0.2	0.05
Secundario	0.25	0.3	0.075
Terciario	0.25	0.1	0.025
No especificado*			0.0625
No tratadas	0.06		0.06

\*El factor de emisión para No especificado fue el promedio de los tratamientos primario y secundario.

Fuente: Cuadro 6.8, Cap. 6, Vol. 5, IPCC 2006.

## Referencias: [3] AFOLU

- Acosta, M. 2003. Diseño y aplicación de un método para medir los almacenes de carbono en sistemas con vegetación forestal y agrícolas de ladera de México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 135 p.
- \_\_\_\_\_. F. Carrillo y R. Gómez. 2011. Estimación de biomasa y carbono en dos especies de bosque mesófilo de montaña. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(4): 529-543.
- \_\_\_\_\_. J. Vargas, A. Velázquez y J. Etchevers. 2002. "Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México." *Agrociencia* 36(6): 725-736.
- Agenda 21. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm>
- Aguilar, J. 2009. Captura de carbono en una plantación de *Pinus greggii* Engelm., en Arteaga Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 60 p.
- Aguilar, R., A. Ghilardi, E. Vega, M. Skutsch y K. Oyama. 2012. "Sprouting productivity and allometric relationships of two oak species managed for traditional charcoal making in central Mexico." *Biomass and Bioenergy* 36: 192-207.
- Aguirre, C., R. Valdez, G. Ángeles, H. de los Santos, R. Haapanen y A. Aguirre. 2009. "Mapeo de carbono arbóreo aéreo en bosques manejados de pino patula en Hidalgo, México." *Agrociencia* 43 (2): 209-220.
- Aguirre, O. y J. Jiménez. 2011. "Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León." *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2 (6): 73-83.
- \_\_\_\_\_. J. Jiménez, G. Domínguez y E. Treviño. 2007. Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. Memorias del VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales.
- Annex 4A.1 Tool for Estimation of changes in Soil Carbon Stocks associated with Management Changes in Croplands and Grazing Lands based on IPCC Default Data (Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from Kyoto Protocol)
- Aristizábal, J. y A. Guerra. 2002. Estimación de la tasa de fijación de carbono en el sistema Agroforestal nogal cafetero (*Cordia alliodora*) – cacao (*Theobroma cacao* L.) – plátano (*Musa paradisiaca*). Tesis Profesional. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia. 108 p.
- ASTM, 2009. Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2002, [www.astm.org](http://www.astm.org)
- Avendaño, D. 2006. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Abies religiosa* (H.B.K) Schl. et Cham., en Tlaxcala, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 66 p.
- \_\_\_\_\_. M. Acosta, F. Carrillo, J. Etchevers. 2007. Estimación de la biomasa y carbono en árboles de *Abies religiosa* (H.B.K) Schl. et Cham., mediante ecuaciones alométricas. Memorias del VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales.
- \_\_\_\_\_. M. Acosta, F. Carrillo, J. Etchevers. 2009. "Estimación de la biomasa y carbono en un bosque de *Abies religiosa*." *Revista Fitotecnica Mexicana* 32 (3): 233-238.
- Ayala, R. 1998. Ecuaciones para estimar biomasa de pinos y encinos en la meseta central de Chiapas. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 70p.
- \_\_\_\_\_. B. De Jong y H. Ramírez. 2001. "Ecuaciones para estimar biomasa de pinos y encinos en la meseta central de Chiapas." *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 7(2): 153-157.
- Bonilla, E. 2009. Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus montezumae* Lamb. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 60p.
- Brown 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISBN 92-5-103955-0. <http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e00.HTM>
- Brown *et al.* 1989. "Biomass Estimation Methods for Tropical Forest with Applications to Forest Inventory Data." *Forest Science*, Vol. 35. No. 4. pp. 881-902
- Brown, S., A. Gillespie y A. Lugo. 1989. "Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data." *Forest Science* 35(4): 881-902.
- Búrquez, A., A. Martínez, S. Núñez, T. Quintero y A. Aparicio. 2010. "Aboveground biomass in three Sonoran Desert communities: Variability within and among sites using replicated plot harvesting." *Journal of Arid Environments* 74 (10): 1240-1247.

- Cairns, M., I. Olmsted, J. Granados y J. Argaez. 2003. "Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula." *Forest Ecology and Management* 186:125-132.
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A., 1997. "Root biomass location in the world's upland forests." *Oecologia* 111: 1-11.
- Castañeda, A., J. Vargas, A. Gómez, J. Valdez y H. Vaquera. 2005. "Acumulación de carbono en la biomasa aérea de una plantación de *Bambusa oldhamii*." *Agrociencia* 39 (1): 107-116.
- \_\_\_\_\_. 2004. Acumulación de carbono y productividad primaria neta en una plantación de *Bambusa oldhamii* en Huatusco, Veracruz. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. 67 p.
- Castañuela, Y. 2013. Estimación de la biomasa aérea y captura de carbono en *Yucca filifera* (Chaubad) y *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. usando ecuaciones alométricas, en Mazapil, Zacatecas. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 29 p.
- Castellanos, J., A. Velázquez, J. Vargas, C. Rodríguez y A. Fierros. 1996. "Producción de biomasa en un rodal de *Pinus patula*." *Agrociencia* 30(1):123-128.
- Challenger, A., Dirzo, R. 2009. Factores de cambio y estado de la biodiversidad. En: *Capital Natural de México*. Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio, pp. 37-73, México: CONABIO.
- \_\_\_\_\_. Soberón, J. 2008. Los ecosistemas terrestres. En: *Capital Natural de México*. Vol. I: Conocimiento Actual de la Biodiversidad, pp. 87-108, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. Cairns, J. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. Lescure, B. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riéra y T. Yamakura. 2005. "Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests." *Oecologia* 145: 87-99.
- CONABIO (comp.) 2012. Catálogo de autoridades taxonómicas de la flora nativa de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. México, D. F.
- CONAFOR 2011. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS). Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/INFYS>
- \_\_\_\_\_. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS). Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/INFYS>
- \_\_\_\_\_. 2013. Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS). Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/INFYS>
- Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (Nueva York, Estado de Nueva York, Estados Unidos de América, 9 de mayo de 1992. Publicación Aprobación en el D.O.F.: 13 de enero de 1993. Entrada en vigor para México: 21 de marzo de 1994).
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright® 1981, Columbia University Press.
- Dahlgren, R. M. T., Clifford, H. T. and Yeo, P. F. 1985. "The Families of the Monocotyledons. Structure, Evolution and Taxonomy." *Nordic Journal of Botany*, Volume 7, Issue 3, page 254, June 1987.
- Day, J., W. Conner, F. Ley-Lou, R. Day y A. Machado. 1987. "The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Términos, México." *Aquatic Botany* 27: 267-284.
- De Jong B., Aguillón J., Olguín-Álvarez M., Arias T., Berrueta V., Colunga G., Etchevers J., García C., Ghilardi A., Gosch R., Guerrero G., Maserá O., Pareja M., Prehn M., Probst O., Riegelhaupt E., de los Ríos E. and Tinoco J. 2009. Agriculture, forestry, and bioenergy. En: Johnson T.M., Alatorre C., Romo Z., Liu F. (Coords.). México: estudio sobre la disminución de carbono. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. Washington, DC, USA. <http://tinyurl.com/medec26oct>. pp. 73-81.
- De los Ríos, E. y J. Návar. 2010. "Alometría de raíces de dos comunidades subtropicales del Nordeste de México." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 123-134.
- De Vries P.G. 1986. Sampling Theory for Forest Inventory. A Teach-Yourself Course. Springer, New York.
- Díaz, R. 2005. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en el estrato aéreo en bosques de *Pinus patula* Schl. Cham. en Tlaxcala México. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma Chapingo. México. 50 p.
- M. Acosta, F. Carrillo, E. Buendía, E. Flores y J. Etchevers. 2007. "Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. Cham." *Madera y Bosques* 13(1):25-34.
- Domínguez, G. 2005. Evaluación del contenido de carbono en bosques del sur de Nuevo León. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 63 p.
- O. Aguirre, J. Jiménez, R. Rodríguez y J. Díaz. 2009. "Biomasa aérea y factores de expansión de especies arbóreas en

- bosques del sur de Nuevo León." *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 59-64.
- Douterlungne, D. 2013. Árboles de rápido crecimiento para la restauración ecológica y la captura de carbono en el trópico húmedo de México. Tesis de Doctorado. El Colegio de la Frontera Sur. México. 83 p.
- \_\_\_\_\_. A. Herrera, B. Ferguson, I. Siddique y L. Soto. 2013. "Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono de cuatro especies leñosas netotropicales con potencial para la restauración." *Agrociencia* 47 (4): 385-397.
- Estatuto Orgánico de la Comisión Nacional Forestal (D.O.F. 7-08-2006 y su reforma D.O.F. 25-05-2012).
- Estatuto Orgánico del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (D.O.F. 4-10-2013).
- Estrategia Mesoamericana de Sustentabilidad Ambiental (EMSA) - 28 de junio de 2008.
- FAO, 2006. Guidelines for Soil Description. Fourth Edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. ISBN 92-5-105521-1.
- FAO-UNESCO 1968-2006-2014. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. <http://www.fao.org/3/a-a0510s.pdf>
- FCCC CP05 2000. Informe de la Conferencia de las Partes sobre la primera parte de su Sexto Periodo de sesiones, Celebrada en La Haya del 13 al 25 de noviembre de 2000.
- FCCC CP07 2002. Informe de la Conferencia de las Partes sobre la primera parte de su Séptimo Periodo de sesiones, Celebrada en Marrakesh del 29 octubre al 10 noviembre de 2001.
- Figuerola, C. 2010. Almacenamiento de carbono en bosques manejados de *Pinus patula* en el Ejido La Mojenera, Zacualtipán, Hidalgo. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. 72 p.
- \_\_\_\_\_. G. Ángeles, A. Velázquez y H. de los Santos. 2010. "Estimación de la biomasa en un Bosque bajo manejo de *Pinus patula* Schltdl. et Cham en Zacualtipán, Hidalgo." *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 1 (1): 105-112.
- Flores, P., M. López, G. Ángeles, M. de la Isla y G. Calva. 2011. "Modelos para estimación y distribución de biomasa de *Abies religiosa* (Kunth) Schltdl. et Cham. en proceso de declinación." *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 2(8): 9-20.
- Foroughbakhch, R., M. Alvarado, J. Hernández, A. Rocha, M. Guzmán y E. Treviño. 2006. "Establishment, growth and biomass production of 10 tree woody species introduced for reforestation and ecological restoration in northeastern Mexico." *Forest Ecology and Management* 235: 194-201.
- Gardi C., Jeffery S., Saltelli A. 2013. "An estimate of potential threats levels to soil biodiversity in EU." *Global Biology Change* 5 (2013): 1538-1548.
- Gómez, J. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos niveles de vegetación en la reserva de la biósfera "Sierra de Huautla", Morelos, México. Tesis Doctoral. Colegio de Postgraduados. México. 194p.
- \_\_\_\_\_. J. Etchevers, A. Monterrosos, J. Campo y J. Tinoco. 2011. "Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Quercus magnoliaefolia*." *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(2): 261-272.
- González, M. 2008. Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore, *Pinus oocarpa* var. ochoterenai Mtz. y *Quercus sp.* en el norte del Estado de Chiapas, México. Tesis de Maestría. Centro Agronómico Tropical de investigación y Enseñanza. Costa Rica. 81 p.
- González, N. 2001. Ajuste y validación de modelos para estimar biomasa y crecimiento de biomasa en plantaciones forestales del estado de Durango. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 73 p.
- Guerrero L. 2013. Cuantificación de biomasa, carbono y producción de oxígeno de *Pinus cembroides* Zucc. en Mazapil, Zacatecas, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 33 p.
- Hughes, F., B. Kauffman y V. Jaramillo. 1999. "Biomass, Carbon, and Nutrient Dynamics of Secondary Forests in a humid Tropical Region of Mexico." *Ecology* 80(6): 1892-1907.
- INEGI 1900. Censo General de la República 1900, Dirección General de Estadística, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv1900/default.aspx>
- \_\_\_\_\_. 1993. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, serie II. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 77 p.
- \_\_\_\_\_. 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 74 p.
- \_\_\_\_\_. 2010. Censo General de Población y Vivienda 2010, Dirección General de Estadística, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

- \_\_\_\_\_. 2012. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie IV. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 126 p.
- \_\_\_\_\_. 2013. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Cuentas económicas y ecológicas de México 2003-2011, año base 2008. México.
- \_\_\_\_\_. 2015. Guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie V. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. 195 p.
- Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero 1990 a 2006 en la Categoría de Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra. Instituto Nacional de Ecología.
- IPCC 2000. Resumen para responsabilidades de políticas, Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. ISBN:92-9169-414-2.
- \_\_\_\_\_. 2005. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura Guía de Buenas Prácticas. ISBN 92-9169-317-0. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf/spanish/full.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2006. Guía para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 4. Agricultura, Forestal y Otros Usos de la Tierra. <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>
- \_\_\_\_\_. 2006. Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS. Capítulo 4. Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del protocolo de Kyoto. p. 11.
- \_\_\_\_\_. 2003. Intergovernmental Panel on Climate Change. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Edited by Jim Penman, Michael Gytarsky, Taka Hiraishi, Thelma Krug, Dina Kruger, Riitta Pipatti, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara, Kiyoto Tanabe and Fabian Wagner. Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
- Jiménez E. 2013. Ecuaciones Alométricas para Estimación de Biomasa Aérea en *Prosopis laevigata* Willd. y *Pinus pinceana* Gordon. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 35 p.
- Jiménez, C. 2010. Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en la parte aérea de *Pinus hartwegii* Lindl., en el Parque Nacional Izta-Popo. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 55 p.
- Jong et al. 2009. México, Cuarta Comunicación Nacional ante la convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. SEMARNAT.
- Juárez, B. 2008. Uso de ecuaciones alométricas para estimar de biomasa y carbono de *Alnus jorullensis* H. B. K. spp. *jurullensis* en bosques mezclados de Tequexquahuac, Texcoco, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 63 p.
- Krasilnikov P.V., García-Calderón N.E., Ibáñez-Huerta A., Bazán-Mateos M., Hernández-Santana J.R. 2011. "Soilsclapes in the dynamic tropical environments: the case of Sierra Madre del Sur." *Geomorphology* 135: 262-270.
- Lefsky, M., D. Harding, W. B. Cohen, G. Parker y h. Shugart. 1999. "Surface lidar remote sensing of basal area and biomass in deciduous forests of Eastern Maryland, USA." *Remote Sensing of Environment* 67: 83-98.
- León, J., R. Domínguez y S. Díaz. 2005. "Evaluación del peso del leño a partir de variables dimensionales en dos especies de mezquite *Prosopis aticulata* S. Watson y *P. palmeri* S. Watson, en Baja California Sur, México." *Acta Botánica Mexicana* 72: 17-32.
- Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental. (D.O.F. 11-06-2002 última reforma D.O.F. 8-06-2012).
- Ley General de Cambio Climático. (D.O.F. 06-06-2012).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (D.O.F. 25-02-2003, última reforma D.O.F. 07-06-2013). [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259\\_260315.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/259_260315.pdf)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (D.O.F. 28-01-1988, última reforma D.O.F. 05-11-2013).
- Ludwig, J., J. Reynolds y P. Whitson. 1975. ...Size-biomass relationships of several Chihuahuan Desert Shrubs." *American Midland Naturalist* 94(2): 451-461.
- Manzano, F. 2010. Crecimiento, periodicidad y biomasa de *Zanthoxylum kellermanii* P. Wilson en una selva perennifolia del norte de Oaxaca. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 85 p.
- Martínez-Yrizar, A., J. Sarukhan, A. Pérez-Jiménez, E. Rincón, J. Maass, A. Solís-Magallanes, L. Cervantes. 1992. "Above-Ground Phytomass of a Tropical Deciduous Forest on the Coast of Jalisco, Mexico." *Journal of Tropical Ecology* 8 (1): 87-96.
- Mc Vaugh R. 1992. "Gymnosperms and Pteridophytes." En: Anderson W.R. (Ed.) *Flora Novo-Galiciana*. Vol. 17, pp. 1-467, The University of Michigan Press, Ann Harbor.
- MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Current state and trends. MEA. Island Press. Washington, D.C.



- Méndez, J., A. Santos, J. Nájera y V. González. 2006. "Modelos para estimar volumen y biomasa de árboles individuales de *Prosopis glandulosa*, var. *Torreyana* en el ejido Jesús González Ortega No.1, Municipio de Mexicali, B.C." *Agrofaz* 6(2): 225-239.
- \_\_\_\_\_. L. Luckie, M. Capó y J. Nájera. 2011. "Ecuaciones alométricas y estimación de incrementos en biomasa aérea y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México." *Agrociencia* 45: 479-491.
- \_\_\_\_\_. O. Turlan, J. Ríos y J. Nájera. 2012. "Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea de *Prosopis laevigata*" (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 3 (13): 57-72.
- Mequeas Gonzáles Zárate 2008, Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en la regeneración natural de, *Pinus Maximinoi* H.E. Moore, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai* Mtz. y *Quercus sp.*
- Meraz, J., F. Rojas-García, J. Galarza, J. Torres, J. Luna, A. Ponce y J. Romo. 2013. Utilización de ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa y carbono en huertos de guayabo. Memorias IV Congreso Mexicano de Ecología. Villahermosa, Tabasco. pp. 223.
- Mickel, J.T. 1992. Pteridophytes. En: W.M. Anderson (Ed.). *Flora Novo-Galiciana, Gymnosperms*, 17. The University of Michigan Herbarium. Ann. Arbor, pp. 120-467.
- \_\_\_\_\_. and J.M. Beitel, 1988. "Pteridophyte flora of Oaxaca, Mexico." *Memoirs of the New York Botanical Garden* 46: 1-568.
- Miranda F. y E. Hernández. 1963. "Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación." *Bol. Soc. Bot. Mex.* 29-179.
- Monroy C. y J. Nívar. 2004. "Ecuaciones de aditividad para estimar componentes de biomasa de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., en Veracruz, México." *Madera y Bosques* 10(2): 29-43.
- Montes de Oca, E.; P. García, J. Nájera y J. Méndez. 2009. "Ajuste de ecuaciones de biomasa para *Pinus durangensis* (Martínez M.) en la región de El Salto, Durango." *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 65-71.
- Mora, E. 2010. Carbono almacenado en la fitomasa aérea en una plantación de *Pinus greggii* Engelm. En Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 65 p.
- Moreno, N. 2010. Estimación de captura de carbono en bosques comunales de *Pinus hartwegii* Lindl. En la zona de Amecameca, Estado de México. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 36 p.
- Morfín-Ríos, J.E., E.J. Jardel P., E. Alvarado C., y J.M. Michel-Fuentes. 2012. Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Návar J., E. Méndez, A. Nájera, J. Graciano, V. Dale y B. Parresol. 2004. "Biomass equations for shrub species of Tamaulipas thornscrub of northeastern Mexico." *Journal of Arid Environment* 59: 657-674.
- \_\_\_\_\_. 2009. "Allometric equations and expansion factors for tropical dry forest trees of eastern Sinaloa, Mexico." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10: 45-52.
- \_\_\_\_\_. 2009. "Allometric equations for tree species and carbon stocks for forests of northwestern Mexico." *Forest Ecology and Management* 257:427-434.
- \_\_\_\_\_. 2010. "Alometría para biomasa en especies arbóreas del noroeste de México." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (12): 507-519.
- \_\_\_\_\_. 2010. "Los bosques templados del estado de Nuevo León: el manejo sustentable para bienes y servicios ambientales." *Madera y Bosques* 16 (1):51-69.
- \_\_\_\_\_. J. Nájera y E. Jurado. 2001. "Preliminary estimates of biomass growth in the Tamaulipan thornscrub in north-eastern Mexico." *Journal of Arid Environments* 47: 281-290.
- \_\_\_\_\_. N. González, J. Graciano, V. Dale y B. Parresol. 2004. "Additive biomass equations for pine species of forest plantations of Durango, Mexico." *Madera y Bosques* 10(2):17-28.
- Northup, B., S. Zitzerb, S. Archerc, C. McMurtryc y T. Boutton. 2005. "Above-ground biomass and carbon and nitrogen content of woodyspecies in a subtropical thornscrub parkland." *Journal of Arid Environments* 62: 23-43.
- Pacheco, F., A. Aldrete, A. Gómez, A. Fierros, V. Cetina y H. Vaquera. 2007. "Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de una plantación joven de *Pinus greggii* Engelm." *Revista Fitotecnia Mexicana* 30(3): 251-254.
- Pacheco, G. 2011. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea por compartimentos en reforestaciones de *Pinus patula* Schl. et Cham., en Xiacuí, Ixtlán, Oaxaca. Tesis Profesional. Universidad de la Sierra Juárez. México. 58 p.
- Palma, A. 2011. Estimación de biomasa y carbono de *Pinus pseudostrobus* en San José del Rincón, Estado de México. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 58 p.
- Pimienta, D., G. Domínguez, O. Aguirre, F. Hernández y J. Jiménez. 2007. "Estimación de biomasa y contenido de

- carbono de *Pinus cooperi* Blanco, en Pueblo Nuevo, Durango." *Madera y Bosques* 13(1): 35-46.
- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (aprobado por Decreto publicado el 20 de mayo de 2013).
- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático (Kyoto, Japón, 11 de diciembre de 1997. Publicación Aprobación en el D.O.F.: 1 de septiembre del año 2000. Entrada en vigor para México: 16 de febrero del 2005).
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. (D.O.F. 21-02-2005).
- Regresiones de Diámetro Basal creadas a partir de los datos de las submuestras del INFYS para los estratos del INEGI.
- Rodríguez R. 2007. Capacidad de almacenamiento de carbono contenido en tres ecosistemas de la Reserva de la Biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 95 p.
- \_\_\_\_\_. J. Jiménez, J. Meza, O. Aguirre y R. Razo. 2008. "Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México." *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 4 (2): 215-222.
- \_\_\_\_\_. J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño y E. Treviño. 2006. "Estimación de carbono almacenado de niebla en Tamaulipas, México." *Ciencia UANL* 9(2): 179-188.
- \_\_\_\_\_. J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño y R. Razo. 2009. "Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la Reserva de la Biosfera el Cielo, Tamaulipas, México." *Ra Ximhai* 5 (3): 317-327.
- \_\_\_\_\_. J. Jiménez, O. Aguirre y E. Jurado. 2007. "Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea en especies de encino y pino en Iturbide, N.L." *Ciencia Forestal en México* 32(1): 39-56.
- Rodríguez, G., H. De Los Santos, V. González, A. Aldrete, A. Gómez y A. Fierros. 2012. "Modelos de biomasa aérea y foliar en una plantación de pino de rápido crecimiento en Oaxaca." *Madera y Bosques* 18(1): 25-41.
- Rodríguez, V. 2013. Estimación dasométrica de carbono almacenado en un bosque de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. Et Cham. Del paraje El Cedral del Parque Nacional El Chico Hidalgo. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 100 p.
- Rojas-García, F., P. Martínez-Zurimendi, M. Olguín y B. De Jong. 2009. Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea en México. ECOSUR-CONAFOR. Inédito.
- Rojo, G., J. Jasso, J. Vargas, D. Palma y A. Velázquez. 2005. "Biomasa aérea en plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) en el estado de Oaxaca, México." *Agrociencia* 39: 449-456.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 432 pp.
- Schlamadinger, B., K. Boonpragob, H. Janzen, W. Kurz, R. Lasco y P. Smith. 2003. Métodos complementarios y orientación sobre las buenas prácticas que emanan del Protocolo de Kyoto. Capítulo 4. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 132 p.
- Searle, S.R. 1997. Linear Models. Classic Edition, Wiley, New York.
- Segura, M., M. Kanninen y D. Suárez. 2006. "Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together." *Agroforest Syst* 68: 143-150.
- SEMARNAT 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC). Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). [http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06\\_otras/ENCC.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/06_otras/ENCC.pdf)
- Shmulsky R. and P.D. Jones. 2011 Forest Products and Wood Science. 6<sup>th</sup> Edition. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-0-8138-2074-3.
- Siccama, T., S. Hamburg, M. Arthur, R. Yanai, F. Bormann y G. Likens. 1994. "Corrections to Allometric Equations and Plant Tissue Chemistry for Hubbard Brook Experimental Forest." *Ecology* 75 (1): 246-248.
- Silva F. y J. Navar. 2009. "Estimación de factores de expansión de carbono en comunidades forestales templadas del norte de Durango, México." *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(2): 155-160.
- Simpson, William T. 1993. Specific gravity, moisture content, and density relationship for wood. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-76. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 13 p.
- Smith, T. y K. Whelan. 2006. "Development of allometric relations for three mangrove species in South Florida for use in the Greater Everglades Ecosystem restoration." *Wetlands. Ecology and Management* 14:409-419.
- Stamm, A.J. 1964. Wood and cellulose science. New York: The Ronald Press. 549 p.
- Thomas C.E. and Rennie J.C. 1987. "Combining Inventory Data form Improved Estimates of Forest Resources." *Southern Journal of Applied Forestry*. 11(3): 168-171
- \_\_\_\_\_. 2013. Estimación de biomasa y carbono mediante ecuaciones alométricas en *Quercus laurina* Humb. y

- Quercus rugosa* Née en predios bajo manejo del ejido San Pablo Ixayoc, Estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 54 p.
- Valencia, M.S. y J. Vargas. 1997. "Método empírico para estimar la densidad básica en muestras pequeñas de madera." *Madera y Bosques* 3(1): 81-87.
- Van Wagner C.E. 1982. Practical aspects of the line intersect method. Information Report PI-X-12. Petawawa National Forestry Institute. Canadian Forest Service. Chalk River, Ontario, Canada. p. 11.
- Velasco Bautista E., H. Ramírez M., F. Moreno S., A. de la Rosa V. 2003. "Estimadores de razón para el Inventario Nacional Forestal de México." *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Vol. 28, No. 94.
- Victoria-Hernández, A., Niño-Alcocer, M., Rodríguez-Ávalos J. A. y J. A. Argumedo-Espinoza. 2011. Generación de Información de Uso del Suelo y Vegetación y Convenios a escala 1:50 000. INEGI, Aguascalientes, México. 14 p.
- Vigil, N. 2010. Estimación de biomasa y contenido de carbono en *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl. en el campo forestal experimental "Las Cruces", Texcoco, México. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. 61 p.
- Villaseñor J. L. y Ortiz E. 2004. "Los géneros de plantas vasculares de la flora de México." *Boletín de la Sociedad Botánica de México* No. 75. pp. 105-135.
- Williamson G.B. and Wiemann M.C. 2010. "Measuring wood specific gravity ... Correctly." *American Journal of Botany* 97(3): 519-524.
- Zanne, A.E., López-González, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., Chave, J. & Lopez-Gonzalez, G. 2009. Global Wood Density database. <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235.file/185047/>

# Anexo F: Metodologías para la estimación del carbono negro

## [1] Energía

### [1A] Actividades de quema de combustible

#### [1A1] Industrias de la energía

##### [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor

###### Elección del método

Para esta fuente, las emisiones de carbono negro (CN) se estimaron utilizando un método nivel 1, a partir de los datos de actividad, los factores de emi-

sión (FE) para  $PM_{2.5}$  y los porcentajes (*shares*) de CN/ $PM_{2.5}$  para cada combustible, de acuerdo con las **Ecuaciones 1 y 2**.

###### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión y los porcentajes de CN/ $PM_{2.5}$  (**Tabla 1**) se tomaron del primer *Informe Bienal de Actualización* (IBA 1)<sup>1</sup> (INECC 2015).

<sup>1</sup> En algunas citas y fuentes se hace referencia al *Informe Bienal de Actualización* como BUR, por *Biennial Update Report*.

#### Ecuación 1: total de emisiones $PM_{2.5}$ procedentes de la combustión

$$Emisiones_{PM_{2.5}} = \sum C_{comb_i} \times FE_{PM_{2.5} comb_i}$$

Donde:

$Emisiones_{PM_{2.5}}$  = emisiones de  $PM_{2.5}$  (kg).

$C_{comb_i}$  = consumo de combustible<sub>i</sub> = cantidad de combustible<sub>i</sub> quemado (ton, m<sup>3</sup>).

$FE_{PM_{2.5} comb_i}$  = factor de emisión de  $PM_{2.5}$  por tipo de combustible<sub>i</sub> (kg  $PM_{2.5}$  / ton, m<sup>3</sup>).

#### Ecuación 2: total de emisiones de carbono negro procedentes de la combustión

$$Emisiones_{CN} = \sum Emisiones_{PM_{2.5}} \times SH_i$$

Donde:

$Emisiones_{CN}$  = emisiones de carbono negro (kg).

$Emisiones_{PM_{2.5}}$  = emisiones de  $PM_{2.5}$  (kg).

$SH_i$  = share<sub>i</sub> = porcentaje de relación de CN/ $PM_{2.5}$  por tipo de combustible<sub>i</sub>.

**Tabla 1. Factores de emisión de CN [1A1a]**  
**Actividad principal producción de electricidad y calor**

Combustible	Unidades	FE PM <sub>2.5</sub>	CN/PM <sub>2.5</sub>
Carbón bituminoso	kg/ton	0.29	14%
Combustóleo ligero	kg/m <sup>3</sup>	3.48	20%
Diésel	kg/m <sup>3</sup>	0.23	20%
Gas natural	kg/m <sup>3</sup>	0.000122	20%

Fuente: IBA (INECC 2015).

Los valores de carbono negro se tomaron de los perfiles de especiación de la Junta de Recursos del Aire de California.<sup>2</sup>

**[1A1b] Refinación de petróleo y [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía**

Como dato de actividad se tomó el consumo de los diferentes combustibles utilizados por el sector en forma global de 1990 a 2015, registrado como *consumo propio* en el balance por producto del Balance Nacional de Energía, emitido por la Secretaría de Energía (SENER).

La estimación de las emisiones de carbono negro se realizó considerando que éste se emite como parte de la fracción sólida del material particulado PM<sub>2.5</sub>, por lo que su contribución se estimó a partir de un porcentaje de estas partículas. En consecuencia, el primer paso fue calcular la emisión de esas partículas para cada uno de los combustibles, mediante los factores de emisión que se muestran en la **Tabla 2**.

**Tabla 2. Factores de emisión**

Combustible	(tCO <sub>2</sub> /TJ)	PM <sub>2.5</sub> (kg/TJ)	CN
Gas licuado de petróleo (GLP)	65.083	2.77	7%
Gasolinas	73.791	7.38	15%
Querosenos	71.900	6.59	20%
Diésel	72.851	6.51	20%
Combustóleo	79.450	89.24	20%
Gas natural	57.756	3.09	20%

Fuente: IBA1 (INECC, SEMARNAT, 2015).

Posteriormente la estimación de CN se realizó a partir de un porcentaje de las partículas PM de acuerdo con los perfiles de especiación de la Junta de Recursos del Aire de California (CARB, California Air Resources Board).<sup>3</sup>

**[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción**

**Elección del método**

Las emisiones de CN para esta subcategoría se estimaron utilizando un metodo nivel 1, a partir de los datos de actividad de los factores de emisión para PM<sub>2.5</sub> y de los porcentajes de relación (*shares*) de CN/PM<sub>2.5</sub> para la industria, de acuerdo con las **Ecuaciones 1 y 2** de esta sección.

**Elección de los factores de emisión**

Los factores de emisión utilizados para la industria de la manufactura y de la construcción se muestran en la **Tabla 3**, y el porcentaje de relación de CN con respecto a PM<sub>2.5</sub>, en la **Tabla 4**.

<sup>2</sup> Speciation Profiles Used in ARB Modeling. California Air Resources Board (CARB). *California's black carbon emission inventory*, April, 2016.

<sup>3</sup> <https://ww2.arb.ca.gov/>

**Tabla 3. Factores de emisión PM<sub>2.5</sub> para la industria de la manufactura y la construcción**

Combustible	PM <sub>2.5</sub> (kg/TJ)
Coque carbón	36.76
Carbón	14.77
Coque petróleo	36.76
GLP	2.77
Diésel	6.57
Combustóleo	87.84
Gas seco	3.21
Bagazo	939.76

Fuente: (INECC 2015).

**Tabla 4. Porcentaje de relación entre carbono negro y PM<sub>2.5</sub>**

Sector	CN/PM <sub>2.5</sub>	Dato de actividad
Industria	3%	Industria cementera <sup>1</sup>
	5%	Industria de caleras, siderúrgica, química <sup>1</sup>
	30%	Combustión de bagazo <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Atmospheric Brown Clouds (ABC), Emission Inventory Manual.

Fuente: Atmospheric Brown Clouds (ABC), Emission Inventory Manual.

Para el bagazo de caña se utilizó la información de las estadísticas de la Unión Nacional de Cañeros A.C. de 2005 a 2015 (**Tabla 5**). Para estimar la serie histórica 1990 a 2004 se utilizó el método de empalme con lo estimado 2005 a 2015 y las estadísticas de bagazo de caña del SIE de SENER para el periodo faltante (**Tabla 6**).

Para el bagazo de caña se utilizó el valor 6.63 kg/ton como factor de emisión de PM<sub>2.5</sub>, tomado del utilizado en el *Primer Informe Bienal de Actualización* (INECC 2015).

**Tabla 5. Consumo de energía de bagazo de caña de la industria azucarera**

Año	Bagazo de caña ton/año
2005	14,358,888
2006	13,507,500
2007	13,995,318
2008	13,972,890
2009	12,516,013
2010	12,584,845
2011	12,799,692
2012	13,453,852
2013	17,526,655
2014	15,430,874
2015	15,128,652
2016	15,263,750

Fuente: Unión Nacional de Cañeros A.C. 2017.

**Tabla 6. Consumo de energía de bagazo de caña de SENER**

Año	PJ
1990	81.6696
1991	89.7547
1992	83.3972
1993	91.6822
1994	76.0775
1995	89.3026
1996	88.6326
1997	97.5354
1998	100.375
1999	92.9959
2000	89.0103
2001	94.024
2002	89.6425
2003	90.4052
2004	93.0813

Fuente: SIE/SENER Balance por producto.

## [1A3] Transporte

### Elección del método

Las emisiones de CN para el sector transporte se estimaron utilizando un método nivel 1, a partir de los datos de actividad, de los factores de emisión para  $PM_{2.5}$  y de los porcentajes (*shares*) de  $PM_{2.5}$  y CN para cada combustible, de acuerdo a las **Ecuaciones 1 y 2** de esta sección.

### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión de  $PM_{2.5}$  y los porcentaje de CN se tomaron del IBA (INECC 2015).

## [1A3a] Aviación civil

Tabla 7. Factores de emisión de CN para [1A3a] Aviación civil

Combustibles	$PM_{2.5}$ (kg/TJ)	CN/ $PM_{2.5}$
Gasolinas y naftas	7.38	0.15
Querosenos	6.85	0.15
Diésel	6.51	0.264
Gas licuado	2.97	0.252
Gas seco	3.09	0.141
Combustóleo	89.24	0.264

Fuente: IBA1 (INECC 2015).

## [1A3b] Transporte terrestre

Tabla 8. Factores de emisión de CN para [1A3b] Transporte terrestre

Combustible	Catalizador	Año	$PM_{2.5}$ (kg/TJ)	CN/ $PM_{2.5}$
Gasolinas y naftas	Sin controlar	1990 y anteriores	7.38	0.15
Gasolinas y naftas	Catalizador dos vías	1991 a 1993	7.38	0.15
Gasolina	Catalizador tres vías	1994 y posteriores	7.38	0.15
Diésel autotransporte	Todos	Todos	74.25	0.69
Diésel agropecuario	Todos	Todos	193.28	0.6
Gas seco	Todos	Todos	3.09	0.141
Gas licuado	Todos	Todos	2.97	0.252

Fuente: IBA1 (INECC 2015).

## [1A3c] Ferrocarriles

Tabla 9. Factores de emisión de CN para [1A3c] Ferrocarriles

Combustible	$PM_{2.5}$ (kg/TJ)	CN/ $PM_{2.5}$
Diésel	6.51	0.264

Fuente: IBA1 (INECC 2015).

## [1A3d] Navegación marítima y fluvial

Tabla 10. Factores de emisión de CN para [1A3d] Navegación marítima y fluvial

Combustible	$PM_{2.5}$ (kg/TJ)	CN/ $PM_{2.5}$
Diésel	6.51	0.264
Combustóleo	89.24	0.264

Fuente: IBA1 (INECC 2015).

## [1A4] Otros sectores

### Elección del método

Las emisiones de CN para esta categoría se estimaron con un método de nivel 1, a partir de los datos de actividad, de los factores de emisión para  $PM_{2.5}$  y de los porcentajes (*shares*) de  $PM_{2.5}$  para cada

combustible, de acuerdo a las **Ecuaciones 1 y 2** vistas al comienzo de esta sección.

### Elección de los factores de emisión

Los factores de emisión y los porcentajes de  $PM_{2.5}$  se tomaron del IBA1 (INECC 2015) (**Tabla 11**).

Tabla 11. Factores de emisión y porcentajes de CN/ $PM_{2.5}$  para [1A4] Otros sectores

	FE $PM_{2.5}$ (kg/TJ)	FE $PM_{2.5}$ (Gg/PJ)	Share BC ( $PM_{2.5}$ )
<b>[1A4a] Comercial</b>			
Gas licuado	536.3663	0.5364	7%
Diésel	2.5504	0.0026	20%
Gas seco	0.8014	0.0008	20%
Combustóleo	89.2386	0.0892	20%
<b>[1A4b] Residencial</b>			
Leña	464.5900	0.4646	17%
Gas licuado	536.3663	0.5364	7%
Queroseno	2.4594	0.0025	20%
Gas seco	0.8014	0.0008	20%
<b>[1A4c] Agricultura</b>			
Gas licuado	536.3663	0.5364	7%
Queroseno	2.4594	0.0025	20%
Diésel	2.5504	0.0026	20%

Fuente: FE  $PM_{2.5}$  Haneke, A National Methodology and Emission Inventory for Residential Fuel Combustion.



## [1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles

### [1B2] Petróleo y gas natural y [1B2] Quema en petróleo y gas

El CN es un contaminante de vida corta que se genera solamente como producto de la combustión, por lo que en esta subcategoría se presenta únicamente en los segmentos [1B2aii] y [1B2bii] —quema en antorcha— tanto en petróleo como en gas natural. Para la cuantificación de CN en estas subcategorías, se utilizaron los datos de actividad proporcionados por Petróleos Mexicanos indicados en el Anexo D, para la quema en antorcha en los años 2013-2015, y el resto de los datos para la serie histórica se obtuvo mediante cálculos por superposición parcial utilizando criterios de expertos en el sector.

Para seleccionar el factor de emisión se llevó a cabo una revisión bibliográfica de trabajos de investigación en los que se utilizaron fuentes de emisión publicadas en México. Se encontró que un estudio

de McEwen y Johnson (McEwen, 2012) muestra una relación lineal entre el calor de combustión (esto es, la energía generada por unidad de volumen, que a su vez depende de la composición del combustible, en este caso gas asociado) y el correspondiente factor de emisión de CN, como se propuso en la **Ecuación 3**.

Bajo esa premisa, Kan Huang y Joshua S. Fu (Huang, 2016) recopilaron información de la literatura y establecieron una base global de datos con la composición y calor de combustión del gas asociado en distintas regiones y el valor del factor de emisión calculado con la **Ecuación 3**. Para México se calculó el factor de emisión utilizando la composición y el calor de combustión del gas asociado que se quemó durante el accidente de la plataforma Deep Water Horizon en el Golfo de México. El factor de emisión promedio resultante de la ecuación 3 es 0.65 g/m<sup>3</sup> con un rango de valores de 0.41 a 0.92 g/m<sup>3</sup>.

<b>Ecuación 3</b>	
$FE_{CN_{quemadores}} = 0.0578 HV_{gas\ asociado} - 2.09$ (correlación: $R^2 = 0.85$ )	<p>Donde:</p> <p>FE = factor de emisión.</p> <p>HV = calor de combustión volumétrico.</p>

# Anexo F:

## [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

### [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO<sub>2</sub> de la tierra

#### [3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa

##### [3C1a] Emisiones de quema de biomasa en tierras forestales

Los incendios forestales son un fenómeno que genera emisiones de GEI y compuestos contaminantes como carbono negro.

##### Aspectos metodológicos

Los datos de actividad correspondientes a información sobre los incendios forestales y de praderas, los impactos y la superficie afectada por los mismos en el país, se tomaron del *Reporte de Incendios Forestales* de CONAFOR, con estadísticas nacionales y por entidad federativa. En el registro de 2015 figuran 3,809 incendios que afectaron 88,538 ha; en el de 1995, 7,869 incendios que afectaron 309,087 ha en total.

Los factores de emisión se tomaron del *Inventario Nacional de Emisiones 2008* de SEMARNAT, que provee información sobre factores de emisión para PM<sub>2.5</sub> y CN agrupados en cuatro tipos de vegetación: pastizal, arbolado adulto, renuevo, arbusto y matorral (INEM, 2008) (**Tabla 1**).

Tabla 1. Factores de emisión para CN y PM<sub>2.5</sub> según el tipo de vegetación

Pastizal	Arbolado adulto	Renuevo	Arbusto y matorral
0.135	0.237	0.001	0.066

Fuente: Inventario Nacional de Emisiones 2008, SEMARNAT.

#### [3C1b] Emisiones de quema de biomasa en tierras de cultivo

La quema de residuos agrícolas en los campos de cultivo es una práctica común y una actividad generadora de compuestos contaminantes como carbono negro. En 2015 se emitieron 3.69 Gg; en 1990, las emisiones estimadas en esta categoría fueron 3.09 Gg. En promedio, para el periodo 1995-2015, las emisiones anuales de CN fueron 3.30 Gg.

##### Aspectos metodológicos

Como fuente oficial de información para obtener los datos de actividad correspondientes al país, se empleó la publicada en el *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola* del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para el periodo 1990-2015 (SIAP, 2017).

Se emplearon la clasificación de cultivos y la metodología de cálculo aplicadas en la categoría [3C1b] Emisiones de GEI por quema de biomasa en campos agrícolas, del INEGYCEI 1990-2015 (véase sección correspondiente).

En 1990 se estimó la quema de 7.9 millones de toneladas de materia seca de la biomasa, en los campos agrícolas mexicanos; en 2015, la biomasa quemada en esos campos fue de 10.9 millones de toneladas de materia seca.

Como factores de emisión se emplearon los valores reportados en el estudio comisionado por el INECC a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) (Múgica-Álvarez, 2017).

### **Incertidumbre y consistencia de la serie de tiempo**

En esta subcategoría, "...las estimaciones de la superficie plantada por cada tipo de cultivo de los que normalmente se queman residuos pueden ser muy inciertas [...] Es posible que la fracción de los residuos agrícolas que se quema en el campo sea la variable de mayor incertidumbre".<sup>1</sup> La serie de tiempo es consistente, ya que se cuenta con datos de actividad para el periodo 1990-2015.

### **[3C1c] Emisiones por quema de biomasa en tierras praderas**

Los incendios de praderas son un fenómeno que genera emisiones de GEI y compuestos contaminantes como carbono negro.

### **Aspectos metodológicos**

Los datos de actividad correspondientes a la información sobre incendios forestales y de praderas, los impactos y la superficie afectada por los mismos en el país, se tomaron del *Reporte de Incendios Forestales*, de CONAFOR. Según esa fuente, en 2015 hubo 3,809 incendios que afectaron 88,538 ha, y en 1995 se registraron 7,869 incendios que afectaron 309,087 hectáreas.

Los factores de emisión se tomaron del *Inventario Nacional de Emisiones 2008* de SEMARNAT, que provee información sobre factores de emisión para PM<sub>2.5</sub> y CN agrupados en cuatro tipos de vegetación: pastizal, arbolado adulto, renuevo, arbusto y matorral (INEM, 2008) (**Tabla 12**).

<sup>1</sup> IPCC, 2006, Sección 5.2.4.4, Capítulo 5: Tierras de cultivo. Volumen 4: AFOLU.

## Anexo F: [4] Residuos

### [4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto

#### [4C2] Quema de residuos a cielo abierto

La estimación de las emisiones de carbono negro por la quema de residuos sólidos urbanos se hace directamente mediante el producto aritmético entre

el volumen total de residuos quemados que contengan carbono fósil (papel, cartón, textiles, plásticos y otros tipos de residuos quemados) y el factor de emisión 0.65 kg de CN/ton de residuos quemados (Christian, T., R. Yokelson, B. Cárdenas, L. Molina, 2010).

### Actividades de mejora que podrían implementarse en el cálculo de las emisiones de CN

Para reducir el grado de incertidumbre en los inventarios de CN, es necesario evaluar a todos los sectores con una misma metodología.

A partir de la *Guía de buenas prácticas* del IPCC (IPCC-NGGIP 2000), los datos de actividad se tomaron de los de GEI indirectos al mismo nivel de resolución de fuentes de emisión. Esta aproximación es similar a la seguida por Bond (Bond *et al.*, 2004) y por ello se hizo uso de los factores de emisión compilados por ella. Como buena práctica, cuando se encontraron factores de emisión obtenidos en México y fueron sometidos a evaluación por pares, se

utilizaron estos en lugar de los reportados por Bond. Si alguna categoría de fuente no se halló reportada por Bond, o se tenía mejor resolución en INEGI, se buscó o estimó un factor de emisión utilizando la misma aproximación metodológica que Bond. Si no se encontró un factor de emisión de CN, se usó un factor de emisión de  $PM_{2.5}$  y un cociente  $CN/PM_{2.5}$ , preferentemente del mismo artículo o, de no ser posible, de diferentes artículos para la misma fuente o categoría de fuente por tipo de combustible y de proceso de combustión.



# Anexo G:

## Tablas del IPCC por sector y gas 1990-2015

Tabla 1. 1990

Sector / Categoría / Subcategoría	1990						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>283,838.01</b>	<b>15,737.90</b>	<b>1,897.34</b>				<b>301,473.25</b>	<b>86.73</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	272,153.75	3,428.00	1,897.34				277,479.09	84.90
[1A1] Industrias de la energía	102,462.90	89.50	182.84				102,735.24	13.62
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	50,586.16	101.77	141.64				50,829.57	21.97
[1A3] Transporte	91,445.84	841.50	1,254.49				93,541.83	16.58
[1A4] Otros sectores	27,658.85	2,395.22	318.37				30,372.44	32.73
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	11,684.26	12,309.91					23,994.17	1.83
[1B1] Combustibles sólidos		3,241.64					3,241.64	
[1B2] Petróleo y gas natural	11,684.26	9,068.26					20,752.53	1.83
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>30,263.21</b>	<b>257.95</b>	<b>872.91</b>	<b>760.64</b>	<b>437.73</b>	<b>32.41</b>	<b>32,624.86</b>	
[2A] Industria de los minerales	13,209.09						13,209.09	
[2A1] Producción de cemento	10,735.74						10,735.74	
[2A2] Producción de cal	2,166.68						2,166.68	
[2A3] Producción de vidrio	306.66						306.66	
[2B] Industria química	6,999.00	257.95	872.91	760.64			8,890.50	
[2B1] Producción de amoníaco	4,593.20						4,593.20	
[2B2] Producción de ácido nítrico			703.58				703.58	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			169.34				169.34	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	87.83						87.83	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	60.72						60.72	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,257.25	257.95					2,515.21	
[2B9] Producción fluoroquímica				760.64			760.64	
[2C] Industria de los metales	9,764.17				437.73		10,201.91	
[2C1] Producción de hierro y acero	8,666.78						8,666.78	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	341.19						341.19	
[2C3] Producción de aluminio	104.23				437.73			

Tabla 1. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1990						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	97.30						97.30	
[2C6] Producción de zinc	554.68						554.68	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	290.95						290.95	
[2D1] Uso de lubricantes	235.88						235.88	
[2D2] Uso de la cera de parafina	55.08						55.08	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						32.41	32.41	
[2G1] Equipos eléctricos						32.41	32.41	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,799.10</b>	<b>64,612.48</b>	<b>33,013.76</b>				<b>-50,172.86</b>	<b>3.09</b>
[3A] Ganado		63,787.83	2,706.35				66,494.18	
[3A1] Fermentación entérica		52,743.70					52,743.70	
[3A2] Gestión de estiércol		11,044.14	2,706.35				13,750.48	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	467.12	824.65	30,307.41				31,599.18	3.09
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		486.69	147.71				634.40	3.09
[3C3] Aplicación de urea	436.19						436.19	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			23,347.01				23,347.01	

Tabla 1. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1990						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			6,289.93				6,289.93	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			522.77				522.77	
[3C7] Cultivo de arroz		337.96					337.96	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>463.45</b>	<b>10,794.04</b>	<b>1,292.61</b>				<b>12,550.11</b>	<b>1.56</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		129.67					129.67	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		129.67					129.67	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos								
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos								
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos								
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	463.45	923.46	201.69				1,588.60	1.56
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos								
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	463.45	923.46	201.69				1,588.60	1.56
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		9,740.91	1,090.92				10,831.83	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,280.63	1,090.92				5,371.55	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		5,460.28					5,460.28	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>315,031.80</b>	<b>91,402.38</b>	<b>37,076.62</b>	<b>760.64</b>	<b>437.73</b>	<b>32.41</b>	<b>444,741.57</b>	<b>91.38</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>166,765.58</b>	<b>91,402.38</b>	<b>37,076.62</b>	<b>760.64</b>	<b>437.73</b>	<b>32.41</b>	<b>296,475.36</b>	<b>91.38</b>
Bunkers	2,052.94	0.40	14.98				2,068.32	
Aviación internacional	2,052.94	0.40	14.98				2,068.32	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	35,955.86						35,955.86	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.







Tabla 2. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1991						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[4] Residuos</b>	<b>475.05</b>	<b>11,957.00</b>	<b>1,334.40</b>				<b>13,766.45</b>	<b>1.60</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		568.50					568.50	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		550.07					550.07	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		17.27					17.27	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1.16					1.16	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		0.32	0.23				0.55	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	475.05	946.53	206.73				1,628.31	1.60
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos								
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	475.05	946.53	206.73				1,628.31	1.60
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		10,441.65	1,127.44				11,569.09	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,291.80	1,127.44				5,419.24	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		6,149.85					6,149.85	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>324,010.53</b>	<b>90,952.39</b>	<b>37,030.27</b>	<b>882.87</b>	<b>320.77</b>	<b>35.04</b>	<b>453,231.87</b>	<b>95.68</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>175,744.31</b>	<b>90,952.39</b>	<b>37,030.27</b>	<b>882.87</b>	<b>320.77</b>	<b>35.04</b>	<b>304,965.65</b>	<b>95.68</b>
Bunkers	1,967.32	0.38	14.36				1,982.06	
Aviación internacional	1,967.32	0.38	14.36				1,982.06	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	37,336.47						37,336.47	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 3. 1992

Sector / Categoría / Subcategoría	1992						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>295,572.88</b>	<b>15,423.53</b>	<b>3,132.22</b>				<b>314,128.63</b>	<b>90.69</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	283,725.35	3,413.12	3,132.22				290,270.69	88.83
[1A1] Industrias de la energía	104,125.05	89.65	183.72				104,398.42	13.08
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	50,462.95	104.74	144.32				50,712.00	23.11
[1A3] Transporte	98,415.05	710.46	2,470.80				101,596.31	17.34
[1A4] Otros sectores	30,722.29	2,508.27	333.39				33,563.95	35.30

Tabla 3. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1992						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	11,847.54	12,010.41					23,857.94	1.86
[1B1] Combustibles sólidos		2,616.82					2,616.82	
[1B2] Petróleo y gas natural	11,847.54	9,393.59					21,241.13	1.86
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>30,333.76</b>	<b>277.78</b>	<b>617.14</b>	<b>566.39</b>	<b>283.56</b>	<b>39.57</b>	<b>32,118.21</b>	
[2A] Industria de los minerales	14,316.34						14,316.34	
[2A1] Producción de cemento	11,751.45						11,751.45	
[2A2] Producción de cal	2,234.58						2,234.58	
[2A3] Producción de vidrio	330.31						330.31	
[2B] Industria química	7,170.22	277.78	617.14	566.39			8,631.54	
[2B1] Producción de amoníaco	4,672.71						4,672.71	
[2B2] Producción de ácido nítrico			435.98				435.98	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			181.17				181.17	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	95.95						95.95	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	60.72						60.72	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,340.84	277.78					2,618.63	
[2B9] Producción fluoroquímica				566.39			566.39	
[2C] Industria de los metales	8,537.51				283.56		8,821.07	
[2C1] Producción de hierro y acero	7,622.76						7,622.76	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	252.65						252.65	
[2C3] Producción de aluminio	67.52				283.56			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	88.20						88.20	
[2C6] Producción de zinc	506.38						506.38	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	309.69						309.69	
[2D1] Uso de lubricantes	257.68						257.68	
[2D2] Uso de la cera de parafina	52.01						52.01	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						39.57	39.57	

Tabla 3. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1992						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G1] Equipos eléctricos						39.57	39.57	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,819.45</b>	<b>61,720.18</b>	<b>31,642.85</b>				<b>-54,456.43</b>	<b>3.03</b>
[3A] Ganado		60,869.99	2,907.88				63,777.87	
[3A1] Fermentación entérica		50,822.63					50,822.63	
[3A2] Gestión de estiércol		10,047.36	2,907.88				12,955.23	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	446.77	850.19	28,734.97				30,031.92	3.03
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		524.85	159.24				684.09	3.03
[3C3] Aplicación de urea	415.07						415.07	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,075.60				22,075.60	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,948.84				5,948.84	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			551.29				551.29	
[3C7] Cultivo de arroz		325.34					325.34	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>487.04</b>	<b>13,226.78</b>	<b>1,362.87</b>				<b>15,076.69</b>	<b>1.64</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		1,080.20					1,080.20	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		1,044.63					1,044.63	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		33.30					33.30	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		2.27					2.27	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		0.32	0.23				0.55	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	487.04	970.46	211.96				1,669.46	1.64

Tabla 3. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1992						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos								
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	487.04	970.46	211.96				1,669.46	1.64
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		11,175.80	1,150.68				12,326.48	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,294.98	1,150.68				5,445.66	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		6,880.82					6,880.82	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>326,840.44</b>	<b>90,648.27</b>	<b>36,755.08</b>	<b>566.39</b>	<b>283.56</b>	<b>39.57</b>	<b>455,133.32</b>	<b>95.36</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>178,574.23</b>	<b>90,648.27</b>	<b>36,755.08</b>	<b>566.39</b>	<b>283.56</b>	<b>39.57</b>	<b>306,867.10</b>	<b>95.36</b>
Bunkers	2,069.07	0.40	15.10				2,084.57	
Aviación internacional	2,069.07	0.40	15.10				2,084.57	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	37,725.69						37,725.69	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del inventario.

Tabla 4. 1993

Sector / Categoría / Subcategoría	1993						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>296,829.47</b>	<b>15,677.38</b>	<b>3,180.01</b>				<b>315,686.87</b>	<b>93.64</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	283,302.83	3,328.86	3,180.01				289,811.70	91.24
[1A1] Industrias de la energía	102,121.17	85.94	184.21				102,391.32	13.10
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	51,635.30	113.73	157.30				51,906.32	25.70
[1A3] Transporte	100,679.89	723.71	2,522.37				103,925.98	17.92
[1A4] Otros sectores	28,866.47	2,405.48	316.14				31,588.08	34.52
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	13,526.64	12,348.53					25,875.17	2.40
[1B1] Combustibles sólidos		3,106.29					3,106.29	
[1B2] Petróleo y gas natural	13,526.64	9,242.24					22,768.88	2.40
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>30,117.61</b>	<b>246.02</b>	<b>695.18</b>	<b>869.86</b>	<b>173.18</b>	<b>43.48</b>	<b>32,145.34</b>	
[2A] Industria de los minerales	15,006.67						15,006.67	
[2A1] Producción de cemento	12,388.91						12,388.91	
[2A2] Producción de cal	2,275.62						2,275.62	
[2A3] Producción de vidrio	342.13						342.13	
[2B] Industria química	5,962.03	246.02	695.18	869.86			7,773.09	
[2B1] Producción de amoníaco	3,729.91						3,729.91	

Tabla 4. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1993						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B2] Producción de ácido nítrico			543.78				543.78	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			151.40				151.40	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	109.34						109.34	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	60.72						60.72	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,062.06	246.02					2,308.08	
[2B9] Producción fluoroquímica				869.86			869.86	
[2C] Industria de los metales	8,889.80				173.18		9,062.98	
[2C1] Producción de hierro y acero	7,993.35						7,993.35	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	242.68						242.68	
[2C3] Producción de aluminio	41.24				173.18			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	79.85						79.85	
[2C6] Producción de zinc	532.68						532.68	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	259.11						259.11	
[2D1] Uso de lubricantes	211.94						211.94	
[2D2] Uso de la cera de parafina	47.18						47.18	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						43.48	43.48	
[2G1] Equipos eléctricos						43.48	43.48	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,852.56</b>	<b>62,318.28</b>	<b>31,409.07</b>				<b>-54,125.20</b>	<b>2.99</b>
[3A] Ganado		61,635.43	2,988.08				64,623.50	
[3A1] Fermentación entérica		49,835.38					49,835.38	

Tabla 4. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1993						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A2] Gestión de estiércol		11,800.05	2,988.08				14,788.12	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	413.66	682.86	28,421.00				29,517.51	2.99
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		502.67	152.08				654.74	2.99
[3C3] Aplicación de urea	381.33						381.33	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,882.25				21,882.25	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,815.71				5,815.71	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			570.96				570.96	
[3C7] Cultivo de arroz		180.19					180.19	
[3D1] Productos de madera recolectada							0.00	
<b>[4] Residuos</b>	<b>499.52</b>	<b>14,634.03</b>	<b>1,391.96</b>				<b>16,525.51</b>	<b>1.64</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		1,571.25					1,571.25	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		1,519.62					1,519.62	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		48.27					48.27	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		3.36					3.36	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		0.32	0.23				0.55	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	499.52	995.35	217.39				1,712.26	1.64
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos								
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	499.52	995.35	217.39				1,712.26	1.64
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		12,067.11	1,174.34				13,241.45	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,294.25	1,174.34				5,468.59	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		7,772.86					7,772.86	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>327,860.26</b>	<b>92,875.72</b>	<b>36,676.22</b>	<b>869.86</b>	<b>173.18</b>	<b>43.48</b>	<b>458,498.73</b>	<b>98.27</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>179,594.05</b>	<b>92,875.72</b>	<b>36,676.22</b>	<b>869.86</b>	<b>173.18</b>	<b>43.48</b>	<b>310,232.51</b>	<b>98.27</b>



Tabla 4. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1993						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
Bunkers	2,047.31	0.39	14.94				2,062.65	
Aviación internacional	2,047.31	0.39	14.94				2,062.65	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	37,424.85						37,424.85	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 5. 1994

Sector / Categoría / Subcategoría	1994						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>315,530.23</b>	<b>15,266.88</b>	<b>2,719.47</b>				<b>333,516.57</b>	<b>92.45</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	301,957.49	2,785.96	2,719.47				307,462.92	90.12
[1A1] Industrias de la energía	116,869.29	99.24	216.95				117,185.49	15.60
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	52,223.81	102.22	142.91				52,468.94	21.83
[1A3] Transporte	105,485.39	175.99	2,043.65				107,705.02	18.80
[1A4] Otros sectores	27,379.00	2,408.51	315.95				30,103.47	33.90
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	13,572.73	12,480.92					26,053.65	2.33
[1B1] Combustibles sólidos		3,299.19					3,299.19	
[1B2] Petróleo y gas natural	13,572.73	9,181.73					22,754.46	2.33
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>32,919.27</b>	<b>248.22</b>	<b>762.64</b>	<b>695.28</b>		<b>46.81</b>	<b>34,672.22</b>	
[2A] Industria de los minerales	16,508.01						16,508.01	
[2A1] Producción de cemento	13,835.62						13,835.62	
[2A2] Producción de cal	2,316.71						2,316.71	
[2A3] Producción de vidrio	355.68						355.68	
[2B] Industria química	6,622.09	248.22	762.64	695.28			8,328.23	
[2B1] Producción de amoníaco	4,306.50						4,306.50	
[2B2] Producción de ácido nítrico			595.30				595.30	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			167.34				167.34	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	131.03						131.03	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	60.72						60.72	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,123.83	248.22					2,372.05	
[2B9] Producción fluoroquímica				695.28			695.28	
[2C] Industria de los metales	9,526.59						9,526.59	

Tabla 5. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1994						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2C1] Producción de hierro y acero	8,528.41						8,528.41	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	253.11						253.11	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	88.57						88.57	
[2C6] Producción de zinc	656.50						656.50	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	262.59						262.59	
[2D1] Uso de lubricantes	216.70						216.70	
[2D2] Uso de la cera de parafina	45.89						45.89	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						46.81	46.81	
[2G1] Equipos eléctricos						46.81	46.81	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,832.06</b>	<b>64,086.37</b>	<b>32,083.93</b>				<b>-51,661.76</b>	<b>3.00</b>
[3A] Ganado		63,319.61	3,164.31				66,483.92	
[3A1] Fermentación entérica		51,603.20					51,603.20	
[3A2] Gestión de estiércol		11,716.41	3,164.31				14,880.72	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	434.15	766.76	28,919.61				30,120.53	3.00

Tabla 5. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1994						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		498.48	151.47				649.95	3.00
[3C3] Aplicación de urea	401.21						401.21	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,295.24				22,295.24	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,877.34				5,877.34	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			595.57				595.57	
[3C7] Cultivo de arroz		268.28					268.28	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>512.68</b>	<b>15,926.27</b>	<b>1,489.32</b>				<b>17,928.26</b>	<b>1.73</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		2,044.83					2,044.83	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (reellenos sanitarios)		1,976.17					1,976.17	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		62.31					62.31	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		6.35					6.35	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.78				163.28	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	512.68	1,021.27	223.05				1,757.00	1.73
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	512.54	1,021.27	223.05				1,756.86	1.73
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		12,764.67	1,198.48				13,963.15	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,290.64	1,198.48				5,489.12	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		8,474.03					8,474.03	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>349,396.33</b>	<b>95,527.74</b>	<b>37,055.35</b>	<b>695.28</b>		<b>46.81</b>	<b>482,721.51</b>	<b>97.18</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>201,130.11</b>	<b>95,527.74</b>	<b>37,055.35</b>	<b>695.28</b>		<b>46.81</b>	<b>334,455.29</b>	<b>97.18</b>
Bunkers	2,105.84	0.41	15.37				2,121.62	
Aviación internacional	2,105.84	0.41	15.37				2,121.62	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	36,096.90						36,096.90	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.





Tabla 6. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1995						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[4] Residuos</b>	<b>526.28</b>	<b>17,146.13</b>	<b>1,519.00</b>				<b>19,191.40</b>	<b>1.77</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		2,518.36					2,518.36	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		2,421.13					2,421.13	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		84.53					84.53	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		12.69					12.69	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.78				163.28	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	526.28	1,048.37	228.97				1,803.62	1.77
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	526.13	1,048.37	228.97				1,803.47	1.77
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		13,483.91	1,222.24				14,706.15	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,283.88	1,222.24				5,506.12	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		9,200.02					9,200.02	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>337,769.71</b>	<b>96,369.15</b>	<b>36,479.48</b>	<b>647.78</b>	<b>69.97</b>	<b>49.04</b>	<b>471,385.13</b>	<b>102.33</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>189,503.49</b>	<b>96,369.15</b>	<b>36,479.48</b>	<b>647.78</b>	<b>69.97</b>	<b>49.04</b>	<b>323,118.91</b>	<b>102.33</b>
Bunkers	2,026.62	0.39	14.79				2,041.81	
Aviación internacional	2,026.62	0.39	14.79				2,041.81	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	37,379.28						37,379.28	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del inventario.

Tabla 7. 1996

Sector / Categoría / Subcategoría	1996						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>322,410.98</b>	<b>16,889.02</b>	<b>2,658.85</b>				<b>341,958.86</b>	<b>99.551</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	296,889.81	2,809.28	2,658.85				302,357.94	92.99
[1A1] Industrias de la energía	110,089.06	104.21	232.29				110,425.57	19.03
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	53,986.49	97.63	136.15				54,220.27	20.12
[1A3] Transporte	101,590.21	176.25	1,970.29				103,736.74	17.92
[1A4] Otros sectores	31,224.05	2,431.19	320.12				33,975.36	35.92



Tabla 7. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1996						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						57.69	57.69	
[2G1] Equipos eléctricos						57.69	57.69	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,920.42</b>	<b>61,837.90</b>	<b>31,302.40</b>				<b>-54,780.11</b>	<b>5.63</b>
[3A] Ganado		60,465.31	3,088.31				63,553.61	
[3A1] Fermentación entérica		49,273.26					49,273.26	
[3A2] Gestión de estiércol		11,192.04	3,088.31				14,280.35	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	345.80	1,372.60	28,214.09				29,932.49	5.63
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,110.40	449.16				1,559.56	5.63
[3C3] Aplicación de urea	313.13						313.13	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,495.50				21,495.50	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,674.68				5,674.68	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			594.75				594.75	
[3C7] Cultivo de arroz		262.20					262.20	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>531.58</b>	<b>18,440.42</b>	<b>1,556.19</b>				<b>20,528.19</b>	<b>1.79</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		3,029.71					3,029.71	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		2,869.20					2,869.20	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		141.21					141.21	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		19.30					19.30	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.78				163.28	



Tabla 7. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1996						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	531.58	1,058.95	231.28				1,821.81	1.79
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	531.44	1,058.95	231.28				1,821.67	1.79
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		14,256.26	1,257.13				15,513.39	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,270.57	1,257.13				5,527.70	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		9,985.69					9,985.69	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>356,894.99</b>	<b>97,422.21</b>	<b>37,110.19</b>	<b>1,632.01</b>	<b>412.68</b>	<b>57.69</b>	<b>493,529.77</b>	<b>106.97</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>208,628.78</b>	<b>97,422.21</b>	<b>37,110.19</b>	<b>1,632.01</b>	<b>412.68</b>	<b>57.69</b>	<b>345,263.56</b>	<b>106.97</b>
Bunkers	2,225.89	0.43	16.25				2,242.56	
Aviación internacional	2,225.89	0.43	16.25				2,242.56	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	35,675.18						35,675.18	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 8. 1997

Sector / Categoría / Subcategoría	1997						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>343,267.35</b>	<b>17,496.45</b>	<b>2,777.02</b>				<b>363,540.83</b>	<b>107.37</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	309,142.24	2,838.79	2,777.02				314,758.04	97.87
[1A1] Industrias de la energía	118,403.96	112.09	246.56				118,762.61	20.63
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	53,787.52	104.91	146.09				54,038.53	22.43
[1A3] Transporte	105,645.49	181.93	2,062.87				107,890.29	18.90
[1A4] Otros sectores	31,305.26	2,439.85	321.51				34,066.62	35.91
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	34,125.11	14,657.67					48,782.78	9.49
[1B1] Combustibles sólidos		3,701.39					3,701.39	
[1B2] Petróleo y gas natural	34,125.11	10,956.27					45,081.39	9.49
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>34,513.85</b>	<b>247.00</b>	<b>1,282.25</b>	<b>1,668.59</b>	<b>445.86</b>	<b>60.26</b>	<b>38,217.82</b>	
[2A] Industria de los minerales	15,751.24						15,751.24	
[2A1] Producción de cemento	12,906.92						12,906.92	
[2A2] Producción de cal	2,456.94						2,456.94	
[2A3] Producción de vidrio	387.38						387.38	

Tabla 8. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1997						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B] Industria química	6,103.32	247.00	1,282.25	1,668.59			9,301.16	
[2B1] Producción de amoníaco	3,716.83						3,716.83	
[2B2] Producción de ácido nítrico			1,090.90				1,090.90	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			191.35				191.35	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	136.80						136.80	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,209.67	247.00					2,456.68	
[2B9] Producción fluoroquímica				1,668.59			1,668.59	
[2C] Industria de los metales	12,426.95				445.86		12,872.81	
[2C1] Producción de hierro y acero	11,256.15						11,256.15	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	335.52						335.52	
[2C3] Producción de aluminio	106.17				445.86			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	76.79						76.79	
[2C6] Producción de zinc	652.31						652.31	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	232.35						232.35	
[2D1] Uso de lubricantes	180.13						180.13	
[2D2] Uso de la cera de parafina	52.22						52.22	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						60.26	60.26	
[2G1] Equipos eléctricos						60.26	60.26	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,908.64</b>	<b>62,240.23</b>	<b>31,570.94</b>				<b>-54,097.47</b>	<b>4.17</b>

Tabla 8. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1997						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A] Ganado		61,147.86	3,102.50				64,250.36	
[3A1] Fermentación entérica		50,035.68					50,035.68	
[3A2] Gestión de estiércol		11,112.18	3,102.50				14,214.68	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	357.57	1,092.37	28,468.45				29,918.39	4.17
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		742.51	260.47				1,002.98	4.17
[3C3] Aplicación de urea	323.40						323.40	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,878.56				21,878.56	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,726.35				5,726.35	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			603.07				603.07	
[3C7] Cultivo de arroz		349.85					349.85	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>536.96</b>	<b>19,790.88</b>	<b>1,594.16</b>				<b>21,922.00</b>	<b>1.81</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		3,522.53					3,522.53	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		3,300.42					3,300.42	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		193.91					193.91	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		28.20					28.20	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.79				163.29	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	536.96	1,069.66	233.62				1,840.24	1.81
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	536.82	1,069.66	233.62				1,840.09	1.81
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,103.20	1,292.75				16,395.95	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,256.17	1,292.75				5,548.92	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		10,847.03					10,847.03	

Tabla 8. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1997						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>378,736.07</b>	<b>99,774.56</b>	<b>37,224.37</b>	<b>1,668.59</b>	<b>445.86</b>	<b>60.26</b>	<b>517,909.70</b>	<b>113.34</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>230,469.84</b>	<b>99,774.56</b>	<b>37,224.37</b>	<b>1,668.59</b>	<b>445.86</b>	<b>60.26</b>	<b>369,643.49</b>	<b>113.34</b>
Bunkers	2,517.28	0.49	18.37				2,536.13	
Aviación internacional	2,517.28	0.49	18.37				2,536.13	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	36,591.35						36,591.35	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 9. 1998

Sector / Categoría / Subcategoría	1998						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>364,453.00</b>	<b>18,232.15</b>	<b>2,826.32</b>				<b>385,511.46</b>	<b>111.75</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	327,208.82	2,871.41	2,826.32				332,906.55	101.34
[1A1] Industrias de la energía	132,075.94	128.52	275.52				132,479.98	23.27
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	53,914.16	103.34	144.05				54,161.55	21.89
[1A3] Transporte	108,862.87	187.80	2,083.56				111,134.23	19.52
[1A4] Otros sectores	32,355.85	2,451.75	323.19				35,130.79	36.65
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	37,244.18	15,360.74					52,604.92	10.41
[1B1] Combustibles sólidos		3,674.48					3,674.48	
[1B2] Petróleo y gas natural	37,244.18	11,686.26					48,930.44	10.41
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>35,280.53</b>	<b>240.55</b>	<b>1,188.31</b>	<b>1,312.20</b>	<b>452.55</b>	<b>62.22</b>	<b>38,536.37</b>	
[2A] Industria de los minerales	16,220.94						16,220.94	
[2A1] Producción de cemento	13,412.33						13,412.33	
[2A2] Producción de cal	2,408.40						2,408.40	
[2A3] Producción de vidrio	400.22						400.22	
[2B] Industria química	5,504.93	240.55	1,188.31	1,312.20			8,245.99	
[2B1] Producción de amoníaco	3,174.41						3,174.41	
[2B2] Producción de ácido nítrico			992.16				992.16	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			196.15				196.15	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	149.21						149.21	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	2,141.28	240.55					2,381.83	

Tabla 9. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1998						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B9] Producción fluoroquímica				1,312.20			1,312.20	
[2C] Industria de los metales	13,325.61				452.55		13,778.16	
[2C1] Producción de hierro y acero	12,081.07						12,081.07	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	359.96						359.96	
[2C3] Producción de aluminio	107.76				452.55			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	96.75						96.75	
[2C6] Producción de zinc	680.07						680.07	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	229.05						229.05	
[2D1] Uso de lubricantes	173.44						173.44	
[2D2] Uso de la cera de parafina	55.61						55.61	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						62.22	62.22	
[2G1] Equipos eléctricos						62.22	62.22	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,815.29</b>	<b>63,373.69</b>	<b>33,035.56</b>				<b>-51,406.04</b>	<b>11.53</b>
[3A] Ganado		60,871.22	3,272.54				64,143.76	
[3A1] Fermentación entérica		50,199.80					50,199.80	
[3A2] Gestión de estiércol		10,671.42	3,272.54				13,943.95	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	

Tabla 9. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1998						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	450.93	2,502.47	29,763.02				32,716.42	11.53
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		2,215.84	964.11				3,179.94	11.53
[3C3] Aplicación de urea	417.27						417.27	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,291.88				22,291.88	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,873.06				5,873.06	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			633.97				633.97	
[3C7] Cultivo de arroz		286.63					286.63	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>542.40</b>	<b>20,670.58</b>	<b>1,648.98</b>				<b>22,861.96</b>	<b>1.83</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		4,009.85					4,009.85	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		3,731.41					3,731.41	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		242.60					242.60	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		35.83					35.83	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.79				163.29	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	542.40	1,080.50	235.99				1,858.89	1.83
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	542.26	1,080.50	235.99				1,858.75	1.83
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,484.73	1,345.21				16,829.94	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,236.63	1,345.21				5,581.83	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		11,248.11					11,248.11	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>400,804.50</b>	<b>102,516.96</b>	<b>38,699.17</b>	<b>1,312.20</b>	<b>452.55</b>	<b>62.22</b>	<b>543,847.61</b>	<b>125.11</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>252,538.29</b>	<b>102,516.96</b>	<b>38,699.17</b>	<b>1,312.20</b>	<b>452.55</b>	<b>62.22</b>	<b>395,581.39</b>	<b>125.11</b>
Bunkers	2,899.97	0.56	21.17				2,921.69	
Aviación internacional	2,899.97	0.56	21.17				2,921.69	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	36,523.83						36,523.83	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.







Tabla 10. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	1999							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Gg de CO <sub>2</sub> e		
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[4] Residuos</b>	<b>547.91</b>	<b>20,581.67</b>	<b>1,739.83</b>					<b>22,869.41</b>	<b>1.84</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		4,553.29						4,553.29	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		4,221.83						4,221.83	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		288.25						288.25	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		43.21						43.21	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.79					163.29	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	547.91	1,091.48	238.39					1,877.78	1.84
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14							0.14	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	547.77	1,091.48	238.39					1,877.63	1.84
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		14,841.40	1,433.66					16,275.06	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,206.64	1,433.66					5,640.30	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		10,634.76						10,634.76	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>389,663.34</b>	<b>99,805.04</b>	<b>37,364.99</b>	<b>1,809.61</b>	<b>521.79</b>	<b>65.12</b>		<b>529,229.90</b>	<b>113.31</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>241,397.13</b>	<b>99,805.04</b>	<b>37,364.99</b>	<b>1,809.61</b>	<b>521.79</b>	<b>65.12</b>		<b>380,963.68</b>	<b>113.31</b>
Bunkers	2,876.22	0.55	20.99					2,897.77	
Aviación internacional	2,876.22	0.55	20.99					2,897.77	
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	34,324.90							34,324.90	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 11. 2000

Sector / Categoría / Subcategoría	2000							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Gg de CO <sub>2</sub> e		
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>365,490.30</b>	<b>20,164.47</b>	<b>2,869.65</b>					<b>388,524.42</b>	<b>105.57</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	337,306.44	2,934.66	2,869.65					343,110.75	98.28
[1A1] Industrias de la energía	143,296.15	145.28	298.46					143,739.88	26.78
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	47,841.07	77.61	108.79					48,027.46	14.61
[1A3] Transporte	114,832.52	239.86	2,136.72					117,209.09	20.69
[1A4] Otros sectores	31,336.70	2,471.92	325.69					34,134.32	36.21



Tabla 11. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2000						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						69.99	69.99	
[2G1] Equipos eléctricos						69.99	69.99	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,791.62</b>	<b>61,512.34</b>	<b>32,085.24</b>				<b>-54,194.03</b>	<b>5.07</b>
[3A] Ganado		60,279.86	3,496.40				63,776.26	
[3A1] Fermentación entérica		49,317.05					49,317.05	
[3A2] Gestión de estiércol		10,962.81	3,496.40				14,459.21	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	474.60	1,232.48	28,588.85				30,295.92	5.07
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		990.75	391.63				1,382.37	5.07
[3C3] Aplicación de urea	440.00						440.00	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,784.30				21,784.30	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,722.70				5,722.70	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			690.22				690.22	
[3C7] Cultivo de arroz		241.73					241.73	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>553.49</b>	<b>21,207.83</b>	<b>1,755.05</b>				<b>23,516.37</b>	<b>1.86</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		5,091.46					5,091.46	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		4,707.29					4,707.29	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		334.38					334.38	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		49.79					49.79	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.79				163.29	

Tabla 11. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2000							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	553.49	1,005.57	219.62				1,778.68	1.86	
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	0.14						0.14		
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	553.35	1,005.57	219.62				1,778.53	1.86	
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,015.30	1,467.64				16,482.94		
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,180.55	1,467.64				5,648.18		
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		10,834.76					10,834.76		
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>401,749.83</b>	<b>103,107.69</b>	<b>37,260.59</b>	<b>1,304.34</b>	<b>568.54</b>	<b>69.99</b>	<b>544,660.10</b>	<b>112.50</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>253,483.62</b>	<b>103,107.69</b>	<b>37,260.59</b>	<b>1,903.46</b>	<b>568.54</b>	<b>69.99</b>	<b>396,393.89</b>	<b>112.50</b>	
Bunkers	2,824.17	0.54	20.61				2,845.33		
Aviación internacional	2,824.17	0.54	20.61				2,845.33		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	29,711.15						29,711.15		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del inventario.

Tabla 12. 2001

Sector / Categoría / Subcategoría	2001							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>360,979.60</b>	<b>20,175.83</b>	<b>2,861.19</b>				<b>384,016.62</b>	<b>102.77</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	337,139.75	2,786.81	2,861.19				342,787.75	97.02	
[1A1] Industrias de la energía	147,099.77	147.67	311.59				147,559.02	27.58	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	44,828.36	76.55	107.96				45,012.87	14.64	
[1A3] Transporte	115,059.21	244.76	2,136.81				117,440.78	20.31	
[1A4] Otros sectores	30,152.42	2,317.83	304.83				32,775.08	34.50	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	23,839.85	17,389.01					41,228.87	5.75	
[1B1] Combustibles sólidos		3,683.86					3,683.86		
[1B2] Petróleo y gas natural	23,839.85	13,705.16					37,545.01	5.75	
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>31,720.41</b>	<b>206.48</b>	<b>462.57</b>	<b>1,752.85</b>	<b>346.04</b>	<b>81.30</b>	<b>34,569.65</b>		
[2A] Industria de los minerales	16,908.59						16,908.59		
[2A1] Producción de cemento	14,058.93						14,058.93		
[2A2] Producción de cal	2,532.73						2,532.73		
[2A3] Producción de vidrio	316.93						316.93		

Tabla 12. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2001						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B] Industria química	3,156.61	206.48	462.57	969.40			4,795.07	
[2B1] Producción de amoníaco	1,233.96						1,233.96	
[2B2] Producción de ácido nítrico			298.25				298.25	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			164.32				164.32	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	166.42						166.42	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,716.22	206.48					1,922.70	
[2B9] Producción fluoroquímica				969.40			969.40	
[2C] Industria de los metales	11,450.01				346.04		11,796.06	
[2C1] Producción de hierro y acero	10,377.07						10,377.07	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	182.02						182.02	
[2C3] Producción de aluminio	82.40				346.04			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	70.93						70.93	
[2C6] Producción de zinc	737.58						737.58	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	205.19			783.45			988.64	
[2D1] Uso de lubricantes	168.07			783.45			951.52	
[2D2] Uso de la cera de parafina	37.11						37.11	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono								
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado								
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						81.30	81.30	
[2G1] Equipos eléctricos						81.30	81.30	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,787.47</b>	<b>61,222.62</b>	<b>32,655.92</b>				<b>-53,908.93</b>	<b>4.42</b>

Tabla 12. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2001						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A] Ganado		60,266.93	3,581.89				63,848.81	
[3A1] Fermentación entérica		49,439.03					49,439.03	
[3A2] Gestión de estiércol		10,827.90	3,581.89				14,409.79	
[3B] Tierra	-148,266.22						-148,266.22	
[3B1] Tierras forestales	-138,429.50						-138,429.50	
[3B2] Tierras de cultivo	-1,592.59						-1,592.59	
[3B3] Praderas	-10,072.08						-10,072.08	
[3B4] Humedales	171.63						171.63	
[3B5] Asentamientos	1,606.14						1,606.14	
[3B6] Otras tierras	50.18						50.18	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	478.74	955.70	29,074.03				30,508.47	4.42
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		809.47	285.19				1,094.66	4.42
[3C3] Aplicación de urea	443.67						443.67	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,249.09				22,249.09	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,823.57				5,823.57	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			716.18				716.18	
[3C7] Cultivo de arroz		146.23					146.23	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>539.86</b>	<b>22,295.22</b>	<b>1,783.80</b>				<b>24,618.88</b>	<b>1.81</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		5,695.19					5,695.19	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		5,243.96					5,243.96	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		395.28					395.28	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		55.94					55.94	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		95.50	67.79				163.29	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	539.86	976.67	213.46				1,730.00	1.81
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	2.42	0.02	0.15				2.59	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	537.44	976.66	213.31				1,727.41	1.81
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,527.86	1,502.55				17,030.41	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,145.20	1,502.55				5,647.75	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		11,382.65					11,382.65	

Tabla 12. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2001							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>393,767.15</b>	<b>103,900.15</b>	<b>37,763.48</b>	<b>1,752.85</b>	<b>346.04</b>	<b>81.30</b>	<b>537,610.98</b>	<b>109.00</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>245,500.94</b>	<b>103,900.15</b>	<b>37,763.48</b>	<b>1,752.85</b>	<b>346.04</b>	<b>81.30</b>	<b>389,344.76</b>	<b>109.00</b>	
Bunkers	2,687.57	0.52	19.62				2,707.71		
Aviación internacional	2,687.57	0.52	19.62				2,707.71		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,949.80						27,949.80		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 13. 2002

Sector / Categoría / Subcategoría	2002							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>379,271.57</b>	<b>20,874.49</b>	<b>2,983.96</b>				<b>403,130.02</b>	<b>99.36</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	358,660.70	2,841.20	2,983.96				364,485.86	94.81	
[1A1] Industrias de la energía	146,385.84	140.49	300.54				146,826.88	25.26	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	64,470.76	132.71	186.47				64,789.94	14.48	
[1A3] Transporte	117,361.62	256.86	2,193.08				119,811.56	20.52	
[1A4] Otros sectores	30,442.47	2,311.15	303.87				33,057.49	34.56	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	20,610.87	18,033.29					38,644.15	4.55	
[1B1] Combustibles sólidos		3,477.30					3,477.30		
[1B2] Petróleo y gas natural	20,610.87	14,555.99					35,166.86	4.55	
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>32,109.45</b>	<b>193.59</b>	<b>317.92</b>	<b>2,478.49</b>	<b>262.05</b>	<b>93.73</b>	<b>35,455.22</b>		
[2A] Industria de los minerales	17,478.61						17,478.61		
[2A1] Producción de cemento	14,548.14						14,548.14		
[2A2] Producción de cal	2,600.13						2,600.13		
[2A3] Producción de vidrio	330.33						330.33		
[2B] Industria química	3,066.79	193.59	317.92	1,496.76			5,075.06		
[2B1] Producción de amoníaco	1,186.05						1,186.05		
[2B2] Producción de ácido nítrico			154.51				154.51		
[2B3] Producción de ácido adípico									
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			163.41				163.41		
[2B5] Producción de carburo									
[2B6] Producción de dióxido de titanio	170.18						170.18		
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02		
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,670.54	193.59					1,864.13		

Tabla 13. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2002						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B9] Producción fluoroquímica				1,496.76			1,496.76	
[2C] Industria de los metales	11,352.81				262.05		11,614.86	
[2C1] Producción de hierro y acero	10,298.33						10,298.33	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	152.66						152.66	
[2C3] Producción de aluminio	62.40				262.05			
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	72.13						72.13	
[2C6] Producción de zinc	767.30						767.30	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	211.25						211.25	
[2D1] Uso de lubricantes	179.05						179.05	
[2D2] Uso de la cera de parafina	32.20						32.20	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				981.72				
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				981.72				
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						93.73	93.73	
[2G1] Equipos eléctricos						93.73	93.73	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros								
[2H1] Industria de la pulpa y el papel								
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-150,664.99</b>	<b>62,725.25</b>	<b>30,634.70</b>				<b>-57,305.04</b>	<b>5.10</b>
[3A] Ganado		61,594.86	3,647.36				65,242.22	
[3A1] Fermentación entérica		50,620.67					50,620.67	
[3A2] Gestión de estiércol		10,974.18	3,647.36				14,621.54	
[3B] Tierra	-151,111.58						-151,111.58	
[3B1] Tierras forestales	-140,551.87						-140,551.87	
[3B2] Tierras de cultivo	-2,443.43						-2,443.43	
[3B3] Praderas	-10,836.52						-10,836.52	
[3B4] Humedales	1,270.41						1,270.41	
[3B5] Asentamientos	1,240.48						1,240.48	
[3B6] Otras tierras	209.35						209.35	



Tabla 13. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2002							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Gg de CO <sub>2</sub> e		
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	446.59	1,130.39	26,987.34					28,564.33	5.10
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		990.02	375.42					1,365.44	5.10
[3C3] Aplicación de urea	410.67							410.67	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			20,650.63					20,650.63	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,232.83					5,232.83	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			728.46					728.46	
[3C7] Cultivo de arroz		140.37						140.37	
[3D1] Productos de madera recolectada									
<b>[4] Residuos</b>	<b>533.44</b>	<b>22,888.03</b>	<b>1,799.27</b>					<b>25,220.73</b>	<b>1.76</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		6,273.81						6,273.81	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (reellenos sanitarios)		5,761.52						5,761.52	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		450.41						450.41	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		61.89						61.89	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		97.96	69.53					167.49	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	533.44	949.66	208.12					1,691.22	1.76
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73					11.70	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	522.54	949.58	207.40					1,679.52	1.76
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,566.60	1,521.61					17,088.22	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,108.66	1,521.61					5,630.27	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		11,457.94						11,457.94	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>412,400.94</b>	<b>106,681.36</b>	<b>35,735.84</b>	<b>2,478.49</b>	<b>262.05</b>	<b>93.73</b>		<b>557,652.41</b>	<b>106.23</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>261,289.37</b>	<b>106,681.36</b>	<b>35,735.84</b>	<b>2,478.49</b>	<b>262.05</b>	<b>93.73</b>		<b>406,540.83</b>	<b>106.23</b>
Bunkers	2,624.86	0.51	19.16					2,644.52	
Aviación internacional	2,624.86	0.51	19.16					2,644.52	
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,647.72							27,647.72	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.





Tabla 14. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2003							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[4] Residuos</b>	<b>665.11</b>	<b>23,377.59</b>	<b>1,793.32</b>				<b>25,836.02</b>	<b>1.78</b>	
[4A] Eliminación de residuos sólidos		6,808.98					6,808.98		
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		6,238.33					6,238.33		
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		503.38					503.38		
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		67.27					67.27		
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		97.96	69.53				167.49		
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	665.11	914.88	200.52				1,780.51	1.78	
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70		
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	654.21	914.80	199.80				1,768.81	1.78	
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,555.77	1,523.26				17,079.03		
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,072.65	1,523.26				5,595.91		
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		11,483.12					11,483.12		
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>414,699.13</b>	<b>109,323.64</b>	<b>36,248.71</b>	<b>2,752.46</b>	<b>167.98</b>	<b>106.38</b>	<b>563,298.30</b>	<b>107.83</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>263,587.55</b>	<b>109,323.64</b>	<b>36,248.71</b>	<b>2,752.46</b>	<b>167.98</b>	<b>106.38</b>	<b>412,186.72</b>	<b>107.83</b>	
Bunkers	1,647.75	0.32	12.03				1,660.10		
Aviación internacional	1,647.75	0.32	12.03				1,660.10		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,894.46						27,894.46		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del inventario.

Tabla 15. 2004

Sector / Categoría / Subcategoría	2004							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>389,193.65</b>	<b>22,853.17</b>	<b>3,229.50</b>				<b>415,276.32</b>	<b>100.56</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	372,759.84	2,840.25	3,229.50				378,829.60	97.65	
[1A1] Industrias de la energía	157,253.65	150.28	311.19				157,715.11	26.21	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	51,698.11	89.90	128.30				51,916.31	12.79	
[1A3] Transporte	132,310.70	282.04	2,484.12				135,076.86	23.91	
[1A4] Otros sectores	31,497.39	2,318.03	305.90				34,121.32	34.73	



Tabla 15. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2004						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						116.97	116.97	
[2G1] Equipos eléctricos						116.97	116.97	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	48.03						48.03	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	48.03						48.03	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-150,626.38</b>	<b>62,332.79</b>	<b>30,956.05</b>				<b>-57,337.55</b>	<b>4.04</b>
[3A] Ganado		61,387.78	3,750.27				65,138.05	
[3A1] Fermentación entérica		50,332.99					50,332.99	
[3A2] Gestión de estiércol		11,054.79	3,750.27				14,805.06	
[3B] Tierra	-151,111.58						-151,111.58	
[3B1] Tierras forestales	-140,551.87						-140,551.87	
[3B2] Tierras de cultivo	-2,443.43						-2,443.43	
[3B3] Praderas	-10,836.52						-10,836.52	
[3B4] Humedales	1,270.41						1,270.41	
[3B5] Asentamientos	1,240.48						1,240.48	
[3B6] Otras tierras	209.35						209.35	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	485.19	945.01	27,205.78				28,635.98	4.04
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		765.25	258.42				1,023.66	4.04
[3C3] Aplicación de urea	450.27						450.27	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			20,928.08				20,928.08	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,269.41				5,269.41	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			749.86				749.86	
[3C7] Cultivo de arroz		179.76					179.76	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>647.82</b>	<b>23,451.60</b>	<b>1,806.09</b>				<b>25,905.51</b>	<b>1.74</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		7,377.17					7,377.17	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		6,737.25					6,737.25	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		567.31					567.31	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		72.61					72.61	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		97.96	69.53				167.49	

Tabla 15. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2004						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	647.82	891.30	195.38				1,734.50	1.74
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	636.92	891.23	194.65				1,722.80	1.74
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		15,085.16	1,541.18				16,626.34	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,033.68	1,541.18				5,574.86	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		11,051.48					11,051.48	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>426,025.36</b>	<b>108,832.98</b>	<b>36,321.91</b>	<b>3,019.54</b>		<b>116.97</b>	<b>574,316.76</b>	<b>106.34</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>274,913.78</b>	<b>108,832.98</b>	<b>36,321.91</b>	<b>3,019.54</b>		<b>116.97</b>	<b>423,205.18</b>	<b>106.34</b>
Bunkers	3,190.74	0.62	23.29				3,214.64	
Aviación internacional	3,190.74	0.62	23.29				3,214.64	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,903.93						27,903.93	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 16. 2005

Sector / Categoría / Subcategoría	2005						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>401,169.56</b>	<b>23,142.77</b>	<b>3,354.92</b>				<b>427,667.24</b>	<b>117.06</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	383,470.54	2,842.46	3,354.92				389,667.91	113.71
[1A1] Industrias de la energía	162,345.07	148.29	331.67				162,825.03	25.58
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	54,158.44	102.67	143.41				54,404.52	29.86
[1A3] Transporte	136,451.77	277.50	2,574.75				139,304.03	24.27
[1A4] Otros sectores	30,515.25	2,314.00	305.09				33,134.33	34.00
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	17,699.02	20,300.31					37,999.32	3.34
[1B1] Combustibles sólidos		3,496.37					3,496.37	
[1B2] Petróleo y gas natural	17,699.02	16,803.94					34,502.96	3.34
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>36,362.92</b>	<b>204.17</b>	<b>336.07</b>	<b>4,423.71</b>		<b>123.07</b>	<b>41,449.95</b>	
[2A] Industria de los minerales	19,592.04						19,592.04	
[2A1] Producción de cemento	16,673.75						16,673.75	
[2A2] Producción de cal	2,516.41						2,516.41	
[2A3] Producción de vidrio	401.89						401.89	

Tabla 16. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2005						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B] Industria química	2,950.96	204.17	336.07	2,655.27			6,146.47	
[2B1] Producción de amoníaco	896.48						896.48	
[2B2] Producción de ácido nítrico			149.92				149.92	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			186.15				186.15	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	183.58						183.58	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,830.87	204.17					2,035.05	
[2B9] Producción fluoroquímica				2,655.27			2,655.27	
[2C] Industria de los metales	13,545.19						13,545.19	
[2C1] Producción de hierro y acero	12,390.42						12,390.42	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	265.64						265.64	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	69.88						69.88	
[2C6] Producción de zinc	819.25						819.25	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	203.14						203.14	
[2D1] Uso de lubricantes	171.06						171.06	
[2D2] Uso de la cera de parafina	32.09						32.09	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				1,768.44				
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				1,768.44				
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						123.07	123.07	
[2G1] Equipos eléctricos						123.07	123.07	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	71.58							
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	71.58							
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-150,626.09</b>	<b>62,076.93</b>	<b>32,393.62</b>				<b>-56,155.54</b>	<b>5.38</b>



Tabla 16. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2005						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A] Ganado		60,766.27	3,756.30				64,522.57	
[3A1] Fermentación entérica		49,827.95					49,827.95	
[3A2] Gestión de estiércol		10,938.32	3,756.30				14,694.62	
[3B] Tierra	-151,111.58						-151,111.58	
[3B1] Tierras forestales	-140,551.87						-140,551.87	
[3B2] Tierras de cultivo	-2,443.43						-2,443.43	
[3B3] Praderas	-10,836.52						-10,836.52	
[3B4] Humedales	1,270.41						1,270.41	
[3B5] Asentamientos	1,240.48						1,240.48	
[3B6] Otras tierras	209.35						209.35	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	485.49	1,310.65	28,637.32				30,433.47	5.38
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,125.10	436.52				1,561.62	5.38
[3C3] Aplicación de urea	451.00						451.00	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,865.70				21,865.70	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,579.31				5,579.31	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			755.79				755.79	
[3C7] Cultivo de arroz		185.55					185.55	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>629.57</b>	<b>26,047.77</b>	<b>1,836.66</b>				<b>28,514.00</b>	<b>1.68</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		8,899.39					8,899.39	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		7,651.65					7,651.65	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		827.42					827.42	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		420.32					420.32	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		97.96	69.53				167.50	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	629.57	869.35	190.58				1,689.50	1.68
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	618.67	869.28	189.86				1,677.80	1.68
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		16,181.07	1,576.54				17,757.61	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		4,144.35	1,576.54				5,720.89	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		12,036.73					12,036.73	

Tabla 16. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2005							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>438,647.54</b>	<b>111,471.64</b>	<b>37,921.26</b>	<b>4,423.71</b>		<b>123.07</b>	<b>592,587.22</b>	<b>124.12</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>287,535.96</b>	<b>111,471.64</b>	<b>37,921.26</b>	<b>4,423.71</b>		<b>123.07</b>	<b>441,475.64</b>	<b>124.12</b>	
Bunkers	3,296.00	0.64	24.06				3,320.70		
Aviación internacional	3,296.00	0.64	24.06				3,320.70		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,704.85						27,704.85		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 17. 2006

Sector / Categoría / Subcategoría	2006							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>420,011.36</b>	<b>23,255.46</b>	<b>3,524.48</b>				<b>446,791.30</b>	<b>115.46</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	398,619.96	2,827.57	3,524.48				404,972.01	110.81	
[1A1] Industrias de la energía	161,940.00	139.49	311.28				162,390.77	22.53	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	60,250.61	111.98	156.20				60,518.79	28.72	
[1A3] Transporte	144,715.55	272.60	2,750.94				147,739.09	25.80	
[1A4] Otros sectores	31,713.80	2,303.50	306.06				34,323.36	33.76	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	21,391.40	20,427.89					41,819.29	4.65	
[1B1] Combustibles sólidos		3,237.95					3,237.95		
[1B2] Petróleo y gas natural	21,391.40	17,189.94					38,581.34	4.65	
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>37,459.55</b>	<b>213.40</b>	<b>363.17</b>	<b>6,029.47</b>		<b>126.01</b>	<b>44,191.60</b>		
[2A] Industria de los minerales	20,888.31						20,888.31		
[2A1] Producción de cemento	17,817.76						17,817.76		
[2A2] Producción de cal	2,665.62						2,665.62		
[2A3] Producción de vidrio	404.92						404.92		
[2B] Industria química	3,137.11	213.40	363.17	3,783.88			7,497.55		
[2B1] Producción de amoníaco	1,032.63						1,032.63		
[2B2] Producción de ácido nítrico			170.23				170.23		
[2B3] Producción de ácido adípico									
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			192.94				192.94		
[2B5] Producción de carburo									
[2B6] Producción de dióxido de titanio	176.48						176.48		
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02		
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,887.97	213.40					2,101.37		

Tabla 17. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2006						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B9] Producción fluoroquímica				3,783.88			3,783.88	
[2C] Industria de los metales	13,163.42						13,163.42	
[2C1] Producción de hierro y acero	12,048.63						12,048.63	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	220.05						220.05	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	70.21						70.21	
[2C6] Producción de zinc	824.53						824.53	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	200.65						200.65	
[2D1] Uso de lubricantes	169.66						169.66	
[2D2] Uso de la cera de parafina	30.99						30.99	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				2,245.59			2,245.59	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				2,245.59			2,245.59	
[2F2] Agentes espumantes								
[2F3] Protección contra incendios								
[2F4] Aerosoles								
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						126.01	126.01	
[2G1] Equipos eléctricos						126.01	126.01	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	70.07						70.07	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	70.07						70.07	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-150,679.05</b>	<b>62,465.91</b>	<b>31,940.55</b>				<b>-56,272.60</b>	<b>5.32</b>
[3A] Ganado		61,165.78	3,889.26				65,055.04	
[3A1] Fermentación entérica		49,923.01					49,923.01	
[3A2] Gestión de estiércol		11,242.77	3,889.26				15,132.03	
[3B] Tierra	-151,111.58						-151,111.58	
[3B1] Tierras forestales	-140,551.87						-140,551.87	
[3B2] Tierras de cultivo	-2,443.43						-2,443.43	
[3B3] Praderas	-10,836.52						-10,836.52	
[3B4] Humedales	1,270.41						1,270.41	
[3B5] Asentamientos	1,240.48						1,240.48	
[3B6] Otras tierras	209.35						209.35	

Tabla 17. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2006						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	432.53	1,300.13	28,051.29				29,783.94	5.32
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,098.29	404.76				1,503.05	5.32
[3C3] Aplicación de urea	396.00						396.00	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,465.73				21,465.73	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,394.87				5,394.87	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			785.93				785.93	
[3C7] Cultivo de arroz		201.84					201.84	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>626.92</b>	<b>28,058.64</b>	<b>1,854.25</b>				<b>30,539.82</b>	<b>1.68</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		10,272.88					10,272.88	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		8,504.05					8,504.05	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,052.33					1,052.33	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		716.50					716.50	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		97.96	69.53				167.50	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	626.92	865.16	189.67				1,681.75	1.68
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	616.03	865.09	188.94				1,670.05	1.68
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		16,822.64	1,595.05				18,417.69	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,921.02	1,595.05				5,516.06	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		12,901.63					12,901.63	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>458,530.36</b>	<b>113,993.41</b>	<b>37,682.45</b>	<b>6,029.47</b>		<b>126.01</b>	<b>616,361.70</b>	<b>122.45</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>307,418.78</b>	<b>113,993.41</b>	<b>37,682.45</b>	<b>6,029.47</b>		<b>126.01</b>	<b>465,250.12</b>	<b>122.45</b>
Bunkers	3,307.43	0.64	24.14				3,332.20	
Aviación internacional	3,307.43	0.64	24.14				3,332.20	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,778.90						27,778.90	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 18. 2007

Sector / Categoría / Subcategoría	2007						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>442,879.41</b>	<b>23,459.73</b>	<b>3,644.43</b>				<b>469,983.56</b>	<b>126.70</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	409,650.10	2,844.70	3,644.43				416,139.23	117.93
[1A1] Industrias de la energía	162,230.34	143.94	258.17				162,632.45	24.21
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	57,723.00	102.73	144.89				57,970.62	30.63
[1A3] Transporte	155,704.31	299.98	2,934.62				158,938.92	28.40
[1A4] Otros sectores	33,992.44	2,298.06	306.75				36,597.24	34.69
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	33,229.31	20,615.02					53,844.33	8.76
[1B1] Combustibles sólidos		3,543.94					3,543.94	
[1B2] Petróleo y gas natural	33,229.31	17,071.08					50,300.39	8.76
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>39,563.59</b>	<b>184.57</b>	<b>355.70</b>	<b>7,699.39</b>		<b>141.64</b>	<b>47,944.90</b>	
[2A] Industria de los minerales	22,088.40						22,088.40	
[2A1] Producción de cemento	18,972.86						18,972.86	
[2A2] Producción de cal	2,704.39						2,704.39	
[2A3] Producción de vidrio	411.15						411.15	
[2B] Industria química	3,297.28	184.57	355.70	4,281.53			8,119.08	
[2B1] Producción de amoníaco	1,325.81						1,325.81	
[2B2] Producción de ácido nítrico			169.48				169.48	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			186.22				186.22	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	178.73						178.73	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,752.72	184.57					1,937.30	
[2B9] Producción fluoroquímica				4,281.53			4,281.53	
[2C] Industria de los metales	13,953.20						13,953.20	
[2C1] Producción de hierro y acero	12,854.48						12,854.48	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	249.95						249.95	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	71.31						71.31	
[2C6] Producción de zinc	777.46						777.46	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	204.71						204.71	
[2D1] Uso de lubricantes	171.47						171.47	
[2D2] Uso de la cera de parafina	33.24						33.24	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				3,417.87			3,417.87	

Tabla 18. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2007						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				3,169.08			3,169.08	
[2F2] Agentes espumantes				119.50			119.50	
[2F3] Protección contra incendios				0.06			0.06	
[2F4] Aerosoles				129.23			129.23	
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						141.64	141.64	
[2G1] Equipos eléctricos						141.64	141.64	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	20.00						20.00	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	20.00						20.00	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-146,016.11</b>	<b>62,433.73</b>	<b>32,845.48</b>				<b>-50,736.90</b>	<b>4.39</b>
[3A] Ganado		61,311.53	3,980.33				65,291.85	
[3A1] Fermentación entérica		50,217.28					50,217.28	
[3A2] Gestión de estiércol		11,094.25	3,980.33				15,074.58	
[3B] Tierra	-146,576.59						-146,576.59	
[3B1] Tierras forestales	-136,891.25						-136,891.25	
[3B2] Tierras de cultivo	1,692.31						1,692.31	
[3B3] Praderas	-12,236.04						-12,236.04	
[3B4] Humedales	111.76						111.76	
[3B5] Asentamientos	552.78						552.78	
[3B6] Otras tierras	193.86						193.86	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	560.48	1,122.20	28,865.15				30,547.84	4.39
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		925.27	339.23				1,264.50	4.39
[3C3] Aplicación de urea	523.82						523.82	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,107.10				22,107.10	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,615.57				5,615.57	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			803.25				803.25	
[3C7] Cultivo de arroz		196.93					196.93	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>619.50</b>	<b>30,396.02</b>	<b>1,881.62</b>				<b>32,897.15</b>	<b>1.68</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		11,702.49					11,702.49	

Tabla 18. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2007							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		9,469.03					9,469.03		
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,250.56					1,250.56		
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		982.90					982.90		
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		109.41	77.66				187.08		
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	619.50	860.42	188.63				1,668.55	1.68	
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70		
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	608.60	860.34	187.90				1,656.85	1.68	
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		17,723.71	1,615.33				19,339.04		
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,916.50	1,615.33				5,531.83		
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		13,807.21					13,807.21		
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>483,622.98</b>	<b>116,474.05</b>	<b>38,727.23</b>	<b>7,699.39</b>		<b>141.64</b>	<b>646,665.30</b>	<b>132.76</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>337,046.39</b>	<b>116,474.05</b>	<b>38,727.23</b>	<b>7,699.39</b>		<b>141.64</b>	<b>500,088.71</b>	<b>132.76</b>	
Bunkers	3,474.53	0.67	25.36				3,500.56		
Aviación internacional	3,474.53	0.67	25.36				3,500.56		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,920.18						27,920.18		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 19. 2008

Sector / Categoría / Subcategoría	2008							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>484,586.25</b>	<b>23,662.65</b>	<b>3,837.06</b>				<b>512,085.95</b>	<b>138.61</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	417,446.09	2,854.46	3,837.06				424,137.61	118.08	
[1A1] Industrias de la energía	160,154.43	141.20	281.84				160,577.46	22.43	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	57,662.51	111.48	155.37				57,929.36	29.51	
[1A3] Transporte	164,795.27	310.35	3,092.38				168,198.00	31.59	
[1A4] Otros sectores	34,833.89	2,291.44	307.47				37,432.79	34.55	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	67,140.16	20,808.19					87,948.34	20.53	
[1B1] Combustibles sólidos		4,613.73					4,613.73		

Tabla 19. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2008						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[1B2] Petróleo y gas natural	67,140.16	16,194.45					83,334.61	20.53
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>39,936.17</b>	<b>198.75</b>	<b>264.84</b>	<b>8,951.71</b>		<b>144.58</b>	<b>49,496.04</b>	
[2A] Industria de los minerales	21,817.57						21,817.57	
[2A1] Producción de cemento	18,638.23						18,638.23	
[2A2] Producción de cal	2,780.14						2,780.14	
[2A3] Producción de vidrio	399.20						399.20	
[2B] Industria química	3,541.59	198.75	264.84	4,242.50			8,247.67	
[2B1] Producción de amoníaco	1,563.90						1,563.90	
[2B2] Producción de ácido nítrico			127.71				127.71	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			137.13				137.13	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	169.80						169.80	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,767.87	198.75					1,966.62	
[2B9] Producción fluorquímica				4,242.50			4,242.50	
[2C] Industria de los metales	14,354.51						14,354.51	
[2C1] Producción de hierro y acero	13,214.31						13,214.31	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	286.62						286.62	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	73.41						73.41	
[2C6] Producción de zinc	780.17						780.17	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	193.01						193.01	
[2D1] Uso de lubricantes	163.22						163.22	
[2D2] Uso de la cera de parafina	29.79						29.79	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				4,709.21			4,709.21	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				4,183.24			4,183.24	
[2F2] Agentes espumantes				214.03			214.03	
[2F3] Protección contra incendios				0.19			0.19	
[2F4] Aerosoles				311.75			311.75	
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						144.58	144.58	
[2G1] Equipos eléctricos						144.58	144.58	



Tabla 19. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2008						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	29.49						29.49	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	29.49						29.49	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-146,110.29</b>	<b>62,579.14</b>	<b>31,766.73</b>				<b>-51,764.42</b>	<b>5.23</b>
[3A] Ganado		61,340.61	4,060.12				65,400.73	
[3A1] Fermentación entérica		50,570.76					50,570.76	
[3A2] Gestión de estiércol		10,769.85	4,060.12				14,829.97	
[3B] Tierra	-146,576.59						-146,576.59	
[3B1] Tierras forestales	-136,891.25						-136,891.25	
[3B2] Tierras de cultivo	1,692.31						1,692.31	
[3B3] Praderas	-12,236.04						-12,236.04	
[3B4] Humedales	111.76						111.76	
[3B5] Asentamientos	552.78						552.78	
[3B6] Otras tierras	193.86						193.86	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	466.30	1,238.53	27,706.62				29,411.45	5.23
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,093.92	416.86				1,510.78	5.23
[3C3] Aplicación de urea	428.56						428.56	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,145.06				21,145.06	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,327.83				5,327.83	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			816.87				816.87	
[3C7] Cultivo de arroz		144.61					144.61	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>993.73</b>	<b>32,548.13</b>	<b>1,886.31</b>				<b>35,428.17</b>	<b>1.61</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		13,057.90					13,057.90	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		10,414.03					10,414.03	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,427.43					1,427.43	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1,216.44					1,216.44	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		110.10	78.15				188.25	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	993.73	863.01	189.20				2,045.93	1.61

Tabla 19. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2008						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	10.90	0.08	0.73				11.70	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	982.83	862.93	188.47				2,034.23	1.61
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		18,517.13	1,618.96				20,136.09	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,805.30	1,618.96				5,424.26	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		14,711.82					14,711.82	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>525,982.45</b>	<b>118,988.67</b>	<b>37,754.93</b>	<b>8,951.71</b>		<b>144.58</b>	<b>691,822.34</b>	<b>145.45</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>379,405.86</b>	<b>118,988.67</b>	<b>37,754.93</b>	<b>8,951.71</b>		<b>144.58</b>	<b>545,245.75</b>	<b>145.45</b>
Bunkers	3,635.60	0.70	26.54				3,662.84	
Aviación internacional	3,635.60	0.70	26.54				3,662.84	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,441.82						27,441.82	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 20. 2009

Sector / Categoría / Subcategoría	2009						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>461,867.17</b>	<b>25,738.10</b>	<b>3,708.17</b>				<b>491,313.43</b>	<b>127.99</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	407,664.02	2,796.74	3,708.17				414,168.93	111.99
[1A1] Industrias de la energía	166,214.53	140.30	296.58				166,651.41	23.05
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	50,010.48	83.89	115.94				50,210.31	26.59
[1A3] Transporte	157,919.87	296.29	2,991.07				161,207.23	28.45
[1A4] Otros sectores	33,519.14	2,276.26	304.58				36,099.98	33.90
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	54,203.14	22,941.36					77,144.51	16.00
[1B1] Combustibles sólidos		7,496.77					7,496.77	
[1B2] Petróleo y gas natural	54,203.14	15,444.59					69,647.73	16.00
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>36,250.50</b>	<b>209.24</b>	<b>294.46</b>	<b>9,508.28</b>		<b>145.64</b>	<b>46,408.14</b>	
[2A] Industria de los minerales	20,932.91						20,932.91	
[2A1] Producción de cemento	17,862.75						17,862.75	
[2A2] Producción de cal	2,628.68						2,628.68	
[2A3] Producción de vidrio	441.48						441.48	
[2B] Industria química	3,356.79	209.24	294.46	3,850.08			7,710.57	
[2B1] Producción de amoníaco	1,378.60						1,378.60	

Tabla 20. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2009						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B2] Producción de ácido nítrico			130.98				130.98	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			163.48				163.48	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	183.87						183.87	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,754.29	209.24					1,963.54	
[2B9] Producción fluoroquímica				3,850.08			3,850.08	
[2C] Industria de los metales	11,773.90						11,773.90	
[2C1] Producción de hierro y acero	10,682.33						10,682.33	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	174.37						174.37	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	74.80						74.80	
[2C6] Producción de zinc	842.40						842.40	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	157.97						157.97	
[2D1] Uso de lubricantes	134.26						134.26	
[2D2] Uso de la cera de parafina	23.71						23.71	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				5,658.21			5,658.21	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				5,137.17			5,137.17	
[2F2] Agentes espumantes				222.71			222.71	
[2F3] Protección contra incendios				0.51			0.51	
[2F4] Aerosoles				297.83			297.83	
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						145.64	145.64	
[2G1] Equipos eléctricos						145.64	145.64	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	28.93						28.93	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	28.93						28.93	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-146,108.29</b>	<b>63,383.37</b>	<b>32,251.73</b>				<b>-50,473.19</b>	<b>5.66</b>
[3A] Ganado		62,025.66	4,114.88				66,140.54	

Tabla 20. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2009						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A1] Fermentación entérica		51,263.79					51,263.79	
[3A2] Gestión de estiércol		10,761.87	4,114.88				14,876.75	
[3B] Tierra	-146,576.59						-146,576.59	
[3B1] Tierras forestales	-136,891.25						-136,891.25	
[3B2] Tierras de cultivo	1,692.31						1,692.31	
[3B3] Praderas	-12,236.04						-12,236.04	
[3B4] Humedales	111.76						111.76	
[3B5] Asentamientos	552.78						552.78	
[3B6] Otras tierras	193.86						193.86	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	468.30	1,357.71	28,136.85				29,962.86	5.66
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,187.24	457.27				1,644.51	5.66
[3C3] Aplicación de urea	432.67						432.67	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,401.97				21,401.97	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,451.40				5,451.40	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			826.21				826.21	
[3C7] Cultivo de arroz		170.47					170.47	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>1,021.25</b>	<b>34,840.15</b>	<b>1,891.02</b>				<b>37,752.41</b>	<b>1.60</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		14,380.54					14,380.54	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		11,369.89					11,369.89	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,587.12					1,587.12	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1,423.53					1,423.53	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		111.82	79.37				191.19	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	1,021.25	861.11	188.95				2,071.30	1.60
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	40.60	0.09	0.90				41.60	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	980.65	861.01	188.05				2,029.71	1.60
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		19,486.69	1,622.69				21,109.38	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,785.52	1,622.69				5,408.22	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		15,701.16					15,701.16	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>499,607.21</b>	<b>124,170.86</b>	<b>38,145.38</b>	<b>9,508.28</b>		<b>145.64</b>	<b>671,577.38</b>	<b>135.25</b>

Tabla 20. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2009							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Emisiones netas	Carbono negro Gg
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>353,030.62</b>	<b>124,170.86</b>	<b>38,145.38</b>	<b>9,508.28</b>		<b>145.64</b>	<b>525,000.79</b>	<b>135.25</b>
Bunkers	3,129.52	0.60	22.84				3,152.97	
Aviación internacional	3,129.52	0.60	22.84				3,152.97	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,334.83						27,334.83	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 21. 2010

Sector / Categoría / Subcategoría	2010							
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Emisiones netas	Carbono negro Gg
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>451,644.20</b>	<b>27,047.26</b>	<b>3,792.27</b>				<b>482,483.74</b>	<b>122.47</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	416,464.89	2,800.09	3,792.27				423,057.26	112.93
[1A1] Industrias de la energía	168,332.04	140.37	302.48				168,774.89	22.16
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	53,037.89	93.11	127.59				53,258.60	27.27
[1A3] Transporte	160,867.62	300.15	3,058.61				164,226.38	29.34
[1A4] Otros sectores	34,227.33	2,266.46	303.59				36,797.38	34.15
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	35,179.31	24,247.17					59,426.48	9.54
[1B1] Combustibles sólidos		8,980.57					8,980.57	
[1B2] Petróleo y gas natural	35,179.31	15,266.60					50,445.91	9.54
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>38,741.92</b>	<b>209.43</b>	<b>691.40</b>	<b>10,551.39</b>		<b>157.99</b>	<b>50,352.12</b>	
[2A] Industria de los minerales	20,387.63						20,387.63	
[2A1] Producción de cemento	17,045.65						17,045.65	
[2A2] Producción de cal	2,887.99						2,887.99	
[2A3] Producción de vidrio	453.99						453.99	
[2B] Industria química	3,720.40	209.43	691.40	3,817.94			8,439.18	
[2B1] Producción de amoníaco	1,568.54						1,568.54	
[2B2] Producción de ácido nítrico			508.01				508.01	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			183.39				183.39	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	195.92						195.92	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,915.91	209.43					2,125.35	
[2B9] Producción fluoroquímica				3,817.94			3,817.94	

Tabla 21. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2010						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2C] Industria de los metales	14,427.93						14,427.93	
[2C1] Producción de hierro y acero	13,054.07						13,054.07	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	293.58						293.58	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	99.87						99.87	
[2C6] Producción de zinc	980.41						980.41	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	161.79						161.79	
[2D1] Uso de lubricantes	136.11						136.11	
[2D2] Uso de la cera de parafina	25.67						25.67	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				6,733.44			6,733.44	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				6,209.19			6,209.19	
[2F2] Agentes espumantes				236.55			236.55	
[2F3] Protección contra incendios				1.51			1.51	
[2F4] Aerosoles				286.19			286.19	
[2F5] Disolventes								
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						157.99	157.99	
[2G1] Equipos eléctricos						157.99	157.99	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	44.17						44.17	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	44.17						44.17	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-146,042.17</b>	<b>63,188.07</b>	<b>32,577.34</b>				<b>-50,276.76</b>	<b>4.26</b>
[3A] Ganado		62,197.49	4,237.51				66,434.99	
[3A1] Fermentación entérica		51,761.08					51,761.08	
[3A2] Gestión de estiércol		10,436.40	4,237.51				14,673.91	
[3B] Tierra	-146,576.59						-146,576.59	
[3B1] Tierras forestales	-136,891.25						-136,891.25	
[3B2] Tierras de cultivo	1,692.31						1,692.31	
[3B3] Praderas	-12,236.04						-12,236.04	
[3B4] Humedales	111.76						111.76	
[3B5] Asentamientos	552.78						552.78	
[3B6] Otras tierras	193.86						193.86	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	534.42	990.58	28,339.84				29,864.84	4.26

Tabla 21. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2010						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		838.28	293.48				1,131.76	4.26
[3C3] Aplicación de urea	498.67						498.67	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			21,658.72				21,658.72	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,541.45				5,541.45	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			846.19				846.19	
[3C7] Cultivo de arroz		152.30					152.30	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>1,021.36</b>	<b>37,008.81</b>	<b>1,918.17</b>				<b>39,948.34</b>	<b>1.60</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		15,640.21					15,640.21	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		12,288.17					12,288.17	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,737.50					1,737.50	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1,614.53					1,614.53	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		121.88	86.51				208.40	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	1,021.36	859.99	188.79				2,070.14	1.60
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	41.99	0.10	0.99				43.08	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	979.37	859.89	187.81				2,027.07	1.60
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		20,386.72	1,642.87				22,029.59	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,729.03	1,642.87				5,371.90	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,657.69					16,657.69	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>491,941.90</b>	<b>127,453.57</b>	<b>38,979.19</b>	<b>10,551.39</b>		<b>157.99</b>	<b>669,084.03</b>	<b>128.33</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>345,365.31</b>	<b>127,453.57</b>	<b>38,979.19</b>	<b>10,551.39</b>		<b>157.99</b>	<b>522,507.44</b>	<b>128.33</b>
Bunkers	3,330.53	0.64	24.31				3,355.48	
Aviación internacional	3,330.53	0.64	24.31				3,355.48	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,404.19						27,404.19	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.







Tabla 22. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2011						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[4] Residuos</b>	<b>962.26</b>	<b>38,410.77</b>	<b>1,916.78</b>				<b>41,289.80</b>	<b>1.49</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		16,945.89					16,945.89	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		13,252.92					13,252.92	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		1,886.25					1,886.25	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1,806.72					1,806.72	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		124.83	88.61				213.44	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	962.26	750.06	164.78				1,877.10	1.49
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	48.56	0.10	0.99				49.65	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	913.70	749.96	163.80				1,827.45	1.49
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		20,589.98	1,663.39				22,253.37	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,731.09	1,663.39				5,394.48	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,858.89					16,858.89	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>496,879.05</b>	<b>133,227.90</b>	<b>39,875.90</b>	<b>11,042.15</b>		<b>165.36</b>	<b>681,190.36</b>	<b>131.09</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>348,532.98</b>	<b>133,227.90</b>	<b>39,875.90</b>	<b>11,042.15</b>		<b>165.36</b>	<b>532,844.29</b>	<b>131.09</b>
Bunkers	3,578.55	0.69	26.12				3,605.36	
Aviación internacional	3,578.55	0.69	26.12				3,605.36	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	26,804.07						26,804.07	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.





Tabla 23. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2012							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[4] Residuos</b>	<b>903.09</b>	<b>39,424.27</b>	<b>1,999.59</b>				<b>42,326.95</b>	<b>1.40</b>	
[4A] Eliminación de residuos sólidos		18,241.54					18,241.54		
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		14,212.03					14,212.03		
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		2,037.19					2,037.19		
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		1,992.32					1,992.32		
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		116.65	82.80				199.46		
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	903.09	750.07	164.81				1,817.96	1.40	
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	48.92	0.11	1.01				50.04		
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	854.17	749.96	163.80				1,767.92	1.40	
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0.00	20,316.01	1,751.98				22,067.99		
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,626.69	1,751.98				5,378.67		
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,689.32					16,689.32		
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>493,437.75</b>	<b>129,212.01</b>	<b>40,178.90</b>	<b>10,722.40</b>		<b>170.85</b>	<b>673,721.90</b>	<b>133.49</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>345,091.68</b>	<b>129,212.01</b>	<b>40,178.90</b>	<b>10,722.40</b>		<b>170.85</b>	<b>525,375.84</b>	<b>133.49</b>	
Bunkers	3,753.43	0.72	27.40				3,781.55		
Aviación internacional	3,753.43	0.72	27.40				3,781.55		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	27,344.98						27,344.98		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 24. 2013

Sector / Categoría / Subcategoría	2013						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>457,602.87</b>	<b>26,903.79</b>	<b>3,832.85</b>				<b>488,339.51</b>	<b>128.37</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	440,710.46	2,832.49	3,832.85				447,375.80	125.19
[1A1] Industrias de la energía	185,771.95	162.40	329.42				186,263.77	26.24
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	60,770.21	116.06	156.68				61,042.94	36.45
[1A3] Transporte	161,390.75	322.30	3,046.84				164,759.90	29.94
[1A4] Otros sectores	32,777.55	2,231.72	299.92				35,309.19	32.56



Tabla 24. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2013						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						191.69	191.69	
[2G1] Equipos eléctricos						191.69	191.69	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	49.50						49.50	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	49.50						49.50	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,827.88</b>	<b>63,701.59</b>	<b>34,194.79</b>				<b>-49,931.49</b>	<b>7.24</b>
[3A] Ganado		62,278.56	4,381.90				66,660.46	
[3A1] Fermentación entérica		51,139.95					51,139.95	
[3A2] Gestión de estiércol		11,138.61	4,381.90				15,520.51	
[3B] Tierra	-148,346.07						-148,346.07	
[3B1] Tierras forestales	-139,970.12						-139,970.12	
[3B2] Tierras de cultivo	-876.01						-876.01	
[3B3] Praderas	-7,836.43						-7,836.43	
[3B4] Humedales	44.57						44.57	
[3B5] Asentamientos	137.57						137.57	
[3B6] Otras tierras	154.36						154.36	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	518.19	1,423.04	29,812.89				31,754.12	7.24
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		1,300.96	522.44				1,823.39	7.24
[3C3] Aplicación de urea	479.60						479.60	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,559.35				22,559.35	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,843.04				5,843.04	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			888.06				888.06	
[3C7] Cultivo de arroz		122.08					122.08	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>849.08</b>	<b>40,682.81</b>	<b>2,021.03</b>				<b>43,552.92</b>	<b>1.31</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		19,540.02					19,540.02	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		15,193.22					15,193.22	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		2,186.65					2,186.65	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		2,160.14					2,160.14	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		116.69	82.83				199.51	

Tabla 24. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2013							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	849.08	702.64	154.45				1,706.16	1.31	
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	48.92	0.11	1.01				50.04		
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	800.15	702.53	153.44				1,656.12	1.31	
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales		20,323.47	1,783.76				22,107.23		
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,612.54	1,783.76				5,396.30		
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,710.93					16,710.93		
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>499,186.33</b>	<b>131,490.65</b>	<b>40,723.89</b>	<b>11,528.03</b>		<b>191.69</b>	<b>683,457.09</b>	<b>136.92</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>350,840.26</b>	<b>131,490.65</b>	<b>40,723.89</b>	<b>11,528.03</b>		<b>191.69</b>	<b>534,774.52</b>	<b>136.92</b>	
Bunkers	3,956.68	0.76	28.88				3,986.33		
Aviación internacional	3,956.68	0.76	28.88				3,986.33		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	26,794.60						26,794.60		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 25. 2014

Sector / Categoría / Subcategoría	2014							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>[1] Energía</b>	<b>456,135.69</b>	<b>26,859.44</b>	<b>3,764.93</b>				<b>486,760.06</b>	<b>127.55</b>	
[1A] Actividades de quema de combustible	431,358.55	2,792.19	3,764.93				437,915.67	122.96	
[1A1] Industrias de la energía	179,457.63	161.30	328.92				179,947.85	28.32	
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	58,516.80	88.79	120.65				58,726.24	32.63	
[1A3] Transporte	160,066.69	319.77	3,016.28				163,402.74	29.61	
[1A4] Otros sectores	33,317.43	2,222.33	299.08				35,838.84	32.40	
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	24,777.15	24,067.24					48,844.39	4.60	
[1B1] Combustibles sólidos		9,340.60					9,340.60		
[1B2] Petróleo y gas natural	24,777.15	14,726.64					39,503.79	4.60	
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>41,379.13</b>	<b>194.83</b>	<b>666.57</b>	<b>13,029.86</b>		<b>254.52</b>	<b>55,524.91</b>		
[2A] Industria de los minerales	21,835.13						21,835.13		
[2A1] Producción de cemento	18,259.33						18,259.33		
[2A2] Producción de cal	3,103.33						3,103.33		
[2A3] Producción de vidrio	472.48						472.48		



Tabla 25. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2014						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B] Industria química	3,419.71	194.83	666.57	2,787.79			7,068.91	
[2B1] Producción de amoníaco	1,516.60						1,516.60	
[2B2] Producción de ácido nítrico			508.01				508.01	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			158.57				158.57	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	201.00						201.00	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,662.09	194.83					1,856.92	
[2B9] Producción fluoroquímica				2,787.79			2,787.79	
[2C] Industria de los metales	15,928.32						15,928.32	
[2C1] Producción de hierro y acero	14,344.53						14,344.53	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	318.55						318.55	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	130.24						130.24	
[2C6] Producción de zinc	1,134.99						1,134.99	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	144.26						144.26	
[2D1] Uso de lubricantes	124.94						124.94	
[2D2] Uso de la cera de parafina	19.32						19.32	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				10,242.07			10,242.07	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				9,130.84			9,130.84	
[2F2] Agentes espumantes				377.06			377.06	
[2F3] Protección contra incendios				45.02			45.02	
[2F4] Aerosoles				670.03			670.03	
[2F5] Disolventes				19.11			19.11	
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						254.52	254.52	
[2G1] Equipos eléctricos						254.52	254.52	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	51.71						51.71	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	51.71						51.71	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,795.15</b>	<b>64,074.83</b>	<b>34,813.55</b>				<b>-48,906.76</b>	<b>5.30</b>

Tabla 25. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2014						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3A] Ganado		63,012.14	4,380.39				67,392.54	
[3A1] Fermentación entérica		52,082.12					52,082.12	
[3A2] Gestión de estiércol		10,930.02	4,380.39				15,310.42	
[3B] Tierra	-148,346.07						-148,346.07	
[3B1] Tierras forestales	-139,970.12						-139,970.12	
[3B2] Tierras de cultivo	-876.01						-876.01	
[3B3] Praderas	-7,836.43						-7,836.43	
[3B4] Humedales	44.57						44.57	
[3B5] Asentamientos	137.57						137.57	
[3B6] Otras tierras	154.36						154.36	
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	550.92	1,062.69	30,433.16				32,046.77	5.30
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		908.28	334.61				1,242.89	5.30
[3C3] Aplicación de urea	513.33						513.33	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			23,187.41				23,187.41	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			6,018.93				6,018.93	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			892.20				892.20	
[3C7] Cultivo de arroz		154.41					154.41	
[3D1] Productos de madera recolectada							0.00	
<b>[4] Residuos</b>	<b>800.37</b>	<b>41,564.41</b>	<b>2,070.44</b>				<b>44,435.22</b>	<b>1.23</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		20,779.81					20,779.81	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		16,137.38					16,137.38	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		2,326.93					2,326.93	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		2,315.50					2,315.50	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		116.66	82.81				199.46	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	800.37	659.56	145.05				1,604.99	1.23
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	49.28	0.11	1.02				50.41	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	751.09	659.46	144.03				1,554.58	1.23
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0.00	20,008.38	1,842.58				21,850.96	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,558.22	1,842.58				5,400.80	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,450.16					16,450.16	

Tabla 25. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2014							Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>			
	Gg de CO <sub>2</sub> e								
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>498,866.12</b>	<b>132,693.51</b>	<b>41,315.50</b>	<b>13,029.86</b>		<b>254.52</b>	<b>686,159.50</b>	<b>134.08</b>	
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>350,520.05</b>	<b>132,693.51</b>	<b>41,315.50</b>	<b>13,029.86</b>		<b>254.52</b>	<b>537,813.43</b>	<b>134.08</b>	
Bunkers	4,192.59	0.81	30.60				4,223.99		
Aviación internacional	4,192.59	0.81	30.60				4,223.99		
Marítimo internacional									
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	26,805.07						26,805.07		

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

Tabla 26. 2015

Sector / Categoría / Subcategoría	2015						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
<b>[1] Energía</b>	<b>461,849.35</b>	<b>31,712.48</b>	<b>3,922.16</b>				<b>497,485.00</b>	<b>125.97</b>
[1A] Actividades de quema de combustible	446,345.02	2,797.95	3,922.16				453,066.13	121.92
[1A1] Industrias de la energía	180,758.93	159.11	323.93				181,242.98	26.11
[1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción	63,269.69	92.67	127.84				63,490.20	31.67
[1A3] Transporte	167,855.82	329.54	3,169.48				171,354.84	31.97
[1A4] Otros sectores	34,460.59	2,216.63	300.90				36,978.11	32.16
[1B] Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles	15,504.33	28,914.54					44,418.87	4.05
[1B1] Combustibles sólidos		7,786.77					7,786.77	
[1B2] Petróleo y gas natural	15,504.33	21,127.77					36,632.10	4.05
<b>[2] Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>40,447.09</b>	<b>181.78</b>	<b>670.90</b>	<b>12,616.74</b>		<b>195.25</b>	<b>54,111.76</b>	
[2A] Industria de los minerales	22,767.27						22,767.27	
[2A1] Producción de cemento	19,159.98						19,159.98	
[2A2] Producción de cal	3,086.55						3,086.55	
[2A3] Producción de vidrio	520.74						520.74	
[2B] Industria química	2,831.10	181.78	670.90	1,437.73			5,121.51	
[2B1] Producción de amoníaco	1,004.21						1,004.21	
[2B2] Producción de ácido nítrico			508.01				508.01	
[2B3] Producción de ácido adípico								
[2B4] Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico			162.89				162.89	
[2B5] Producción de carburo								
[2B6] Producción de dióxido de titanio	207.80						207.80	
[2B7] Producción de ceniza de sosa	40.02						40.02	
[2B8] Producción petroquímica y negro de humo	1,579.06	181.78					1,760.85	

Tabla 26. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2015						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[2B9] Producción fluoroquímica				1,437.73			1,437.73	
[2C] Industria de los metales	14,696.50						14,696.50	
[2C1] Producción de hierro y acero	12,922.69						12,922.69	
[2C2] Producción de ferroaleaciones	283.40						283.40	
[2C3] Producción de aluminio								
[2C4] Producción de magnesio								
[2C5] Producción de plomo	137.16						137.16	
[2C6] Producción de zinc	1,353.25						1,353.25	
[2D] Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	94.30						94.30	
[2D1] Uso de lubricantes	77.56						77.56	
[2D2] Uso de la cera de parafina	16.74						16.74	
[2D3] Uso de disolventes								
[2F] Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				11,179.01			11,179.01	
[2F1] Refrigeración y aire acondicionado				9,888.63			9,888.63	
[2F2] Agentes espumantes				420.55			420.55	
[2F3] Protección contra incendios				79.63			79.63	
[2F4] Aerosoles				781.86			781.86	
[2F5] Disolventes				8.33			8.33	
[2F6] Otras aplicaciones								
[2G] Manufactura y utilización de otros productos						195.25	195.25	
[2G1] Equipos eléctricos						195.25	195.25	
[2G2] SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos								
[2G3] N <sub>2</sub> O de usos de productos								
[2H] Otros	57.93						57.93	
[2H1] Industria de la pulpa y el papel	57.93						57.93	
[2H2] Industria de la alimentación y las bebidas								
<b>[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b>	<b>-147,898.94</b>	<b>67,156.27</b>	<b>34,456.10</b>				<b>-46,286.57</b>	<b>4.44</b>
[3A] Ganado		66,131.52	4,436.08				70,567.60	
[3A1] Fermentación entérica		53,442.72					53,442.72	
[3A2] Gestión de estiércol		12,688.80	4,436.08				17,124.88	
[3B] Tierra	-148,346.07						-148,346.07	
[3B1] Tierras forestales	-139,970.12						-139,970.12	
[3B2] Tierras de cultivo	-876.01						-876.01	
[3B3] Praderas	-7,836.43						-7,836.43	
[3B4] Humedales	44.57						44.57	
[3B5] Asentamientos	137.57						137.57	
[3B6] Otras tierras	154.36						154.36	

Tabla 26. (Continuación)

Sector / Categoría / Subcategoría	2015						Emisiones netas	Carbono negro Gg
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
	Gg de CO <sub>2</sub> e							
[3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas del CO <sub>2</sub> de la tierra	447.13	1,024.76	30,020.02				31,491.90	4.44
[3C1] Emisiones de GEI por quemado de biomasa		859.99	291.50				1,151.49	4.44
[3C3] Aplicación de urea	409.71						409.71	
[3C4] Emisiones directas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			22,992.89				22,992.89	
[3C5] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados			5,821.98				5,821.98	
[3C6] Emisiones indirectas de los N <sub>2</sub> O de la gestión de estiércol			913.66				913.66	
[3C7] Cultivo de arroz		164.76					164.76	
[3D1] Productos de madera recolectada								
<b>[4] Residuos</b>	<b>730.23</b>	<b>43,093.22</b>	<b>2,085.57</b>				<b>45,909.01</b>	<b>1.16</b>
[4A] Eliminación de residuos sólidos		21,920.61					21,920.61	
[4A1] Sitios gestionados de eliminación de residuos (rellenos sanitarios)		17,007.47					17,007.47	
[4A2] Sitios no controlados de eliminación de residuos		2,456.29					2,456.29	
[4A3] Tiraderos a cielo abierto para eliminación de residuos		2,456.85					2,456.85	
[4B] Tratamiento biológico de los residuos sólidos		116.69	82.83				199.51	
[4C] Incineración y quema de residuos a cielo abierto	730.23	620.42	136.51				1,487.15	1.16
[4C1] Incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos	23.72	0.11	1.03				24.85	
[4C2] Quema de residuos sólidos a cielo abierto	706.51	620.31	135.48				1,462.30	1.16
[4D] Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0.00	20,435.51	1,866.23				22,301.74	
[4D1] Tratamiento y eliminación de aguas residuales municipales		3,726.20	1,866.23				5,592.44	
[4D2] Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales		16,709.30					16,709.30	
<b>Emisiones totales (sin [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>503,473.80</b>	<b>142,143.76</b>	<b>41,134.72</b>	<b>12,616.74</b>	<b>0.00</b>	<b>195.25</b>	<b>699,565.27</b>	<b>131.56</b>
<b>Emisiones netas (con [3B] Tierra) GgCO<sub>2</sub>e</b>	<b>355,127.73</b>	<b>142,143.76</b>	<b>41,134.72</b>	<b>12,616.74</b>		<b>195.25</b>	<b>551,219.20</b>	<b>131.56</b>
Bunkers	4,856.19	0.94	35.45				4,892.57	
Aviación internacional	4,856.19	0.94	35.45				4,892.57	
Marítimo internacional								
Emisiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa	26,524.32						26,524.32	

Nota: Las emisiones de bunkers y las emisiones de CO<sub>2</sub> por la quema de biomasa no se encuentran contabilizadas en el total del Inventario.

# Anexo H: Compuestos, unidades y acrónimos

Tabla 1. **Potencial de calentamiento**

Fórmula química	SAR (100 años)	AR4 (100 años)	AR5 (100 años)
CO <sub>2</sub>	1	1	1
CH <sub>4</sub>	21	25	28
N <sub>2</sub> O	310	298	265
HFC-43-10mee	1,300	1,640	1,650
HFC-152a	140	124	138
HFC-32	650	675	677
HFC-227ea	2,900	3,220	2,640
HFC-236fa	6,300	9,810	8,060
HFC-125	2,800	3,500	3,170
HFC-134a	1,300	1,430	1,300
HFC-143a	3,800	4,470	4,800
HFC-23	11,700	14,800	12,400
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (PFC-116)	9,200	12,200	11,100
CF <sub>4</sub> (PFC-14)	6,500	7,390	6,630
SF <sub>6</sub>	23,900	22,800	23,500

Fuente: Segundo, cuarto y quinto informes de evaluación del IPCC.

Tabla 2. **Compuestos**

C	Carbono
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Perfluoretano
CF <sub>4</sub>	Tetrafluorometano
CFC	Clorofluorocarbonos
CH <sub>4</sub>	Metano
CO	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
HFC	Hidrofluorocarbonos
HFC-134a	Tetrafluoroetano
HFC-23	Trifluorometano
HCFC-22	Clorodifluorometano
HFC-125	Pentafluoroetano
HFC-143a	Trifluoroetano
HFC-32	Difluorometano
HFC-43-10mee	Decafluoropentano
HFC-152a	Difluoroetano
HFC-227ea	Heptafluoropropano
HFC-245ca	Pentafluoropropano
N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
PFC	Perfluorocarbonos
SF <sub>6</sub>	Hexafluoruro de azufre
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre

Tabla 3. **Unidades**

bpe	Barriles de petróleo equivalente
Gg	Gigagramo = 10 <sup>9</sup> gramos
°C	Grado centígrado
g	Gramo
hab.	Habitante
ha	Hectárea
h	Hora
J	Joule
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
l	Litro
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
m <sup>3</sup> /s	Metro cúbico por segundo
m <sup>3</sup> -r	Metro cúbico rollo
mb	Miles de barriles
mbp	Miles de barriles de petróleo
mbpce	Miles de barriles de petróleo crudo equivalente
mmmpc	Miles de millones de pies cúbicos
mmbpce	Millones de barriles de petróleo crudo equivalente
ton, t	Tonelada (1000 ton = 1Gg)
W	Watt
Wh	Watt hora

Tabla 4. Prefijos

E	Exa = 10 <sup>18</sup>
P	Peta = 10 <sup>15</sup>
T	Tera = 10 <sup>12</sup>
G	Giga = 10 <sup>9</sup>
M	Mega = 10 <sup>6</sup>
k	kilo = 10 <sup>3</sup>

Tabla 5. Abreviaturas, siglas y acrónimos

Siglas/Acrónimos	Significado
Acui.	Acuícola
AD	Activity data (datos de actividad)
AFOLU	<i>Agriculture, Forestry and Other Land Use</i> (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; véase también ASOUT)
AIE	Agencia Internacional de Energía
ALYC	América Latina y el Caribe
ANACOFER	Asociación Nacional de Comercializadores y Productores de Fertilizantes, A.C.
ANFACAL	Asociación Nacional de Fabricantes de Cal
ANIQ	Asociación Nacional de la Industria Química
ANP	Áreas naturales protegidas
APF	Administración Pública Federal
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente
ASOUT	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (véase AFOLU)
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
BNE	Balance Nacional de Energía
BOD	<i>Biochemical oxygen demand</i> (demanda bioquímica de oxígeno, DBO)
BOF	<i>Basic oxygen furnace</i> (convertidor al oxígeno utilizado en la fabricación de acero)
BUR	<i>Biennial Update Reports</i> (Informes Bienales de Actualización)
CAMIMEX	Cámara Minera de México
CANACEM	Cámara Nacional del Cemento
CANACERO	Cámara Nacional de la Industria del Hierro y el Acero
CARB	California Air Resources Board
CC	Control de calidad (en inglés, QC por <i>Quality Control</i> ) Contenido de carbono
CCC	Clase de condición de combustible
CESPEDES	Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable
CF	<i>Carbon fraction</i> (fracción de carbono)
CFC	Clorofluorocarbonos
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático



Tabla 5. (Continuación)

Siglas/Acrónimos	Significado
CKD	<i>Cement kiln dust</i> (polvo acumulado en el horno rotatorio de cemento)
CL	<i>Crop lands</i> (tierras agrícolas o tierras de cultivo)
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CMNUCC	Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	Carbono negro
COA	Cédula de operación anual
COD	Carbono orgánico degradable ( <i>Degradable organic carbon</i> , DOC)
COD	<i>Chemical oxygen demand</i> (demanda química de oxígeno, DQO)
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONADESUCA	Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
CONVL	<i>Converted lands</i> (tierras convertidas)
CRM	Consejo de Recursos Materiales
CRM	<i>Customer Relationship Management</i> (Gestión de relaciones con los clientes)
CWPB	<i>Centre-worked prebake</i> (ánodo precocido central)
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DM	<i>Dry matter</i> (materia seca)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRI	<i>Direct reduced iron</i> (hierro esponja)
EAF	<i>Electric arc furnace</i> (horno de arco eléctrico)
EF	<i>Emission factor</i> (factor de emisión)
EMIM	Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera
ENAREDD+	Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
ENRSU	Encuesta Nacional de Residuos Sólidos Urbanos
EPA	[United States] <i>Environmental Protection Agency</i>
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)
FAOSTAT	Plataforma estadística de FAO
FCCS	<i>Fuel Characteristic Classification System</i> (Sistema de clasificación y caracterización de combustibles forestales)
FCF	<i>Fossil carbon fraction</i> (fracción de carbono fósil)
FCM	Véase MCF
FCR	Fracción de nitrógeno incorporado en suelos proveniente de la biomasa aérea, subterránea y residuos en tierras agrícolas
FE	Véase EF
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FL	<i>Forest lands</i> (tierras forestales)
FLD	<i>Degraded forest lands</i> (tierras forestales degradadas)

Tabla 5. (Continuación)

Siglas/Acrónimos	Significado
FOD	<i>First Order Decay Model</i> (Método de descomposición de primer orden)
FOLU	<i>Forestry and Other Land Use</i> (Silvicultura y otros usos de la tierra, SOUT)
FPFITHOM	Cultivos forrajeros, perennes, frutales, industriales, tubérculos, hortalizas, ornamentales y medicinales
FPRP	Fracción de nitrógeno incorporado en suelos proveniente del estiércol depositado en praderas por animales en pastoreo (FPPP, fracción relativa a pastura, praderas y potreros, en concordancia con la definición del IPCC)
FRA	<i>Forest Resources Assessments</i> (Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales)
FSN	Fracción de nitrógeno incorporado en suelos proveniente de fertilizantes sintéticos nitrogenados
FUMEC	Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia A.C.
G20	Grupo de los 20
G8	Grupo de los 8
GBP	<i>Guía de buenas prácticas</i> . Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, o Informe sobre las buenas prácticas. Guía del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
GCB	<i>Gas circuit breakers</i> (disyuntores a gas)
GEF	<i>Global Environment Facility</i> (Fondo Mundial para el Medio Ambiente)
GEI	Gas/gases de efecto invernadero
GHG	<i>Greenhouse gas</i> (gas de efecto invernadero)
GIL	<i>Gas-insulated lines</i> (líneas de alta tensión con aislación de gas)
GIS	<i>Geographic Information System</i> (Sistema de Información Geográfica, SIG)
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> (Agencia Alemana de Cooperación Internacional)
GL	<i>Grass lands</i> (praderas)
GLP	Gas licuado de petróleo
GPG	<i>Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories</i> . Véase GBP
GYCEI	Gases y compuestos de efecto invernadero
HCFC	Hidroclorofluorocarbono
HFC	Hidrofluorocarbono
HSS	<i>Horizontal stud Söderberg</i> (Söderberg a barra horizontal)
IBA	Informe Bienal de Actualización
ICR	Índice cultivo residuo
IDH	Índice de desarrollo humano
IFA	<i>International Fertilizer Industry Association</i> (Asociación Internacional de Industriales del Fertilizante)
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEGYCEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero
INFYS	Inventario Nacional Forestal y de Suelos
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental del Cambio Climático)
IPPU	<i>Industrial Processes and Product Use</i> (Procesos industriales y uso de productos)
IRRI	<i>International Rice Research Institute</i> (Instituto Internacional de Investigación del Arroz)
ISIC	<i>Industrial Sector International Classification</i> (Clasificación internacional del sector industrial)

Tabla 5. (Continuación)

Siglas/Acrónimos	Significado
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LKD	<i>Lime Kiln Dust</i> (polvo del horno de cal)
MCF	<i>Methane correction factor</i> (factor de corrección de metano)
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
MLC	Material leñoso caído
MMB	Modelo Mexicano de Biogás
MSW	<i>Municipal solid waste</i> (residuos sólidos municipales o residuos sólidos urbanos)
NAI	No Anexo I
NMX	Norma Mexicana
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OF	<i>Oxidation factor</i> (factor de oxidación)
OHF	<i>Open hearth furnace</i> (horno de hogar abierto de reverbero)
OL	<i>Other lands</i> (otras tierras)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
P	Pastizal
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PEP	PEMEX Exploración y Producción
PFC	Perfluorocarbonos
PIB	Producto interno bruto
PIE	Productores independientes de energía
PIUP	Procesos industriales y uso de productos (véase IPPU)
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (véase también UNDP)
PPP	<i>Purchasing power parity</i> (paridad del poder adquisitivo) Pastura, praderas y potreros
PRE.	Presa
PTAR	Plantas de tratamiento de aguas residuales
PU	Poliuretano
QA/QC	<i>Quality Assurance/Quality Control</i> (aseguramiento/control de la calidad)
RAC	Refrigeración y aire acondicionado
REDD+	<i>Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries</i> (Reducción de emisiones por deforestación y/o degradación forestal)
RENE	Registro Nacional de Emisiones
RPBI	Residuos peligrosos biológico-infecciosos
RPI	Residuos peligrosos industriales
RSU	Residuos sólidos urbanos
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono

Tabla 5. (Continuación)

Siglas/Acrónimos	Significado
SCP	<i>Surface coal production</i> (producción de carbón superficial)
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDF	Sitios de disposición final
SE	Secretaría de Economía
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente (Ciudad de México)
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEDS	Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SF	Factor de ajuste del factor de emisión
SGM	Servicio Geológico Mexicano
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA
SIE	Sistema de Información Energética (SENER)
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINA	Sistema Nacional de Información del Agua (CONAGUA)
SL	<i>Settlement lands</i> (tierras de asentamientos)
SMN	Servicio Meteorológico Nacional de la CONAGUA
SW	<i>Solid wastes</i> (residuos sólidos)
SWPB	<i>Side-worked prebake</i> (ánodo precocido lateral)
TCMA	Tasa de crecimiento media anual
TFI	<i>Task Force on National Greenhouse Gas Inventories</i> (Grupo de trabajo sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero), IPCC
TOW	<i>Total organics in wastewater</i> (contenido total de materia orgánica en aguas residuales)
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UASB	<i>Upflow anaerobic sludge blanket</i> (reactor aerobio de flujo ascendente)
UCP	<i>Underground coal production</i> (producción de carbón profundo)
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> . Véase CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
UPO	Unidad de Protección a la Capa de Ozono de la
USAID	<i>United States Agency International Development</i>
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
USGS	<i>United States Geological Survey</i> (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
USV	Serie INEGI de uso de suelo y vegetación
VOC	<i>Volatile organic compounds</i> (compuestos orgánicos volátiles)
VSS	<i>Vertical stud Söderberg</i> (Söderberg a barra vertical)
WL	<i>Wetlands</i> (humedales)
XPS	<i>Extruded polystyrene [foam]</i> (Espuma de poliestireno extruido)



# Índice de figuras, tablas, cuadros y ecuaciones

<b>1 Introducción</b> .....	13
<b>Figura 1.1.</b> Comunicaciones Nacionales y primer IBA que México ha presentado a la CMNUCC, 1997-2015.....	17
<b>Figura 1.2.</b> Evolución de los inventarios nacionales de México presentados a la CMNUCC, 1997-2018.....	17
<b>Tabla 1.1.</b> Comparación de los inventarios nacionales de México presentados ante la CMNUCC, 1997-2015.....	18
<b>Tabla 1.2.</b> Mejoras de la actualización del INEGYCEI con respecto al inventario anterior presentado ante la CMNUCC.....	19
<b>Figura 1.3.</b> Comparativo de las emisiones reportadas en el INEGYCEI del IBA1 y el presente.....	21
<b>Figura 1.4.</b> Arreglos institucionales para la elaboración del <i>Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero</i> en México.....	22
<b>Tabla 1.3.</b> Instituciones proveedoras de información y datos de actividad para el INEGYCEI.....	23
<b>Tabla 1.4.</b> Instituciones y fuentes de información.....	26
<b>2 Emisiones de gases de efecto invernadero 2015 y tendencia histórica</b> .....	29
<b>Tabla 2.1.</b> Emisiones de GEI por sector, 2015.....	31
<b>Figura 2.1.</b> Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero por sector, 2015 (Sin categoría [3B] Tierra).....	31
<b>Figura 2.2.</b> Emisiones y contribución de gases de efecto invernadero, 2015, por tipo de gas (sin las absorciones de la categoría [3B] Tierra).....	32
<b>Tabla 2.2.</b> Emisiones de GEI en el año 2015.....	32
<b>Figura 2.3.</b> Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 2015.....	34

<b>Figura 2.4.</b>	Emisiones netas de gases de efecto invernadero por categoría, 2015.....	36
<b>Figura 2.5.</b>	Emisiones netas de gases de efecto invernadero por tipo de gas, 2015.....	36
<b>Tabla 2.3.</b>	Emisiones nacionales de GEI por tipo de gas de los sectores, categorías, subcategorías y fuentes del IPCC 2006, en 2015.....	37
<b>Tabla 2.4.</b>	Niveles (TIER) de las estimaciones de las emisiones de las fuentes, de acuerdo con los árboles de decisión del IPCC, 2006.....	43
<b>Tabla 2.5.</b>	Fuentes clave de las emisiones de GEI, derivadas del Método 1, 2015.....	50
<b>Figura 2.6.</b>	Fuentes clave de las emisiones 2015 de GEI al 95% acumulado.....	52
<b>Tabla 2.6.</b>	Fuentes principales del INEGYCEI.....	53
<b>Figura 2.7.</b>	Tendencias de GEI por sector, 1990-2015.....	55
<b>Tabla 2.7.</b>	Tendencias de emisiones y absorciones de GEI por sector, 1990-2015 .....	56
<b>Tabla 2.8.</b>	Comparación de las emisiones de GEI.....	57
<b>Figura 2.8.</b>	Tendencias de GEI por tipo de gas, 1990-2015.....	58
<b>Tabla 2.9.</b>	Emisiones y absorciones de GEI por tipo de gas, 1990-2015.....	58
<b>Tabla 2.10.</b>	Emisiones por tipo de gas en los periodos 1990-2015, 2005-2010 y 2010-2015.....	59
<b>Tabla 2.11.</b>	Emisiones per cápita de CO <sub>2</sub> e intensidad de carbono por la quema de combustibles, 1993-2015.....	60
<b>Figura 2.9.</b>	Emisiones per cápita de CO <sub>2</sub> e por la quema de combustible, 1993-2015.....	61
<b>3 [1] Energía</b> .....		63
<b>Tabla 3.1.</b>	Clasificación de las categorías, subcategorías y fuentes del sector [1] Energía, definidos por IPCC, 2006.....	65
<b>Figura 3.1.</b>	Emisiones GEI por categoría de [1] Energía, 1990-2015.....	66
<b>Tabla 3.2.</b>	Emisiones por GEI para el sector [1] Energía, 1990-2015 .....	66
<b>Tabla 3.3.</b>	Emisiones GEI por categoría de [1] Energía, 1990-2015.....	67
<b>Figura 3.2.</b>	Emisiones de GEI de [1] Energía por categoría, 2015 .....	67
<b>Tabla 3.4.</b>	Comparación del método de referencia y el sectorial por la actividad de consumo de combustible, 1990-2015.....	68
<b>Figura 3.3.</b>	Comparación entre el método de referencia y el sectorial por el consumo de combustible, 1990-2015.....	69
<b>Tabla 3.5.</b>	Emisiones de GEI por la generación energía eléctrica, 1990-2015.....	70
<b>Figura 3.4.</b>	Emisiones de GEI por la generación de energía eléctrica de CFE y PIE, 1990-2015 .....	70
<b>Tabla 3.6.</b>	Emisiones de GEI por tecnología de generación energía eléctrica, 1990-2015.....	71
<b>Figura 3.5.</b>	Emisiones de GEI por tipo de tecnología para generación de energía eléctrica, 1990 a 2015.....	71
<b>Figura 3.6.</b>	Consumo energético y emisiones de GEI por generación de energía eléctrica, 1990-2015 .....	72
<b>Tabla 3.7.</b>	Tendencias del consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica, 1990-2015.....	72
<b>Tabla 3.8.</b>	Emisiones de GEI por tipo de combustible para generación de energía eléctrica, 1990-2015.....	73
<b>Figura 3.7.</b>	Emisiones de GEI por tipo de combustible, 1990-2015.....	73
<b>Tabla 3.9.</b>	Emisiones de GEI por quema de combustibles en refinación de petróleo, 1990-2015.....	74
<b>Figura 3.8.</b>	Emisiones de GEI por quema de combustibles, fuente de refinación de petróleo, 1990-2015.....	75
<b>Tabla 3.10.</b>	Emisiones por la producción de coque de carbón, 1990-2015.....	76

<b>Tabla 3.11</b>	Emisiones de GEI por quema de combustibles, en la fuente Otras industrias de la energía, 1990-2015.....	76
<b>Figura 3.9.</b>	Emisiones de GEI por quema de combustibles, en la fuente Otras industrias de la energía, 1990-2015.....	77
<b>Tabla 3.12.</b>	Emisiones de GEI provenientes de la industria de la manufactura y la construcción, 1990-2015.....	78
<b>Figura 3.10</b>	Emisiones de la industria de la manufactura y de la construcción, 1990-2015.....	78
<b>Tabla 3.13.</b>	Emisiones de GEI por transporte, 1990-2015.....	79
<b>Figura 3.11.</b>	Emisiones de GEI por transporte, 1990-2015.....	80
<b>Figura 3.12.</b>	Participación del transporte en las emisiones de GEI, 2015.....	80
<b>Tabla 3.14.</b>	Consumo energético por el transporte, 1990-2015.....	81
<b>Figura 3.13.</b>	Consumo energético y emisiones de GEI por Transporte.....	81
<b>Figura 3.14.</b>	Participación de los combustibles en el consumo energético por transporte, 2015.....	82
<b>Tabla 3.15.</b>	Emisiones de GEI por la aviación civil internacional, 1990-2015.....	82
<b>Figura 3.15.</b>	Emisiones de GEI por la aviación civil internacional, 1990-2015.....	83
<b>Tabla 3.16.</b>	Emisiones de GEI por la aviación civil nacional, 1990-2015.....	83
<b>Tabla 3.17.</b>	Emisiones de GEI por autotransporte.....	84
<b>Figura 3.16.</b>	Emisiones de GEI por aviación civil nacional, 1990-2015.....	84
<b>Figura 3.17.</b>	Emisiones de GEI por autotransporte, 1990-2015.....	85
<b>Tabla 3.18.</b>	Emisiones de GEI por ferrocarriles, 1990-2015.....	85
<b>Figura 3.18.</b>	Emisiones de GEI por ferrocarriles, 1990-2015.....	86
<b>Tabla 3.19.</b>	Emisiones de GEI por navegación marítima y fluvial nacional, 1990-2015.....	86
<b>Figura 3.19.</b>	Emisiones de GEI por la navegación marítima y fluvial nacional, 1990-2015.....	87
<b>Tabla 3.20.</b>	Emisiones de GEI por combustión de fósiles en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015.....	87
<b>Figura 3.20.</b>	Emisiones de GEI por la combustión de fósiles en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015.....	88
<b>Tabla 3.21.</b>	Consumo energético en las actividades de comercio, residencial y agropecuaria, 1990-2015.....	88
<b>Figura 3.21.</b>	Consumo energético y emisiones GEI en las actividades comercial, residencial y agropecuaria, 1990-2015.....	89
<b>Tabla 3.22.</b>	Emisiones de GEI por la actividad comercial, 1990-2015.....	90
<b>Figura 3.22.</b>	Emisiones de GEI por la actividad comercial, 1990-2015.....	90
<b>Tabla 3.23.</b>	Emisiones de GEI de la actividad residencial, 1990-2015.....	91
<b>Figura 3.23.</b>	Emisiones de GEI de la actividad residencial, 1990-2015.....	91
<b>Tabla 3.24.</b>	Emisiones de GEI por la quema de combustible en la actividad agropecuaria, 1990-2015.....	91
<b>Figura 3.24.</b>	Emisiones de GEI por la quema de combustible en la actividad agropecuaria, 1990-2015.....	92
<b>Tabla 3.25.</b>	Emisiones de GEI por emisiones fugitivas, 1990-2015.....	92
<b>Figura 3.25.</b>	Comparativo de emisiones de GEI por emisiones fugitivas, en la subcategoría fabricación de combustibles, 1990-2015.....	93
<b>Tabla 3.26.</b>	Emisiones de fugitivas de metano en minería carbonífera y manejo del carbón, 1990-2015.....	94
<b>Figura 3.26.</b>	Emisiones de fugitivas de metano en minería carbonífera y manejo del carbón, 1990-2015.....	94



<b>Figura 3.27.</b>	Proporción de los GEI en las emisiones fugitivas del sector petróleo y gas, 2015.....	96
<b>Tabla 3.27.</b>	Emisiones fugitivas de GEI del sector petróleo y gas, 1990-2015.....	96
<b>Tabla 3.28.</b>	Emisiones de GEI por quema en antorcha, sector petróleo y gas, 2013-2015.....	97
<b>Figura 3.28.</b>	Emisiones fugitivas de GEI del sector petróleo y gas, 1990-2015.....	97
<b>Figura 3.29.</b>	Origen de las emisiones de quema en antorcha del sector petróleo y gas, 2015.....	98
<b>4 [2] Procesos industriales y uso de productos</b> .....		101
<b>Tabla 4.1.</b>	Categorías y subcategorías de IPPU.....	103
<b>Figura 4.1.</b>	Emisiones de procesos industriales y uso de productos por fuente de emisión.....	104
<b>Tabla 4.2.</b>	Emisiones por gas en el sector de procesos industriales y uso de productos.....	104
<b>Tabla 4.3.</b>	Emisiones de las categorías de procesos industriales y uso de productos.....	105
<b>Figura 4.2.</b>	Emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC) .....	107
<b>Figura 4.3.</b>	Emisiones por sectores y su incertidumbre para 2015.....	107
<b>Figura 4.4.</b>	Emisiones por la producción de cemento, cal y vidrio.....	108
<b>Tabla 4.4.</b>	Emisiones por la producción de cemento.....	108
<b>Tabla 4.5.</b>	Emisiones por la producción de cal.....	109
<b>Tabla 4.6.</b>	Emisiones por la producción de vidrio.....	110
<b>Figura 4.5.</b>	Emisiones por la producción de productos químicos.....	112
<b>Tabla 4.7.</b>	Emisiones por la producción de amoníaco.....	113
<b>Tabla 4.8.</b>	Emisiones de N <sub>2</sub> O por la producción de ácido nítrico.....	113
<b>Tabla 4.9.</b>	Emisiones de N <sub>2</sub> O por la producción de caprolactama.....	114
<b>Tabla 4.10.</b>	Emisiones por la producción de dióxido de titanio.....	114
<b>Tabla 4.11.</b>	Emisiones por la producción de ceniza de sosa.....	115
<b>Tabla 4.12.</b>	Emisiones por la producción de petroquímica y negro de humo.....	116
<b>Tabla 4.13.</b>	Emisiones de HFC-23 por la producción fluoroquímica.....	116
<b>Figura 4.6.</b>	Emisiones por la producción de los metales.....	117
<b>Tabla 4.14.</b>	Emisiones por la producción de hierro y acero.....	118
<b>Tabla 4.15.</b>	Emisiones por la producción de ferroaleaciones.....	119
<b>Tabla 4.16.</b>	Emisiones por la producción de aluminio primario .....	119
<b>Tabla 4.17.</b>	Emisiones por la producción de plomo.....	120
<b>Tabla 4.18.</b>	Emisiones por la producción de zinc.....	120
<b>Tabla 4.19.</b>	Emisiones por el uso de productos no energéticos.....	121
<b>Tabla 4.20.</b>	Emisiones por el uso de HFC, 2000-2015.....	121
<b>Tabla 4.21.</b>	Emisiones por el uso de HFC en RAC.....	122
<b>Tabla 4.22.</b>	Emisiones por el uso de HFC en agentes espumantes.....	122
<b>Tabla 4.23.</b>	Emisiones por uso de HFC en equipos de protección contra incendios.....	123
<b>Tabla 4.24.</b>	Emisiones por uso de HFC en aerosoles.....	123
<b>Tabla 4.25.</b>	Emisiones por uso de HFC en disolventes.....	124
<b>Tabla 4.26.</b>	Emisiones por uso de SF <sub>6</sub> .....	125
<b>Figura 4.7.</b>	Emisiones por el uso de SF <sub>6</sub> .....	125
<b>Figura 4.8.</b>	Emisiones de la industria de la pulpa y el papel.....	126
<b>Tabla 4.27.</b>	Emisiones de la industria de la pulpa y el papel.....	126
<b>5 [3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra</b> .....		129
<b>Figura 5.1.</b>	Emisiones históricas del sector AFOLU, 1990-2015.....	132
<b>Figura 5.2.</b>	Emisiones para el sector AFOLU, incluyendo y excluyendo [3B] Tierra, 2015.....	132

<b>Figura 5.3.</b>	Población total por especie productiva (cabezas de ganado), 2015.....	133
<b>Figura 5.4.</b>	Porcentaje de la contribución de subcategorías de [3A] Ganado en 2015.....	134
<b>Figura 5.5.</b>	Distribución en porcentaje de las emisiones de la ganadería en México, 2015.....	134
<b>Tabla 5.1.</b>	Emisiones de la ganadería en México.....	134
<b>Tabla 5.2.</b>	Emisiones de la ganadería en México, por subcategoría, 1990-2015.....	134
<b>Figura 5.6.</b>	Emisiones de GEI de [3A] Ganado en México, 1990-2015.....	135
<b>Figura 5.7.</b>	Incertidumbres de las subcategorías [3A1] y [3A2].....	135
<b>Tabla 5.3.</b>	Emisiones provenientes de [3A1] Fermentación entérica, 1990-2015.....	136
<b>Figura 5.8.</b>	Distribución en porcentaje de las emisiones de GEI de la ganadería en México provenientes de la fermentación entérica, 2015.....	136
<b>Tabla 5.4.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015.....	136
<b>Figura 5.9.</b>	Emisiones de GEI por fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015.....	137
<b>Figura 5.10.</b>	Población de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-2015.....	137
<b>Tabla 5.5.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015.....	138
<b>Figura 5.11.</b>	Emisiones provenientes de fermentación entérica de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015.....	138
<b>Figura 5.12.</b>	Población total de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-2015.....	139
<b>Tabla 5.6.</b>	Emisiones provenientes de la fermentación entérica de [3A1c] Ovinos, 1990-2015.....	139
<b>Figura 5.13.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1c] Ovinos, 1990-2015.....	139
<b>Figura 5.14.</b>	Población total de [3A1c] Ovinos, 1990-2015.....	140
<b>Tabla 5.7.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1d] Caprinos, 1990-2015.....	140
<b>Figura 5.15.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1d] Caprinos, 1990-2015.....	141
<b>Figura 5.16.</b>	Población total de [3A1d] Caprinos, 1990-2015.....	141
<b>Tabla 5.8.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1f] Caballos, 1990-2015.....	142
<b>Figura 5.17.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1f] Caballos, 1990-2015.....	142
<b>Figura 5.18.</b>	Población total de [3A1f] Caballos, 1990-2015.....	143
<b>Tabla 5.9.</b>	Emisiones provenientes de fermentación entérica de [3A1g] Mulas y asnos, 1990-2015.....	143
<b>Figura 5.19.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1g] Mulas y asnos, 1990-2015.....	144
<b>Figura 5.20.</b>	Población total de [3A1g] Mulas y asnos, 1990-2015.....	144
<b>Tabla 5.10.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1h] Porcinos, 1990-2015.....	145
<b>Figura 5.21.</b>	Emisiones por fermentación entérica de [3A1h] Porcinos, 1990-2015.....	145
<b>Figura 5.22.</b>	Población total de [3A1h] Porcinos, 1990-2015.....	146
<b>Tabla 5.11.</b>	Emisiones y porcentaje de emisiones por el manejo de excretas de ganado en México, 2015.....	146
<b>Figura 5.23.</b>	Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de ganado en México, 1990-2015.....	147
<b>Tabla 5.12.</b>	Emisiones por manejo de excretas de ganado en México, 1990-2015.....	147
<b>Tabla 5.13.</b>	Emisiones por manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche, 1990-2015.....	148
<b>Figura 5.24.</b>	Emisiones por manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche, por tipo de gas, 1990-2015.....	148
<b>Tabla 5.14.</b>	Emisiones por manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos, 1990-2015.....	149
<b>Tabla 5.15.</b>	Emisiones y porcentaje de participación de [3A2aii] Otros bovinos, 2015.....	149
<b>Figura 5.25.</b>	Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos, 1990-2015.....	149
<b>Tabla 5.16.</b>	Emisiones por manejo de excretas de [3A2c] Ovinos, 1990-2015.....	150

<b>Figura 5.26.</b> Serie histórica del manejo de excretas de [3A2c] Ovinos, 1990-2015.....	150
<b>Tabla 5.17.</b> Emisiones por manejo de excretas de [3A2d] Caprinos, 1990-2015.....	151
<b>Figura 5.27.</b> Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2d] Caprinos, 1990-2015.....	151
<b>Tabla 5.18.</b> Emisiones por manejo de excretas de [3A2f] Caballos, 1990-2015.....	151
<b>Figura 5.28.</b> Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2f] Caballos, 1990-2015.....	152
<b>Tabla 5.19.</b> Emisiones por manejo de excretas de [3A2g] Mulas y asnos, 1990-2015.....	152
<b>Figura 5.29.</b> Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2g] Mulas y asnos, 1990-2015.....	153
<b>Tabla 5.20.</b> Emisiones por manejo de excretas de [3A2h] Porcinos, por tipo de gas, 1990-2015.....	153
<b>Figura 5.30.</b> Serie histórica de emisiones por manejo de excretas de [3A2h] Porcinos, por tipo de gas y etapa, 1990-2015.....	154
<b>Tabla 5.21.</b> Emisiones por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral, por gas y tipo de ave, 1990-2015.....	155
<b>Figura 5.31.</b> Serie histórica de emisiones por excretas de [3A2i] Aves de corral, por gas y tipo de ave, 1990-2015.....	155
<b>Figura 5.32.</b> Población total de aves de corral en México, 1990-2015.....	156
<b>Tabla 5.22.</b> Emisiones/absorciones netas [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	157
<b>Figura 5.33.</b> Emisiones/absorciones netas [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	158
<b>Tabla 5.23.</b> Emisiones y absorciones agrupadas por permanencias y cambios de uso de suelo del sector [3B] Tierra, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	159
<b>Figura 5.34.</b> Emisiones y absorciones agrupadas por permanencias y cambios de uso de suelo del sector [3B] Tierra.....	159
<b>Figura 5.35.</b> Incertidumbres de las emisiones de las subcategorías de [3B] Tierra, [3B1] a [3B6].....	160
<b>Tabla 5.24.</b> Subcategorías y reservorios reportados y estimados para el INEGYCEI.....	161
<b>Tabla 5.25.</b> Datos de actividad, áreas ajustadas y sus incertidumbres (Ui) asociadas, por tipo de conversión y periodo estimado.....	163
<b>Tabla 5.26.</b> Absorciones de la categoría [3B] Tierras forestales, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	165
<b>Tabla 5.27.</b> Emisiones netas por subcategoría de [3B1a] Tierras forestales 1990, 2005, 2010 y 2015.....	166
<b>Figura 5.36.</b> Absorciones de la categoría [3B1a] Tierras forestales que permanecen como tales, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	166
<b>Figura 5.37.</b> Absorciones de la categoría [3B1b] Tierras convertidas a tierras forestales 1990, 2005, 2010 y 2015.....	166
<b>Tabla 5.28.</b> Emisiones netas de la categoría [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	167
<b>Tabla 5.29.</b> Emisiones netas por subcategoría de [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	167
<b>Figura 5.38.</b> Emisiones netas por subcategoría de [3B2] Tierras de cultivo, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	168
<b>Tabla 5.30.</b> Emisiones netas de la categoría [3B3] Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	169
<b>Tabla 5.31.</b> Emisiones netas por subcategoría de Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	169
<b>Figura 5.39.</b> Emisiones y absorciones por subcategoría de Praderas, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	169
<b>Tabla 5.32.</b> Emisiones de la categoría [3B4] Humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	170
<b>Tabla 5.33.</b> Emisiones por tipo de transición de [3B4] Humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	170
<b>Figura 5.40.</b> Emisiones por tipo de transición de humedales, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	171
<b>Tabla 5.34.</b> Emisiones de la categoría [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	172
<b>Tabla 5.35.</b> Emisiones por subcategoría de [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	172

<b>Figura 5.41.</b> Emisiones por subcategoría y transición de [3B5] Asentamientos, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	172
<b>Tabla 5.36.</b> Emisiones para la categoría [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	173
<b>Tabla 5.37.</b> Emisiones por subcategoría de [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	173
<b>Figura 5.42.</b> Emisiones por subcategoría de [3B6] Otras tierras, 1990, 2005, 2010 y 2015.....	173
<b>Tabla 5.38.</b> Emisiones de GEI de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra, 1990-2015.....	175
<b>Figura 5.43.</b> Emisiones de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra. a) 2015, b) 1990.....	175
<b>Figura 5.44.</b> Emisiones de GEI de la categoría [3C] Fuentes agregadas y fuentes de emisión distintas al CO <sub>2</sub> de la tierra, 1990-2015.....	176
<b>Figura 5.45.</b> Incertidumbres de las categorías [3C1] a [3C7].....	176
<b>Tabla 5.39.</b> Emisiones de GEI por quema de biomasa en México, 1990-2015.....	177
<b>Figura 5.46.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C3] Quema de biomasa, 1990-2015.....	177
<b>Tabla 5.40.</b> Emisiones de GEI por quema de biomasa en tierras forestales, 1990-2015.....	178
<b>Figura 5.47.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales, 1990-2015.....	178
<b>Tabla 5.41.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015.....	180
<b>Figura 5.48.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015.....	180
<b>Figura 5.49.</b> Superficie sembrada por tipo de cultivo en México, 1990-2015.....	181
<b>Figura 5.50.</b> Superficie cosechada por tipo de cultivo en México, 1990-2015.....	182
<b>Tabla 5.42.</b> Rendimiento de los cultivos 1990-2015.....	183
<b>Tabla 5.43.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en praderas, 1995-2015.....	184
<b>Figura 5.51.</b> Emisiones de GEI, categoría [3C1a] Quema de biomasa en praderas, 1995-2015.....	184
<b>Figura 5.52.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por encalado de suelos.....	185
<b>Tabla 5.44.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por encalado de suelos, 1990-2015.....	185
<b>Figura 5.53.</b> Producción de cal viva, cal hidratada, cal química/siderúrgica y cal dolomítica en México, 1990-2015.....	186
<b>Tabla 5.45.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por aplicación de UREA, 1990-2015.....	187
<b>Figura 5.54.</b> Emisiones de CO <sub>2</sub> por aplicación de urea, 1990-2015.....	188
<b>Figura 5.55.</b> Consumo de urea en México, 1990-2015.....	189
<b>Tabla 5.46.</b> Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados, 1990-2015.....	190
<b>Figura 5.56.</b> Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de los suelos gestionados, 1990-2015.....	190
<b>Tabla 5.47.</b> Miles de toneladas de nitrógeno 1990-2015.....	191
<b>Tabla 5.48.</b> Nitrógeno de residuos agrícolas reincorporado al suelo en tierras de cultivo en México, 1990-2015.....	192
<b>Figura 5.57.</b> Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de suelos agrícolas 1990-2015.....	193
<b>Tabla 5.49.</b> Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por manejo de suelos agrícolas, 1990-2015.....	193
<b>Tabla 5.50.</b> Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por sistemas de manejo de estiércol, 1990-2015.....	194
<b>Figura 5.58.</b> Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O por sistemas de manejo de estiércol 1990-2015.....	194
<b>Tabla 5.51.</b> Emisiones de metano por el cultivo de arroz, 1990-2015.....	195
<b>Figura 5.59.</b> Emisiones de metano por el cultivo de arroz, 1990-2015.....	195
<b>Tabla 5.52.</b> Superficie cosechada por modalidad hídrica, 1990-2015.....	196

<b>6 [4] Residuos</b>	199
<b>Tabla 6.1.</b> Emisiones en el sector residuos, 1990-2015	201
<b>Figura 6.1.</b> Emisiones de GEI en el sector residuos 1990-2015	202
<b>Tabla 6.2.</b> Emisiones de metano por la eliminación de residuos sólidos urbanos, 1990-2015	203
<b>Tabla 6.3.</b> Distribución porcentual de los tipos de SDF en México	204
<b>Tabla 6.4.</b> Emisiones de GEI por el tratamiento biológico de residuos 1990-2015	205
<b>Figura 6.2.</b> Emisiones de GEI por el tratamiento biológico de residuos, 1990-2015	205
<b>Tabla 6.5.</b> Emisiones por la incineración de residuos peligrosos, 1990-2015	207
<b>Figura 6.3.</b> Emisiones de GEI por fuente de emisión por incineración de residuos peligrosos industriales y biológico-infecciosos, 1994-2015	207
<b>Tabla 6.6.</b> Emisiones de GEI por la quema de residuos en viviendas, 1990-2015	208
<b>Figura 6.4.</b> Emisiones de GEI, viviendas habitadas y viviendas que queman residuos, 1990-2015	209
<b>Figura 6.5.</b> Composición de la quema de residuos en viviendas, 1990 y 2015	209
<b>Tabla 6.7.</b> Emisiones por el tratamiento y descarga de aguas residuales, 1990-2015	211
<b>Figura 6.6.</b> Participación por fuente en las emisiones por tratamiento y descarga de aguas residuales, 1990-2015	211
<b>Ecuación 1.</b>	212
<b>Tabla 6.8.</b> Emisiones por proceso de tratamiento en aguas residuales municipales en 2015	212
<b>Tabla 6.9.</b> Emisiones de GEI por el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 1990-2015	213
<b>Figura 6.7.</b> Emisiones de GEI por el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 1990-2015	213
<b>Tabla 6.10.</b> Emisiones, número y caudales de PTAR industriales en operación, 2013-2015	215
<b>Tabla 6.11.</b> Emisiones de aguas residuales industriales tratadas y no tratadas, 1990-2015	215
<b>Figura 6.8.</b> Evolución de emisiones por tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales, 1990-2015	216
<b>7 Carbono negro</b>	217
<b>Figura 7.1.</b> Distribución de las emisiones nacionales	219
<b>Figura 7.2.</b> Media anual del forzamiento radiativo debido a la interacción de los diferentes aerosoles, incluido el carbono negro	220
<b>Tabla 7.1.</b> Sector, categoría, subcategoría y fuentes que generan emisiones de carbono negro, de acuerdo con la clasificación del IPCC	221
<b>Tabla 7.2.</b> Emisiones de carbono negro en 2015	222
<b>Figura 7.3.</b> Distribución de las emisiones de carbono negro por sector en 2015	222
<b>Figura 7.4.</b> Distribución de las emisiones de carbono negro por subcategoría, 2015	223
<b>Tabla 7.3.</b> Emisiones de carbono negro por sector, 1990 a 2015	224
<b>Ecuación 1.</b>	224
<b>Figura 7.5.</b> Emisiones de carbono negro por fuente de emisión, 1990-2015	224
<b>Tabla 7.4.</b> Tasa de crecimiento anual de los sectores categorías y subcategorías de emisiones de carbono negro, 1990 y 2015	225
<b>Tabla 7.5.</b> Emisiones de carbono negro en el sector [1] Energía, 2015	227
<b>Figura 7.6.</b> Distribución del sector [1] Energía por subcategorías, 2015	228
<b>Figura 7.7.</b> Distribución de las emisiones de carbono negro por fuentes del sector [1] Energía en 2015	228

<b>Figura 7.8.</b>	Distribución de las emisiones de carbono negro por la categoría [1A] Quema de combustible, 2015.....	229
<b>Figura 7.9.</b>	Distribución de las emisiones de carbono negro por la quema de combustible de las [1A1] Industrias de la energía, 2015.....	230
<b>Figura 7.10.</b>	Distribución de las emisiones de carbono negro por la quema de combustibles en [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción, 2015.....	230
<b>Figura 7.11.</b>	Distribución de las emisiones de carbono negro por fuente de la subcategoría [1A3] Transporte, 2015.....	231
<b>Figura 7.12.</b>	Distribución de las aportaciones por [1A4] Otros sectores, 2015.....	232
<b>Figura 7.13.</b>	Comportamiento de las emisiones de carbono negro del sector [1] Energía, 1990-2015.....	232
<b>Tabla 7.6.</b>	Emisiones nacionales de carbono negro en el sector [1] Energía por categoría y fuente, 1990-2015.....	233
<b>Figura 7.14.</b>	Comportamiento de las fuentes que contribuyeron a las emisiones nacionales de carbono negro, por [1A] Actividades de quema de combustible, 1990-2015.....	234
<b>Figura 7.15.</b>	Distribución de las fuentes que contribuyen a las emisiones de carbono negro con respecto a la subcategoría [1A1] Industrias de la energía, 1990-2015.....	235
<b>Figura 7.16.</b>	Emisiones de carbono negro por [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor, 1990-2015.....	236
<b>Figura 7.17.</b>	Evolución anual de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A1b] Refinación de petróleo, 1990-2015 (Gg).....	236
<b>Figura 7.18.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía, 1990-2015.....	237
<b>Tabla 7.7.</b>	Emisiones de carbono negro en la actividad [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción 1990-2015.....	237
<b>Figura 7.19.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A2] Industrias de la manufactura y de la construcción, 1990-2015.....	238
<b>Figura 7.20.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A2a] Industria del hierro y el acero, 1990-2015.....	239
<b>Figura 7.21.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2c] Industria de sustancias químicas, 1990-2015.....	239
<b>Figura 7.22.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2d] Industria de pulpa, papel e imprenta, 1990-2015.....	240
<b>Figura 7.23.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, 1990-2015.....	241
<b>Figura 7.24.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2i] Industria de la minería (con excepción de combustibles) y cantería, 1990-2015.....	241
<b>Figura 7.25.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A2m] Industria no especificada, 1990-2015.....	242
<b>Tabla 7.8.</b>	Emisiones de carbono negro en la actividad [1A3] Transporte, 1990-2015.....	243
<b>Figura 7.26.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la subcategoría [1A3] Transporte, según fuente de emisión, 1990-2015.....	243
<b>Figura 7.27.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A3a] Aviación civil, 1990-2015.....	244

<b>Figura 7.28.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en el [1A3b] Autotransporte, 1990-2015.....	244
<b>Figura 7.29.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A3c] Ferrocarriles, 1990-2015.....	245
<b>Tabla 7.9.</b>	Emisiones de carbono negro en [1A4] Otros sectores, 1990-2015.....	245
<b>Figura 7.30.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en la [1A3d] Navegación marítima y fluvial, 1990-2015.....	246
<b>Figura 7.31.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4] Otros sectores, por fuente de actividad, 1990-2015.....	247
<b>Figura 7.32.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4a] Comercial e institucional, 1990-2015.....	247
<b>Figura 7.33.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4b] Residencial, 1990-2015.....	248
<b>Tabla 7.10.</b>	Carbono negro en emisiones fugitivas provenientes de [1B] Fabricación de combustibles, 1990-2015.....	248
<b>Figura 7.34.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro por quema de combustible en [1A4c] Agropecuario, silvicultura, pesca y piscifactorías, 1990-2015.....	249
<b>Figura 7.35.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro en la fuente de emisión [1B2a] Quema en petróleo y gas, 1990-2015.....	249
<b>Tabla 7.11.</b>	Emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 2015.....	251
<b>Figura 7.36.</b>	Distribución de las emisiones de carbono negro generadas en el sector [3] AFOLU, 2015.....	251
<b>Tabla 7.12.</b>	Emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 1990-2015.....	252
<b>Figura 7.37.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro en el sector [3] AFOLU, 1990-2015.....	252
<b>Figura 7.38.</b>	Emisiones de carbono negro por [3C1a] Quema de biomasa en tierras forestales 1990 a 2015.....	253
<b>Figura 7.39.</b>	Emisiones de carbono negro provenientes de la [3C1b] Quema de biomasa en tierras de cultivo, 1990-2015.....	254
<b>Figura 7.40.</b>	Emisiones de carbono negro por [3C1c] Quema de biomasa en tierras praderas, 1990-2015.....	254
<b>Tabla 7.13.</b>	Emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos, 1990-2015.....	255
<b>Figura 7.41.</b>	Evolución de las emisiones de carbono negro en el sector [4] Residuos, 1990-2015.....	256
<b>Anexos</b>		257
	Anexo A: Identificación de categorías principales.....	259
	<b>Ecuación 1.</b> ....	260
	<b>Ecuación 2.</b> ....	260
	<b>Ecuación 3.</b> ....	260
	<b>Tabla 1.</b> Evaluación de nivel (Método 1).....	261
	<b>Tabla 2.</b> Evaluación de tendencia (Método 1).....	263
	<b>Ecuación 4.</b> ....	265
	<b>Tabla 3.</b> Evaluación de nivel (Método 2).....	266
	<b>Ecuación 5.</b> ....	267
	<b>Tabla 4.</b> Evaluación de tendencia (Método 2).....	268
	<b>Tabla 5.</b> Fuentes principales del inventario.....	270

Anexo B: Incertidumbres.....	271
<b>Ecuación 1.</b> ....	272
<b>Ecuación 2.</b> ....	272
<b>Ecuación 3.</b> ....	272
<b>Tabla 1.</b> Fuentes de información para el cálculo de incertidumbre.....	273
<b>Ecuación 4.</b> ....	274
<b>Ecuación 5.</b> ....	274
<b>Tabla 2.</b> Cálculo de incertidumbre en el Método 1.....	275
<b>Ecuación 6.</b> ....	277
<b>Ecuación 7.</b> ....	277
<b>Ecuación 8.</b> ....	277
<b>Tabla 3.</b> Emisiones e incertidumbres por gas, 2015.....	278
<b>Figura 1.</b> Emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones por gas.....	279
<b>Tabla 4.</b> Emisiones e incertidumbres por sector, 2015.....	279
<b>Figura 2.</b> Emisiones e intervalos de variabilidad de las emisiones por sector.....	280
<b>Tabla 5.</b> Cálculo de incertidumbre de la tendencia, 1990-2015.....	281
<b>Tabla 6.</b> Cálculo de incertidumbre por nivel, 2015.....	291
Anexo C: Comparación del método de referencia con el método sectorial y el balance nacional de energía.....	299
<b>Ecuación 1.</b> ....	299
<b>Tabla 1.</b> Oferta interna bruta de combustibles fósiles, 1990-2015.....	300
<b>Tabla 2.</b> Combustible para el cálculo del carbono excluido, 1990-2015.....	301
Anexo D: Datos de actividad.....	303
[1] Energía.....	303
<b>Tabla 1.</b> Consumo de combustibles para la generación de electricidad, 1990-2015.....	303
<b>Figura 1.</b> Combustibles utilizados en la producción de electricidad, CFE, 1990-2015 .....	304
<b>Figura 2.</b> Combustibles utilizados en la producción de electricidad, PIE, 2000-2015.....	305
<b>Tabla 2.</b> Consumo por tipo de combustible en la fuente [1A1b] Refinación de petróleo, 1990-2015.....	306
<b>Tabla 3.</b> Producción de coque de carbón, 1990-2015.....	307
<b>Figura 3.</b> Producción de coque de carbón 1990-2015.....	308
<b>Tabla 4.</b> Consumo por tipo de combustible en la fuente [1A1cii] Otras industrias de la energía, 1990-2015.....	308
<b>Tabla 5.</b> Estimación del gas seco utilizado para combustión 1990-2015.....	309
<b>Tabla 6.</b> Consumo de combustible en la industria básica del hierro y el acero,1990-2015.....	309
<b>Tabla 7.</b> Consumo de combustible en la fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, 1990-2015.....	310
<b>Tabla 8.</b> Consumo de combustibles en la elaboración de azúcares, 1990-2015.....	311
<b>Tabla 9.</b> Consumo de combustibles en PEMEX Petroquímica, 1990-2015.....	311
<b>Tabla 10.</b> Consumo de combustibles en la industria química, 1990-2015.....	312
<b>Tabla 11.</b> Consumo de combustibles en la minería de minerales metálicos y no metálicos, 1990-2015.....	312
<b>Tabla 12.</b> Consumo de combustibles en la fabricación de pulpa, papel y cartón, 1990-2015.....	313



<b>Tabla 13.</b>	Consumo de combustibles en la fabricación de vidrio y productos de vidrio, 1990-2015.....	313
<b>Tabla 14.</b>	Consumo de combustibles en la construcción, 1990-2015.....	314
<b>Tabla 15.</b>	Consumo de combustibles en la elaboración de refrescos, hielo y otras bebidas no alcohólicas, purificación y embotellado de agua, 1990-2015.....	314
<b>Tabla 16.</b>	Consumo de combustibles en la fabricación de automóviles y camiones, 1990-2015.....	315
<b>Tabla 17.</b>	Consumo de combustibles en la fabricación de productos de hule.....	315
<b>Tabla 18.</b>	Consumo de combustibles en la fabricación de fertilizantes, 1990-2015.....	316
<b>Tabla 19.</b>	Consumo de combustibles en la elaboración de productos de tabaco, 1990-2015.....	316
<b>Tabla 20.</b>	Consumo de combustibles en la elaboración de cerveza, 1990-2015.....	317
<b>Tabla 21.</b>	Consumo de combustibles en otras ramas, 1990-2015.....	318
<b>Tabla 22.</b>	Número de vuelos nacionales e internacionales, 1990-2015.....	319
<b>Tabla 23.</b>	Consumo de combustible por la aviación civil nacional y la internacional, 1990-2015.....	319
<b>Figura 4.</b>	Consumo de energía, aviación civil internacional, 1990-2015.....	321
<b>Figura 5.</b>	Consumo de energía, aviación civil nacional, 1990-2015.....	321
<b>Tabla 24.</b>	Consumo de energía, aviación civil nacional, 1990-2015.....	322
<b>Tabla 25.</b>	Consumo de energía a transporte.....	322
<b>Figura 6.</b>	Consumo de energía, transporte, 1990-2015.....	323
<b>Figura 7.</b>	Consumo de energía, ferrocarriles, 1990-2015.....	323
<b>Tabla 26.</b>	Consumo de energía, ferrocarriles, 1990-2015.....	324
<b>Tabla 27.</b>	Consumo de energía, navegación marítima y fluvial, 1990-2015.....	324
<b>Figura 8.</b>	Consumo de energía, navegación marítima y fluvial, 1990-2015.....	325
<b>Tabla 28.</b>	Consumo de energía, fuente de emisión comercial, 1990-2015.....	326
<b>Tabla 29.</b>	Consumo de energía en la actividad residencial, 1990-2015.....	326
<b>Figura 9.</b>	Combustibles utilizados por las actividades comerciales, 1990-2015.....	327
<b>Figura 10.</b>	Combustibles utilizados en la actividad residencial, 1990-2015.....	327
<b>Tabla 30.</b>	Consumo de energía por las actividades agropecuarias, 1990-2015.....	328
<b>Figura 11.</b>	Combustibles utilizados en actividades agropecuarias, 1990-2015.....	329
<b>Tabla 31.</b>	Producción de carbón, 1990-2015.....	330
<b>Tabla 32.</b>	[1B2a] Petróleo; actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad.....	331
<b>Tabla 33.</b>	[1B2b] Gas natural, actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad.....	331
<b>Tabla 34.</b>	[1B2a.ii] y [1B2b.ii] Petróleo y gas natural quemado en antorcha, actividades de la fuente y referencias a tablas de datos de actividad, 1990-2012.....	332
<b>Tabla 35.</b>	[1B2a.iii] y [1B2b.iii] Petróleo y gas natural quemado en antorcha, actividades desde la fuente <sup>1</sup> y datos de actividad, 2013-2015 <sup>1</sup> .....	332
<b>Tabla 36.</b>	Número de pozos perforados de petróleo crudo y gas.....	333
<b>Tabla 37.</b>	Número de pozos terminados de petróleo y gas, con mantenimiento y con actividades de limpieza.....	333
<b>Tabla 38.</b>	Volumen de crudo y número de terminales de gas natural licuado.....	334
<b>Tabla 39.</b>	Volumen de gas natural (gas no asociado, producido en campos) (gas húmedo procesado) y gas seco producido y transportado.....	335
<b>Tabla 40.</b>	Volumen de gas no asociado enviado a la atmósfera durante la producción de crudo para el cálculo de emisiones de quema en antorcha, 1990-2012.....	335

<b>Tabla 41.</b>	Transporte de GLP; cálculo de emisiones quemado en antorcha, de la fuente petróleo, 1990-2012.....	336
<b>Tabla 42.</b>	Ductos de distribución de gas natural seco.....	336
Anexo D:		
[2]	Procesos industriales y uso de productos.....	339
<b>Figura 1.</b>	Evolución de la producción de cemento, 1990-2015.....	339
<b>Tabla 1.</b>	Producción de cemento, 1990-2015.....	340
<b>Tabla 2.</b>	Importación y exportación de clínker, 2004-2015.....	340
<b>Tabla 3.</b>	Producción de cal, 1990-2015.....	341
<b>Figura 2.</b>	Producción de cal, 1990-2015.....	342
<b>Tabla 4.</b>	Valor de la producción bruta en ramas de actividad de producción de vidrio.....	342
<b>Tabla 5.</b>	Materia prima para la producción de vidrio en 2013.....	343
<b>Tabla 6.</b>	Caliza.....	344
<b>Tabla 7.</b>	Dolomita.....	344
<b>Figura 3.</b>	Consumo aparente de caliza.....	345
<b>Figura 4.</b>	Consumo aparente de dolomita.....	346
<b>Tabla 8.</b>	Petroquímicos.....	346
<b>Tabla 9.</b>	Producción de la industria química <sup>1</sup> 1990-2015.....	347
<b>Tabla 10.</b>	Producción de ceniza de sosa, 1990-2015.....	348
<b>Tabla 11.</b>	Producción de HCFC-22, 1990-2015.....	348
<b>Tabla 12.</b>	Producción de hierro y acero, 1990-2015.....	349
<b>Tabla 13.</b>	Producción de ferroaleaciones, 1990-2015.....	350
<b>Tabla 14.</b>	Producción de aluminio, 1990-2003.....	350
<b>Tabla 15.</b>	Producción de plomo y zinc, 1990-2015.....	350
<b>Tabla 16.</b>	Fabricación de productos no energéticos.....	351
<b>Figura 5.</b>	Fabricación de lubricantes y parafinas.....	352
<b>Tabla 17.</b>	Ventas de equipos de aires acondicionados y refrigeradores, 2000-2015.....	353
<b>Tabla 18.</b>	Refrigeradores en existencia, 2000-2015.....	354
<b>Tabla 19.</b>	Importación de HFC al país para sistemas RAC, 2000-2015.....	355
<b>Tabla 20.</b>	Exportación de HFC para sistemas RAC, 2000-2015.....	356
<b>Tabla 21.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2015.....	357
<b>Tabla 22.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2010.....	358
<b>Tabla 23.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades vendidas en 2000.....	359
<b>Tabla 24.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2000.....	359
<b>Tabla 25.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2010.....	360
<b>Tabla 26.</b>	Porcentaje de refrigerante contenido en las unidades existentes en 2015.....	360
<b>Tabla 27.</b>	Carga inicial en equipos de refrigeración.....	361
<b>Tabla 28.</b>	Inventario por importación de HFC para aerosoles, disolventes, agentes espumantes y extintores, 2007-2015.....	362
<b>Tabla 29.</b>	Inventario por exportación de HFC para aerosoles, disolventes, agentes espumantes y extintores, 2007-2015.....	363
<b>Tabla 30.</b>	Porcentaje de HFC contenido en las unidades existentes.....	364
<b>Tabla 31.</b>	Carga total de gas SF <sub>6</sub> en equipos que están en operación, 1990-2015.....	364
<b>Tabla 32.</b>	Consumo de carbonatos, 1997-2015.....	365

## Anexo D:

[3] AFOLU.....	367
<b>Tabla 1.</b> Temperatura promedio anual de 1990 a 1999.....	367
<b>Tabla 2.</b> Temperatura promedio anual de 2000 a 2009.....	368
<b>Tabla 3.</b> Temperatura promedio anual de 2010 a 2015.....	369
<b>Tabla 4.</b> Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999.....	370
<b>Tabla 5.</b> Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009.....	371
<b>Tabla 6.</b> Población de animales en [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015.....	372
<b>Tabla 7.</b> Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999.....	373
<b>Tabla 8.</b> Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009.....	374
<b>Tabla 9.</b> Peso promedio de [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015.....	375
<b>Tabla 10.</b> [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 1990-1999.....	376
<b>Tabla 11.</b> [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 2000-2009.....	377
<b>Tabla 12.</b> [3A1ai] Bovinos leche, volúmenes de leche, 2010-2015.....	378
<b>Tabla 13.</b> Población de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-1999.....	379
<b>Tabla 14.</b> Población de [3A1aii] Otros bovinos, 2000-2009.....	380
<b>Tabla 15.</b> Población de [3A1aii] Otros bovinos, 2010-2015.....	381
<b>Tabla 16.</b> Peso promedio de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-1999.....	382
<b>Tabla 17.</b> Peso promedio de [3A1aii] Otros bovinos, 2000-2009.....	383
<b>Tabla 18.</b> Peso promedio de [3A1aii] Otros bovinos, 2010-2015.....	384
<b>Tabla 19.</b> Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 1990-1999.....	385
<b>Tabla 20.</b> Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 2000-2009.....	386
<b>Tabla 21.</b> Producción de [3A1aii] Otros bovinos, 2010-2015.....	387
<b>Tabla 22.</b> Población de [3A1c] Ovinos, 1990-1999.....	388
<b>Tabla 23.</b> Población de [3A1c] Ovinos, 2000-2009.....	389
<b>Tabla 24.</b> Población de [3A1c] Ovinos, 2010-2015.....	390
<b>Tabla 25.</b> Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 1990-1999.....	391
<b>Tabla 26.</b> Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 2000-2009.....	392
<b>Tabla 27.</b> Peso promedio de [3A1c] Ovinos, 2010-2015.....	393
<b>Tabla 28.</b> Población de [3A1d] Caprinos, 1990-1999.....	394
<b>Tabla 29.</b> Población de [3A1d] Caprinos, 2000-2009.....	395
<b>Tabla 30.</b> Población de [3A1d] Caprinos, 2010-2015.....	396
<b>Tabla 31.</b> Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 1990-1999.....	397
<b>Tabla 32.</b> Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 2000-2009.....	398
<b>Tabla 33.</b> Peso promedio de [3A1d] Caprinos, 2010-2015.....	399
<b>Tabla 34.</b> Población de [3A1f] Caballos, 1990-1999.....	400
<b>Tabla 35.</b> Población de [3A1f] Caballos, 2000-2009.....	401
<b>Tabla 36.</b> Población de [3A1f] Caballos, 2010-2015.....	402
<b>Tabla 37.</b> Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 1990 a 1999.....	403
<b>Tabla 38.</b> Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 2000-2009.....	404
<b>Tabla 39.</b> Población de mulas en [3A1g] Mulas y asnos, 2010-2015.....	405
<b>Tabla 40.</b> Población de asnos en [3A1g] Mulas y asnos, 1990-1999.....	406
<b>Tabla 41.</b> Población de asnos en [3A1g] Mulas y asnos, 2000-2009.....	407
<b>Tabla 42.</b> Población de asnos en [3A1g] Mulas y asnos, 2010-2015.....	408
<b>Tabla 43.</b> Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999.....	409
<b>Tabla 44.</b> Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009.....	410

<b>Tabla 45.</b>	Población de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015.....	411
<b>Tabla 46.</b>	Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999.....	412
<b>Tabla 47.</b>	Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009.....	413
<b>Tabla 48.</b>	Peso promedio de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015.....	414
<b>Tabla 49.</b>	Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 1990-1999.....	415
<b>Tabla 50.</b>	Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2000-2009.....	416
<b>Tabla 51.</b>	Producción de cerdos en [3A1h] Porcinos, 2010-2015.....	417
<b>Tabla 52.</b>	Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999.....	418
<b>Tabla 53.</b>	Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009.....	419
<b>Tabla 54.</b>	Población de aves para producción de carne en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015.....	420
<b>Tabla 55.</b>	Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999.....	421
<b>Tabla 56.</b>	Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009.....	422
<b>Tabla 57.</b>	Población de aves para producción de huevo en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015.....	423
<b>Tabla 58.</b>	Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 1990-1999.....	424
<b>Tabla 59.</b>	Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 2000-2009.....	425
<b>Tabla 60.</b>	Población de guajolotes en [3A2i] Aves de corral, 2010-2015.....	426
<b>Cuadro 1.</b>	Coberturas de vegetación leñosa.....	429
<b>Figura 1.</b>	Representación gráfica de la propuesta de agrupación de las clases de uso de suelo y vegetación del INEGI, de acuerdo con las categorías de USCUS (IPCC, 2006).....	431
<b>Tabla 1.</b>	Correspondencias entre las clases de las Series INEGI y las categorías IPCC.....	431
<b>Figura 2.</b>	Representación de la matriz de transición general de las categorías y subcategorías de uso de suelo definidas para la <i>Sexta Comunicación Nacional</i> en el sector USCUS.....	433
<b>Figura 3.</b>	Modelo cartográfico para combinación de datos de tramado ( <i>raster</i> ).....	434
<b>Figura 4.</b>	Imagen del tramado y su tabla de atributos, con las combinaciones a nivel nacional.....	435
<b>Figura 5.</b>	Diagrama de flujo de procesos para la obtención de la matriz de cambios a partir de las capas de información de INEGI.....	436
<b>Figura 6.</b>	Matriz de cambio de la Serie VA-Serie VI.....	436
<b>Ecuación 1.</b>	.....	438
<b>Ecuación 2.</b>	.....	438
<b>Ecuación 3.</b>	.....	438
<b>Tabla 2.</b>	Estimación del tamaño de muestra y pesos de cada clase.....	438
<b>Tabla 3.</b>	Tamaños de muestra por estrato para los mapas de cambio de coberturas de las series de tiempo.....	439
<b>Figura 7.</b>	Distribución del MAE (4011 puntos) para los 17 estratos (transiciones).....	440
<b>Figura 8.</b>	Mosaicos de imágenes disponibles para el diseño de respuesta.....	441
<b>Tabla 4.</b>	Imágenes satelitales disponibles en México para los periodos de desarrollo de las Series de uso de suelo y vegetación de INEGI.....	441
<b>Figura 9.</b>	Ejemplos de identificación de cambios en las etiquetas de las coberturas.....	442
<b>Figura 10.</b>	Matriz de confusión para el análisis de la Serie VA vs. Serie VI.....	443
<b>Tabla 5.</b>	Ejemplo de la matriz de confusión.....	444
<b>Tabla 6.</b>	Ejemplo de la matriz de confusión de proporciones.....	444
<b>Ecuación 4.</b>	.....	444
<b>Ecuación 5.</b>	.....	444
<b>Ecuación 6.</b>	.....	444
<b>Ecuación 7.</b>	.....	444

<b>Ecuación 8.</b>	.....	444
<b>Ecuación 9.</b>	.....	444
<b>Tabla 7.</b>	Representación matricial del proceso de estimación de la incertidumbre del DA.....	445
<b>Tabla 8.</b>	Resumen de estimaciones Serie II-Serie III.....	445
<b>Tabla 9.</b>	Resumen de estimaciones Serie III-Serie IV.....	446
<b>Tabla 10.</b>	Resumen de estimaciones Serie IV-Serie VA.....	447
<b>Tabla 11.</b>	Resumen de estimaciones Serie VA-Serie VI.....	447
<b>Figura 11.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para [3B1a] Permanencia de tierras forestales FL-FL.....	448
<b>Figura 12.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1a] Permanencia de Tierras forestales-Recuperación (FLd-FL).....	449
<b>Figura 13.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1a] Permanencia de Tierras forestales-Degradación (FL-FLd).....	449
<b>Figura 14.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B2bi], [3B3bi], [3B4bi], [3B5bi], [3B6bi] Tierras forestales que pasan a otros usos (FL-CL; FL-GL; FL-WL; FL-OL, y FL-S).....	450
<b>Figura 15.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B2b1] Tierras forestales convertidas a tierras agrícolas (FL-CL).....	450
<b>Figura 16.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición [3B3bi] Tierras forestales convertidas a praderas (FL-GL).....	451
<b>Figura 17.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B5bi] Tierras forestales convertidas en asentamientos (FL-S).....	451
<b>Figura 18.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B6bi] Tierras forestales a otras tierras (FL-OL).....	452
<b>Figura 19.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B6bi] Tierras forestales a humedales (FL-WL).....	452
<b>Figura 20.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B1b] Otros usos a tierras forestales (GL-FL/FLd, CL-FL/FLd, WL-FL/FLd, OL-FL/FLd y S-FL/FLd).....	453
<b>Figura 21.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B3a] Permanencia de praderas (GL-GL).....	453
<b>Figura 22.</b>	Comparación de las superficies mapeadas e insesgadas para la transición de [3B2bii], [3B4bii], [3B5biii], [3B6biii] Praderas convertidas a otros usos (GL-CL, GL-OL y GL-S).....	454
<b>Figura 23.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B2bii] Praderas a tierras agrícolas (GL-CL).....	454
<b>Figura 24.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B4bii] Praderas a asentamientos humanos (GL-S).....	455
<b>Figura 25.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B6biii] Praderas a humedales (GL-WL).....	455
<b>Figura 26.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B5biii] Praderas a otras tierras (GL-OL).....	456
<b>Figura 27.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para la transición de [3B3b] Otros usos convertidos en praderas (CL-GL, S-GL, WL-GL y OL-GL).....	456
<b>Figura 28.</b>	Comparación de las superficies insesgadas para [3B2a] Permanencia de tierras agrícolas perennes (RCL-RCL).....	457

<b>Figura 29.</b>	Leyenda de la carta topográfica 1:50,000 relacionada con área verde urbana.....	458
<b>Figura 30.</b>	Mapa de áreas verdes (Centro GEO 2003) vs. áreas verdes urbanas (carta topográfica INEGI).....	458
<b>Figura 31.</b>	Áreas verdes urbanas en la Ciudad de México.....	459
<b>Figura 32.</b>	Limpieza de superficies de AVU.....	459
<b>Tabla 1.</b>	Superficie sembrada por cultivo en México, 1990-1999.....	460
<b>Tabla 2.</b>	Superficie sembrada por cultivo en México, 2000-2009.....	461
<b>Tabla 3.</b>	Superficie sembrada por cultivo en México, 2010-2015.....	462
<b>Tabla 4.</b>	Superficie cosechada por cultivo en México, 1990-1999.....	463
<b>Tabla 5.</b>	Superficie cosechada por cultivo en México, 2000-2009.....	464
<b>Tabla 6.</b>	Superficie cosechada por cultivo en México, 2010-2015.....	465
<b>Tabla 7.</b>	Rendimiento por cultivo en México, 1990-1999.....	465
<b>Tabla 8.</b>	Rendimiento por cultivo en México, 2000-2009.....	466
<b>Tabla 9.</b>	Rendimiento por cultivo en México, 2010-2015.....	467
<b>Tabla 10.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	468
<b>Tabla 11.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	469
<b>Tabla 12.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	470
<b>Tabla 13.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	471
<b>Tabla 14.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	472
<b>Tabla 15.</b>	Registro histórico de áreas afectadas por incendios en las diferentes entidades federativas, México, 1995-2000.....	473
<b>Tabla 16.</b>	Biomasa quemada por cultivo en México, 1990-1999.....	474
<b>Tabla 17.</b>	Biomasa quemada por cultivo en México, 2000-2009.....	474
<b>Tabla 18.</b>	Biomasa quemada por cultivo en México, 2010-2015.....	475
<b>Tabla 17.</b>	Continuación.....	475
<b>Tabla 19.</b>	Producción de cal y dolomita en México, 1990-2015.....	476
<b>Tabla 20.</b>	Consumo de urea en México, 1990-2015.....	477
<b>Tabla 21.</b>	Fracción de nitrógeno incorporado por biomasa de cultivos agrícolas ( $F_{CR}$ ).....	477
<b>Tabla 22.</b>	Fracción de nitrógeno incorporado en suelos por aplicación de fertilizantessintéticos ( $F_{SN}$ ).....	477
<b>Tabla 23.</b>	Fracción de nitrógeno incorporado en suelos por estiércol del ganado en pastoreo ( $F_{PRP}$ ).....	478
 Anexo D:		
	[4] Residuos.....	479
<b>Tabla 1.</b>	Estructura general del cuestionario de residuos sólidos urbanos 2015.....	480
<b>Tabla 2.</b>	Sitios de disposición final considerados para la estimación de metano, 2015.....	481
<b>Ecuación 1.</b>	.....	526
<b>Tabla 3.</b>	Población nacional 1990-2014.....	526
<b>Tabla 4.</b>	Volumen de residuos compostados.....	527

<b>Tabla 5.</b>	Volumen histórico de incineración de residuos peligrosos, industriales y biológico-infecciosos.....	528
<b>Figura 1.</b>	Residuos incinerados, rubros 6 y 12, 1994-2015.....	529
<b>Tabla 6.</b>	Viviendas particulares habitadas, 1990-1998.....	530
<b>Tabla 7.</b>	Viviendas particulares habitadas, 1999-2007.....	531
<b>Tabla 8.</b>	Viviendas particulares habitadas, 2008-2015.....	532
<b>Tabla 9.</b>	Ocupantes promedio por vivienda habitada, 1990-2002.....	533
<b>Tabla 10.</b>	Ocupantes promedio por vivienda habitada, 2003-2015.....	534
<b>Tabla 11.</b>	Porcentaje de las viviendas que eliminan sus residuos quemándolos, 1990-2001.....	535
<b>Tabla 12.</b>	Porcentaje de las viviendas que eliminan sus residuos quemándolos, 2002-2015.....	536
<b>Tabla 13.</b>	Generación per cápita de residuos, 1990-2003.....	537
<b>Tabla 14.</b>	Generación per cápita de residuos, 2004-2015.....	538
<b>Tabla 15.</b>	Volumen de residuos quemados a cielo abierto en viviendas, 1990-2001.....	539
<b>Tabla 16.</b>	Volumen de residuos quemados a cielo abierto en viviendas, 2002-2015.....	540
<b>Tabla 17.</b>	Composición nacional de residuos sólidos urbanos.....	541
<b>Tabla 18.</b>	Caudal en operación en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2005-2010.....	542
<b>Tabla 19.</b>	Caudal en operación en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, 2011-2015.....	543
<b>Tabla 20.</b>	Porcentaje de agua tratada y no tratada.....	543
<b>Tabla 21.</b>	Parámetros para el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales, 2005-2015.....	544
<b>Tabla 22.</b>	Porcentajes por tipo de población, 2005-2015.....	544
<b>Tabla 23.</b>	Eficiencia de remoción de lodos.....	544
<b>Tabla 24.</b>	Parámetros de actividad para aguas residuales municipales, nivel 1.....	544
<b>Tabla 25.</b>	Grados de utilización por sistema de tratamiento y descarga, nivel 1.....	545
<b>Tabla 26.</b>	Consumo de proteína per cápita.....	545
<b>Tabla 27.</b>	Agua residual generada en industria, 1990-2012.....	546
<b>Tabla 28.</b>	Agua residual generada en la industria, 2013-2015.....	547
<b>Tabla 29.</b>	Datos para aguas no tratadas de origen industrial.....	547
Anexo E: Descripción metodológica detallada de los sectores por fuentes y sumideros.....		551
[1] Energía.....		551
<b>Ecuación 1.</b>	Total de emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la combustión estacionaria.....	551
<b>Tabla 1.</b>	Factores de emisión de generación de energía eléctrica.....	551
<b>Ecuación 2.</b>	Estimación de emisiones para petróleo y gas por consumo de combustibles.....	552
<b>Tabla 2.</b>	Factores de emisión para el cálculo de emisiones de GEI para diferentes combustibles empleados en la fuente Gg/PJ <sup>1</sup> .....	552
<b>Ecuación 3.</b>	Emisiones provenientes de la producción de coque-nivel 1.....	553
<b>Tabla 3.</b>	Factores de emisión de CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> para la producción de coque.....	553
<b>Tabla 4.</b>	Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en las industrias manufactureras y de la construcción.....	553
<b>Ecuación 4.</b>	Total de emisiones de GEI procedentes de la subcategoría transporte.....	554
<b>Tabla 5.</b>	Factores de emisión, aviación civil.....	554
<b>Tabla 6.</b>	Factores de emisión, autotransporte.....	554

<b>Tabla 7.</b>	Factores de emisión, ferrocarriles.....	555
<b>Tabla 8.</b>	Factores de emisión, navegación marítima y fluvial.....	555
<b>Ecuación 5.</b>	Total de emisiones de gei procedentes de la combustión estacionaria.....	555
<b>Tabla 9.</b>	Factores de emisión subcategoría [1A4].....	555
<b>Ecuación 6.</b>	Minería subterránea.....	556
<b>Ecuación 7.</b>	Minería de superficie o a cielo abierto.....	556
<b>Tabla 10.</b>	Factores de emisión promedio por defecto del IPCC 2006.....	556
<b>Ecuación 8.</b>	Estimación de emisiones fugitivas procedentes de un segmento de la industria (nivel 1).....	557
<b>Ecuación 9.</b>	Total de emisiones fugitivas procedentes de los segmentos de la industria (nivel 1).....	557
<b>Tabla 11.</b>	Factores de emisión para el cálculo de [1B2] Petróleo y gas natural.....	558
Anexo E:		
[2]	Procesos industriales y uso de productos.....	561
<b>Ecuación 1.</b>	Emisiones basadas en la producción de cemento.....	561
<b>Ecuación 2.</b>	Emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos.....	562
<b>Tabla 1.</b>	Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal.....	562
<b>Tabla 2.</b>	Clasificación para la fabricación del vidrio y productos de vidrio.....	563
<b>Ecuación 3.</b>	Emisiones basadas en entradas de carbonatos, nivel 3.....	563
<b>Ecuación 4.</b>	Intensidad de emisiones por la producción bruta.....	563
<b>Ecuación 5.</b>	.....	563
<b>Tabla 3.</b>	Factores de emisión para las especies comunes de carbonatos.....	563
<b>Ecuación 6.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de amoníaco-nivel 1.....	564
<b>Tabla 4.</b>	Requisitos de combustible por defecto (combustible más alimentación a procesos) y factores de emisión para la producción de amoníaco.....	564
<b>Ecuación 7.</b>	Emisiones de N <sub>2</sub> O de la producción de ácido nítrico-nivel 1.....	565
<b>Tabla 5.</b>	Factores por defecto para la producción de ácido nítrico.....	565
<b>Ecuación 8.</b>	Emisiones de N <sub>2</sub> O de la producción de caprolactama-nivel 1.....	565
<b>Tabla 6.</b>	Factor por defecto para la producción de caprolactama.....	565
<b>Ecuación 9.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> a partir de la producción de titanio, rutilo sintético y TiO <sub>2</sub> rutilo-nivel 1.....	566
<b>Tabla 7.</b>	Factores de emisión para el dióxido de titanio.....	566
<b>Ecuación 10.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> de la producción de ceniza de sosa natural-nivel 1.....	566
<b>Ecuación 11.</b>	Cálculo de la emisión de CO <sub>2</sub> de nivel 1.....	567
<b>Tabla 8.</b>	Factores de emisión para la producción petroquímica y del negro de humo, e incertidumbre respectiva.....	567
<b>Tabla 9.</b>	Factores de ajuste geográfico por defecto para los factores de emisión de CO <sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de etileno por el proceso de escisión al vapor.....	568
<b>Ecuación 12.</b>	Cálculo de la emisión de CO <sub>2</sub> de nivel 1.....	568
<b>Ecuación 13.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro y acero-nivel 1.....	569
<b>Ecuación 14.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro reducido directo-nivel 1.....	569
<b>Ecuación 15.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de sinterizado-nivel 1.....	569
<b>Ecuación 16.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de pellets-nivel 1.....	570



<b>Tabla 10.</b>	Factores por defecto de emisiones de CO <sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de la subcategoría hierro y acero.....	570
<b>Tabla 11.</b>	Factores por defecto de emisiones de CO <sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de la subcategoría hierro y acero.....	571
<b>Ecuación 17.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> para la producción de ferroaleaciones por el método de nivel 1.....	572
<b>Tabla 12.</b>	Factores genéricos de emisión de CO <sub>2</sub> para la producción de ferroaleaciones ton CO <sub>2</sub> /ton de producto.....	572
<b>Ecuación 18.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> de proceso del consumo de ánodos y/o pasta de ánodos (método de nivel 1).....	573
<b>Ecuación 19.</b>	Emisiones de PFC (método de nivel 1).....	573
<b>Tabla 13.</b>	Factores de emisión de nivel 1 de la tecnología para calcular las emisiones de dióxido de carbono generadas por el consumo de ánodos o de pasta de ánodos.....	573
<b>Tabla 14.</b>	Factores de emisión por defecto e intervalos de incertidumbre para el cálculo de las emisiones de PFC generadas por producción de aluminio por tipo de tecnología de celda método de nivel 1.....	574
<b>Ecuación 20.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de plomo.....	574
<b>Tabla 15.</b>	Factores de emisión de CO <sub>2</sub> para la producción de plomo por fuente y tipo de horno ton de CO <sub>2</sub> /ton de producto.....	575
<b>Ecuación 21.</b>	Emisiones de CO <sub>2</sub> provenientes de la producción de plomo.....	575
<b>Tabla 16.</b>	Factores de emisión de CO <sub>2</sub> de nivel 1 para la producción de zinc.....	575
<b>Ecuación 22.</b>	Lubricantes-nivel 1.....	576
<b>Tabla 17.</b>	Fraciones de oxidación por defecto para aceites lubricantes, grasas y lubricantes en general.....	576
<b>Ecuación 23.</b>	Estimación de CO <sub>2</sub> para determinar las emisiones y almacenamiento de ceras parafinas-método de nivel 1.....	576
<b>Tabla 18.</b>	Principales productos electrónicos exportados, 2014.....	577
<b>Tabla 19.</b>	Definición de fuentes y electrodomésticos usados para estimar las emisiones en los sistemas de refrigeración y aires acondicionados.....	578
<b>Ecuación 24.</b>	Ecuación resumida de emisiones basada en las fases del ciclo de vida útil.....	578
<b>Ecuación 25.</b>	Estimación de HFC para sistemas de refrigeración y aires acondicionados.....	578
<b>Ecuación 26.</b>	Estimación por fugas de HFC durante el servicio de los sistemas de refrigeración y aires acondicionados.....	579
<b>Ecuación 27.</b>	Estimación de las emisiones al final de la vida útil de los sistemas RAC.....	579
<b>Tabla 20.</b>	Parámetros y factores de emisión para sistemas RAC.....	579
<b>Tabla 21.</b>	Crecimiento anual de las ventas para los sistemas RAC.....	580
<b>Ecuación 28.</b>	Enfoque general por factor de emisión (A) para las espumas.....	581
<b>Tabla 22.</b>	Factores de emisión para las sustancias que se usan para la fabricación de espumantes.....	581
<b>Tabla 23.</b>	Tasa de crecimiento anual de los HFC para agentes espumantes.....	581
<b>Ecuación 29.</b>	Dependencia temporal de las emisiones provenientes de equipos de protección contra incendios.....	582
<b>Tabla 24.</b>	Valores por defecto por la fabricación de equipos para la protección de incendios-nivel 1.....	582
<b>Ecuación 30.</b>	Método de estimación de las emisiones para los usos de los aerosoles.....	583
<b>Ecuación 31.</b>	Método de estimación de las emisiones de las sustancias en disolventes.....	583
<b>Ecuación 32.</b>	Método del factor de emisión por defecto para SF <sub>6</sub> .....	584

<b>Ecuación 33.</b>	Estimación de emisiones por el uso de carbonatos en la industria de la pulpa y el papel.....	585
<b>Tabla 25.</b>	Factores de emisión por la adición de carbonato de calcio y carbonato de sodio en molinos de celulosa.....	585
Anexo E:		
[3] AFOLU.....		587
<b>Tabla 1.</b>	Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 1990-1999 .....	588
<b>Tabla 2.</b>	Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 2000-2009 .....	590
<b>Tabla 3.</b>	Factores de emisión de fermentación entérica de [3A1ai] Bovinos leche, 2010-2015 .....	591
<b>Tabla 4.</b>	Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1aii] Otros bovinos.....	592
<b>Tabla 5.</b>	Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1c] Ovinos.....	593
<b>Tabla 6.</b>	Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1d] Caprinos.....	593
<b>Tabla 7.</b>	Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1f] Caballos.....	593
<b>Tabla 8.</b>	Factor de emisión por fermentación entérica en [3A1g] Mulas y asnos.....	594
<b>Tabla 9.</b>	Factores de emisión por fermentación entérica en [3A1h] Porcinos.....	594
<b>Tabla 10.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 1990-1999 .....	596
<b>Tabla 11.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 2000-2009 .....	597
<b>Tabla 12.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> en el manejo de excretas sin biodigestor, en [3A2ai] Bovinos leche, 2010-2015 .....	598
<b>Ecuación 1.</b>	Tiempo de retención hidráulica.....	599
<b>Ecuación 2.</b>	Cálculo del número de animales, [3A2ai] Bovinos leche.....	599
<b>Tabla 13.</b>	Capacidad instalada acumulada en biodigestores, [3A2ai] Bovinos leche, 2008-2014 m <sup>3</sup> .....	599
<b>Tabla 14.</b>	Tiempo de retención hidráulica por entidad federativa 2008-2015.....	600
<b>Tabla 15.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en laguna de mezclado, 2008-2015 .....	600
<b>Tabla 16.</b>	Factores de emisión para la estimación de N <sub>2</sub> O directas e indirectas en el manejo de excretas de [3A2ai] Bovinos leche.....	601
<b>Tabla 17.</b>	Factores de emisión en manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos (engorda), 1990-1999 .....	602
<b>Tabla 18.</b>	Factores de emisión en manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos (engorda), 2000-2009 .....	603
<b>Tabla 19.</b>	Factores de emisión en manejo de excretas de [3A2aii] Otros bovinos (engorda), 2010-2015 .....	604
<b>Tabla 20.</b>	Factores de emisión para la estimación de N <sub>2</sub> O de [3A2aii] Otros bovinos.....	606
<b>Tabla 21.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 1990-1999 .....	607
<b>Tabla 22.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 2000-2009 .....	608

<b>Tabla 23.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2c] Ovinos, 2010-2015 .....	609
<b>Tabla 24.</b>	Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones de N <sub>2</sub> O en [3A2c] Ovinos.....	610
<b>Tabla 25.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 1990-1999 .....	611
<b>Tabla 26.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 2000-2009.....	612
<b>Tabla 27.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2d] Caprinos, 2010-2015.....	613
<b>Tabla 28.</b>	Factores de emisión utilizados para la estimación de emisiones de N <sub>2</sub> O en [3A2d] Caprinos.....	614
<b>Tabla 29.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 1990-1999.....	615
<b>Tabla 30.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 2000-2009 .....	616
<b>Tabla 31.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2e] Caballos, 2010-2015 .....	617
<b>Tabla 32.</b>	Factores de emisión utilizados para la estimación de N <sub>2</sub> O en [3A2e] Caballos.....	618
<b>Tabla 33.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 1990-1999 .....	619
<b>Tabla 34.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 2000-2009.....	620
<b>Tabla 35.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas de [3A2f] Mulas y asnos, 2010-2015.....	621
<b>Tabla 36.</b>	Factores de emisión utilizados para la estimación de N <sub>2</sub> O en [3A2f] Mulas y asnos.....	622
<b>Tabla 37.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 1990-1999.....	623
<b>Tabla 38.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 2000-2009.....	624
<b>Tabla 39.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda con piso de rejilla, 2010-2015 .....	625
<b>Tabla 40.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 1990-1999.....	626
<b>Tabla 41.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 2000-2009.....	627
<b>Tabla 42.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con laguna de aireación natural, 2010-2015 .....	628
<b>Tabla 43.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 1990-1999.....	629
<b>Tabla 44.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 2000-2009.....	630
<b>Tabla 45.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en producción comercial con cárcamo, 2010-2015.....	631
<b>Tabla 46.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 1990-1999.....	632

<b>Tabla 47.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 2000-2009.....	633
<b>Tabla 48.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría de producción comercial, 2010-2015.....	634
<b>Tabla 49.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 1990-1999.....	635
<b>Tabla 50.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 2000-2009.....	636
<b>Tabla 51.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en engorda, en pastoreo, 2010-2015.....	637
<b>Tabla 52.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 1990-1999.....	638
<b>Tabla 53.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 2000-2009.....	639
<b>Tabla 54.</b>	Factores de emisión para CH <sub>4</sub> por manejo de excretas en [3A2h] Porcinos, animales en pie de cría, en pastoreo, 2010-2015.....	640
<b>Ecuación 3.</b>	Tiempo de retención hidráulica.....	641
<b>Ecuación 4.</b>	Cálculo del número de animales, [3A2h] Porcinos, con biodigestor.....	641
<b>Tabla 55.</b>	Capacidad instalada acumulada en biodigestores, [3A2h] Porcinos, 2008-2014.....	641
<b>Tabla 56.</b>	Tiempo de retención hidráulica por entidad federativa, 2008-2015.....	642
<b>Tabla 57.</b>	Factores de emisión para N <sub>2</sub> O, directos e indirectos, en el manejo de excretas de [3A2h] Porcinos.....	644
<b>Tabla 58.</b>	Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral.....	645
<b>Tabla 59.</b>	Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral.....	645
<b>Tabla 60.</b>	Factores de emisión por manejo de excretas de [3A2i] Aves de corral.....	645
<b>Ecuación 5.</b>	Variación anual de las reservas de carbono de un depósito dado, en función de las ganancias y de las pérdidas.....	647
<b>Ecuación 6.</b>	Variación anual de las reservas de carbono en un depósito dado.....	647
<b>Ecuación 7.</b>	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.....	648
<b>Ecuación 8.</b>	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.....	648
<b>Ecuación 9.</b>	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.....	648
<b>Cuadro 1.</b>	Niveles metodológicos.....	649
<b>Cuadro 2.</b>	Categorías y subcategorías de [3B] Tierra.....	649
<b>Figura 1.</b>	Sistema de monitoreo, reporte y verificación.....	650
<b>Tabla 61.</b>	Depósitos de carbono para cada una de las categorías de [3B] Tierra.....	650
<b>Ecuación 10.</b>	Producción neta del ecosistema.....	651
<b>Ecuación 11.</b>	Producción neta del bioma.....	651
<b>Cuadro 3.</b>	Clasificación de los insumos.....	652
<b>Cuadro 4.</b>	Cuadro de insumos por depósito de carbono.....	653
<b>Cuadro 5.</b>	Base de datos del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFYS), 2004-2014.....	654
<b>Tabla 62.</b>	Reservorios de carbono incluidos por transición.....	655
<b>Tabla 63.</b>	Número de factores de emisión por tipo de reservorio y transición.....	657
<b>Figura 2.</b>	Estructura de archivos para el cálculo de emisiones.....	661

<b>Figura 3.</b>	Representación de la matriz de transición general de las categorías y subcategorías de uso de suelo definidas para la <i>Sexta Comunicación</i> para la categoría [3B] Tierra.....	661
<b>Cuadro 6.</b>	Transiciones para la que se calculó la emisión anual.....	662
<b>Tabla 64.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que permanecen como tales en el periodo comparado.....	671
<b>Tabla 65.</b>	Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación.....	673
<b>Tabla 66.</b>	Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación.....	674
<b>Tabla 67.</b>	Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros tipos secundarios de vegetación.....	675
<b>Tabla 68.</b>	Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a tipos secundarios de vegetación.....	676
<b>Tabla 69.</b>	Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que se recuperan.....	677
<b>Tabla 70.</b>	Factores de emisión para biomasa aérea por tipo de vegetación de tierras forestales que se recuperan.....	678
<b>Tabla 71.</b>	Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que se recuperan.....	679
<b>Tabla 72.</b>	Factores de emisión para biomasa subterránea por tipo de vegetación de tierras forestales que se recuperan.....	680
<b>Tabla 73.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros usos en el periodo comparado.....	681
<b>Tabla 74.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de tierras forestales que cambian a otros usos en el periodo comparado.....	683
<b>Tabla 75.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que permanecen como tales en el periodo comparado.....	685
<b>Tabla 76.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que cambian a otros usos en el periodo comparado.....	686
<b>Tabla 77.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que cambian a otros usos en el periodo comparado.....	687
<b>Tabla 78.</b>	Factores de emisión por tipo de vegetación de praderas que se convierten en terrenos forestales en el periodo comparado.....	688
<b>Tabla 79.</b>	Factor de emisión-Carbono en necromasa.....	689
<b>Tabla 80.</b>	Estimador de factores de emisión (FE) e incertidumbre (U) de estrato total, suelos.....	691
<b>Tabla 81.</b>	Factores de emisión de cultivos perennes que permanecen.....	691
<b>Tabla 82.</b>	Estructura de las tablas para el cálculo de emisiones por tipo de transición.....	692
<b>Tabla 83.</b>	Ejemplo del uso de áreas mapeadas y ajustadas para el cálculo de emisiones y cálculo del factor de emisión ponderado.....	694
<b>Tabla 84.</b>	Resumen de emisiones calculadas por tipo de transición, reservorio y periodo analizado, que corresponden a las superficies mapeadas.....	696
<b>Tabla 85.</b>	Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 1990-2001.....	700
<b>Tabla 86.</b>	Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2002-2006.....	702

<b>Tabla 87.</b>	Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2007-2010.....	704
<b>Tabla 87.</b>	(Continuación).....	705
<b>Tabla 88.</b>	Resumen de insumos, cálculo de emisiones e incertidumbres por tipo de transición y reservorio para el periodo 2011-2015.....	706
<b>Tabla 89.</b>	Resumen de emisiones por tipo de transición y periodo y su incertidumbre propagada.....	708
<b>Tabla 90.</b>	Resumen de emisiones por tipo de transición y categoría [3B] Tierra y su respectiva incertidumbre por periodo comparado.....	709
<b>Figura 4.</b>	Emisiones anuales de CO <sub>2</sub> por tipo de categoría y cambio de acuerdo al IPCC.....	710
<b>Figura 5.</b>	Balance general de emisiones anuales de CO <sub>2</sub> en la categoría [3B] Tierra en México.....	710
Anexo E:		
	[4] Residuos.....	711
<b>Ecuación 1.</b>	$DDOCm_{j,i}$ .....	711
<b>Ecuación 2.</b>	$DDOCma_{j,i}$ .....	711
<b>Ecuación 3.</b>	.....	712
<b>Ecuación 4.</b>	.....	712
<b>Ecuación 5.</b>	.....	712
<b>Tabla 1.</b>	Valores de la constante de descomposición ( $k_j$ ) por categoría de residuos $j$ y entidad federativa.....	713
<b>Tabla 2.</b>	Valores de MCF de acuerdo con las características del sitio de disposición final.....	714
<b>Tabla 3.</b>	Valores de carbono orgánico degradable (DOC) por categoría de residuos $j$ .....	714
<b>Ecuación 6.</b>	Emisiones de CH <sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico.....	715
<b>Ecuación 7.</b>	Emisiones de CH <sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico.....	715
<b>Tabla 4.</b>	Factores de emisión por defecto para las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O procedentes del tratamiento biológico de los residuos.....	716
<b>Ecuación 8.</b>	Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> basada en la cantidad total de residuos incinerados.....	716
<b>Tabla 5.</b>	Datos por defecto para los factores de emisión de CO <sub>2</sub> para la incineración de RPI y RPBI.....	716
<b>Ecuación 9.</b>	Estimación de las emisiones de CO <sub>2</sub> por la quema, a cielo abierto, de los residuos sólidos urbanos y basada en su composición.....	717
<b>Tabla 6.</b>	Datos por defecto para los factores de emisión de CO <sub>2</sub> para la quema de residuos a cielo abierto.....	717
<b>Ecuación 10.</b>	Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de aguas residuales municipales.....	718
<b>Ecuación 11.</b>	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para cada sistema de tratamiento de aguas residuales municipales.....	718
<b>Tabla 7.</b>	Variables por defecto para el factor de emisión para el tratamiento y descarga de aguas residuales municipales.....	719
<b>Ecuación 12.</b>	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O proveniente de las aguas residuales municipales.....	720
<b>Ecuación 13.</b>	Factor de emisión de N <sub>2</sub> O proveniente de las aguas residuales municipales.....	720
<b>Tabla 8.</b>	Variables por defecto para emisiones de N <sub>2</sub> O generadas en aguas residuales.....	720
<b>Ecuación 14.</b>	Emisiones totales de CH <sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales.....	721
<b>Ecuación 15.</b>	Factor de emisión de CH <sub>4</sub> para cada sistema de tratamiento de aguas residuales industriales.....	721

<b>Tabla 9.</b>	Variables por defecto para el factor de emisión para el tratamiento y descarga de aguas residuales industriales.....	721
Anexo F: Metodologías para la estimación del carbono negro.....729		
[1] Energía.....		729
<b>Ecuación 1.</b>	Total de emisiones PM <sub>2,5</sub> procedentes de la combustión.....	729
<b>Ecuación 2.</b>	Total de emisiones de carbono negro procedentes de la combustión.....	729
<b>Tabla 1.</b>	Factores de emisión de CN [1A1a] Actividad principal producción de electricidad y calor.....	730
<b>Tabla 2.</b>	Factores de emisión.....	730
<b>Tabla 3.</b>	Factores de emisión PM <sub>2,5</sub> para la industria de la manufactura y la construcción.....	731
<b>Tabla 4.</b>	Porcentaje de relación entre carbono negro y PM <sub>2,5</sub> .....	731
<b>Tabla 5.</b>	Consumo de energía de bagazo de caña de la industria azucarera.....	731
<b>Tabla 6.</b>	Consumo de energía de bagazo de caña de SENER.....	731
<b>Tabla 7.</b>	Factores de emisión de CN para [1A3a] Aviación civil.....	732
<b>Tabla 8.</b>	Factores de emisión de CN para [1A3b] Transporte terrestre.....	732
<b>Tabla 9.</b>	Factores de emisión de CN para [1A3c] Ferrocarriles.....	732
<b>Tabla 10.</b>	Factores de emisión de CN para [1A3d] Navegación marítima y fluvial.....	732
<b>Tabla 11.</b>	Factores de emisión y porcentajes de CN/PM <sub>2,5</sub> para [1A4] Otros sectores.....	733
<b>Ecuación 3.</b>	.....	734
Anexo F:		
[3] Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.....		735
<b>Tabla 1.</b>	Factores de emisión para CN y PM <sub>2,5</sub> según el tipo de vegetación.....	735
Anexo G: Tablas del IPCC por sector y gas 1990-2015.....739		
<b>Tabla 1.</b>	1990.....	739
<b>Tabla 2.</b>	1991.....	742
<b>Tabla 3.</b>	1992.....	744
<b>Tabla 4.</b>	1993.....	747
<b>Tabla 5.</b>	1994.....	750
<b>Tabla 6.</b>	1995.....	753
<b>Tabla 7.</b>	1996.....	755
<b>Tabla 8.</b>	1997.....	758
<b>Tabla 9.</b>	1998.....	761
<b>Tabla 10.</b>	1999.....	764
<b>Tabla 11.</b>	2000.....	766
<b>Tabla 12.</b>	2001.....	769
<b>Tabla 13.</b>	2002.....	772
<b>Tabla 14.</b>	2003.....	775
<b>Tabla 15.</b>	2004.....	777
<b>Tabla 16.</b>	2005.....	780
<b>Tabla 17.</b>	2006.....	783
<b>Tabla 18.</b>	2007.....	786
<b>Tabla 19.</b>	2008.....	788
<b>Tabla 20.</b>	2009.....	791

<b>Tabla 21.</b>	2010.....	794
<b>Tabla 22.</b>	2011.....	797
<b>Tabla 23.</b>	2012.....	800
<b>Tabla 24.</b>	2013.....	802
<b>Tabla 25.</b>	2014.....	805
<b>Tabla 26.</b>	2015.....	808
Anexo H:	Compuestos, unidades y acrónimos.....	811
<b>Tabla 1.</b>	Potencial de calentamiento.....	811
<b>Tabla 2.</b>	Compuestos.....	812
<b>Tabla 3.</b>	Unidades.....	812
<b>Tabla 4.</b>	Prefijos.....	813
<b>Tabla 5.</b>	Abreviaturas, siglas y acrónimos.....	813



## **MÉXICO**

### **Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015**

#### **INEGYCEI**

se terminó de imprimir y encuadernar en los talleres de Conexión Publicitaria División Impresos Digitales S.A. de C.V. ubicados en Álvaro Reséndiz, s/n Manzana 7 Lote 44, interior sótano, Colonia Presidentes Ejidales 1a Sección, Coyoacán, Coyoacán, Ciudad de México, México, C.P. 04470 durante el mes de diciembre de 2018.

Se tiraron 10 ejemplares



La preparación del **Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015 (INEGYCEI)** es un esfuerzo de nuestro país para cumplir con lo establecido en la *Ley General de Cambio Climático* y con los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asumidos con su adhesión a la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)*.

El INEGYCEI comprende las estimaciones de las emisiones por fuentes y sumideros, para los cuatro sectores de emisión definidos por el *Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)*: Energía, Procesos industriales y uso de productos, Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, y Residuos. Asimismo informa sobre los seis gases de efecto invernadero (GEI) incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ). En adición, México incluye las emisiones de carbono negro, un forzante climático de vida corta, para el cual ha establecido también compromisos de reducción de emisiones.

La presente actualización del INEGYCEI se cuantificó utilizando las *Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* en su edición 2006 (IPCC 2006), con la finalidad de cumplir con los estándares internacionales más actualizados. Se incorporan factores de emisión obtenidos en estudios acordes a las condiciones de México, así como mejores datos de actividad que reflejan el comportamiento de los sectores económicos en este país.