

CAPÍTULO 2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

2.1 Panorámica del inventario

Los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) constituyen un compromiso de todas las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Constituyen también una de las componentes principales de las Comunicaciones Nacionales que, periódicamente, deben preparar las Partes de la CMNUCC y remitir a la Secretaría de dicha convención.

Los inventarios desempeñan un papel clave para el seguimiento de las emisiones y remociones de GEI a nivel global, regional y local y para verificar el éxito o fracaso de las medidas implementadas para la mitigación de las emisiones. Además, posibilitan identificar los sectores, categorías, fuentes y sumideros que tienen un mayor peso en las emisiones y remociones (o en la incertidumbre de estas) y que son a los que habrá que dedicar mayor esfuerzo y recursos en la compilación del inventario. Asimismo, poseen gran importancia para las actividades relacionadas con la protección del medio ambiente en los países.

En este capítulo se presenta un resumen del reporte del Inventario Nacional de Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero en Cuba para el período 1990 – 2002 (López et al., 2009a). Además de una evaluación integrada para el período mencionado, el inventario conllevó a una actualización y mejoría de los reportes previos preparados para los años 1990, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002 (López et al., 1999, 2001, 2002, 2003, 2004 y 2005). También se realizó la estimación de las emisiones y remociones correspondientes al año 1992, año que no había sido incluido en los reportes previos al actual inventario.

El inventario de GEI, además de haber contado con apoyo financiero del proyecto GEF/PNUD de la Segunda Comunicación Nacional, por la parte cubana recibió financiamiento y supervisión científica del Programa Científico-Técnico Ramal “Análisis y Pronóstico del Tiempo y el Clima Terrestre y Espacial”, gerenciado por la Agencia de Medio Ambiente de Cuba del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

En general, en la organización de este inventario se sigue la estructura y el marco común de reporte establecido en las Guías Revisadas del IPCC de 1996¹ para los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC-OECD-IEA, 1997), así como los acuerdos de la Conferencia de las Partes (CoP) de la CMNUCC sobre este tema. Asimismo, se aplican las directrices contenidas en el Anexo de la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002) para la preparación de los Inventarios Nacionales de Emisiones y Remociones de GEI, que deberán ser incluidos en las Segundas y Terceras Comunicaciones Nacionales de las Partes No Anexo I de la Convención.

¹ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 1996.

En la Decisión 17/CP.8 de la CMNUCC se identifica al 2000 como el año de referencia para los reportes del inventario en la SCN y se alienta a las Partes NAI a presentar estimaciones para otros años a partir del año base 1990. Tomando en cuenta esa indicación, en este reporte se hace énfasis en los resultados obtenidos para los años 2000 y 2002 y se incluye información detallada para los años pares del período 1990 - 1998.

Los resultados de los reportes del inventario correspondientes a 1990 y 1994, formaron parte de la Primera Comunicación Nacional de Cuba (Grupo Nacional de Cambio Climático, 2001). En esta Segunda Comunicación se muestran los resultados para los años 2000 y 2002 y para el período 1990 – 2002.

2.1.1 Metodologías utilizadas

En los inventarios deben utilizarse metodologías comparables, de modo que los resultados puedan ser evaluados de forma consistente. Las Partes NAI deberán utilizar las guías IPCC 1996 para estimar y reportar los inventarios nacionales, y son alentadas a aplicar las Guías del IPCC sobre Buenas Prácticas y Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de GEI (IPCC, 2000)² y las Guías en Buenas Prácticas para Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003)³. Además, se incita a las Partes NAI, a realizar un análisis de categorías principales o claves y a que proporcionen información sobre el grado de incertidumbre asociado con los datos del inventario y con las hipótesis básicas y a que describan las metodologías que hayan utilizado para estimar esas incertidumbres.

En la preparación de los reportes del inventario se recomienda, además, revisar (recalcular) los datos de emisiones y remociones proporcionados en los inventarios previos en aquellas categorías de fuentes o sumideros donde se han producido cambios en el método de estimación, los parámetros de emisión utilizados, o se han obtenido mejores o nuevos datos de actividad. Esta es una recomendación de “buenas prácticas”, que garantiza la consistencia de la serie temporal de emisiones y remociones estimadas.

Además de las guías mencionadas, el IPCC publicó en el 2006 nuevas guías para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero⁴ (IPCC, 2006), que actualizan las guías anteriores e incluyen nuevas fuentes y gases y actualizan los métodos previamente publicados (en los casos en que ha sido mejorado el conocimiento técnico y científico). Al momento de preparar este reporte, las recientes guías no son de uso obligatorio en el marco de la CMNUCC.

En este reporte se utilizan, fundamentalmente, las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000. También se emplean, parcialmente, las guías IPCC-GPG LULUCF 2003 y las IPCC 2006, en aquellas categorías de fuentes que no implican cambios con relación al marco común para el reporte del inventario establecido en el Volumen 1 de las guías IPCC 1996, y en las que se dispuso de datos y otras informaciones para realizar los cálculos.

² Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG 2000.

³ Identificadas en lo adelante como guías IPCC-GPG LULUCF 2003.

⁴ Identificadas en lo adelante como guías IPCC 2006.

Para los gases de efecto invernadero indirecto (precursores de GEI y aerosoles), así como para categorías no abordadas en las guías IPCC-GPG 2000, se siguen tanto las guías IPCC 1996 como la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007).

2.1.2 Métodos utilizados

De acuerdo con las guías del IPCC, las Partes de la CMNUCC pueden utilizar métodos de diferente nivel, dando prioridad a aquellos que producen los estimados más seguros, en dependencia de las circunstancias nacionales y la disponibilidad de datos. Esas guías proporcionan recomendaciones y asesoría sobre métodos de estimación en tres niveles de detalle, complejidad y calidad.

- Métodos de nivel 1: Método por defecto. Ecuación simple en las que se utilizan datos de actividad (por defecto o específicos del país) y parámetros de emisión (con frecuencia mayormente por defecto);
- Métodos de nivel 2: Método intermedio, por ejemplo modelos con parámetros de emisión por defecto o calculados para el país y datos de actividad específicos del país;
- Métodos de nivel 3: Mayor complejidad de aplicación y mayor demanda en requerimientos de datos, por ejemplo, mediciones de emisiones o modelos con parámetros de emisión determinados por mediciones en el país y datos específicos del país.

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en este reporte, se emplearon los métodos de nivel 1 y 2.

2.1.3 Estructura del reporte

Un elevado número de actividades humanas generan emisiones y remociones de GEI. En las guías IPCC 1996 estas actividades se han agrupado en seis sectores principales, que constituyen módulos del reporte:⁵

- Módulo 1: Energía
- Módulo 2: Procesos Industriales
- Módulo 3: Solventes y Uso de Otros Productos
- Módulo 4: Agricultura
- Módulo 5: Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura
- Módulo 6: Desechos
- Módulo 7: Control de la calidad y determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones.

⁵ En las guías IPCC 2006 se incluye otra estructura de esos módulos especialmente con la unificación metodológica de los módulos 2 y 3 (Procesos Industriales y Uso de Solventes) en un nuevo módulo denominado Procesos Industriales y Uso de Productos y los módulos 4 y 5 (Agricultura y Cambio de Uso de la Tierra) en un nuevo módulo denominado Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra. En este reporte del Inventario se mantiene la estructura de las guías IPCC 1996.

Los módulos principales (módulos 1 al 6) se abrieron en “categorías y subcategorías de fuentes o sumideros”, que fueron tratadas en detalle. Posteriormente se realizó una agregación e integración de los resultados obtenidos para los niveles sectorial y de país. Se abordan 30 categorías y 123 subcategorías de fuentes y sumideros, con la siguiente estructura interna:

- Introducción
- Selección del método
- Selección de los parámetros y factores de emisión
- Datos de actividad utilizados
- Resultados obtenidos
- Exhaustividad
- Evaluación de Incertidumbre.

2.1.4 Gases de Invernadero abordados en el Inventario

Se seleccionaron los gases atmosféricos de mayor relevancia para el clima. Por conveniencia, todos son genéricamente referidos como GEI aunque algunos de ellos no lo son, por lo que pueden subdividirse en:

- a) Gases de Efecto Invernadero Directo
Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6).
- b) Otros Gases de Importancia Radiativa y Fotoquímica (gases de efecto invernadero indirecto o gases precursores):
Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO_2).

La importancia de los gases de efecto invernadero indirecto está dada por su papel como precursores de GEI, modificadores de sus concentraciones en la atmósfera o precursores de aerosoles (como es el caso del SO_2).

En el presente reporte se determinan las emisiones de los GEI directos y todos los gases precursores mencionados anteriormente. No resultó posible obtener datos acerca de los consumos de HFCs, PFCs y SF_6 . Por ello, las emisiones de estos GEI se reportan como no estimadas (NE), aunque se consideran potencialmente de poca significación.

2.1.5 Datos de Actividad y Parámetros de Emisión Utilizados

Los datos de actividad utilizados fueron proporcionados por la ONEI. En las categorías para las que no se obtuvo esta información, se utilizaron fuentes internacionales reconocidas.

Con relación a los parámetros de emisión⁶ se utilizaron los proporcionados en las Guías del IPCC y también en la metodología EMEP/CORINAIR (EEA, 2007), esta última fundamentalmente para los gases precursores. Además, en algunas categorías fueron utilizados parámetros de emisión calculados para las condiciones de Cuba.

2.1.6 Preparación del inventario

Para la preparación del inventario, se empleó el software UNFCCC – NAI (versión 1.3.2), que es una de las herramientas preparadas por la Secretaría de la CMNUCC para apoyar la compilación del inventario nacional de GEI que deben reportar las Partes NAI en sus Segundas Comunicaciones Nacionales. Además, se utilizaron el “IPCC Waste Model” (software incorporado en las guías 2006 IPCC para calcular las emisiones de CH₄ derivadas de la disposición en la tierra de desechos sólidos) y otros software preparados por especialistas cubanos para facilitar la realización de las estimaciones en varias categorías del inventario.

También se hace uso de la Base de Datos online de Factores de Emisión del IPCC – NGGIP, sobre los diferentes parámetros requeridos para los cálculos de las emisiones y remociones antropogénicas de GEI.

En la elaboración de este reporte se utilizó la capacidad creada a partir de la compilación del inventario correspondiente al año base 1990 y que se basa en la labor de un equipo técnico multidisciplinario, coordinado por el Instituto de Meteorología (INSMET) con tres grupos de trabajo, y donde participan y contribuyen diferentes instituciones y organismos del país (Figuras 2.1 y 2.2).

El primer grupo, constituido principalmente por expertos del INSMET en contaminación del aire, química atmosférica y clima, asume las actividades metodológicas, los cálculos de emisiones e incertidumbres, las determinaciones de categorías principales, el diseño y aplicación de los sistemas de control y aseguramiento de calidad, la preparación de las bases de datos y utilización del software para el inventario, la redacción de los módulos del inventario y la preparación del reporte integrado del mismo.

El segundo grupo, constituido por expertos de la ONEI, asume la tarea de la captación de la mayor parte de los datos de actividad necesarios para la preparación del inventario. En este grupo participan expertos en estadísticas de los diferentes sectores que conforman el inventario.

⁶ En este reporte se utiliza el término genérico “parámetros de emisión” para englobar tanto a los factores de emisión como a otros coeficientes y parámetros que se utilizan en los diferentes métodos para el cálculo de la emisión. En ocasiones se mencionan los factores de emisión cuando en el método de cálculo solo se utilizan estos.

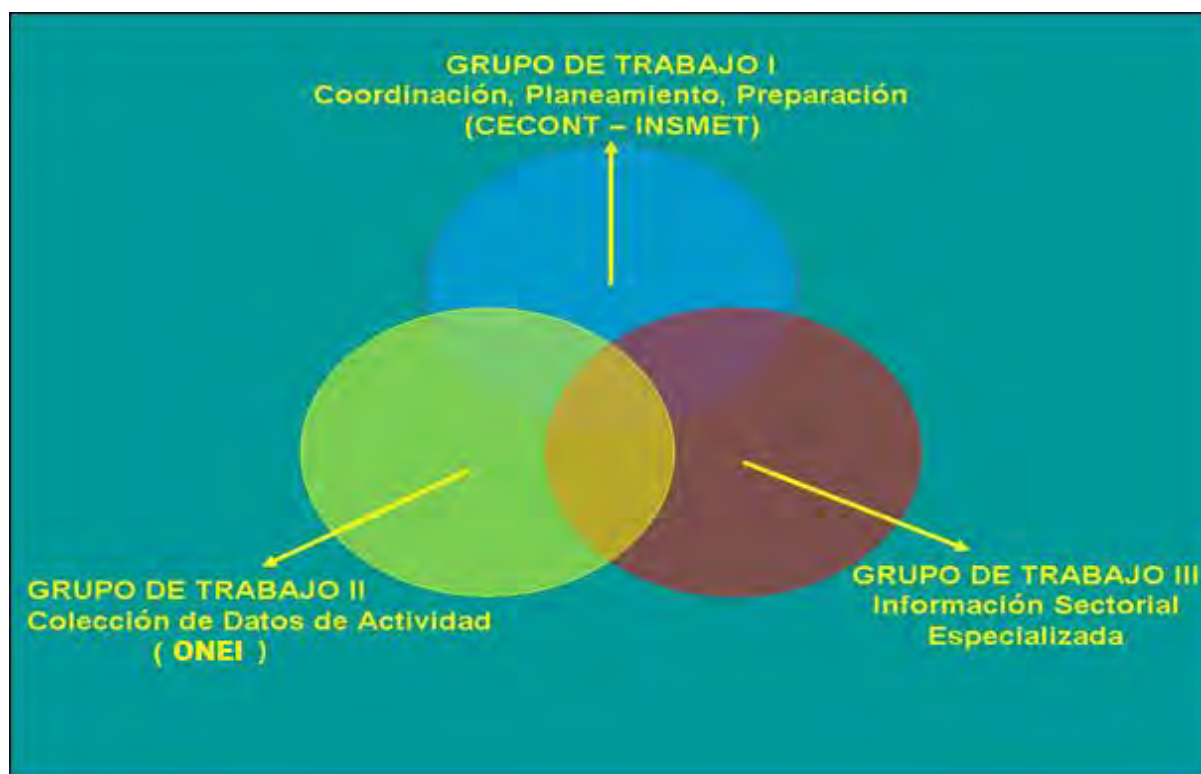


Figura 2.1 Estructura del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.



Figura 2.2 Composición del Equipo Técnico de Gases de Invernadero.

El tercer grupo de trabajo está integrado por expertos de diferentes organismos e instituciones del país, vinculadas a los distintos módulos del inventario y que

participan brindando información especializada de sus sectores o asumiendo la estimación de las emisiones en varias categorías.

En la Figura 2.3 aparece un esquema con el flujo de datos, productos y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario desde la captación de datos y su procesamiento, los cálculos de emisiones y remociones, los controles de calidad y determinación de las incertidumbres de los resultados, la preparación de los módulos y el reporte así como las diferentes fases del proceso de revisión interno y externo del reporte antes de su transmisión como documento oficial de Cuba a la CMNUCC y su publicación.

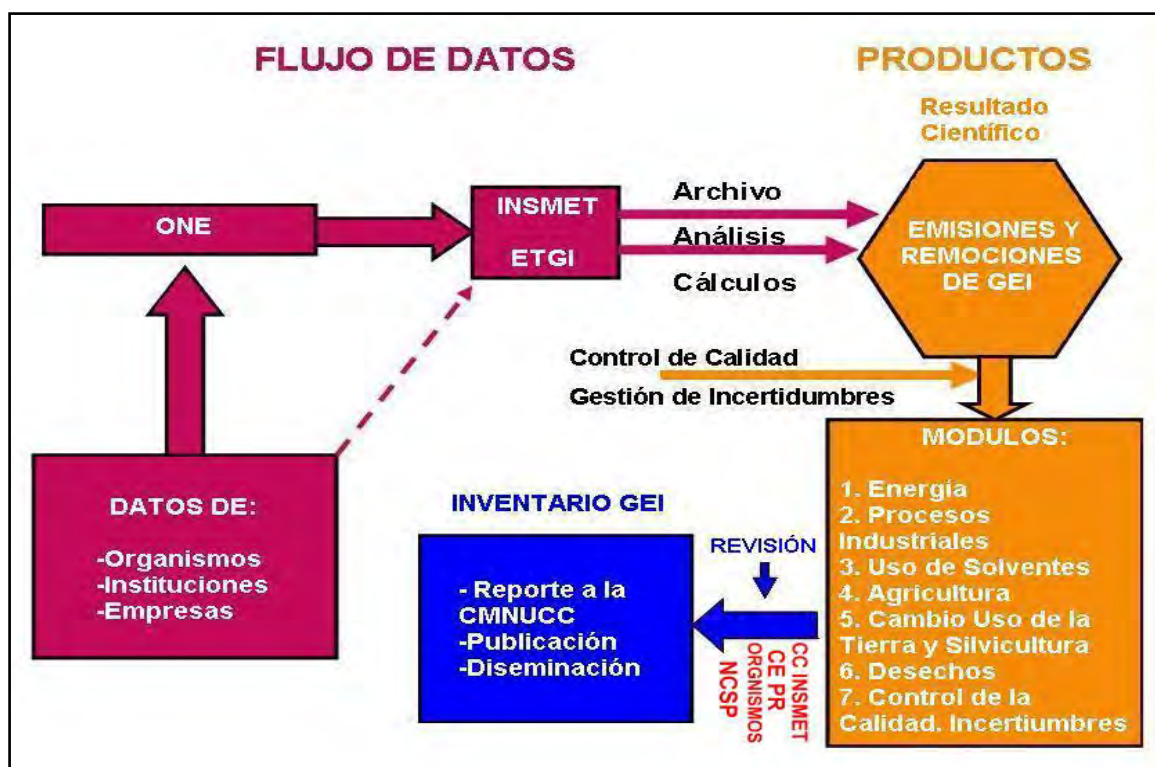


Figura 2.3 Esquema con el flujo de datos, productos, y los pasos generales principales que se siguen en la preparación y reporte del inventario.

2.1.7 Consistencia del Inventario

En Cuba, la preparación de inventarios de emisiones y remociones de GEI se concibe como un proceso permanente y de continua actualización, derivado en buena medida de la introducción periódica de nuevos conocimientos, que mejoran los métodos de cálculo o posibilitan una mejor selección y captación de los datos de actividad utilizados.

De acuerdo con los principios establecidos por la CMNUCC en las Guías de Reporte de los Inventarios Anuales, éstos deben ser transparentes, consistentes, comparables, completos y seguros. La consistencia significa que un reporte debe ser internamente consistente, en todos sus elementos, con los correspondientes a años anteriores. Lo anterior significa que se utilizan las mismas metodologías para el año base y los años subsecuentes y las series de datos son consistentes para estimar las emisiones y remociones desde las fuentes y sumideros.

En esta nueva versión del inventario se introducen criterios metodológicos o parámetros de emisión más actuales en determinadas categorías, especialmente derivados de las guías IPCC 2006 y CORINAIR 2007. También se han obtenido nuevos y mejores datos de actividad en otras categorías.

Las Guías de Reporte de la CMNUCC indican que cuando se producen cambios, por ejemplo, metodológicos, de datos de actividad, coeficientes etc., los reportes previos del inventario deberán ser recalculados utilizando la nueva metodología establecida, para asegurar la consistencia de la serie temporal. Para cumplir con ese objetivo, en el presente inventario se procedió a recalcular las emisiones estimadas anteriormente para los años 1990, 1994, 1996, 1998, así como para 2000 y 2002 (versión preliminar) en aquellas categorías donde se produjo alguno cambios descritos previamente. Con el recálculo, se asegura la consistencia de la serie temporal considerada como la “mejor estimación” de emisiones obtenidas hasta la fecha.

2.1.8 Identificación de las Categorías Principales o Claves

Constituye una “buena práctica” para cada equipo encargado del inventario la identificación de las categorías principales de una forma sistemática y objetiva. Una categoría principal es aquella que está priorizada dentro del sistema del inventario nacional, debido a que el valor de su emisión (o remoción) tiene un peso significativo en el inventario de GEI directos del país, en términos del nivel absoluto de sus emisiones/remociones, la tendencia en las emisiones/remociones o en ambos aspectos (nivel y tendencia).

En este caso, la identificación de categorías principales se realiza siguiendo los métodos proporcionados en las guías IPCC-GPG 2000 y está dirigida solamente a las categorías de fuentes principales, dado que para la selección de las categorías de sumideros principales es preciso utilizar la estructura recogida en las guías IPCC - GPG LULUCF 2003, para el sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Vale recordar que, para ese sector, en el presente inventario se utilizan la estructura y categorías incluidas en las guías IPCC 1996.

En las guías IPCC-GPG 2000 se proporcionan métodos de nivel 1 y 2 para la determinación cuantitativa de las categorías principales. El método de nivel 1 toma en cuenta la influencia que ejerce cada categoría de fuente en el nivel general de las emisiones y la influencia de su tendencia. Este método fue utilizado en el inventario de Cuba, aplicando tanto el criterio del nivel como el de tendencia, para el 1990 como año base. El análisis se basó en las emisiones expresadas en equivalentes de CO₂ (CO₂eq) para los gases de efecto invernadero directo evaluados en el inventario (CO₂, CH₄ y N₂O).

Cuando se usa el método de nivel 1, las categorías principales de fuentes se identifican en función de un umbral acumulativo de emisiones predeterminado, cuya estimación persigue el objetivo de establecer un nivel general donde el 90% de la incertidumbre del inventario esté cubierta por categorías principales.

Para cada año evaluado se determinaron entre 12 y 14 categorías principales. Por orden de importancia (varía ligeramente de un año a otro) arroja el siguiente resultado:

- Emisiones de CO₂ de las industrias de la energía (sector energía)
- Emisiones de CO₂ de las industrias manufactureras y la construcción (sector energía)
- Emisiones de CH₄ de la fermentación entérica en el ganado doméstico (sector agricultura).
- Emisiones de N₂O de los suelos agrícolas (sector agricultura)
- Emisiones de CO₂ de la categoría de “otras fuentes de combustión” (sector energía)
- Emisiones fugitivas de CH₄ de la industria del petróleo y gas natural (sector energía)
- Emisiones de CO₂ del sector residencial (sector energía).
- Emisiones de CO₂ del sector del transporte (sector energía).
- Emisiones de CO₂ de la producción de cemento (procesos industriales).
- Emisiones de CH₄ de los sitios de deposición de desechos sólidos (sector desechos).
- Emisiones de CO₂ del sector de la agricultura, silvicultura y pesca (sector energía).
- Emisiones de CH₄ del tratamiento y eliminación de las aguas residuales domésticas y comerciales (sector desechos).

Además se identificaron otras categorías principales, pero ya con menor aporte relativo. En el sector de Cambio de Uso de la Tierra y la Silvicultura, las remociones de CO₂ debidas al crecimiento de la biomasa en bosques pudieran considerarse también como una categoría principal en Cuba.

2.1.9 Evaluación de Calidad e Incertidumbres

En el Módulo 7 del reporte se detallan todas las acciones desarrolladas para controlar y asegurar la calidad de los estimados de emisiones realizados. Es una “buena práctica” implementar procedimientos de aseguramiento/garantía y control de calidad (AC/CC) en el desarrollo de inventarios nacionales de GEI. Un programa AC/CC contribuye a los objetivos de las guías IPCC –GPG-2000 y las IPCC-GPG LULUCF 2003 de mejorar la transparencia, consistencia, comparabilidad, exhaustividad y confianza en los estimados de emisiones de los inventarios. En este reporte de inventario se implementaron procedimientos generales de aseguramiento y control de calidad tanto de nivel 1 como de nivel 2 (en este último nivel especialmente para las categorías principales y otras categorías donde tuvieron lugar revisiones significativas de métodos y datos).

También en el Módulo 7 se presenta de forma detallada la determinación y evaluación de las incertidumbres de las emisiones calculadas. Para esto se aplicaron las recomendaciones establecidas en las guías IPCC 1996 y las IPCC - GPG 2000. En las IPCC-GPG 2000, se incluyen dos métodos (nivel 1 y nivel 2) para

realizar el cálculo de las incertidumbres en los estimados de emisiones para cada categoría de fuente del inventario y GEI, así como la incertidumbre general para las emisiones totales del país y su tendencia en cada año evaluado. Se considera como una “buena práctica” determinar y reportar los resultados con el método de nivel 1, y si se dispone de recursos suficientes, aplicar también el método de nivel 2.

En el presente reporte del inventario se aplica el método de nivel 1. La información sobre incertidumbres no está destinada a disputar la validez de los estimados del inventario, sino para ayudar a priorizar los esfuerzos en la mejora de la seguridad de este en el futuro y guiar las decisiones acerca de las elecciones metodológicas.

De los GEI de efecto invernadero directo evaluados, las incertidumbres asociadas a las emisiones de CO₂, tanto a nivel del país como para las categorías de fuentes, resultaron bajas. Ya para el CH₄, los niveles de incertidumbre en los estimados a nivel nacional pasan a moderados, y para el N₂O son elevados, aunque este incremento está influido de forma determinante por el peso que tienen ciertas categorías de fuentes en las emisiones de estos dos últimos GEI. Por ejemplo, para Cuba, los mayores aportes a las incertidumbres en las emisiones de CH₄ proceden de las emisiones fugitivas de las actividades del petróleo y el gas natural y también de la disposición en la tierra de los desechos sólidos. Otras categorías de fuentes para este GEI tienen baja incertidumbre. Por otra parte, para el N₂O las incertidumbres altas se asociaron casi completamente con las emisiones procedentes de los suelos agrícolas, pues en el resto de las categorías de fuentes presentaron incertidumbres bajas.

2.2 Resumen de las emisiones y remociones por gases y sectores

2.2.1 Emisiones Brutas

En las emisiones brutas no se incluyen las emisiones y remociones de GEI derivadas del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Con relación a los GEI directos, predominan de forma notable las emisiones de CO₂, seguidas por el CH₄ y el N₂O. Entre los gases precursores, el CO y el SO₂ poseen los mayores volúmenes de emisiones. En el período, dichas emisiones (Tabla 2.1) disminuyeron para algunos de los gases, mientras que en otros se incrementaron al final de este después de la disminución experimentada en la década de los 90.

Tabla 2.1 Emisiones brutas* por gases (Gg). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Año	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	33 899,59	348,51	20,71	139,71	1141,98	195,69	477,49
1992	21 598,81	348,46	14,03	92,57	972,83	143,75	349,14
1994	22 193,47	342,59	10,33	84,95	645,62	88,47	401,90
1996	26 382,13	352,06	11,47	103,63	662,09	108,27	444,30
1998	27 973,77	354,77	11,64	97,00	545,99	98,02	462,72
2000	26 586,22	365,81	11,06	96,81	594,92	432,46	513,64
2002	24 892,94	398,34	9,82	83,82	484,50	283,52	622,51

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

De los GEI directos, en 2002 las emisiones brutas de CO₂ fueron un 26,6% menor que en el año base (1990), y las de N₂O, un 52,6% más bajas. Por el contrario, las emisiones brutas de CH₄ fueron un 14,3% mayor en 2002 que en 1990. Para los gases precursores se observaron importantes reducciones en las emisiones de NO_x y CO, mientras que hubo incrementos en los COVDM y el SO₂. Con relación a los sectores, predominan las emisiones derivadas de la energía, especialmente relacionadas con el CO₂ y algunos gases precursores, mientras que para el CH₄ los mayores aportes provienen del sector de la Agricultura, seguido por los sectores de Desechos y Energía. La mayor parte de las emisiones de N₂O ocurren en el sector de la Agricultura. A manera de ejemplo, y con un comportamiento que tiende a repetirse en todos los años evaluados, en las Tablas 2.2 y 2.3 se muestran las emisiones brutas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.2 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

Sector	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energía	25 342,12	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
Procesos Industriales	1241,53	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NE	NA	NA	18,27	NA
Agricultura	NA	195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
Desechos	2,56	92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
Total	26 586,22	365,81	11,06	96,81	594,92	432,46	513,64

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

Tabla 2.3 Emisiones brutas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

Sector	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energía	23 570,90	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
Procesos Industriales	1318,51	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NE	NA	NA	17,85	NA
Agricultura	NA	190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
Desechos	3,53	95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
Total	24 892,94	398,34	9,82	83,82	484,50	283,52	622,51

* No se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad.

En el sector de Energía se estiman las contribuciones de CO₂ por la categorías de fuente bunkers internacionales (combustibles utilizados en los viajes internacionales de aeronaves y embarcaciones). Estas emisiones se presentan solamente para información y no se incluyen en los totales de este módulo ni del país.

Para la estimación de emisiones de CO₂ debido a la quema de combustible fósil en las guías IPCC 1996 y las IPCC-GPG 2000 se proporcionan tres métodos: dos métodos de Nivel 1 (el método de referencia y el método sectorial) y un método Nivel 2/Nivel 3 (un enfoque detallado basado en las tecnologías que se utilizan y que también se denomina “método abajo – arriba”). Para la elección del método a utilizar, se siguió el árbol de decisión indicado en la Figura 2.1 de las guías IPCC-GPG 2000. Este análisis verificó que el método posible a utilizar es el de Nivel 1 (sectorial), aplicándole las correcciones establecidas (oxidación y carbono almacenado). Los resultados que se proporcionan sobre el método de referencia son solamente como información y no se utilizó como vía de control aunque en general la comparación entre estos resultados y los del método sectorial son aceptables excepto para los años 1996 y 1998 en que la diferencia supera ligeramente el 5%.

En la Figura 2.4 se muestran las diferencias de los resultados obtenidos al aplicar los métodos de Referencia y Sectorial para la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles.

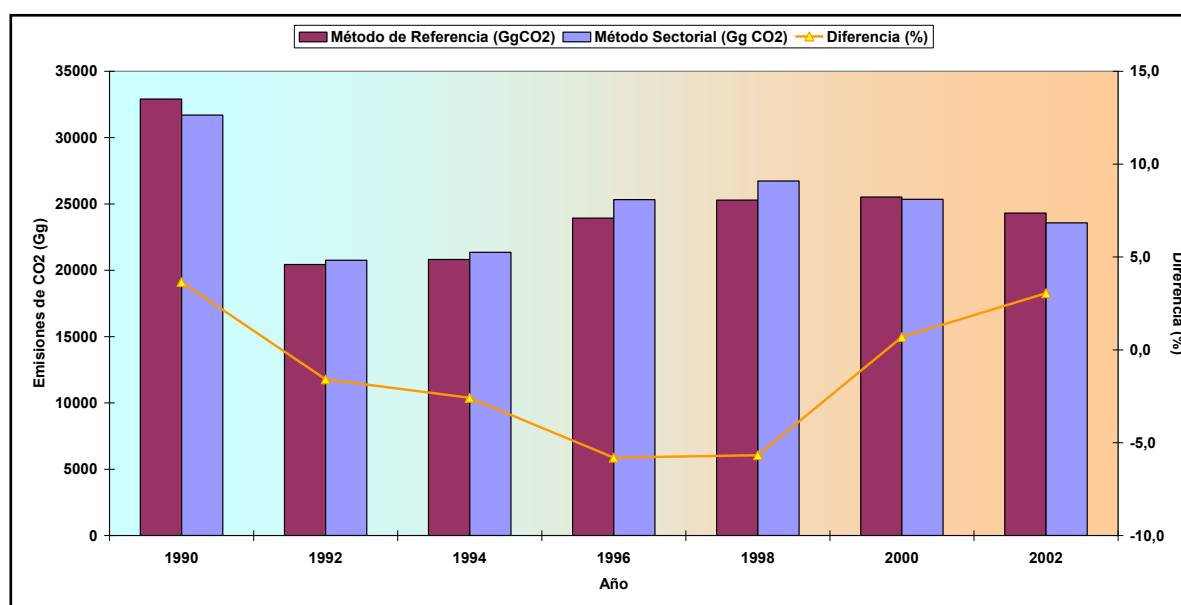


Figura 2.4 Estimación de emisiones de CO₂ derivadas de la quema de combustibles fósiles utilizando los métodos Sectorial y de Referencia (método de control). Cuba, años pares del período 1990 - 2002.

En las Figuras 2.5 a la 2.7 se muestra el comportamiento de la tendencia de las emisiones brutas de cada GEI determinado en el inventario por categorías de fuentes. Para el CO₂ (Figura 2.5) puede apreciarse el peso que tienen en las emisiones las industrias de la energía y la quema de combustibles para energía, en las industrias manufactureras y la construcción. En el caso del CH₄ (Figura 2.6), que es el único de los gases de efecto invernadero directo en el país con una tendencia al incremento en sus emisiones, estas son dominadas por aquellas derivadas de la fermentación entérica en el ganado doméstico, aunque las emisiones fugitivas de este gas vienen incrementando su importancia, derivadas de las actividades del petróleo y gas natural. También resultan de interés las emisiones de CH₄

provenientes de los vertederos de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales.

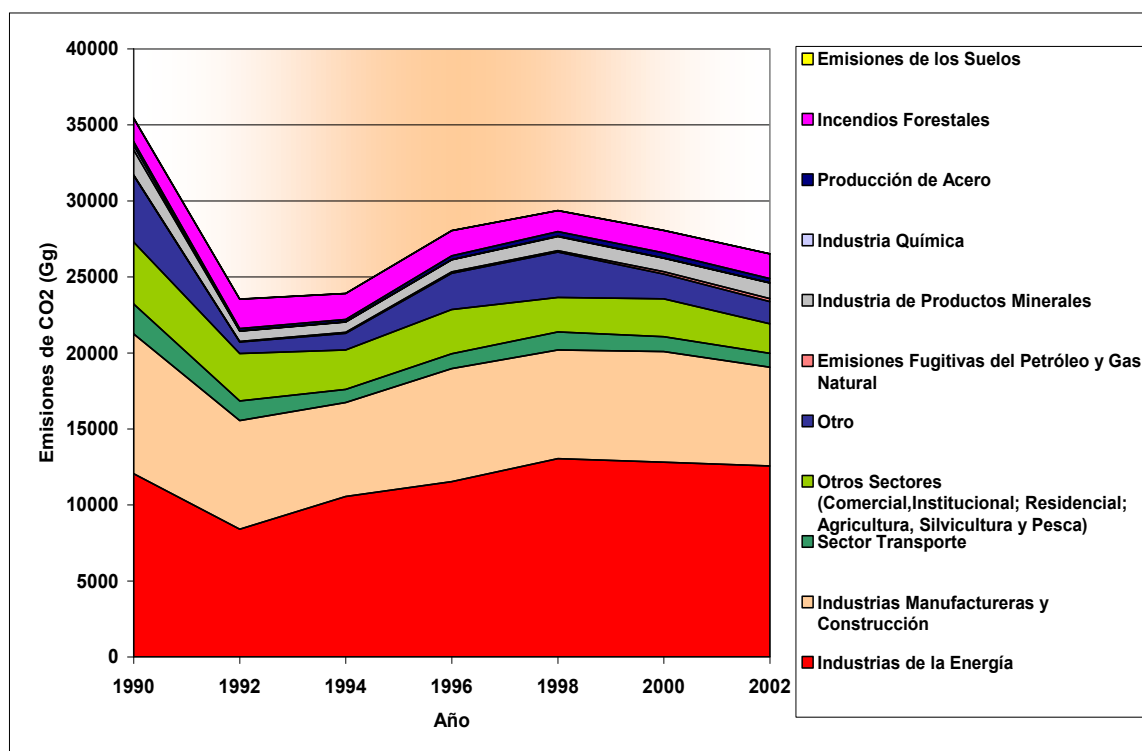


Figura 2.5 Comportamiento de las emisiones de CO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

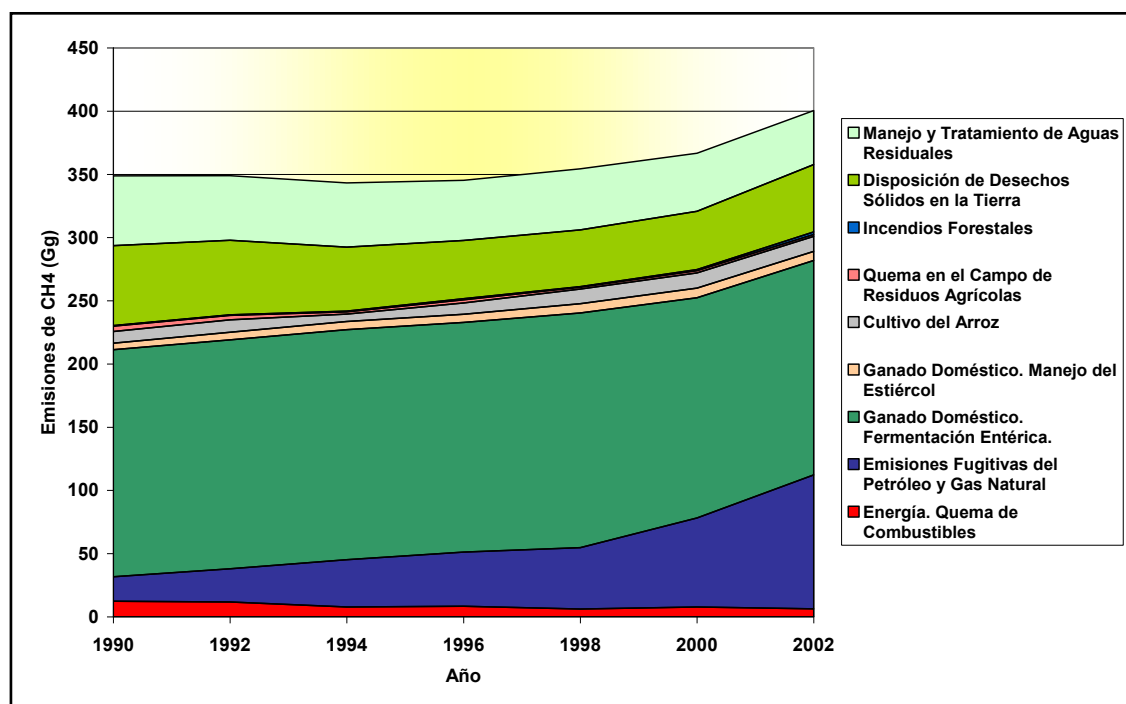


Figura 2.6 Comportamiento de las emisiones de CH₄ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación al N_2O (Figura 2.7), las emisiones de este GEI son dominadas casi totalmente por las provenientes de los suelos agrícolas. Otras categorías de fuentes, entre estas el transporte, aportan emisiones menores de este GEI.

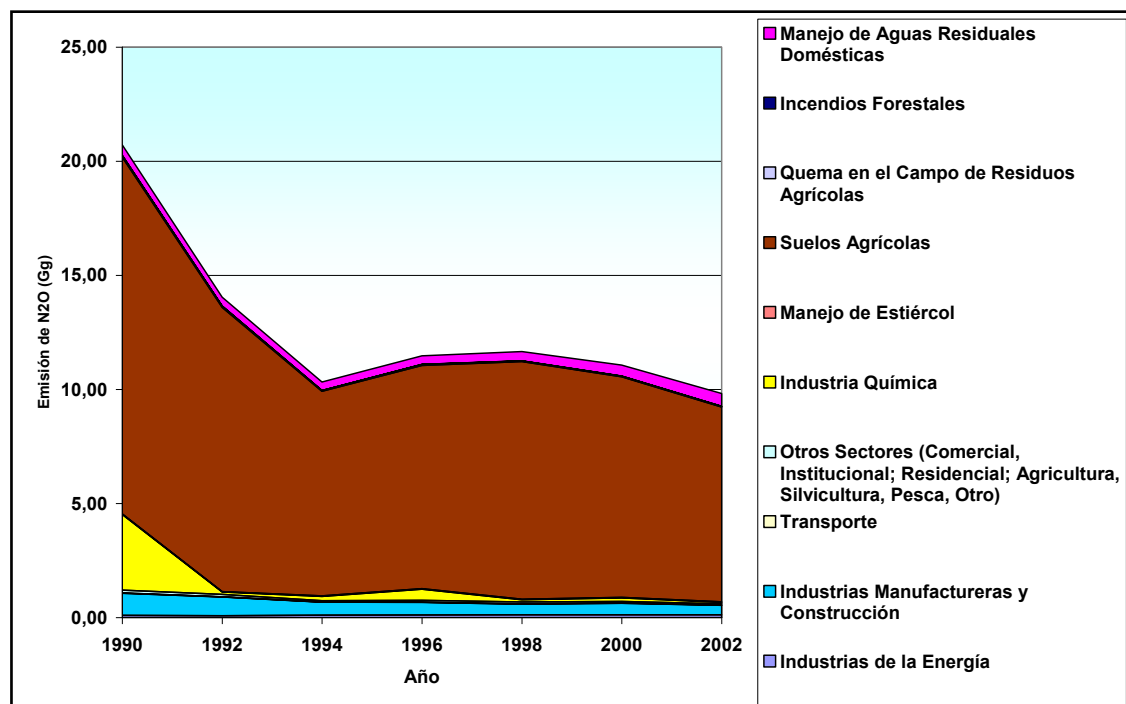


Figura 2.7 Comportamiento de las emisiones de N_2O por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

El resumen por categorías de fuentes del comportamiento de las emisiones de los GEI indirecto (gases precursores) se muestra en las Figuras 2.8 y 2.9. Estos gases son también importantes contaminantes atmosféricos, por lo que la información reviste también interés para la vigilancia de la calidad del aire.

Para el caso de los NO_x (Figura 2.8), las principales emisiones proceden de la quema de combustibles fósiles en las industrias de la energía, el sector de industrias manufactureras y la construcción, el sector del transporte y otros sectores (comercial institucional, residencial etc.). El resto de las categorías genera menores emisiones. Por otra parte (Figura 2.9), las emisiones de CO , derivadas en buena medida de combustiones incompletas en la quema de combustibles, han tenido también en el período una fuerte tendencia a la disminución, comportamiento que está dominado por la reducción observada en el sector de industrias manufactureras y la construcción (muy influida por la disminución en el volumen del bagazo de caña utilizado para energía en la industria azucarera).

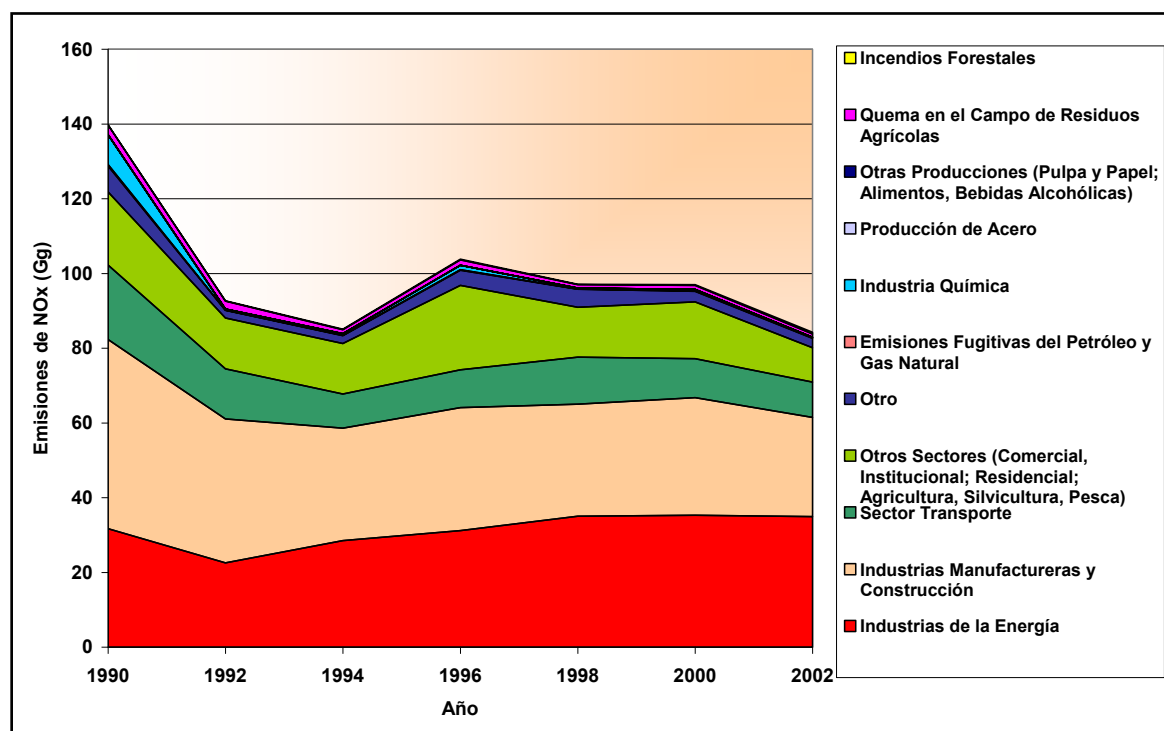


Figura 2.8 Comportamiento de las emisiones de NOx por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

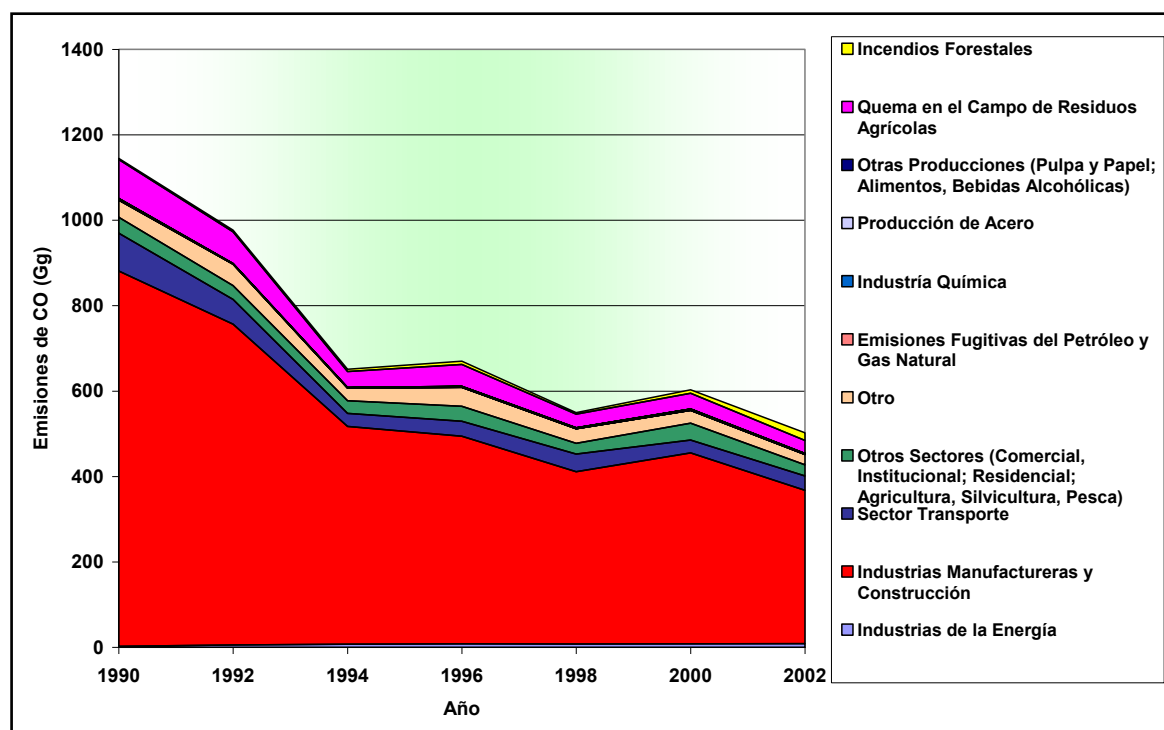


Figura 2.9 Comportamiento de las emisiones de CO por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

Con relación a los Compuestos Orgánicos Diferentes del Metano (COVDM), estas emisiones son bajas y contribuyen a ellas una variedad de procesos industriales y actividades que utilizan disolventes. De los gases precursores, solamente el SO₂ muestra una tendencia al crecimiento en las emisiones (Figura 2.10). Su causa principal es el incremento en la utilización de petróleo crudo nativo, con un alto contenido de azufre, en las industrias de la energía, manufactureras y la construcción, entre estas últimas en la producción de cemento.

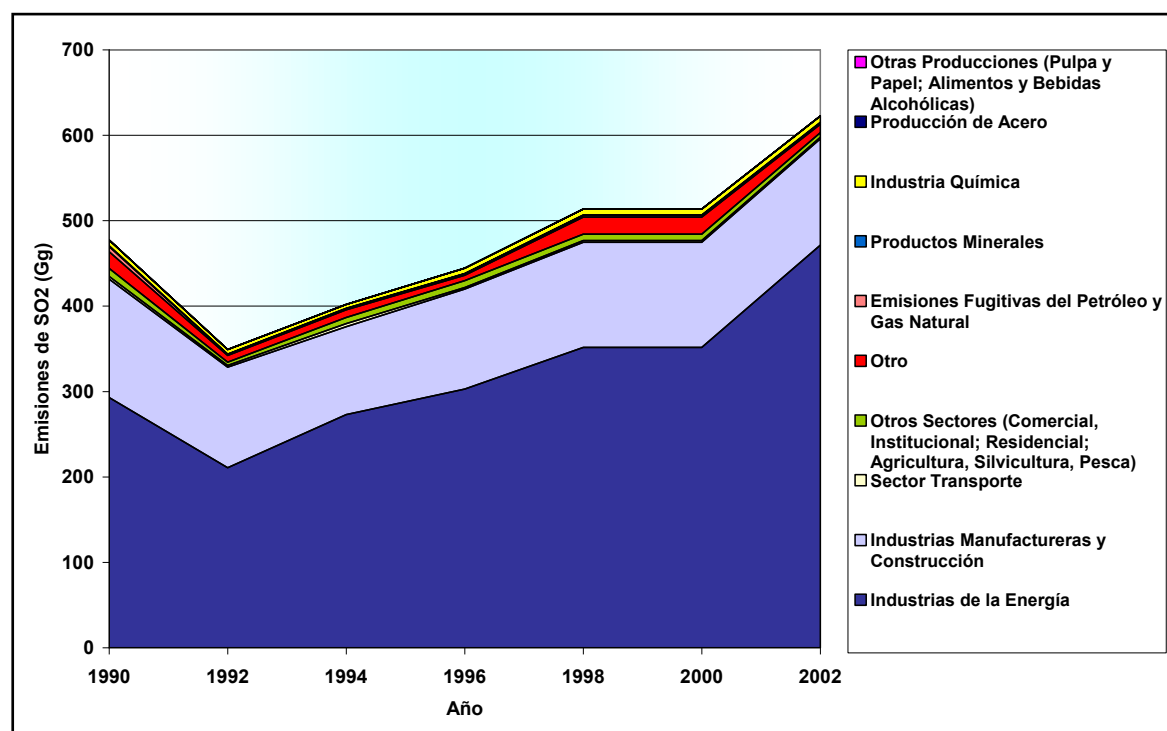


Figura 2.10 Comportamiento de las emisiones de SO₂ por categorías de fuentes (Gg). Cuba, período 1990 – 2002.

2.2.2 Emisiones Netas

A diferencia de las emisiones brutas, en la determinación de las emisiones netas se incluyen las emisiones y remociones de GEI del sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. En Cuba, las remociones de CO₂ por el crecimiento de la biomasa en los bosques superan de forma notable a las emisiones que se producen en estos por las extracciones de madera y otras causas. El efecto de estas remociones netas en ese sector trae como consecuencia que en las emisiones netas de CO₂ (Tabla 2.4) aparezcan importantes reducciones, al compararlas con las emisiones brutas presentadas en la Tabla 2.1.

En otros gases precursores, como los NO_x y el CO, las emisiones netas crecieron en comparación con las emisiones brutas, pero solo ligeramente. A manera de ejemplo del comportamiento descrito anteriormente, y que de forma cercana se repite en todos los años evaluados, en las Tablas 2.5 y 2.6 se muestran las emisiones netas de GEI por sectores para los años 2000 y 2002.

Tabla 2.4 Emisiones netas* por gases (Gg). Cuba, años pares 1990 – 2002.

Año	GEI						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
1990	23 295,0	348,83	20,71	139,79	1144,74	195,69	477,49
1992	9740,9	348,91	14,03	92,68	976,74	143,75	349,14
1994	9394,09	343,21	10,33	85,10	651,03	88,47	401,90
1996	13237,02	352,94	11,47	103,84	669,77	108,27	444,30
1998	15117,34	355,19	11,65	97,10	549,64	98,02	462,72
2000	14080,55	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64
2002	11698,62	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

Tabla 2.5 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2000.

Sector	GEI							
	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energía	25 342,12	0,00	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
Procesos Industriales	1241,53	0,00	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NA	NE	NA	NA	18,27	NA
Agricultura	NA	NA	195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2)	0,00	-12505,67	0,90	0,01	0,22	7,89	NA	NA
Desechos	2,56	NA	92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
Total	26 586,22	-12 505,67	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.6 Emisiones netas* de GEI por sectores (Gg). Cuba. Año 2002.

Sector	GEI							
	CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energía	23 570,90	0,00	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
Procesos Industriales	1 318,51	0,00	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
Uso de Solventes y Otros Productos	NA	NA	NA	NE	NA	NA	17,85	NA
Agricultura	NA	NA	190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (2)	0,00	-13194,32	2,02	0,01	0,50	17,65	NA	NA
Desechos	3,53	NA	95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
Total	24 892,94	-13 194,32	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51

* Se consideran las emisiones y remociones de GEI procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura. NA – No aplicable; NE – No estimado por falta de datos de actividad. 2) Los valores con signo negativo indican remociones netas.

2.2.3 Reporte del Inventario

En la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), se alienta a todas las Partes no incluidas en el Anexo I a que utilicen las Tablas 1 y 2 incluidas en las guías para la preparación de sus comunicaciones nacionales con el objetivo de reportar sus inventarios nacionales de GEI. En las tablas 2.7, 2.8 y 2.9 se incluyen esas tablas actualizadas para los años 1990, 2000 y 2002⁷. Los detalles para las categorías y subcategorías deben verse en los módulos correspondientes del reporte del inventario.

La Tabla 2 de las mencionadas guías se refiere a las emisiones de HFCs, PFCs y SF₆, que no pudieron calcularse en el inventario debido a que no se dispuso de los datos de actividad necesarios. Dada esta situación, se incluye solo una tabla que engloba todos los años evaluados (Tabla 2.10 en este capítulo).

⁷ En el reporte del inventario aparecen estas tablas para todos los años pares del período 1990 – 2002.

Tabla 2.7 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 1990.

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
<i>Total nacional de emisiones y remociones</i>	33 899,59	-10 604,59	348,83	20,71	139,79	1 144,74	195,69	477,49
<i>1. Energía</i>	31 699,41	0,00	31,74	1,20	129,12	1 047,29	42,81	469,76
<i>A. Quema de combustibles (sectorial)</i>	31 661,66		12,36	1,20	128,73	1 046,70	38,75	463,67
1. Industrias de la Energía	12 054,19		0,48	0,10	31,69	2,38	0,79	292,87
2. Industrias Manufactureras y Construcción	9 191,92		6,98	0,97	50,61	878,71	11,81	138,60
3. Transporte	1 968,85		0,27	0,02	19,95	88,49	16,80	3,13
4. Otros sectores	4 067,03		1,61	0,05	19,55	37,10	4,39	9,52
5. Otros	4 379,66		3,02	0,07	6,92	40,02	4,94	19,55
<i>B. Emisiones fugitivas de los combustibles</i>	37,75		19,38	0,00	0,39	0,59	4,06	6,09
1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
2. Petróleo y gas natural	37,75		19,38	0,00	0,39	0,59	4,06	6,09
<i>2. Procesos industriales</i>	2 200,18	0,00	0,00	3,32	8,01	3,82	137,17	7,73
<i>A. Productos minerales</i>	1 653,09				0,00	0,00	53,96	0,87
<i>B. Industria química</i>	281,50		0,00	3,32	7,96	1,38	0,82	6,74
<i>C. Producción de metales</i>	265,59		0,00	0,00	0,01	2,25	0,04	0,03
<i>D. Otras producciones</i>	0,00		0,00	0,00	0,03	0,19	82,35	0,09
<i>E. Producción de halocarburos y SF₆</i>								
<i>F. Consumo de halocarburos y SF₆</i>								
<i>G. Otros</i>	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>3. Uso de solventes y otros productos</i>	0,00			NE			15,71	
<i>4. Agricultura</i>			198,23	15,73	2,58	90,87	0,00	NA
<i>A. Fermentación entérica</i>			179,59					
<i>B. Manejo del estiércol</i>			5,02	0,03			NA	
<i>C. Cultivo del arroz</i>			9,29				NA	
<i>D. Suelos agrícolas</i>			NA	15,63			NA	
<i>E. Quemas prescritas de sabanas</i>			NO	NO	NO	NO	NO	
<i>F. Quema en el campo de residuos agrícolas</i>			4,33	0,07	2,58	90,87	NA	
<i>G. Otros</i>			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura	0,00	-10 604,59	0,32	0,00	0,08	2,76	NA	NA
A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-12 171,95						
B. Conversión de bosques y pastizales	1 524,85	0,00	0,32	0,00	0,08	2,76		
C. Abandono de tierras manejadas		NO						
D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	42,50	NE						
E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
6. Desechos	NE		118,54	0,46	NE	NE	NE	NE
Disposición de desechos sólidos en la tierra			63,33		0,00		0,00	
B. Manejo de aguas residuales			55,21	0,46	NA	NA	NA	
C. Incineración de desechos	NE		NE	NE	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Otras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas pro memoria (1):								
Depósitos internacionales	1 057,47		0,14	0,03	4,28	5,55	2,33	0,28
Aviación	863,15		0,13	0,03	0,43	2,98	1,81	0,27
Marina	194,32		0,01	0,00	3,86	2,57	0,51	0,00
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	20 393,77							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.8 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2000.

Categorías de fuentes y sumideros	CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Total nacional de emisiones y remociones	26 586,22	-12 505,67	366,71	11,07	97,03	602,81	432,46	513,64
1. Energía	25 342,12	0,00	78,24	0,71	95,35	554,99	23,20	506,02
A. Quema de combustibles (sectorial)	25 189,26		7,77	0,71	95,22	554,80	20,49	504,06
1. Industrias de la Energía	12 806,08		0,66	0,12	35,27	8,29	1,17	351,54
2. Industrias Manufactureras y Construcción	7 272,87		3,58	0,51	31,51	446,78	6,12	123,05
3. Transporte	989,40		0,06	0,01	10,40	30,25	5,79	2,06
4. Otros sectores	2 480,93		1,73	0,04	15,17	39,30	4,65	7,37
5. Otros	1 639,99		1,74	0,03	2,86	30,19	2,76	20,06
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	152,86		70,47	0,00	0,13	0,19	2,71	1,96
1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
2. Petróleo y gas natural	152,86		70,47	0,00	0,13	0,19	2,71	1,96
2. Procesos industriales	1 241,53	0,00	0,00	0,15	0,38	2,96	390,91	7,61
A. Productos minerales	879,69				0,00	0,00	341,54	0,47
B. Industria química	14,90		0,00	0,15	0,36	0,00	0,00	7,09
C. Producción de metales	346,94		0,00	0,00	0,02	2,95	0,06	0,04
D. Otras producciones	0,00		0,00	0,00	0,00	0,02	49,31	0,01
E. Producción de halocarburos y SF ₆								
F. Consumo de halocarburos y SF ₆								
G. Otros	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Uso de solventes y otros productos	0,00			NE			18,27	
4. Agricultura			195,48	9,72	1,05	36,95	NA	NA
A. Fermentación entérica			174,14					
B. Manejo del estiércol			7,57	0,03			NA	
C. Cultivo del arroz			12,01				NA	
D. Suelos agrícolas			NA	9,66			NA	
E. Quemas prescritas de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de residuos agrícolas			1,76	0,03	1,05	36,95	NA	
G. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂ Emisiones	CO ₂ Remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura		0,00	-12 505,67	0,90	0,01	0,22	7,89	NA	NA
	A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-13 979,25						
	B. Conversión de bosques y pastizales	1 473,13	0,00	0,90	0,01	0,22	7,89		
	C. Abandono de tierras manejadas		NO						
	D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	0,45	NE						
	E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
6. Desechos		2,56		92,09	0,48	0,03	0,02	0,08	0,01
	Disposición de desechos sólidos en la tierra			46,17		0,00		0,00	
	B. Manejo de aguas residuales			45,92	0,48	NA	NA	NA	
	C. Incineración de desechos	2,56			0,0012	0,03	0,02	0,08	0,01
	D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7. Otras		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Partidas pro memoria (1):									
	Depósitos internacionales	608,04		0,12	0,02	1,61	3,11	1,58	0,17
	Aviación	548,28		0,11	0,02	0,40	2,30	1,42	0,17
	Marina	59,76		0,00	0,00	1,21	0,81	0,16	0,00
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	11 412,66							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del Inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.9 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Año 2002.

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
Total nacional de emisiones y remociones		24 892,94	-13 194,32	400,36	9,82	84,32	502,15	283,52	622,51
1. Energía		23 570,90	0,00	112,22	0,60	82,75	451,56	18,90	614,47
	A. Quema de combustibles (sectorial)	23 365,67		6,29	0,60	82,64	451,40	17,80	612,82
	1. Industrias de la Energía	12 560,91		0,67	0,12	34,91	8,57	1,17	471,38
	2. Industrias Manufactureras y Construcción	6 487,29		2,89	0,41	26,58	359,01	4,96	124,42
	3. Transporte	913,58		0,05	0,01	9,45	33,70	6,42	1,75
	4. Otros sectores	1 942,86		1,19	0,03	9,19	25,92	2,78	5,51
	5. Otros	1 461,03		1,49	0,03	2,51	24,19	2,47	9,76
	B. Emisiones fugitivas de los combustibles	205,23		105,93	0,00	0,11	0,16	1,10	1,65
	1. Combustibles sólidos			NO		NO	NO	NO	NO
	2. Petróleo y gas natural	205,23		105,93	0,00	0,11	0,16	1,10	1,65
2. Procesos industriales		1 318,51	0,00	0,00	0,06	0,16	2,38	246,65	8,02
	A. Productos minerales	1 027,62				0,00	0,00	197,95	0,56
	B. Industria química	10,95		0,00	0,06	0,15	0,00	0,00	7,43
	C. Producción de metales	279,95		0,00	0,00	0,01	2,38	0,05	0,03
	D. Otras producciones	0,00		0,00	0,00	0,00	0,01	48,66	0,00
	E. Producción de halocarburos y SF ₆								
	F. Consumo de halocarburos y SF ₆								
	G. Otros	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3. Uso de solventes y otros productos		0,00			NE			17,85	
4. Agricultura				190,16	8,58	0,87	30,53	NA	NA
	A. Fermentación entérica			169,65					
	B. Manejo del estiércol			7,18	0,03			NA	
	C. Cultivo del arroz			11,88				NA	
	D. Suelos agrícolas			NA	8,53			NA	
	E. Quemas prescritas de sabanas			0,00	0,00	0,00	0,00	NO	

Categorías de fuentes y sumideros		CO ₂ emisiones	CO ₂ remociones	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
	F. Quema en el campo de residuos agrícolas			1,45	0,02	0,87	30,53	NA	
	G. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura	0,00	-13 194,32	2,02	0,01	0,50	17,65	NA	NA
	A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa	0,00	-14 824,84						
	B. Conversión de bosques y pastizales	1 626,79	0,00	2,02	0,01	0,50	17,65		
	C. Abandono de tierras manejadas		NO						
	D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo	3,74	NE						
	E. Otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	6. Desechos	3,53		95,97	0,56	0,04	0,03	0,12	0,02
	Disposición de desechos sólidos en la tierra			53,32		0,00		0,00	
	B. Manejo de aguas residuales			42,64	0,56	NA	NA	NA	
	C. Incineración de desechos	3,53			0,002	0,04	0,03	0,12	0,02
	D. Otros			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	7. Otras	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Partidas pro memoria (1):								
	Depósitos internacionales	645,17		0,06	0,02	1,47	2,48	1,13	0,19
	Aviación	582,83		0,05	0,02	0,20	1,63	0,96	0,18
	Marina	62,34		0,00	0,00	1,27	0,84	0,17	0,00
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa	9 267,51							

NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). 1–No se incluyen en el total del inventario. Los valores con signo negativo indican remociones netas.

Tabla 2.10 Inventario Nacional de GEI (Gg). Cuba. Años pares 1990 - 2002.

Categorías de fuentes y sumideros		HFCs			PFCs			SF ₆
		HFC-23	HFC-134	Otros	CF ₄	C ₂ F ₆	Otros	
Total nacional de emisiones y remociones		NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1. Energía								
	A. Quema de combustibles (sectorial)							
	1. Industrias de la Energía							
	2. Industrias Manufactureras y Construcción							
	3. Transporte							
	4. Otros sectores							
	5. Otros							
	B. Emisiones fugitivas de los combustibles	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	1. Combustibles sólidos							
	2. Petróleo y gas natural	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2. Procesos industriales								
	A. Productos minerales							
	B. Industria química							
	C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	D. Otras producciones							
	E. Producción de halocarburos y SF ₆	NO	NO		NO	NO		NO
	F. Consumo de halocarburos y SF ₆	NE	NE		NE	NE		NE
	G. Otros	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3. Uso de solventes y otros productos								
4. Agricultura								
	A. Fermentación entérica							
	B. Manejo del estiércol							
	C. Cultivo del arroz							
	D. Suelos agrícolas							
	E. Quemas prescritas de sabanas							
	F. Quema en el campo de residuos agrícolas							
	G. Otros							
5. Cambio de uso de la tierra y silvicultura								
	A. Cambios en bosques y otras reservas de biomasa leñosa							
	B. Conversión de bosques y pastizales							
	C. Abandono de tierras manejadas							

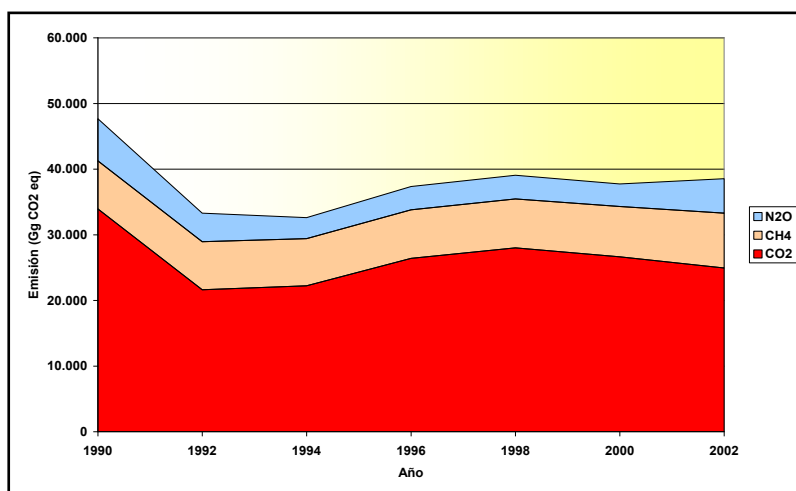
Categorías de fuentes y sumideros		HFCs			PFCs			SF ₆
		HFC-23	HFC-134	Otros	CF ₄	C ₂ F ₆	Otros	
	D. Emisiones y remociones de CO ₂ del suelo							
	E. Otros							
6.	Desechos							
	Disposición de desechos sólidos en la tierra							
	B. Manejo de aguas residuales							
	C. Incineración de desechos							
	D. Otros							
7.	Otras	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	Partidas pro memoria:							
	Depósitos internacionales							
	Aviación							
	Marina							
	Emisiones de CO ₂ de la biomasa							
NO– No ocurre. NE–No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla).								

2.3 Resumen de las emisiones agregadas por gases y sectores

2.3.1 Emisiones Brutas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Todos los gases no aportan en el mismo grado al incremento del efecto invernadero. Para expresar las emisiones de GEI sobre una base equivalente, que refleje su contribución al calentamiento atmosférico, se utilizan los Potenciales de Calentamiento Global (PCG).

Para convertir las emisiones expresadas en Gg a unidades equivalentes de CO₂ (CO₂eq), simplemente se multiplican las emisiones de cada GEI directo por su correspondiente PCG. De acuerdo con lo establecido en la Decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2002), para este cálculo se utilizan los valores de PCG para un horizonte temporal de 100 años, reportados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 1996). La conversión de las emisiones a unidades equivalentes de CO₂, posibilita agregar (sumar) las emisiones de los diferentes GEI directo, que en el caso de este reporte del inventario de Cuba, corresponden al CO₂, CH₄ y N₂O.



El total de las emisiones brutas agregadas resultó 3 773,02 Gg de CO₂eq en el año 2000, y 36 340,32 Gg de CO₂eq en el año 2002, un 23,8% menor que en el año base 1990 en que se emitieron 47 671,56 Gg de CO₂eq (Figura 2.11, Tabla 2.11).

Figura 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales en equivalentes de CO₂ (Gg CO₂eq) para los diferentes GEI. Cuba. Años pares del período 1990 - 2002.

Tabla 2.11 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores y total nacional en GgCO₂eq. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Año						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	32 737,30	21 866,77	22 531,70	26 634,41	28 099,43	27 205,49	26 113,38
Procesos Industriales	3 228,52	876,82	899,53	1 210,07	1 282,52	1 288,10	1 337,63
Uso de Solventes y Otros Productos*	34,56	29,75	29,89	30,85	34,71	40,19	38,04
Agricultura	9 039,59	8 090,84	6 913,16	7 240,43	7 570,58	7 118,55	6 653,09
Desechos	2 631,59	2 430,69	2 244,90	2 244,90	2 081,34	2 084,33	2 193,59
Total	4 7671,56	33 294,87	32 619,18	37 360,66	39 068,58	37 737,02	36 340,32

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

Tanto en el caso del CO₂ como en el N₂O, las emisiones brutas agregadas en el año 2002 resultaron menores que en 1990 (-26,5% y -52,6% respectivamente). Sin embargo, para el CH₄ estas emisiones superaron a las de 1990 en un 14,3%. Con relación a la contribución porcentual a las emisiones brutas agregadas en equivalente del CO₂, el peso fundamental corresponde al dióxido de carbono, con aportes relativos que variaron entre el 71,2% de las emisiones en 1990 y el 64,7% de estas en el año 2002. El CH₄ sigue en importancia al CO₂, con un incremento del aporte relativo en el período (15,4% en 1990 y 21,7% en el año 2002). El N₂O cerró 2002 con una contribución relativa a las emisiones del 8,4% menor a la del año 1990 (13,5%).

En la Figura 2.12 se muestra la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI en el período 1990 – 2002 para los diferentes sectores del inventario. Los mayores aportes a las emisiones brutas agregadas de GEI provienen del sector de la Energía seguido del sector de la Agricultura. Los sectores de Procesos Industriales y Desechos tienen una menor contribución y el sector de Uso de Solventes, un aporte insignificante (Tabla 2.12).

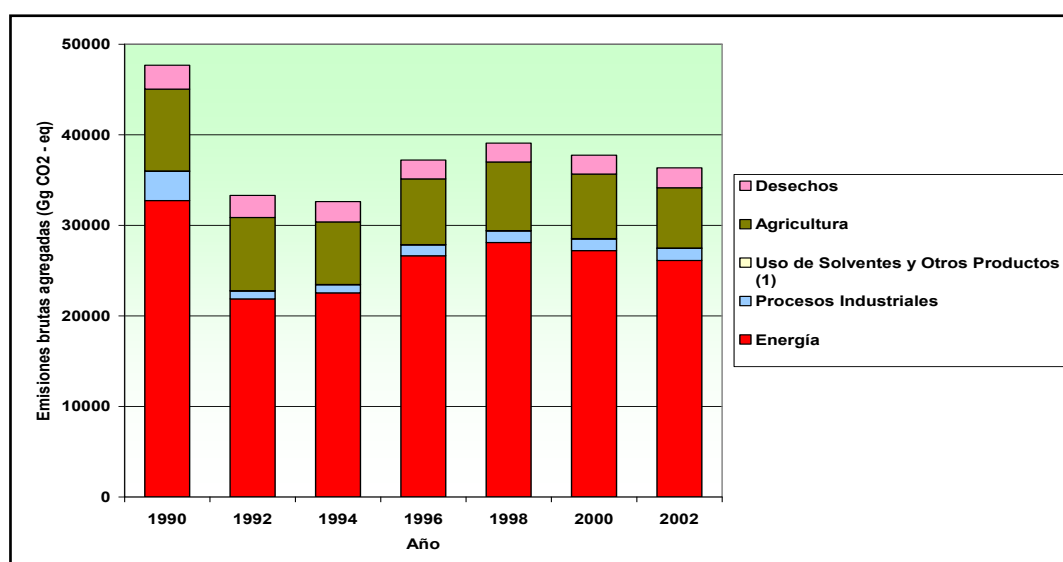


Figura 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI por sectores en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

(1) Emisiones indirectas de CO₂.

Tabla 2.12 Emisiones brutas agregadas anuales de GEI. Contribución en % de cada sector al total de CO₂eq del inventario. Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Años						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	68,7	65,7	69,1	71,3	71,9	72,1	71,9
Procesos Industriales	6,8	2,6	2,8	3,2	3,3	3,4	3,7
Uso de Solventes y Otros Productos*	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Agricultura	19,0	24,3	21,2	19,4	19,4	18,9	18,3
Desechos	5,5	7,3	6,9	6,0	5,3	5,5	6,0
Total	100	100	100	100	100	100	100

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

Con relación a la evolución de las emisiones brutas agregadas de GEI, estas experimentaron disminuciones con relación al año base 1990 en todos los sectores, menos en el sector del Uso de Solventes y Otros Productos y el sector de Desechos. Nótese que, como se mostró anteriormente, el peso de estos sectores en las emisiones del país es menor en comparación con los sectores de Energía y Agricultura.

Las mayores disminuciones de las emisiones en porcentaje durante el período ocurrieron en el sector de Procesos Industriales, aunque por volumen de emisiones, tiene mucho mayor peso el descenso observado en los sectores de Energía y Agricultura (Tabla 2.13).

Tabla 2.13 Emisiones brutas agregadas de GEI. Índice de evolución anual (año 1990=100). Cuba. Años pares 1990 – 2002.

Sector	Años						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Energía	100	66,8	68,8	81,4	85,8	83,1	79,8
Procesos Industriales	100	27,2	27,9	37,5	39,7	39,9	41,4
Uso de Solventes y Otros Productos*	100	86,1	86,5	89,3	100,4	116,3	110,1
Agricultura	100	89,5	76,5	80,1	83,7	78,7	73,6
Desechos	100	92,4	85,3	85,3	79,1	79,2	83,4
Total	100	69,8	68,4	78,4	82,0	79,2	76,2

* Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de las emisiones inmediatas de COVDM en el uso de solventes.

2.3.2 Emisiones Netas Agregadas en Equivalentes de CO₂

Las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂, tuvieron una importante disminución en el período, a consecuencia tanto del incremento en las remociones de este GEI en el sector de Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, como de la caída en las emisiones brutas de GEI en otros sectores. En 2002, las emisiones netas agregadas en equivalentes de CO₂ eran 37,5% menor que en el año base 1990 (Figura 2.13).

La Figura 2.14, presenta la comparación entre las emisiones agregadas brutas y netas. Dado el peso que tienen las remociones de CO₂ por los bosques en Cuba, y la ausencia del proceso de deforestación, hacen que cuando al análisis se incorporan las emisiones y remociones del sector Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura, las emisiones netas del país se reducen notablemente en comparación con las emisiones brutas.

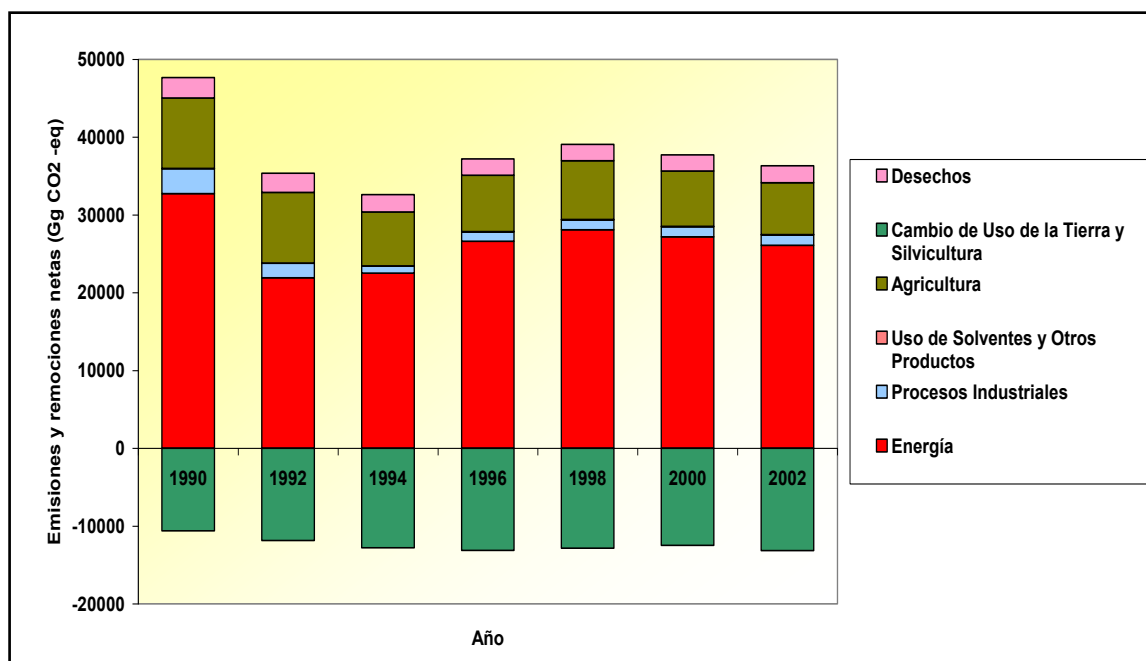


Figura 2.13 Emisiones y remociones netas agregadas anuales de GEI en Gg de CO₂eq. Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

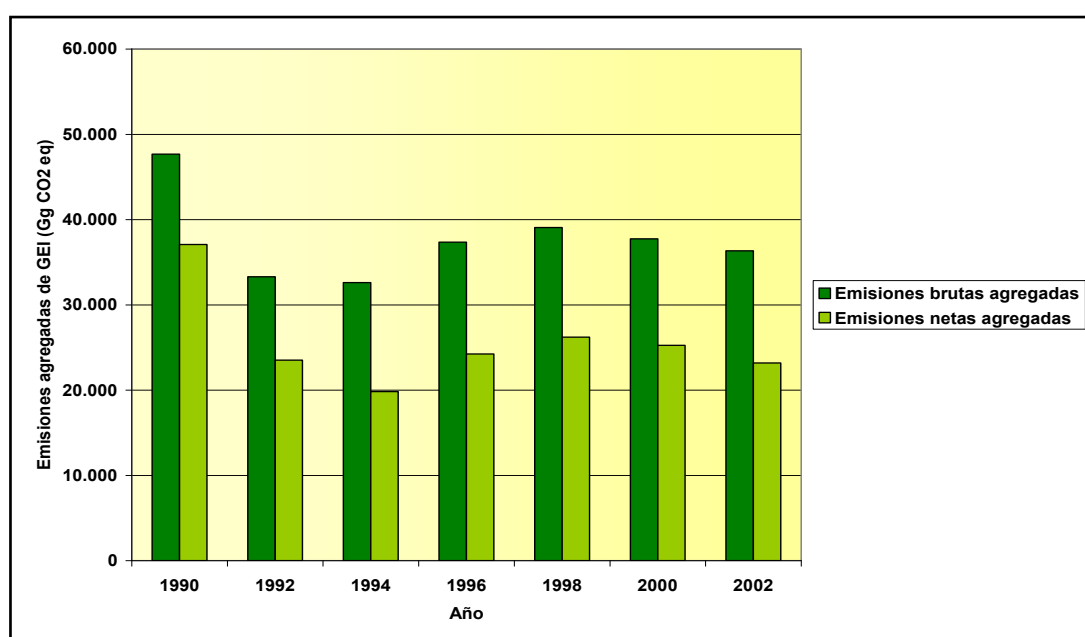


Figura 2.14 Comparación entre las emisiones brutas y netas agregadas (Gg CO₂eq). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.4 Emisiones per cápita de CO₂ y GEI

La Figura 2.15 incluye los resultados obtenidos en el cálculo de las emisiones per cápita anuales de CO₂ y GEI para los años evaluados en este reporte. Para este cálculo se utilizan las emisiones brutas de CO₂ (en Gg de CO₂) y las emisiones brutas agregadas de GEI (en Gg de CO₂eq). Los datos de población considerados corresponden a la información oficial para el período, proporcionada por la ONEI.

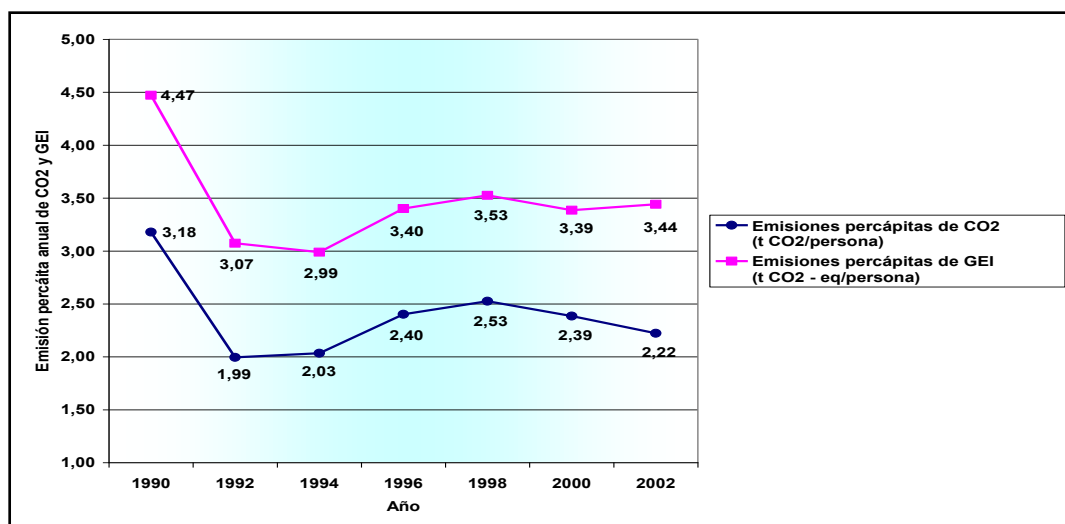


Figura 2.15 Emisiones per cápita anuales de CO₂ (tCO₂/persona) y GEI (tCO₂eq/persona). Cuba. Años pares del período 1990 – 2002.

2.5 Mejoras en el reporte del inventario

Mediante estudios de caso se logró obtener parámetros de emisión apropiados en las condiciones de Cuba para: a) el carbono por los cambios en bosques y otras reservas de biomasa; b) el metano derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno; y c) el metano para los rellenos sanitarios manuales. Dichos parámetros de emisión se muestran en las tablas 2.14 al 2.16.

Tabla 2.14 Incremento medio anual (IMA) de la biomasa seca para especies en condiciones naturales.

Especie	IMA (tms/ha/año)
Acacia spp.	6,67
Eucalyptus spp.	22,37
Tectona grandis	11,27
Pinus spp.	6,32
Pinus caribaea	8,51

Fuente: Alvarez y Mercadet (2011)

Tabla 2.15 Parámetros de emisión del metano, derivado de la fermentación entérica del ganado vacuno.

Subcategoría de ganado vacuno	Peso (kg)	kg CH ₄ por cabeza al año
Vacas en ordeño	400	55,49
Vacas	340	48,7
Terneras	74	6,54
Terneros	74	5,76
Añojas	150	26,59
Añojos	150	26,73
Novillas	260	34,06
Toretas	310	43,88
Toros de ceba	360	43,27
Bueyes	450	65,66
Receladores	450	42,33
Sementales	450	42,33

Fuente: Fernández (2007)

Tabla 2.16 Parámetros de emisión para los Rellenos Sanitarios Manuales (RSM) ubicados en las condiciones tropicales húmedas de Cuba.

Parámetros de emisión		Valor recomendado
Carbono orgánico degradable (COD) (Gg de C/Gg de desechos sólidos)		1,57 (a)
Fracción de COD que se descompone (CODf)		0,4
Factor de corrección de CH ₄ (FCM) (fracción)		0,4
Fracción volumétrica de CH ₄ en el gas de vertedero generado (F) (fracción)		0,5
Factor de oxidación (Ox)		0.2 (b)
Constante de reacción (k) (año ⁻¹)		
Desechos de degradación lenta	Papel/Textiles	0,06
	Madera/Paja	0,03
Desechos de degradación rápida	Otros putrescibles orgánicos (no alimentos) y desechos de parques y jardines	Desechos de podas 0,13 (c) Caucho y piel 0,02
	Desechos de alimentos y lodos de alcantarilla	0.3 (d)
Desechos brutos		0,13

Fuente: Valdés (2009)

(a) El valor de este parámetro es específico de la zona de estudio y el SDDS. En el estudio de caso resultó 0,157.

(b) El valor medio resultó 0,26. Utilizar 0,2 para RSM con cubierta de suelo.

(c) Stege (2009). Adicionalmente en este estudio de caso se recomienda considerar una parte de esos desechos como de degradación rápida.

(d) Este valor se deriva de una vida media de 2 años en correspondencia con los períodos de descomposición observados en el RSM Loma de Jacinto (3-4 años)

Los resultados presentados constituyen una primera aproximación al tema en Cuba, pues nunca antes habían sido abordados; en consecuencia, se le dará continuación en los próximos reportes, e inclusive, se trabajará por mejorarlos. Cuba contribuye así a extender las buenas prácticas en la preparación de inventarios de GEI, al alentarse por la CMNUCC que los países determinen y utilicen sus propios factores de emisión (FE) en sus comunicaciones nacionales.

Por otra parte, en el presente inventario de GEI se introdujeron un grupo de mejoras que incrementan la calidad y exhaustividad de los resultados. Por su importancia, pueden destacarse las siguientes:

- Implementación extendida de las Guías de Buenas Prácticas y Gestión de Incertidumbres del IPCC (IPCC, 2000);
- Utilización de elementos de las Guías de Buenas Prácticas en Uso, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (IPCC, 2003) y las Guías del IPCC del 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Invernadero (IPCC, 2006). Utilización de factores de emisión actualizados para los gases precursores proporcionados en EMEP/CORINAIR (EEA, 2007);

- Implementación y uso, en todos los años evaluados en el reporte, del nuevo software UNFCCC – NAI tanto para la estimación como para el reporte de las emisiones;
- Utilización de métodos de mejor calidad y desagregación (de Nivel 2) en una buena cantidad de categorías, especialmente en las principales, en sustitución de métodos de Nivel 1 utilizados en reportes previos;
- Captación de más y mejores datos de actividad en un grupo importante de categorías de fuentes y sumideros, lo que permitió mejorar estimaciones previas y realizar estimaciones en algunas categorías no calculadas en reportes precedentes;
- Determinación de parámetros de emisión para las condiciones y circunstancias de Cuba en algunas categorías principales (en sustitución de parámetros por defecto utilizados en reportes previos). Resaltan aquí las determinaciones de dichos parámetros para el metano en la fermentación entérica y la gestión del estiércol, para la mayoría de las especies y tipos de ganado doméstico en Cuba. También, la determinación y uso de algunos parámetros de emisión – remoción, para las remociones y emisiones de CO₂ y otros GEI procedentes de los cambios de biomasa en bosques y los incendios forestales;
- Determinación de las emisiones y remociones de GEI para el año 1992, no evaluado en los reportes previos;
- Determinación, por primera vez, de las emisiones por quema de combustibles en el Sector del Transporte. En los reportes de emisiones previos no se habían podido determinar de forma separada (se reportaban en el sector correspondiente a “Otras”);
- Aplicación del método de descomposición de primer orden en la categoría de desechos sólidos, en la determinación de las emisiones de metano, utilizando el IPCC Waste Model (IPCC, 2006) para todos los años evaluados;
- Realización del recálculo de emisiones y remociones en todas las categorías de fuentes y sumideros (y para todos los años pares del período 1990 – 2002) donde se realizaron cambios metodológicos o cambios en los datos de actividad y parámetros de emisión. Esto garantiza la consistencia de la serie de emisiones de GEI disponible para el país;
- Ejecución del análisis y determinación detallados, para todos los años pares del período 1990 -2002, de las categorías principales (nivel y tendencia), e incertidumbres (por gases, categorías de fuentes y para el inventario en general);
- Consolidación de la aplicación de sistemas de control y aseguramiento de la calidad en la preparación del inventario.