



MAM

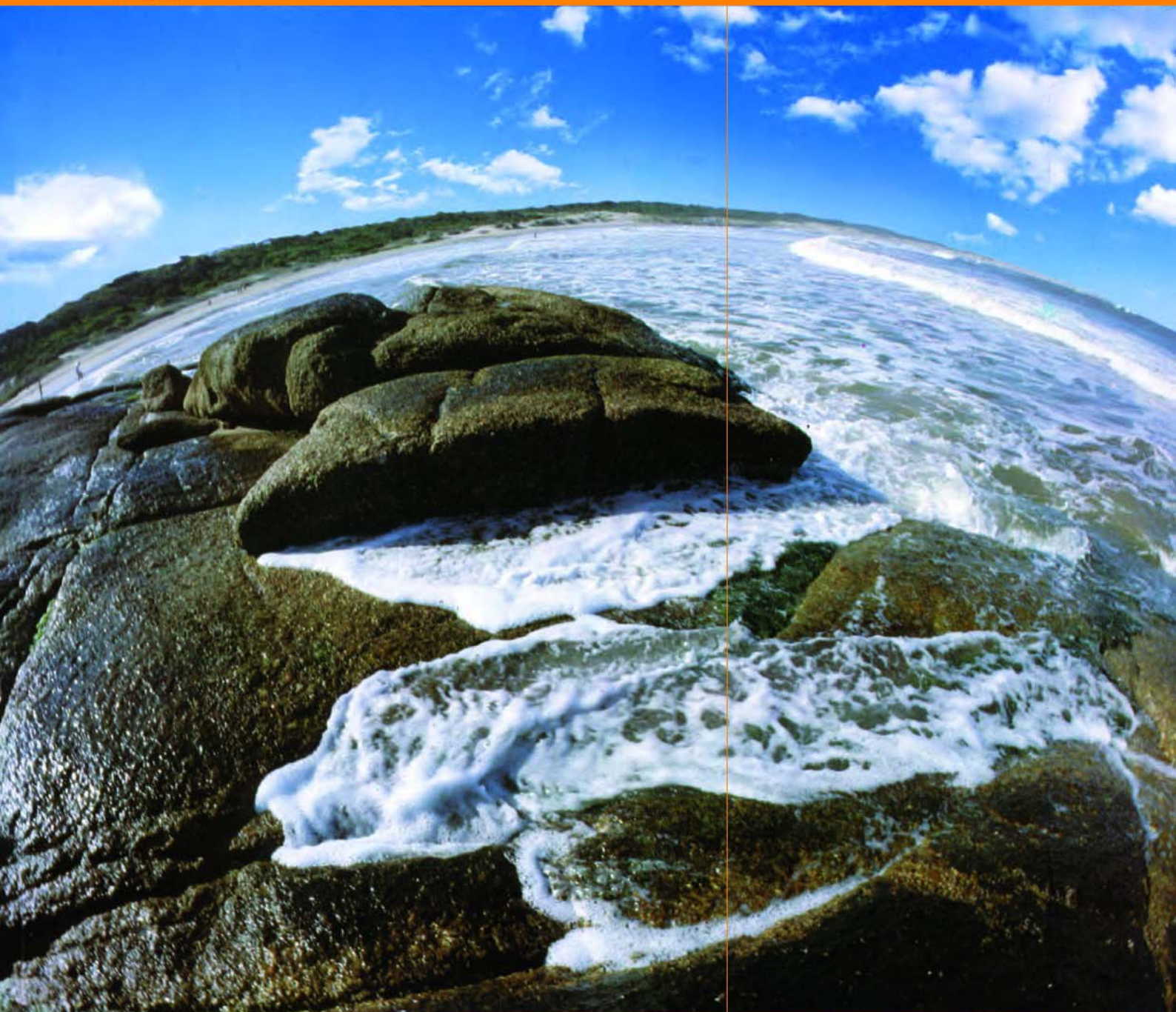


PN  
UD  
Uruguay

# Resumen Ejecutivo

## Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: 2004

### Evolución de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 - 2004



MINISTERIO de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente



DIRECCIÓN NACIONAL de Medio Ambiente  
Unidad de Cambio Climático

U R U G U A Y

# URUGUAY

## INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 2004

## EVOLUCIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 1990-2004

### RESUMEN EJECUTIVO

Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente  
Dirección Nacional de Medio Ambiente  
Unidad de Cambio Climático

Proyecto URU/05/G32

Financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)

Realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)



Mayo, 2010

# Autoridades Ministeriales

## **Ministra de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente**

Arq. Graciela Muslera

## **Subsecretario de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente**

Arq. Jorge Patrone

## **Director General de Secretaría de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente**

Dr. Gerardo Siri

## **Director Nacional de Medio Ambiente**

Arq. Jorge Rucks



# Presentación

*La elaboración de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero constituye una de las principales actividades que el Gobierno de Uruguay desarrolla para el cumplimiento de los compromisos asumidos en el ámbito de aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, cuyo objetivo último es estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, en beneficio de la sociedad actual y de las futuras generaciones.*

*El presente informe resume los resultados correspondientes al Inventario Nacional de Emisiones Netas de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) 2004, así como también un Estudio Comparativo de las Emisiones Netas Nacionales de GEI para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004. Para elaborar estos Inventarios se utilizó la metodología del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) versión revisada en 1996 y se aplicó la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los INGEI (2000) y la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas en Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (2003), a fin de otorgar más transparencia, coherencia, comparación, exhaustividad y exactitud a los Inventarios de Uruguay. A su vez, para la elaboración del INGEI 2004 se utilizaron, en los casos que se consideraron convenientes, Factores de Emisión y otros parámetros extraídos de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Por esta razón, para realizar un adecuado análisis de la evolución de las emisiones a lo largo de la serie temporal, se debió recalcular con dichos parámetros las emisiones para los inventarios anteriores.*

# Índice General

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
Antecedentes .....	7
Metodologías .....	8
Disponibilidad de la Información .....	9
Arreglos Institucionales .....	9
Estructura y contenido del INGEI 2004 .....	10
<b>EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 2004</b>	<b>11</b>
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos .....	12
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	12
Metano (CH <sub>4</sub> ) .....	14
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) .....	17
Hidrofluorocarbonos (HFC) .....	19
Perfluorocarbonos (PFC) .....	19
Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> ) .....	19
Emisiones de Precursores de Ozono .....	19
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) .....	19
Monóxido de Carbono (CO) .....	20
Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) .....	21
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	22
Partidas Informativas .....	23
Transporte Marítimo y Aéreo Internacional (Bunkers Internacionales) .....	23
Quema de Biomasa .....	23
Contribución Relativa al Calentamiento Global .....	24
Contexto Internacional .....	25
Categorías Principales de Fuentes .....	25
Incertidumbres .....	27
Análisis Cualitativo .....	28
Análisis Cuantitativo .....	28

Evolución de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos .....	31
Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	31
Metano (CH <sub>4</sub> ) .....	32
Óxido Nitroso (N <sub>2</sub> O) .....	33
Hidrofluorocarbonos (HFC) .....	33
Perfluorocarbonos (PFC) .....	33
Hexafluoruro de Azufre (SF <sub>6</sub> ) .....	34
Evolución de Emisiones de Precursores de Ozono .....	34
Óxidos de Nitrógeno (NO <sub>x</sub> ) .....	34
Monóxido de Carbono (CO) .....	34
Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) .....	35
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	35
Contribución Relativa al Calentamiento Global .....	36

# Introducción

Las concentraciones de gases naturales de efecto invernadero, GEI, (Dióxido de carbono: CO<sub>2</sub>, Metano: CH<sub>4</sub>, Óxido nitroso: N<sub>2</sub>O y Ozono troposférico: O<sub>3</sub>) han venido aumentando sostenidamente desde el comienzo de la “Revolución Industrial”, como resultado de múltiples actividades humanas. A estos gases, se han sumado más recientemente gases de efecto invernadero (GEI) no naturales y por tanto previamente inexistentes. Estos son Clorofluorocarbonos (CFC), Hidroclorofluorocarbonos (HCFC), Hidrofluorocarbonos (HFC) y Perfluorocarbonos (PFC) y vienen presentando concentraciones también en aumento. Asimismo, existen otros gases que pese a no ser gases de efecto invernadero, contribuyen indirectamente al fenómeno. Estos también se originan en las actividades humanas o antropogénicas y son monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y componentes orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM). Por último, encontramos al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el cual también contribuye indirectamente al efecto invernadero, pero en forma negativa.

La cuantificación y ponderación oportuna y detallada de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (directos e indirectos) de cada país, utilizando metodologías acordadas internacionalmente, es fundamental para comparar las contribuciones relativas de los países Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) a la intensificación del efecto invernadero. Asimismo, permite diagnosticar la situación particular de un país, a fin de desarrollar medidas y políticas de mitigación. En este sentido, la CMNUCC estableció que todas las Partes en la misma, deberían elaborar, actualizar, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas (por las fuentes) y de las absorciones (por los sumideros) de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables acordadas por la referida Conferencia.

## Antecedentes

Uruguay elaboró su primer Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el año de referencia 1990 (INGEI 90), en atención a uno de los principales compromisos comunes a las Partes en la CMNUCC. Dicho Inventario se finalizó en marzo de 1997, y sus resultados fueron los informados en la Comunicación Nacional Inicial de Uruguay, presentada en la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes, en diciembre de 1997. El INGEI 1990 fue elaborado utilizando las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 1995, en virtud de que éstas eran las que regían en la materia durante su elaboración.

Posteriormente, una vez aprobadas las Directrices del IPCC revisadas en 1996, se elaboró el INGEI 1994, y se revisó el INGEI 1990, utilizando estas nuevas Directrices. El correspondiente informe fue publicado en el mes de noviembre de 1998. La elaboración y publicación de los mismos fue posible gracias a la ejecución del proyecto FMAM/ PNUD URU/95/G31, sobre “Fortalecimiento Institucional del MVOTMA para la aplicación de la CMNUCC”, ejecutado por la Unidad de Cambio Climático.

Luego, durante los primeros meses de ejecución del proyecto FMAM/PNUD URU/00/G31 sobre “Fortalecimiento Institucional para la preparación de la Segunda Comunicación Nacional a la Conferencia de las Partes en la CMNUCC”, se elaboró el INGEI 1998, utilizando las Directrices del IPCC revisadas en 1996. El informe del INGEI 1998 así como el estudio comparativo de la evolución de las emisiones netas para los años 1990, 1994 y 1998, fue publicado en el mes de abril de 2001.

Posteriormente, en respuesta a las nuevas Directrices para la preparación de las Comunicaciones Nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención, aprobadas en noviembre de 2002, se realizó un esfuerzo adicional en el marco del mismo proyecto URU/00/G31, para la elaboración del INGEI para el año 2000 (párrafo 7 del Anexo a la Decisión FCCC/CP/2002/7/Add.2). Para la elaboración de este inventario también se utilizaron las Directrices del IPCC revisadas en 1996 y complementariamente se aplicó la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, aprobada en el año 2000. El informe correspondiente, que contiene los resultados del INGEI 2000 y la evolución de las emisiones netas para los años 1990, 1994, 1998 y 2000, está contenido en la Segunda Comunicación Nacional del Uruguay a la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, publicada en mayo de 2004.

A partir de setiembre de 2005, la Unidad de Cambio Climático comenzó la preparación del Inventario correspondiente al año 2002. Para su elaboración también se utilizaron las Directrices del IPCC revisadas en 1996 y se aplicó en mayor medida la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (2000) y por vez primera la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas en Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (2003). En particular, se trabajó en la identificación y análisis de las categorías principales de fuentes a fin de reducir las incertidumbres asociadas a las estimaciones y cuantificar las mismas.

Finalmente, el INGEI 2004 se elaboró en el marco del proyecto FMAM/PNUD URU/05/G32 Fortalecimiento Institucional para la Elaboración de la Tercera Comunicación Nacional de Uruguay a la Conferencia de las Partes en la CMNUCC. El mismo contiene una estimación de las emisiones netas de los principales gases de efecto invernadero para el año 2004 y un estudio comparativo de la evolución de emisiones para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004.

## Metodologías

Para elaborar e informar sobre el INGEI 2004 y sobre los Inventarios Nacionales de GEI elaborados para años de referencia anteriores, se utilizaron las *Directrices del IPCC para los Inventarios Nacionales de GEI, versión revisada en 1996*, de acuerdo a lo establecido en el párrafo 8 de la Decisión FCCC/CP/2002/7/Add.2. Asimismo, se aplicó la *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* y la *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas en Uso de la Tierra, Cambios en el Uso de la Tierra y Silvicultura (2003)*, ya que dichas publicaciones contribuyen a mejorar la transparencia, la coherencia, la comparación, la exhaustividad y la exactitud de los Inventarios de Uruguay.

Por otra parte, cabe destacar que en la elaboración del INGEI 2004 se utilizaron, en los casos que se consideraron convenientes, Factores de Emisión y otros parámetros extraídos de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI. Dichas directrices, si bien no están aún adoptadas por la Conferencia de las Partes, constituyen una revisión actualizada que contempla la mejora en el conocimiento científico y técnico que se ha desarrollado desde la publicación de las directrices anteriores. Por esta razón, para realizar un adecuado análisis de la evolución de las emisiones a lo largo de la serie temporal, se debió recalcular con dichos parámetros las emisiones para los inventarios anteriores.

Los sectores Agricultura y Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura tienen gran importancia relativa en el INGEI de Uruguay. Para estos sectores se han realizado esfuerzos importantes para mejorar la calidad de la información y también para extender la serie completa del período 1990-2008 utilizando los factores de emisión de las Directrices del IPCC 2006, así como los factores de emisión desarrollados a nivel local.

En el INGEI 2004, el sector Desperdicios se elaboró en base a las Directrices del IPCC, versión revisada 1996, al igual que los inventarios anteriores, por lo que no fue necesario realizar el recálculo de las emisiones pasadas. Para el sector Procesos Industriales, se utilizaron factores de emisión de las Directrices del IPCC ya sea versión revisada 1996 como de 2006. Para los inventarios anteriores se recalcularon las emisiones para realizar una correcta comparación.



Finalmente, el sector Energía se presenta en el estudio comparativo sin ser recalculado para los INGEI anteriores, quedando esta tarea pendiente como futuras mejoras. Por esta razón, se debe tener especial atención a la hora de sacar conclusiones ya que las emisiones de este sector para el año 2004 no son estrictamente comparables con las correspondientes a los años anteriores.

## Disponibilidad de la Información

La información disponible a nivel nacional, en algunos casos no es suficientemente detallada, o se encuentra muy dispersa, o no está disponible en la forma directa de uso. Esto es particularmente aplicable a las tecnologías que debieron ser consideradas en la mayoría de las actividades de los Sectores de Energía, Procesos Industriales y Desperdicios. Esas limitaciones, si bien insertan diferentes grados de incertidumbre e imprecisión en los resultados parciales (según los casos), no afectan mayormente a las cifras de los totales nacionales debido a la poca incidencia en el conjunto de las emisiones de GEI. Por lo tanto, los resultados del presente Inventario conforman una base sólida de conocimiento e información y una muy útil y valiosa herramienta para definir y evaluar políticas o medidas para la mitigación de emisiones, tanto a nivel nacional como internacional.

A pesar de las limitaciones mencionadas, los datos de actividad y otros elementos esenciales de información que se han utilizado, fueron obtenidos en su totalidad de publicaciones y fuentes nacionales existentes. En casi todos los casos, se utilizaron los factores de emisión (magnitud de contaminante por magnitud de actividad) “por defecto” que proporcionan las Directrices del IPCC (ya sea versión revisada 1996 o 2006 como se ha mencionado anteriormente).

Por su parte y debido a la importancia del sector Agropecuario para Uruguay y en particular al alto porcentaje de sus emisiones respecto a los totales nacionales, la Unidad de Cambio Climático (UCC) impulsó la formación de un Grupo de Trabajo para el desarrollo de factores de emisión específicos para Uruguay para metano por fermentación entérica del ganado y para óxido nitroso desde suelos de uso agropecuario. Este grupo fue coordinado por la UCC y estuvo integrado por expertos nacionales de instituciones públicas y de los sectores académico y privado. De esta manera, para los mencionados subsectores se pudieron estimar las emisiones utilizando un método de cálculo Nivel 2.

Para continuar mejorando la calidad, recolección y procesamiento de datos de actividad en general y para la determinación y empleo de factores locales de emisión, Uruguay seguirá gestionando asistencia técnica y financiera que se requieran, sobre la base de las lecciones aprendidas en las iniciativas mencionadas.

## Arreglos Institucionales

La Unidad de Cambio Climático (UCC), perteneciente a la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) del Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), es responsable de elaborar los Inventarios Nacionales. A estos efectos, la UCC ha implementado un sistema de gestión de información, que abarca la recolección de la totalidad de los datos e informaciones necesarios para este tipo de estudios. Ello es posible, gracias al contacto con las instituciones, organizaciones y empresas públicas y privadas relacionadas con los sectores y las actividades en las cuales ocurren emisiones o absorciones de gases de efecto invernadero (GEI). Desde la elaboración del primer inventario se han formado y fortalecido las relaciones entre la UCC y las entidades nacionales cooperantes. Las mismas se resumen a continuación:

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, MGAP ([www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy))
- Ministerio de Defensa Nacional, MDN ([www.mdn.gub.uy](http://www.mdn.gub.uy))
- Ministerio de Industria, Energía y Minería, MIEM ([www.miem.gub.uy](http://www.miem.gub.uy))
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP ([www.mtop.gub.uy](http://www.mtop.gub.uy))
- Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, MVOTMA ([www.mvotma.gub.uy](http://www.mvotma.gub.uy))

- Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland, ANCAP ([www.ancap.com.uy](http://www.ancap.com.uy))
- Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas, UTE ([www.ute.com.uy](http://www.ute.com.uy))
- Administración de Obras Sanitarias del Estado, OSE ([www.ose.com.uy](http://www.ose.com.uy))
- Instituto Nacional de Estadísticas, INE ([www.ine.gub.uy](http://www.ine.gub.uy))
- Instituto Nacional de Vitivinicultura, INAVI ([www.inavi.com.uy](http://www.inavi.com.uy))
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA ([www.inia.gub.uy](http://www.inia.gub.uy))
- Dirección Nacional de Aduanas, DNA ([www.aduanas.gub.uy](http://www.aduanas.gub.uy))
- Universidad de la República Oriental del Uruguay, UdelaR ([www.rau.edu.uy/universidad/](http://www.rau.edu.uy/universidad/))
- Empresas estatales y privadas que producen cal, cemento, gas acetileno, papel, gas por cañería, alcohol.
- Industrias con tratamiento anaerobio de efluentes.

En el Apéndice 2 - Hojas de trabajo, se indican las fuentes específicas de los datos utilizados (balances anuales, anuarios estadísticos, publicaciones o comunicaciones de los departamentos, divisiones, unidades u otras dependencias de las citadas entidades cooperantes).

## Estructura y contenido del INGEI 2004

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2004 incluye la estimación de las emisiones netas de los siguientes gases de efecto invernadero directos:

- Anhídrido carbónico o 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>)

Asimismo, se incluye la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero indirectos (precursores de ozono) como ser:

- Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>),
- Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>),
- Monóxido de carbono (CO) y
- Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM)

Los sectores de la actividad nacional considerados en las mencionadas Directrices y consecuentemente, en el presente Inventario, son los siguientes:

- Energía,
- Procesos industriales,
- Agricultura (incluye actividades pecuarias),
- Cambios en el Uso de la Tierra y la Silvicultura y
- Desechos

Las fuentes y sumideros se agruparon por sectores y dentro de éstos se han explicitado las actividades, subactividades, categorías, subcategorías y otras divisiones, a fin de reflejar del modo más preciso posible, la cuantificación de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero que fueron identificadas.

# Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2004

En las siguientes tablas se detallan las emisiones y remociones totales y por sector para el año 2004, de los diferentes gases de efecto invernadero (directos e indirectos) considerados en la elaboración del presente inventario.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	Cantidades emitidas (kton de masa total del contaminante)						
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
<b>Total Nacional de Emisiones y Remociones</b>	<b>-4.909,02</b>	<b>887,35</b>	<b>39,30</b>	<b>38,76</b>	<b>285,97</b>	<b>43,81</b>	<b>51,50</b>
<b>1 Energía</b>	<b>5.122,62</b>	<b>1,40</b>	<b>0,11</b>	<b>38,11</b>	<b>279,20</b>	<b>25,96</b>	<b>51,08</b>
<i>1A Quema de combustibles (Método Sectorial)</i>	5.122,62	0,49	0,11	37,99	278,77	24,58	49,08
1A1 Industrias de la energía	1.311,34	4,1E-02	5,3E-03	3,38	0,27		21,78
1A2 Industrias manufactureras y construcción	538,54	7,3E-02	1,5E-03	1,30	2,42		8,57
1A3 Transporte	2.211,18	0,35	8,3E-02	27,08	135,11	23,10	8,86
1A4 Otros sectores	1.056,92	2,2E-02	1,6E-02	6,23	140,96	1,49	9,86
1A5 Otros (no especificados en otra parte)	4,64						0,01
<i>1B Emisiones fugitivas de los combustibles</i>		0,92		0,13	0,43	1,38	2,00
1B1 Combustibles sólidos		3,3E-02		3,3E-04	0,23	0,06	
1B2 Petróleo y gas natural		0,88		0,12	0,20	1,32	2,00
<b>2 Procesos industriales</b>	<b>317,19</b>			<b>0,05</b>	<b>0,20</b>	<b>17,84</b>	<b>0,42</b>
2A Productos minerales	317,19					15,73	0,17
2D Otra producción (papel, pulpa de papel, bebidas y alimentos)				5,4E-02	0,20	2,11	0,25
<b>3 Uso de Solventes y Otros productos</b>							
<b>4 Agricultura</b>		<b>821,52</b>	<b>38,94</b>	<b>0,59</b>	<b>6,57</b>		
4A Fermentación entérica		770,00					
4B Manejo del estiércol		15,87	0,10				
4C Cultivo de arroz		35,40					
4D Suelos agrícolas			38,82				
4E Quema prescrita de sabanas		0,22	1,5E-02	0,53	5,64		
4F Quema en el campo de residuos agrícolas		4,4E-02	1,7E-03	6,3E-02	0,92		
<b>5 Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura</b>	<b>-10.348,83</b>						
5A Cambios de biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	-10.206,68						
5D Emisiones y absorciones de CO <sub>2</sub> de los suelos	-142,14						
<b>6 Desperdicios</b>		<b>64,42</b>	<b>0,25</b>				
6A Disposición de residuos sólidos		53,91					
6B Tratamiento de aguas residuales		10,51					
6D Otros (Excremento humano)			0,25				
<b>PARTIDAS INFORMATIVAS:</b>							
<b>Bunkers Internacionales</b>	<b>1.198,59</b>	<b>3,6E-03</b>		<b>29,94</b>	<b>0,86</b>	<b>3,3E-02</b>	<b>16,35</b>
<b>CO<sub>2</sub> generado por la quema de biomasa</b>	<b>2.038,96</b>						

Figura 1: Emisiones y remociones totales nacionales por gas de efecto invernadero en 2004, por sector.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	Cantidades emitidas (kton de masa total del contaminante)					
	HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	P	A	P	A	P	A
<b>Total Nacional de Emisiones y Remociones</b>	<b>1,8E-02</b>	<b>6,8E-04</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>6,0E-05</b>
<b>2 Procesos industriales</b>	<b>1,8E-02</b>	<b>6,8E-04</b>	<b>NO</b>	<b>NO</b>	<b>NE</b>	<b>6,0E-05</b>
2F Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	1,8E-02	6,8E-04	NO	NO	NE	6,0E-05

Figura 2: Emisiones y remociones totales nacionales por gas de efecto invernadero en 2004, por sector. <sup>1</sup>

## Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos

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

#### Panorama general

En Uruguay, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provienen mayormente de las actividades del sector Energía. En el año 2004, este sector aportó 5.123kton, representando el 94% del total de emisiones de dicho gas. Por su parte, el sector Procesos Industriales representó tan sólo el 6% de las emisiones totales de dicho gas. En contrapartida, el sector Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (CUTS) capturó 10.349kton de CO<sub>2</sub>, cifra que duplica aproximadamente las emisiones de dicho gas. Como resultado neto, se obtuvo una remoción de CO<sub>2</sub> de 4.909kton.

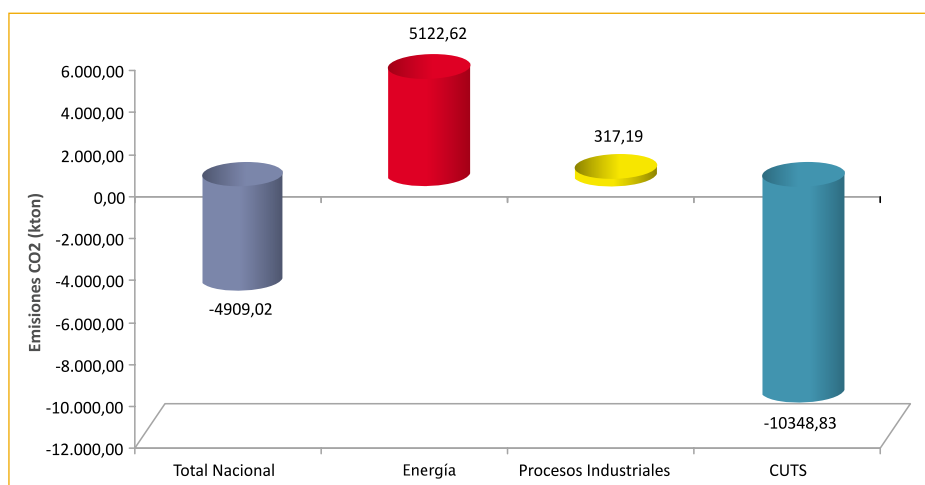


Figura 3: Emisiones y remociones totales nacionales y por sector de CO<sub>2</sub> en 2004.

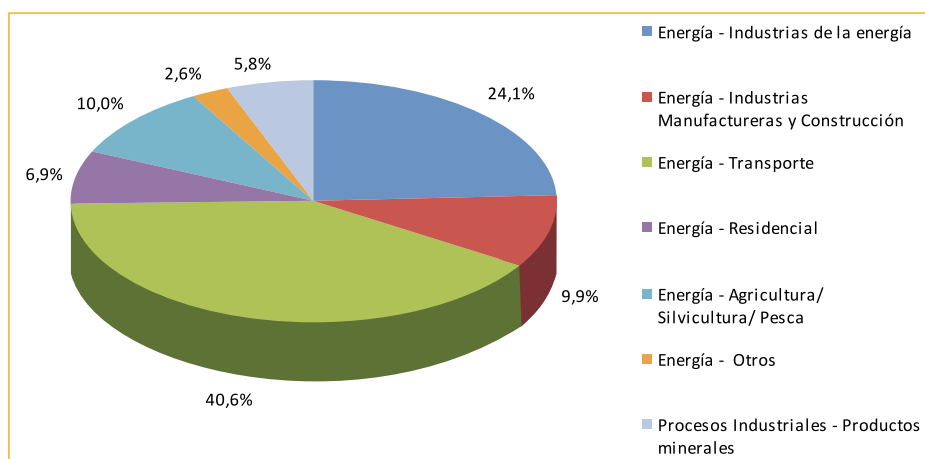


Figura 4: Participación de las emisiones de CO<sub>2</sub> en 2004, por sector y subsector.

<sup>1</sup> P: Emisiones potenciales; A: Emisiones reales; NO: No Ocurre; NE: No Estimado; Las celdas grises no requieren información

## Panorama Sectorial

### Energía

#### • **1A Actividades de quema de combustibles fósiles**

Las emisiones de dióxido de carbono, son producto de la liberación del carbono almacenado en los combustibles fósiles durante su combustión, por tanto dichas emisiones dependen del contenido de carbono del combustible.

En nuestro país, estas actividades constituyen la fuente principal de emisiones de CO<sub>2</sub>, generadas mayormente en la combustión de petróleo y sus derivados. En el año 2004, los derivados de petróleo participaban con el 54% del consumo final energético, seguidos en importancia por el consumo de electricidad con un 24% y el consumo de biomasa (leña, carbón vegetal y residuos de biomasa) con un 19% (fundamentalmente leña). El ingreso de gas natural en la matriz energética a partir de 1998 se ha dado de un modo marginal.

En el año 2004, los diferentes subsectores de la actividad nacional contribuyeron a las emisiones de CO<sub>2</sub> en el siguiente orden decreciente de importancia: Transporte (43,2%); Industrias de la Energía (25,6%); Agricultura, Silvicultura y Pesca (10,6%); Industrias Manufactureras y Construcción (10,5%); Residencial (7,3%); Comercial e Institucional (2,7%) y Otros sectores (0,1%).

El elevado aporte de subsector Transporte a las emisiones nacionales de dióxido de carbono, se debió principalmente al consumo de gasóleo, gasolinas y naftas en el transporte por carretera. El mismo representó el 91,6% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del subsector Transporte, casi el 40% de las emisiones de dióxido de carbono del sector Energía y el 37,2% del total nacional de las emisiones de dicho gas.

El subsector Industrias de la Energía fue el segundo en importancia dentro del sector Energía, debido al consumo de combustibles fósiles en las Centrales térmicas y procesamiento del crudo de petróleo en las Refinerías, cuyas emisiones de CO<sub>2</sub> representaron el 68,2% y el 31,7% del subsector, respectivamente.

#### • **Actividades de quema de biomasa (Partidas Informativas)**

Las emisiones netas (emisiones menos absorciones) de CO<sub>2</sub> producto de la combustión de la biomasa se asumen nulas ya que el gas emitido en la quema fue previamente secuestrado de la atmósfera por la biomasa viva y en algún momento luego de su liberación volverá a ser absorbido, cerrando así el ciclo. Es por ello que las emisiones de dióxido de carbono que se generan a partir de la quema de biomasa como combustible (leña, cáscara de arroz, bagazo, estiércol, licor negro, etc.) se presentan a título informativo pero no se contabilizan en los totales nacionales. Las actividades que originan dichas emisiones son consideradas en el sector Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura, y por lo tanto, forman parte de la absorción neta informada para este sector.

Por lo expuesto, y únicamente para mostrar la relevancia de la quema de biomasa como actividad energética en Uruguay, se informa que en el año 2004 las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de dicha actividad fueron 2.039kton. Estas emisiones representarían casi el 30% del total de CO<sub>2</sub> emitido por el país, si se considerara el total resultante de la quema de combustibles fósiles y de biomasa (7.161kton).

### Procesos Industriales

Son diversas las actividades industriales no energéticas que originan emisiones de gases de efecto invernadero. Las fuentes de emisión son los propios procesos productivos en los cuales, física o químicamente, tienen lugar transformaciones de los materiales. Las emisiones de dióxido de carbono generadas en este sector representaron en 2004, casi el 6% de las emisiones nacionales para este gas. Las mismas fueron generadas principalmente en la producción de cemento Pórtland (91,8%), más específicamente en la etapa de producción de clinker, que en nuestro país se realiza principalmente a partir de piedra caliza.



Por otro lado, casi el 10% restante de las emisiones, fueron generadas en la producción de cal viva u óxido de calcio y en la utilización de carbonato sódico. Cabe destacar que Uruguay no cuenta con otras industrias de cuyos procesos productivos se desprendan importantes cantidades de CO<sub>2</sub>, como ser, la producción de amoníaco a partir de gas natural o la producción de metales a partir de sus minerales.

### **Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura**

Las Guías de Buenas Prácticas para UTCUTS del IPCC (2003) introdujeron un nuevo concepto en lo que respecta a la representación consistente del uso del suelo, como paso previo a la estimación de emisiones y remociones correspondientes al sector UTCUTS. Se definen allí seis posibles categorías de uso del suelo (bosques, tierras agrícolas, pastizales, humedales, asentamientos y otros), y se establece como principio de buena práctica que la totalidad del área de tierra incluida en el inventario debe estar en alguna de estas categorías, y que los cambios de uso entre una categoría y otra deben ser representados de manera consistente en el tiempo.

Para el año 2004, solamente se han estimado emisiones y remociones para dos de las cinco categorías del sector UTCUTS: 5A (cambios en la biomasa leñosa de bosques) y 5D (emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> desde y en los suelos). Las categorías 5B (conversión de bosques y pastizales), 5C (abandono de tierras marginales) y 5E (otros) no se han estimado en razón de su baja importancia relativa y de la falta de información. Como mejoras futuras al inventario se espera obtener la información necesaria para estimar las emisiones y remociones en dichas categorías.

#### **• 5A Cambios de biomasa en bosques y en otros tipos de vegetación leñosa**

En 2004, el incremento bruto en los reservorios de carbono en los bosques (exceptuando el carbono orgánico de los suelos, que se incluye en la categoría 5D), fue de 18.700kton de dióxido de carbono. Las pérdidas en los reservorios de carbono debidas a cosecha de madera fueron de 8.493kton, resultando en una emisión neta de 10.207kton de dicho gas. Las plantaciones forestales fueron responsables por 87,6% del total de remociones brutas de CO<sub>2</sub>. Corresponde señalar que la deforestación es virtualmente inexistente en Uruguay, lo mismo que la cosecha de madera de monte nativo.

#### **• 5D Emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> desde o en los suelos**

En 2004, los suelos del país tuvieron un leve incremento en su contenido de carbono orgánico, estimándose que los mismos causaron una remoción neta de 142kton de CO<sub>2</sub>. Dicho incremento en el contenido de carbono orgánico de los suelos fue el resultado neto de un incremento en el área de pasturas y mejoramientos extensivos de pastizales naturales, lo cual causó un mayor nivel de remoción de carbono, y un crecimiento en el área de tierras cultivadas, lo que habría causado una disminución en el contenido de carbono.

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

### **Panorama general**

Las emisiones de CH<sub>4</sub>, expresadas en unidades másicas, ocupan el segundo lugar en Uruguay, luego de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas emisiones cobran relevancia en lo que respecta al efecto invernadero, dado que el CH<sub>4</sub> tiene un potencial de calentamiento global a 100 años, 21 veces superior al CO<sub>2</sub>.

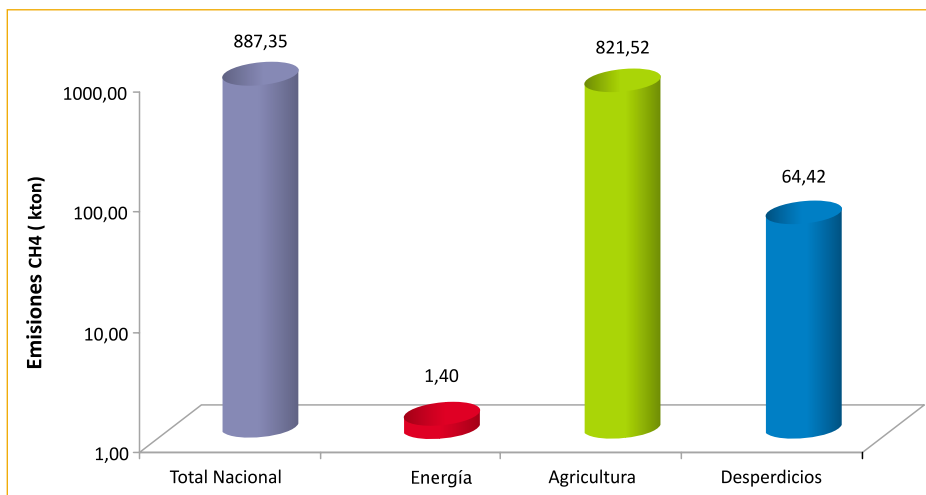


Figura 5: Emisiones totales nacionales y por sector de CH<sub>4</sub> en 2004.

Las principales fuentes de emisiones de este gas son las actividades agropecuarias, que en 2004 alcanzaron casi el 92,6% del total de dichas emisiones. Por su parte, el sector Desperdicios, contribuyó con el 7,3%, mientras que el sector Energía generó tan sólo un 0,2% de las emisiones.

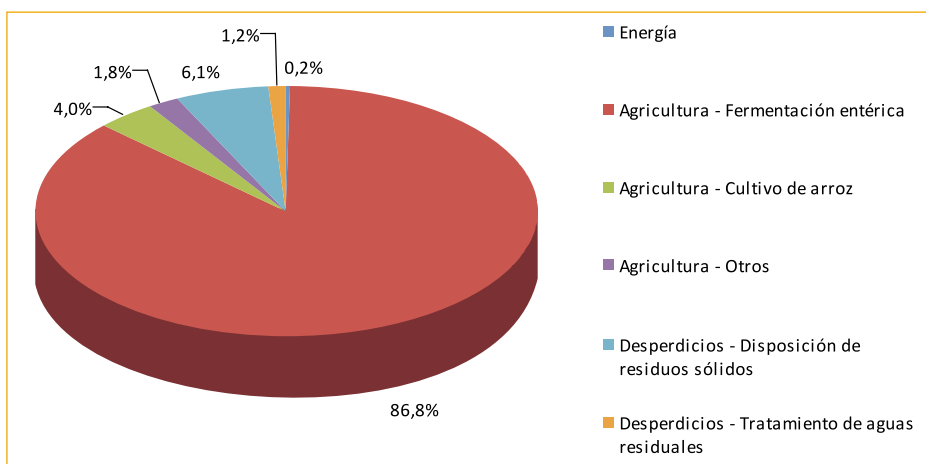


Figura 6: Participación de las emisiones de CH<sub>4</sub> en 2004, por sector y subsector.

## Panorama sectorial

### Energía

Las emisiones de metano de este sector son producto de la quema de combustibles fósiles (categoría 1A) y de las emisiones fugitivas (categoría 1B) de los combustibles resultantes del transporte, refinación y almacenamiento de petróleo; la distribución de gas natural y otras fugas; y la producción de carbón vegetal.

La principal contribución de emisiones de metano en el sector energía correspondió para el año 2004 a las emisiones fugitivas de los combustibles con el 65,3%, mientras que la quema de combustibles fósiles aportó el 34,7% de las emisiones de dicho gas para este sector. En particular, la quema de gasóleo, gasolinas y naftas en el subsector transporte contribuyó con el 25% de las emisiones del sector Energía. Le siguen en importancia la quema de biomasa en la Industria Manufacturera y Construcción (5,2%), la quema de combustibles fósiles en las industrias de la energía (2,9%), la quema de gasóleo/fuelóleo en el subsector Agricultura, Silvicultura y Pesca, asociado al empleo de tractores y maquinaria agrícola, (1,1%) y finalmente las emisiones correspondientes a los subsectores Residencial y Comercial/Institucional con el 0,4% y 0,1% respectivamente.

## **Agricultura**

### **4A Fermentación entérica**

La fermentación en el tracto digestivo de los animales en producción resulta en emisiones de metano. Este proceso es particularmente relevante en el caso de los rumiantes (vacunos y ovinos, principalmente). La fermentación entérica del ganado vacuno fue responsable por 80,4% del total nacional de emisiones de este gas en 2004.

Para el Inventario 2002 ya se había aplicado por primera vez el método de cálculo de Nivel 2 del IPCC, estimándose factores de emisión específicos de CH<sub>4</sub> para Uruguay para las subcategorías “ganado no lechero” y “ganado lechero”. Para el presente inventario se desarrollaron nuevas estimaciones a partir de información más detallada sobre características de las pasturas y datos de peso vivo, consumo y producción de las diferentes categorías animales, resultando en factores de emisión mayores a los estimados anteriormente. El nuevo promedio nacional de estos factores de emisión se estima ahora en 58,1 y 72,6kg CH<sub>4</sub>/cabeza/año para ganado no lechero y ganado lechero, respectivamente. Para las demás categorías, se utilizaron métodos de Nivel 1 del IPCC, utilizando factores de emisión por defecto dados en las Guías del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (2006).

### **4B Manejo del estiércol**

El estiércol producido en los sistemas de producción ganadera de Uruguay es depositado directamente sobre el suelo en las áreas de pastoreo. La recolección y tratamiento de estiércol solamente ocurre de manera reducida en el caso de ganado lechero, así como en los sistemas de producción de cerdos y de aves. Las emisiones por manejo de estiércol totalizaron 15,9 kton de metano en 2004, siendo en su mayoría por descomposición del estiércol del ganado vacuno depositado directamente sobre el suelo en las áreas de pastoreo.

### **4C Cultivo de arroz**

La totalidad del área del cultivo de arroz se realiza en condiciones de inundación. Las emisiones correspondientes a esta categoría fueron de 35kton de metano en 2004.

### **4E Quema prescrita de sabanas**

Bajo esta categoría se incluyó la quema de “pajonales”, práctica que se aplica en ocasiones para el manejo de pastizales en zonas bajas. No se dispone de información estadística relevante, y se asumió que el área afectada por esta práctica es de 15.000 ha cada año, habiéndose mantenido constante este nivel desde los años anteriores.

Las emisiones fueron estimadas usando el método Nivel 1 del IPCC (2006), siendo de 0,22kton de metano en cada año. Como posible mejora futura se propone la recolección de datos reales de áreas afectadas por quema de pastizales.

### **4F Quema de residuos agrícolas**

Bajo esta categoría se incluye la quema de residuos del cultivo de caña de azúcar y de cereales, aunque se ha asumido que la práctica de quema de residuos de los últimos se ha discontinuado en los últimos años. Al igual que para el caso de la quema de pastizales, no existe información estadística confiable, salvo para el caso de la caña de azúcar, en el cual la totalidad del área es sometida a quema previo a la cosecha.

Las emisiones en esta categoría han sido de 0,04kton de metano en 2004. Estas emisiones se han estimado según el método Nivel 1 del IPCC (2006), utilizando factores de emisión por defecto. Como medida de mejora, se propone la recolección en el futuro de datos sobre áreas efectivamente afectadas por las quemas.

## Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura

En el sector CUTS hay una sola categoría del inventario con posibles emisiones de metano. Esta es la *quema in situ de bosques*. No se estimaron emisiones por quema de biomasa asociadas a incendios forestales debido a falta de información estadística. Los incendios forestales ocurren esporádicamente, principalmente en zonas costeras durante los meses de verano, ocasionados por la actividad turística. En general las áreas afectadas son de reducida extensión, y consecuentemente las emisiones serían de escasa significación.

## Desperdicios

El metano se genera en un proceso anaerobio de descomposición de la materia orgánica contenida en: i) residuos sólidos urbanos (RSU) ii) aguas residuales industriales (ARI) y iii) aguas residuales domésticas y comerciales (ARDC).

Las emisiones estimadas para este sector representaron el 7,3% del total de las emisiones nacionales de metano. El subsector RSU contribuyó con el 83,7%, de las emisiones del sector. En particular, la descomposición de los residuos sólidos del Departamento de Montevideo, representó el 48,5% de las emisiones provenientes de los RSU y casi el 41% de las emisiones del sector. Esto se debe a que es el departamento donde se encuentra la capital del país (de igual nombre), concentrando el 44% de la población urbana del país, con una densidad de población muy superior a la de los restantes Departamentos y una tasa de generación de residuos por habitantes también superior a la del resto del país. Al aporte de la capital le siguen los Departamentos de Canelones y Maldonado con casi el 16,6% de las emisiones provenientes de los RSU y casi el 14% de las emisiones del sector. Por su parte, los subsectores ARI y ARDC, contribuyeron con casi el 15,1% y 1,2% de las emisiones del sector en el año 2004, respectivamente.

## Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

### Panorama general

Las emisiones de óxido nitroso se generan casi en su totalidad en el sector Agricultura, particularmente en los suelos agropecuarios donde se acumula la excreta de los animales de pastoreo, se producen emisiones directas e indirectas de los fertilizantes sintéticos y cultivos, y donde se generan los lixiviados de las fuentes previamente mencionadas. Las emisiones de óxido nitroso son significativamente inferiores a las de dióxido de carbono y metano. No obstante, el potencial de calentamiento global de este gas es 310 veces superior al CO<sub>2</sub> y por tanto sus emisiones cobran relevancia en la contribución nacional al efecto invernadero.

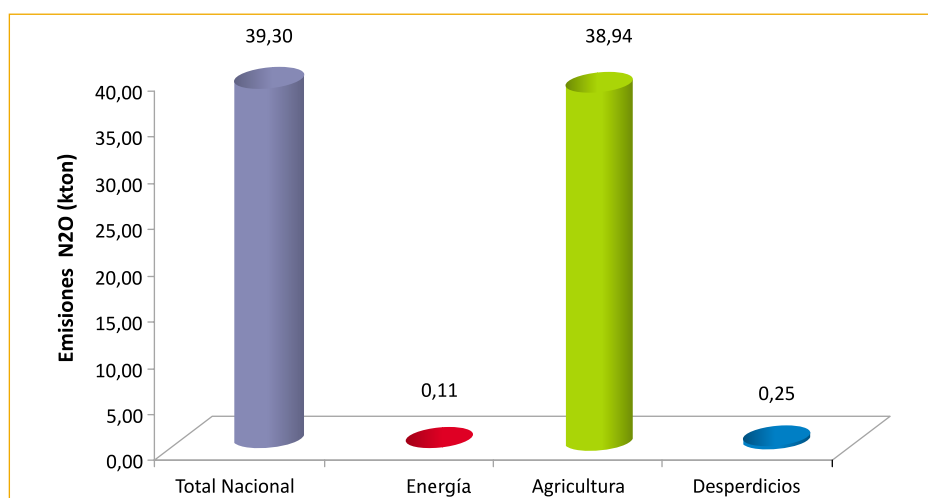


Figura 7: Emisiones totales nacionales y por sector de N<sub>2</sub>O en 2004.

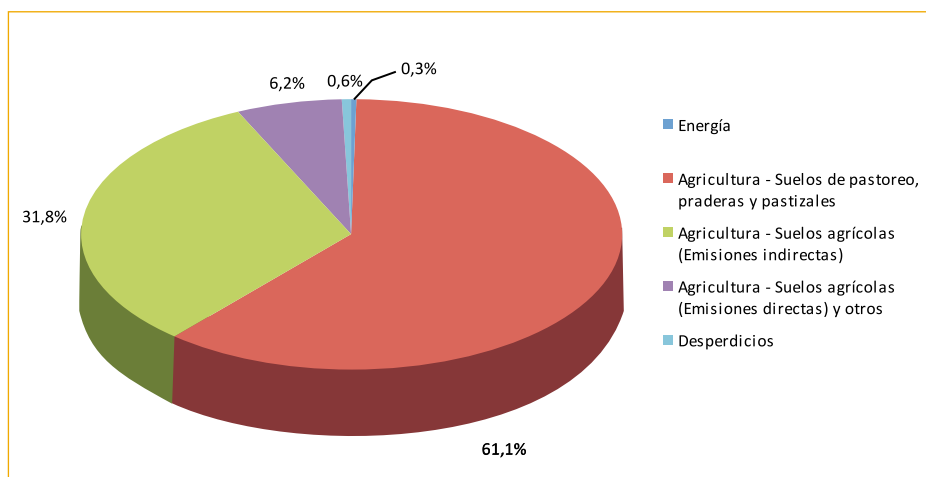


Figura 8: Participación de las emisiones de N<sub>2</sub>O en 2004, por sector y subsector.

## Panorama sectorial

### Energía

Este sector aportó tan sólo un 0,3% de las emisiones de N<sub>2</sub>O en el año 2004, las que fueron producidas principalmente por la quema de combustibles fósiles en motores de combustión interna de fuentes móviles, es decir en el sector transporte.

### Agricultura

En el año 2004, las emisiones de óxido nítrico del sector Agricultura fueron de 38,9 kton lo que representa el 99,1% del total nacional. Para las subcategorías 4B Manejo del estiércol, 4E Quema prescrita de sabanas y 4F Quema en el campo de residuos agrícolas, las emisiones de óxido nítrico fueron de 0,101 kton, 0,015 kton y 0,002 kton respectivamente, representando en conjunto tan solo el 0,3% del total nacional. Las condiciones que afectan dichas fuentes de emisiones son las mismas que las correspondientes a las emisiones de metano para el sector agricultura.

#### 4D Suelos Agrícolas

Las emisiones de esta categoría fueron de 39kton de N<sub>2</sub>O en 2004. El principal componente de esta categoría constituye las emisiones de óxido nítrico provenientes de la deposición de heces y orina del ganado vacuno, siendo ésta una fuente clave para Uruguay. No se estimaron emisiones provenientes del uso de abonos orgánicos debido a la falta de información. De todas maneras, se entiende que el uso de estos abonos era muy marginal en Uruguay en el año 2004, y que esta fuente sería despreciable.

Del total de emisiones de dicho gas en 2004 para esta categoría, el 67,8% correspondió a emisiones directas del nitrógeno depositado en los suelos, mientras que el restante 32,2% correspondió a emisiones indirectas a partir de la fracción del nitrógeno depositado sobre los suelos que fue volatilizado o lixiviado.

Las emisiones directas se producen como consecuencia de los procesos de nitrificación (oxidación de la materia orgánica) y desnitrificación (respiración anaeróbica con utilización de nitrato como aceptor de electrones) que ocurren en los suelos. Por otro lado, las emisiones indirectas se originan en nitrógeno proveniente de los suelos que es movido fuera de los mismos a través de procesos de erosión, lixiviación y volatilización. Las formas de nitrógeno que son erosionadas o lixiviadas se convierten parcialmente en óxido nítrico por desnitrificación, mientras que el amoníaco volatilizado desde los suelos, es depositado en otros sitios y parcialmente convertido en nitrato y luego en óxido nítrico.



Las emisiones fueron estimadas usando un método de Nivel 2 del IPCC (2006). El Grupo de Trabajo sobre factores de emisión para las emisiones ganaderas convocado por la Unidad de Cambio Climático desarrolló factores específicos para Uruguay de excreción de nitrógeno para ganado vacuno no lechero y lechero.

### **Desperdicios**

El sector Desechos contribuyó con apenas un 0,6% de las emisiones de óxido nitroso. Las mismas se generaron en los procesos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno del excremento humano, que ocurren cuando éste se descarga en cursos de agua (ríos, estuarios) o cuando es procesado en fosas sépticas o sistemas de tratamiento de aguas servidas.

### **Hidrofluorocarbonos (HFC)**

La utilización de HFC, principalmente en el sector de refrigeración, como sustitutos de los Clorofluorocarbonos (CFC) controlados por el Protocolo de Montreal dio lugar a una emisión potencial de 17,7 ton. El 99,9% de esta cantidad correspondió a HFC-134a, utilizado mayoritariamente en equipos de refrigeración, mientras que tan sólo 0,1% de la misma correspondió a HFC-227ea, utilizado principalmente en equipos fijos extintores de incendios.

### **Perfluorocarbonos (PFC)**

Se estima que no ocurrieron emisiones de PFC, dado que no se registraron importaciones de este tipo de gases en el año 2004, ni se conoce ninguna aplicación en el nivel nacional en la cual se utilicen estos gases.

### **Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>)**

Las emisiones de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) se produjeron en el sector Procesos Industriales, dada su utilización en equipos transformadores para la distribución de energía eléctrica. Dichas emisiones alcanzaron a 0,06 toneladas en el año 2004.

## **Emisiones de Precursores de Ozono**

### **Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Las emisiones de NO<sub>x</sub> se generan principalmente en el sector Energía, que alcanzó el 98,3% del total. En particular, la principal fuente de dichas emisiones fue la quema de combustibles fósiles en el transporte, que originó el 71,1% del sector y el 69,9% de las emisiones totales para dicho gas. A esta, le siguen la quema de combustibles fósiles principalmente en tractores y otra maquinaria agrícola móvil (11,0%), Industrias de la Energía (8,7%) y la quema de leña y combustibles fósiles en hogares (4,7%).

Las restantes emisiones fueron generadas por el sector Agricultura (1,5%), mediante la quema de residuos agrícolas en el campo y la quema de "pajonales", y por el sector Procesos Industriales (0,1%), durante la producción de pulpa de papel por el método Kraft. Por su parte, las emisiones de óxidos de nitrógeno derivadas de los Bunkers internacionales (partidas informativas), representaron el 77,2% del total nacional.

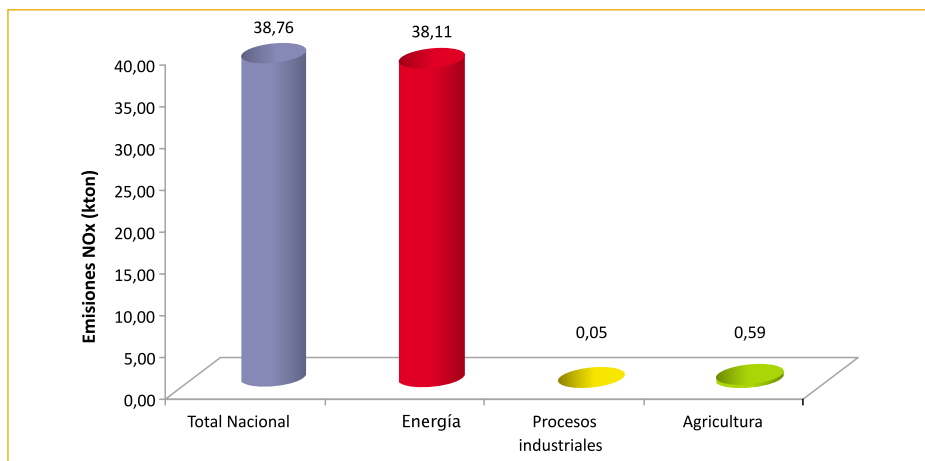


Figura 9: Emisiones totales nacionales y por sector de NOx en 2004.

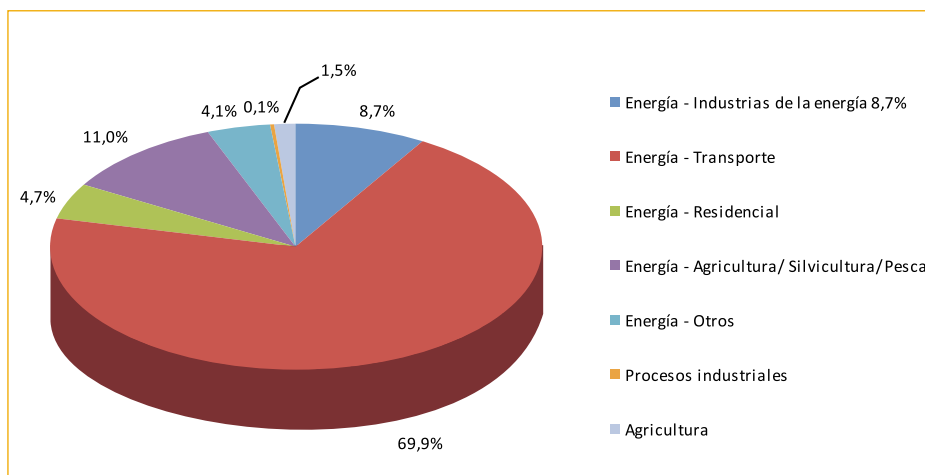


Figura 10: Participación de las emisiones de NOx en 2004, por sector y subsector.

## Monóxido de Carbono (CO)

Las emisiones de monóxido de carbono (CO) se produjeron principalmente en el sector Energía (97,6%). Un amplio porcentaje de las mismas responde a la quema de leña en los hogares urbanos y rurales (48,7%) seguido por la quema de combustibles fósiles por el transporte carretero (46,0%).

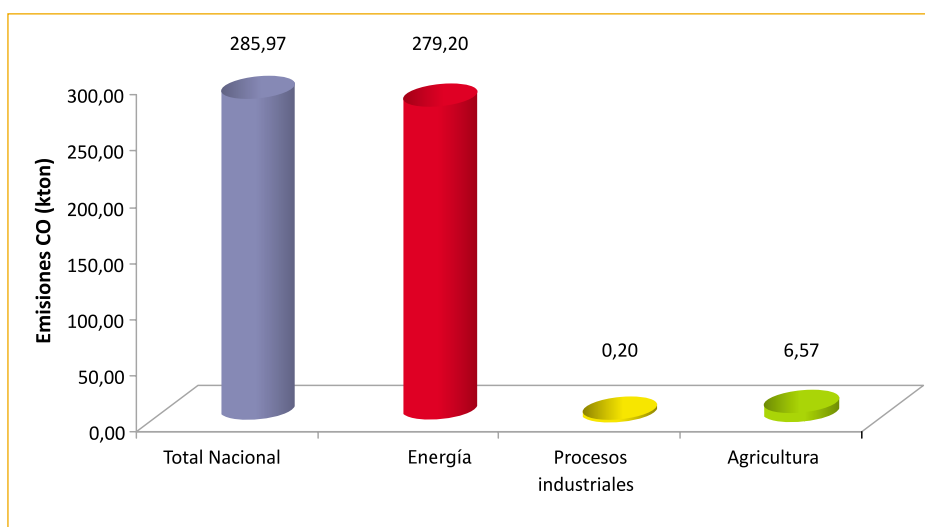


Figura 11: Emisiones totales nacionales y por sector de CO en 2004.

El sector agropecuario tuvo una escasa participación, contribuyendo con el 2,3% de las emisiones totales de CO. El 86,0% de estas emisiones se produjo por la combustión de paja, mientras que el restante 14,0% se originaron en la quema de residuos agrícolas en el campo. Por su parte, las emisiones de CO del sector industrial fueron originadas en la producción de pulpa de papel de celulosa con un aporte muy pequeño al total nacional (0,1%).

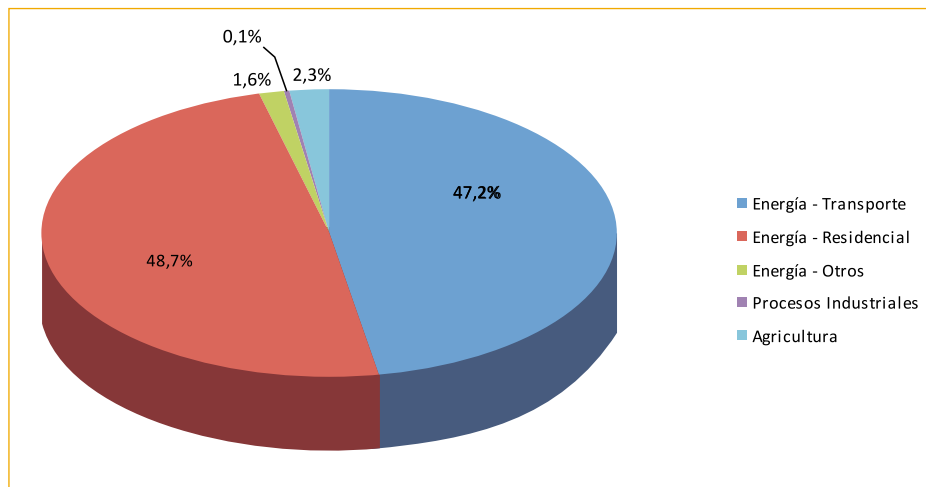


Figura 12: Participación de las emisiones de CO en 2004, por sector y subsector.

## Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM)

Las emisiones de los Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) para el año 2004, se originaron mayormente en el sector Energía, que contribuyó con el 59,3%, mientras que el restante 40,7% se produjo en las actividades correspondientes al sector Procesos Industriales.

Dentro del sector Energía el subsector Transporte tuvo la mayor contribución en el total de emisiones (89,0%) mediante el consumo de gasolinas y naftas, mientras que las emisiones del sector Procesos Industriales fueron producidas principalmente mediante la pavimentación asfáltica, la producción de papel y pulpa de celulosa, y la producción de alimentos y bebidas.

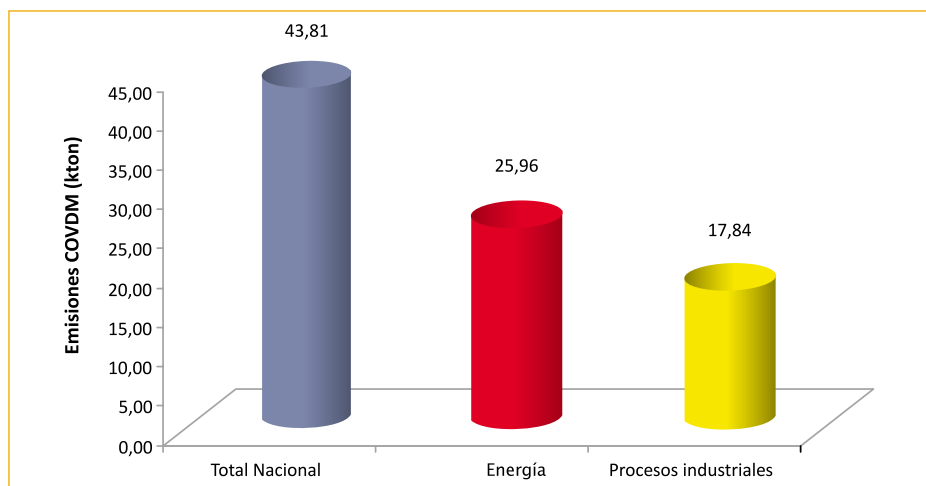


Figura 13: Emisiones totales nacionales y por sector de COVDM en 2004.

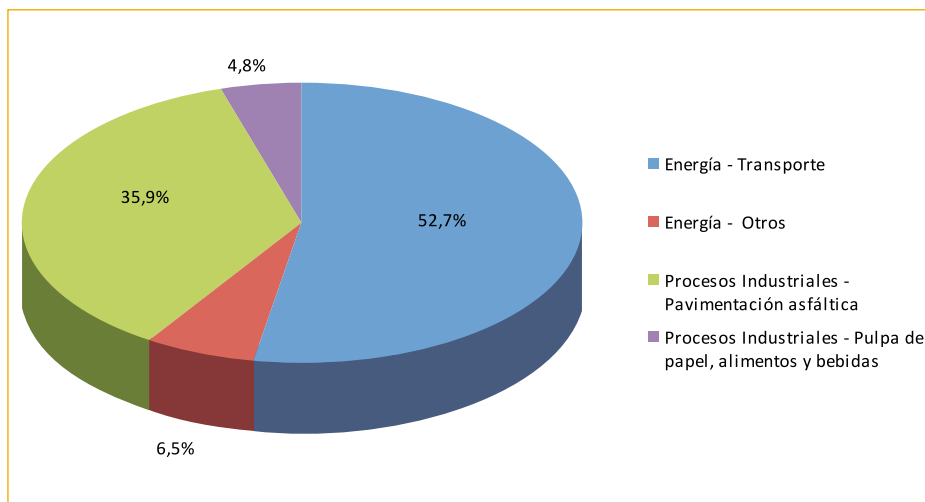


Figura 14: Participación de las emisiones de COVDM en 2004, por sector y subsector.

## Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El sector Energía generó casi la totalidad de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) para el año 2004, a través de la quema de combustibles fósiles en la industria (42,3%); en los hogares, agricultura y pesca (19,2%); en el transporte (17,2%); industrias manufactureras y construcción (16,6%) y finalmente a través de las emisiones fugitivas de petróleo y gas natural (3,9%). El sector Procesos Industriales aportó tan sólo el 0,8% restante, generado en las industrias de producción de pulpa de celulosa y de cemento Portland. Por su parte, las emisiones de dióxido de azufre derivadas de los búnkeres internacionales (partidas informativas) representaron el 31,7% del total nacional.

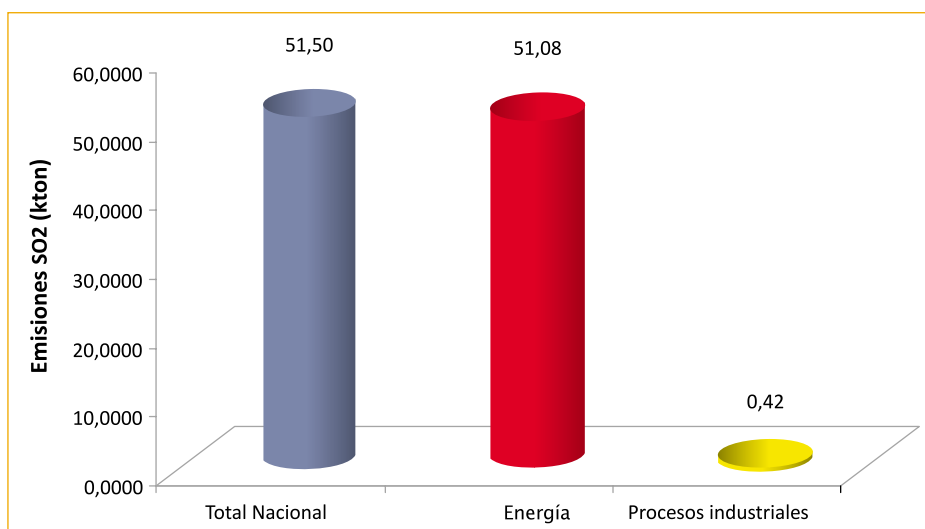


Figura 15: Emisiones totales nacionales y por sector de SO<sub>2</sub> en 2004.

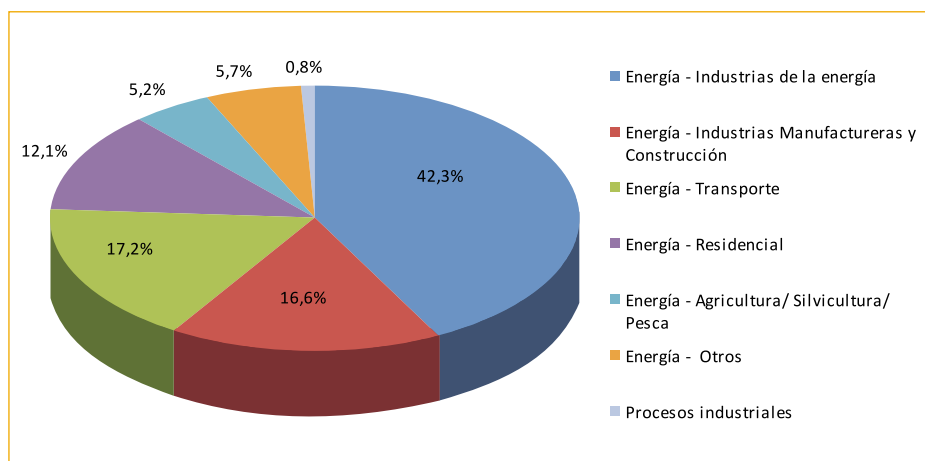


Figura 16: Participación de las emisiones de SO<sub>2</sub> en 2004, por sector y subsector.

## Partidas Informativas

### Transporte Marítimo y Aéreo Internacional (Bunkers Internacionales)

Las emisiones producto de las actividades de transporte marítimo y aéreo internacional resultaron relevantes para el CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, aportando pequeñas emisiones de CH<sub>4</sub>, CO y CVODM. En el caso del dióxido de carbono, se emitió un total de 1.199kton en el año 2004, lo que corresponde al 22% de las emisiones nacionales totales (sin considerar las remociones). De las mismas, el 89% correspondió al transporte marítimo a través del consumo de gasóleo y fuelóleo y el 11% restante se debió al consumo de turbocombustibles en el transporte aéreo.

Por su parte, las emisiones de óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre alcanzaron el 77% y el 32% de los totales nacionales, respectivamente. En ambos casos la contribución principal se debió al transporte marítimo. Finalmente, los Bunkers internacionales presentaron muy bajas contribuciones a las emisiones de CH<sub>4</sub>, CO y CVODM, siendo del 0,3%, 0,3% y 0,1% de las emisiones de cada gas respecto a las emisiones del sector energía, respectivamente.

### Quema de Biomasa

Las emisiones netas (emisiones menos absorciones) de CO<sub>2</sub> producto de la combustión de la biomasa se asumen nulas ya que el gas emitido en la quema fue previamente secuestrado de la atmósfera por la biomasa viva y en algún momento luego de su liberación volverá a ser absorbido, cerrando así el ciclo. Es por ello que las emisiones de dióxido de carbono que se generan a partir de la quema de biomasa como combustible (leña, cáscara de arroz, bagazo, estiércol, licor negro, etc.) se presentan a título informativo pero no se contabilizan en los totales nacionales. Las actividades que originan dichas emisiones son consideradas en el sector Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura, y por lo tanto, forman parte de la absorción neta informada para este sector.

Por lo expuesto, y únicamente para mostrar la relevancia de la quema de biomasa como actividad energética en Uruguay, se informa que en el año 2004 las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de dicha actividad fueron 2.039 kton. Estas emisiones representarían casi el 30% del total de CO<sub>2</sub> emitido por el país, si se considerara el total resultante de la quema de combustibles fósiles y de biomasa (7.161kton).



## Contribución Relativa al Calentamiento Global

No todos los gases de efecto invernadero tienen la misma capacidad de influir en el balance energético del sistema Tierra - Atmósfera. El Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) es un parámetro que permite evaluar la contribución relativa de la unidad de masa de cada gas al calentamiento global, con relación a la misma cantidad de masa de CO<sub>2</sub> para un lapso de tiempo determinado (horizonte de tiempo). El IPCC ha determinado el PCA de muchos gases de efecto invernadero para distintos horizontes de tiempo.

A partir de las emisiones resultantes del presente Inventario y utilizando la información antes mencionada, se pueden calcular y comparar los impactos de las emisiones del año 2004 de los gases de efecto invernadero directos, para el horizonte de tiempo de 100 años.<sup>2</sup>

Gas	Emisiones netas (kton de gas)	PCA 100 años	Emisiones netas (kton CO <sub>2</sub> -eq)
<b>Emisiones CO<sub>2</sub></b>	5.439,80	1	5.439,80
<b>CH<sub>4</sub></b>	887,35	21	18.634,34
<b>N<sub>2</sub>O</b>	39,30	310	12.181,93
<b>HFC - 134a</b>	1,8E-02	1.300	22,95
<b>HFC - 227ea</b>	2,2E-05	2.900	0,06
<b>SF<sub>6</sub></b>	6,0E-05	23.900	1,43
<b>Total Nacional de Emisiones (sin considerar remociones)</b>			<b>36.280,53</b>
<b>Remociones CO<sub>2</sub></b>	-10.348,83	1	-10.348,83
<b>Total Nacional Emisiones Netas (considerando el sector CUTS)</b>			<b>25.931,70</b>

Figura 17: Emisiones netas de GEI directos en 2004, en kton de gas y kton equivalentes de CO<sub>2</sub>

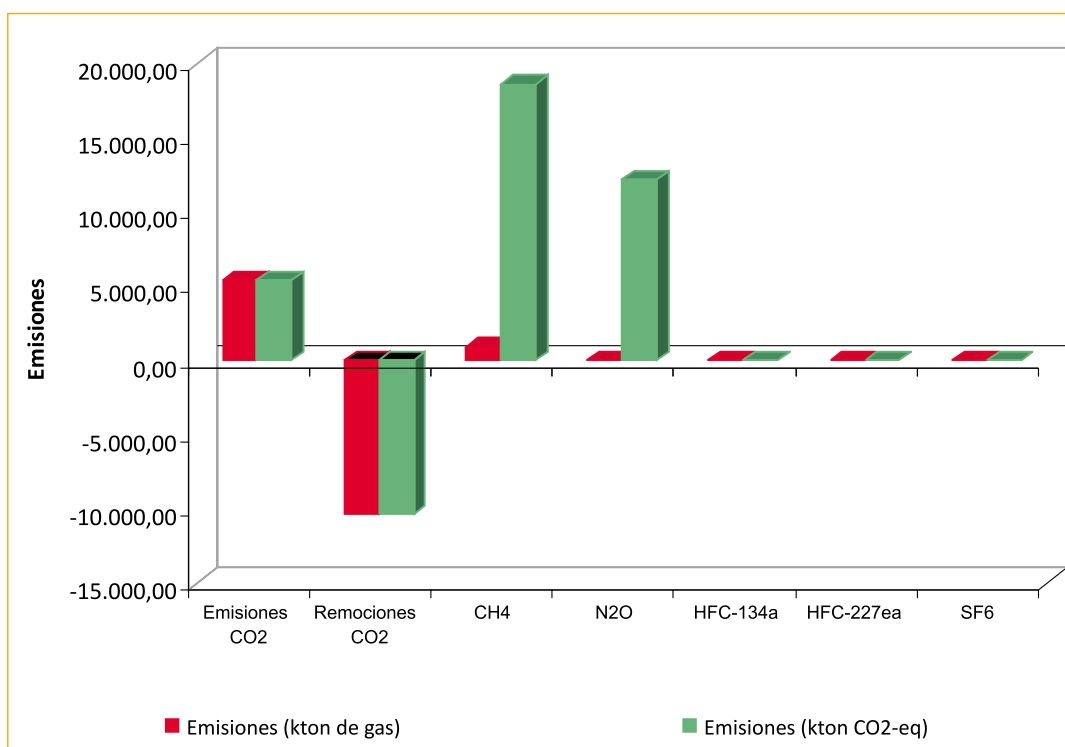


Figura 18: Emisiones netas de GEI directos en 2004, en kton de gas y kton equivalentes de CO<sub>2</sub>

En las figuras previas puede apreciarse que menores emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O producen contribuciones mayores al calentamiento global. El metano, con un valor de emisión másica de apenas 18% respecto al CO<sub>2</sub>, al cabo de 100 años tiene un impacto que alcanza el 380% de las emisiones netas de CO<sub>2</sub> (emisiones

<sup>2</sup> Valores de PCA extraídos del Segundo Informe de Evaluación del IPCC, 1995.

menos remociones). Respecto al óxido nitroso se observa que a pesar de que sus emisiones másicas no alcanzan el 1% de las correspondientes a CO<sub>2</sub>, su contribución al calentamiento atmosférico luego 100 años es de aproximadamente el 250% de las emisiones netas de CO<sub>2</sub>. Esto muestra la necesidad de evaluar y ponderar con la mayor precisión posible las emisiones de los diferentes gases (a pesar de que éstas sean pequeñas) al momento de identificar y planificar medidas de mitigación para las mismas.

Respecto a los HFC y al SF<sub>6</sub>, si bien tienen PCA muy importantes, como sus emisiones en Uruguay son muy pequeñas en 2004, la contribución al calentamiento atmosférico en un horizonte de 100 años resulta también baja respecto a los otros 3 gases de efecto invernadero directo, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Por esta razón, en ciertos análisis globales estos gases no se incluyen y se consideran solamente los principales gases de efecto invernadero directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)

## Contexto Internacional

Las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por actividades humanas han aumentado desde la era preindustrial, en particular un 70% entre 1970 y 2004. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el GEI antropógeno más importante. Entre 1970 y 2004, sus emisiones anuales han aumentado en aproximadamente un 80%, pasando de 21 a 38Gt y en 2004 representaban un 77% de las emisiones totales de GEI antropógenos. Durante el reciente decenio 1995-2004, la tasa de crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq fue mucho mayor (0,92Gt CO<sub>2</sub>-eq anuales) que durante el período anterior de 1970-1994 (0,43Gt CO<sub>2</sub>-eq anuales). Entre 1970 y 2004, el aumento más importante de las emisiones de GEI proviene de los sectores de suministro de energía, transporte e industria, mientras que la vivienda y el comercio, la silvicultura (incluida la deforestación) y la agricultura han crecido más lentamente.<sup>3</sup>

Las diferencias entre los países en términos de ingresos por habitante, de emisiones por habitante y de intensidad energética siguen siendo considerables. En 2004, los países del Anexo I de la CMNUCC representaban un 20% de la población mundial, producían un 57% del producto interno bruto mundial en términos de paridad de poder adquisitivo (PIB<sub>PPA</sub>), y aportaban un 46% de las emisiones mundiales de GEI.

En el año 2004, las emisiones totales de GEI para Uruguay fueron de 25.932kton CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa el 0,05% de las emisiones mundiales de GEI antropógenos. Para dicha estimación se consideró el valor de emisiones mundiales para 2004 reportadas en el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC (49Gt CO<sub>2</sub>-eq). A nivel regional, las emisiones correspondientes de América del Sur representaron el 9,8% de las emisiones mundiales en el año 2000.<sup>4</sup> De esta manera se estima que las emisiones del país representan el 0,54% de las de América del Sur para el año 2004.

## Categorías Principales de Fuentes

Una categoría principal de fuentes es aquella que tiene prioridad en el sistema del inventario nacional, dado que la estimación de sus emisiones tiene una significativa influencia en el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero, tanto en lo que refiere al nivel absoluto de emisiones para un año dado, a la tendencia de las emisiones a lo largo del tiempo, o a la incertidumbre de las emisiones y remociones.

La identificación de las categorías principales de fuentes tiene por objeto priorizar la utilización de los recursos disponibles para la preparación de los inventarios, destinándolos primeramente a la mejora de los datos y métodos disponibles, y la realización de las mejores estimaciones posibles de las emisiones de estas categorías de fuentes a fin de reducir la incertidumbre general del inventario.

<sup>3</sup> IPCC, 2007: Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

<sup>4</sup> Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 6.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2009). <http://cait.wri.org/>

La determinación de las categorías principales de fuentes, se realiza acorde a la metodología establecida en la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, a partir de la aplicación del método de Nivel 1. El mismo sirve para evaluar los efectos de las diversas categorías de fuentes en el nivel y la tendencia del inventario nacional de emisiones. Acorde a la misma, las emisiones de cada uno de los gases de efecto invernadero directo se consideran individualmente y luego se comparan sobre la base de los potenciales de calentamiento atmosférico (PCA) a 100 años<sup>5</sup>. Asimismo, cada categoría se disgrega en las subcategorías más importantes, a fin de dar cuenta de la proporción de las emisiones que cada una de ellas representan.

La evaluación del nivel permite cuantificar la contribución de cada categoría de fuentes al total de emisiones del año en curso o inventariado, en este caso, 2004. Las categorías principales de fuentes son aquellas que, sumadas en orden descendente de magnitud, representan el 95% de las emisiones totales anuales.

La tendencia de las categorías de fuentes implica el cambio en las emisiones de las mismas a lo largo del tiempo. En este caso, corresponde a la variación en las emisiones del año inventariado 2004 respecto al año base 1990. Las categorías principales de fuentes son aquellas cuya tendencia difiere significativamente de la tendencia total, ponderada por la evaluación de nivel de cada categoría. Cuantitativamente, son aquellas que, sumadas en orden descendente de magnitud, contribuyen con más del 95% de la tendencia total respecto al año 1990.

Categorías de fuentes según el IPCC	GEI	Designación de categoría principal de fuentes	Indicar criterios de identificación
<b>SECTOR ENERGIA</b>			
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Centrales Térmicas	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Refinería - Derivados petróleo	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Refinería - Gas natural	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Planta de gas - Derivados petróleo	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Industrias M y C - Derivados petróleo	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Industrias M y C - Gas natural	CO <sub>2</sub>	Si	Tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Industrias M y C - Carbón y Biomasa	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Comercial e Institucional	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Residencial - Derivados petróleo	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Residencial - Gas Natural	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes fijas de combustión - Agro y Pesca	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CH <sub>4</sub> de fuentes fijas de combustión	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de N <sub>2</sub> O de fuentes fijas de combustión	N <sub>2</sub> O	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes móviles de combustión - Transporte por carretera	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes móviles de combustión - Navegación doméstica	CO <sub>2</sub>	Si	Tendencia
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes móviles de combustión - Aviación doméstica	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes móviles de combustión - Transporte ferroviario	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de fuentes móviles de combustión - Agro y Pesca	CO <sub>2</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CH <sub>4</sub> de fuentes móviles de combustión	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de N <sub>2</sub> O de fuentes móviles de combustión	N <sub>2</sub> O	No	
Emisiones fugitivas de CH <sub>4</sub> de la producción de carbón vegetal	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones fugitivas de CH <sub>4</sub> de las actividades de gas natural y petróleo	CH <sub>4</sub>	No	
<b>SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES</b>			
Emisiones de CO <sub>2</sub> de la producción de cemento	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de la producción de cal	CO <sub>2</sub>	No	
Emisiones potenciales de HFC	HFC	No	
Emisiones de CO <sub>2</sub> de la producción de carbonato sódico y uso	CO <sub>2</sub>	No	

<sup>5</sup> Valores de Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) extraídos del Segundo Informe de Evaluación del IPCC, 1995.

Emisiones de SF <sub>6</sub> - utilización en equipos eléctricos de alta tensión	SF <sub>6</sub>	No	
<b>SECTOR AGRICULTURA</b>			
Emisiones de CH <sub>4</sub> por fermentación entérica del ganado bovino	CH <sub>4</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CH <sub>4</sub> por fermentación entérica del ganado ovino	CH <sub>4</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CH <sub>4</sub> por fermentación entérica de equinos y otros	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de CH <sub>4</sub> del manejo del estiércol	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de CH <sub>4</sub> por cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	Si	Nivel, tendencia
Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	Si	Nivel, tendencia
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de N <sub>2</sub> O del pastoreo de animales	N <sub>2</sub> O	Si	Nivel, tendencia
Emisiones de CH <sub>4</sub> de la quema de sabanas	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de N <sub>2</sub> O de la quema de sabanas	N <sub>2</sub> O	No	
Emisiones de CH <sub>4</sub> de la quema de residuos agrícolas	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de N <sub>2</sub> O de la quema de residuos agrícolas	N <sub>2</sub> O	No	
<b>SECTOR DESPERDICIOS</b>			
Emisiones de CH <sub>4</sub> por degradación de los residuos sólidos urbanos	CH <sub>4</sub>	Si	Nivel
Emisiones de CH <sub>4</sub> del tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales	CH <sub>4</sub>	No	
Emisiones de CH <sub>4</sub> del tratamiento de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	Si	Tendencia
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O del excremento humano	N <sub>2</sub> O	No	

Figura 19: Síntesis del análisis de las categorías de fuentes

Como puede observarse en la figura anterior, las categorías principales de fuentes identificadas de acuerdo a la evaluación del nivel para el año 2004 se corresponden con aquellas identificadas en función de la evaluación de la tendencia para el período 1990-2004, con excepción de algunas categorías que adquieren relevancia en alguno de los métodos de evaluación utilizados. A su vez, se destaca que el orden de prioridad de las categorías claves identificadas por cada evaluación difiere una respecto a la otra.

Por su parte, en el análisis de la tendencia surgen como categorías principales de fuentes las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la combustión de gas natural en industrias manufactureras y construcción y derivados de petróleo en el subsector agro y pesca y en navegación doméstica. A su vez, se consideran categorías claves las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento de las aguas residuales industriales. La justificación de estas variaciones de emisiones a lo largo del período 1990-2004 se encuentra en la "Evolución de Emisiones de GEI para los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004".

Finalmente, cabe destacar que para los sectores Agricultura y Procesos Industriales, se utilizaron las estimaciones de emisiones para el año 1990 recalculadas según los factores de emisión de las Directrices del IPCC 2006, las cuales fueron utilizadas por primera vez para el INGEI 2004. Para el sector Desperdicios no fue necesario el recalcu de las mismas ya que se utilizaron Factores de Emisión de las Directrices del IPCC versión revisada 1996. Sin embargo, para el sector Energía (que también fue estimado mediante parámetros del IPCC 2006 en el INGEI 2004), este recalcu no fue realizado, quedando pendiente como mejoras para futuros inventarios.

## Incertidumbres

Las estimaciones de las incertidumbres de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero son un elemento esencial de un inventario de emisiones completo, y que no están orientadas a cuestionar la validez de las estimaciones del mismo sino a ayudar a priorizar los esfuerzos. Las estimaciones de las emisiones y remociones de GEI presentan incertidumbres debidas principalmente a 2 causas: i) incertidumbres asociadas con los datos de actividad e ii) incertidumbres asociadas a los factores de emisión.

Las incertidumbres son función del gas, sector, subsector o actividad que se analice, variando

significativamente en cada caso. Asimismo, en virtud de las diferentes magnitudes de las emisiones obtenidas para el nivel sectorial, subsectorial o de cada actividad, sus respectivas incertidumbres influyen de manera más o menos importante en la incertidumbre de las cifras totales nacionales. El análisis incluye dos componentes: *Análisis cualitativo* y *Análisis cuantitativo*, los cuales se detallan brevemente a continuación.

## Análisis Cualitativo

En la siguiente figura se presentan las calificaciones cualitativas: Baja (B), Media (M) y Alta (A) asignadas a las incertidumbres en las emisiones de los gases de efecto invernadero, desagregadas por sector.

Fuentes	Gases de Efecto Invernadero								
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>	HFC	SF <sub>6</sub>
<b>1 Energía</b>	B	A	M	B	M	B	M		
<b>2 Procesos industriales</b>	B			M	M	M	M	M	M
<b>3 Solventes y Usos de otros productos</b>									
<b>4 Agricultura</b>		M	M	M	M				
<b>5 Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura</b>	A								
<b>6 Desechos</b>		M	M						

Figura 20: Calificación cualitativa de las Incertidumbres en las emisiones de GEI, por sector

## Análisis Cuantitativo

Este estudio se basa en el conocimiento de especialistas que han emitido su juicio respecto a las incertidumbres asociadas a los datos de actividad, mientras que las incertidumbres asociadas a los factores de emisión corresponden a los recomendados por la Orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de las Incertidumbres de los INGEI y las recientemente publicadas Guías 2006 para la elaboración de inventarios de gases de efecto invernadero del IPCC.

El objeto de este análisis es identificar los sectores donde mayores esfuerzos deberán ser destinados en futuros inventarios para mejorar la exactitud de los mismos y orientar las decisiones sobre la elección de las metodologías de cálculos. Sobre la base de lo expuesto, y en función del análisis de las categorías principales de fuentes de emisión, es que se priorizan las mismas en este estudio. A continuación se presentan las incertidumbres asociadas a las emisiones, expresadas como  $\pm x\%$ , para un intervalo de confianza de 95% para el valor estimado.

Categorías de fuentes según el IPCC	Estimación Emisiones de CO <sub>2</sub> 2004 (kton)	Estimación Emisiones de CO <sub>2</sub> 2004 (kton CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre (%)
<b>Sector Energía</b>			
Fuentes móviles de combustión - Transporte por carretera	2.024,43	2.024,43	13
Fuentes fijas de combustión - Centrales Térmicas - Derivados petróleo	894,48	894,48	4
Fuentes fijas de combustión - Industrias M y C - Derivados petróleo	397,59	397,59	14
Fuentes fijas de combustión - Refinería - Derivados petróleo	396,48	396,48	4
Fuentes móviles de combustión - Agro y Pesca - Derivados petróleo	392,82	392,82	20
Fuentes fijas de combustión - Residencial - Derivados petróleo	355,10	355,10	14

Figura 21: Cuantificación de las incertidumbres de las categorías principales de fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>

Categorías de fuentes según el IPCC	Estimación Emisiones de CH <sub>4</sub> 2004 (kton)	Estimación Emisiones de CH <sub>4</sub> 2004 (kton CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre (%)
<b>Agricultura</b>			
Fermentación entérica del ganado bovino	713,36	14.980,60	NE
Fermentación entérica del ganado ovino	48,83	1.025,43	NE
Cultivo de arroz	35,40	743,40	NE
<b>Desechos</b>			
Degradación de los residuos sólidos urbanos	53,91	1.132,16	66

Nota: "NE": No estimado

Figura 22: Cuantificación de las incertidumbres de las categorías principales de fuentes de emisión de CH<sub>4</sub>

Categorías de fuentes según el IPCC	Estimación Emisiones de N <sub>2</sub> O 2004 (kton)	Estimación Emisiones de N <sub>2</sub> O 2004 (kton CO <sub>2</sub> eq)	Incertidumbre (%)
<b>Agricultura</b>			
Emisiones de N <sub>2</sub> O del manejo de estiércol	24,11	7.474,63	NE
Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	12,48	3.868,92	NE
Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	2,33	721,09	NE

Nota: "NE": No estimado

Figura 23: Cuantificación de las incertidumbres de las categorías principales de fuentes de emisión de N<sub>2</sub>O





# Evolución de emisiones de GEI 1990-2004

El estudio comparativo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tiene como objetivo presentar las variaciones que han ocurrido en las emisiones de Uruguay en los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004. La información utilizada para realizar dicho análisis corresponde, para el año 2004, a la presentada en la Parte 2 del “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2004” (INGEI 2004) y detallada en el punto anterior del presente Resumen Ejecutivo.

Las emisiones correspondientes a los años previos, fueron extraídas del “Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2002, Estudio comparativo de las emisiones de GEI para 1990, 1994, 1998, 2000 y 2002”. Cabe destacar que en la elaboración del INGEI 2004 se utilizaron, para los casos que se consideró adecuado, factores de emisión y otros parámetros extraídos de las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI* mientras que en dicho estudio comparativo se utilizaron parámetros de las *Directrices del IPCC versión revisada 1996*. Por esta razón, para realizar un adecuado análisis de la evolución de las emisiones a lo largo de la serie temporal, se debe recalcular con dichos parámetros las emisiones para los inventarios anteriores, en los casos que corresponda.

Finalmente, cabe destacar que el sector Energía se presenta en el estudio comparativo sin ser recalculado para los INGEI anteriores, quedando esta tarea pendiente como futuras mejoras. Por esta razón, se debe tener especial atención a la hora de sacar conclusiones ya que las emisiones de este sector para el año 2004 no son estrictamente comparables con las correspondientes a los años anteriores.

## Evolución de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Directos

A continuación, se presentan las evoluciones de las emisiones y absorciones totales y por sector, de los diferentes gases de efecto invernadero directos considerados en la elaboración de los inventarios correspondientes a los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004.

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

Como puede apreciarse en la siguiente figura, en Uruguay, las emisiones de dióxido de carbono provienen en su gran mayoría de las actividades del sector Energía. En lo que respecta a la evolución de estas emisiones en dicho sector, se puede apreciar que en el año 2004 éstas fueron 26% superiores a las del año 2002. Este aumento se debe a la recuperación del país frente a la crisis económica del 2002, la cual tuvo una repercusión importante en la demanda de energía en el país. Asimismo, el 2004 fue un año particular en cuanto a la hidroenergía, que presentó una caída importante respecto al año 2002 en la participación de oferta de energía. Esto fue causado por la sequía que vivió el país en el segundo semestre de 2004 y principios del 2005. Esta situación significó un aumento de más del triple en las importaciones de petróleo del año 2004 respecto al año 2002.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	CO <sub>2</sub>					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	3.607,98	3.930,39	5.384,44	5.125,92	4.064,21	5.122,62
Procesos industriales	238,92	287,64	538,87	410,99	262,35	317,19
Agricultura						
Cambio Uso Tierra y Silvicultura	-2.895,15	-3.921,50	-9.413,46	-6.914,67	-10.268,93	-10.348,83
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>951,75</b>	<b>296,53</b>	<b>-3.490,15</b>	<b>-1.377,76</b>	<b>-5.942,37</b>	<b>-4.909,02</b>
Variación respecto año anterior		<b>-68,8%</b>	<b>-1277,0%</b>	<b>60,5%</b>	<b>-331,3%</b>	<b>17,4%</b>
Variación respecto 1990		<b>-68,8%</b>	<b>-466,7%</b>	<b>-244,8%</b>	<b>-724,4%</b>	<b>-615,8%</b>

Figura 24: Evolución de emisiones netas de CO<sub>2</sub> totales y por sector para el período 1990-2004.

La comparación de las emisiones de dióxido de carbono provenientes del sector Energía y Procesos Industriales entre los años 1990 y 2004, muestran un incremento de 42% y 33% respectivamente. Se destaca que el año 2002 presentó características atípicas provocando una caída importante en los consumos energéticos.

Por otra parte, el sector Cambio en el Uso de la Tierra y Silvicultura (CUTS) mostró un incremento sostenido de la remoción neta de CO<sub>2</sub> a lo largo del período 1990 – 2004 e inclusive hasta el año 2008 (ver análisis de la serie completa en Parte 3 del INGEI 2004), debido principalmente a la expansión de las áreas de bosque, básicamente con plantaciones de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*, y al crecimiento de la totalidad de bosques. Así, en el año 2004, la remoción de CO<sub>2</sub> de este sector aumentó tan solo 1% respecto al año 2002 y más del 250% respecto al año 1990.

Como resultado, el total nacional de emisiones netas (emisiones menos remociones) de CO<sub>2</sub> para el año 2004 fue menor a cero, es decir que se obtuvo una remoción neta de CO<sub>2</sub> de 4.909kton. Esto demuestra la tendencia a la disminución de las emisiones netas de CO<sub>2</sub>, evidenciada a lo largo del período 1990-2004.

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

Las variaciones ocurridas en las emisiones de este gas en el período 1990-2004 han sido poco significativas. A lo largo del período se presentaron aumentos y disminuciones que resultaron en un aumento neto del 15% para al año 2004 respecto al año 1990, como puede observarse en la siguiente figura.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	CH <sub>4</sub>					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	0,71	0,70	0,89	1,06	0,73	1,40
Procesos industriales						
Agricultura	719,43	826,32	803,26	784,43	830,47	821,52
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos	51,82	58,13	60,13	64,45	63,51	64,42
<b>Totales</b>	<b>771,97</b>	<b>885,15</b>	<b>864,27</b>	<b>849,94</b>	<b>894,71</b>	<b>887,35</b>
Variación 1994-1990 (%)		<b>14,7%</b>	<b>-2,4%</b>	<b>-1,7%</b>	<b>5,3%</b>	<b>-0,8%</b>
Variación 1998-1994 (%)		<b>14,7%</b>	<b>12,0%</b>	<b>10,1%</b>	<b>15,9%</b>	<b>14,9%</b>

Figura 25: Evolución de emisiones de CH<sub>4</sub> totales y por sector para el período 1990-2004.

La principal contribución de metano proviene del sector agricultura, en particular de la fermentación entérica, por lo que la variación en las cabezas de ganado bovino, es determinante en la magnitud de dichas emisiones. Por otro lado, las emisiones de metano en 2004 provenientes del sector Desperdicios se mantuvieron prácticamente similares a las correspondientes del año 2002, siendo la disposición de residuos sólidos la segunda fuente de emisiones de dicho gas. Por su parte, las emisiones provenientes del cultivo de arroz, que constituye la tercera fuente principal de emisiones de metano, se mantuvieron constantes en el período 2002-2004, totalizando un aumento del 40% desde el año 1990.

## Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)

El mayor aporte a las emisiones de oxido nitroso lo constituye el sector Agricultura con el 99,1% de las emisiones nacionales para el año 2004. En particular, se destacan las emisiones de los suelos procedentes de pastoreo de animales, praderas y pastizales que contribuyen con el 61,9% de las emisiones en ese sector, al que le siguen las emisiones indirectas de los suelos agrícolas con aproximadamente un 32,2% y las emisiones directas de los suelos agrícolas por uso de fertilizantes y aporte de residuos de cultivos, con un 6%. Los aportes de los sectores Desechos y Energía, de muy escasa significación, aportan las restantes emisiones.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	N <sub>2</sub> O					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	0,06	0,08	0,11	0,10	0,09	0,11
Procesos industriales						
Agricultura	38,58	42,19	40,38	37,69	38,46	38,94
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,25
<b>Totales</b>	<b>38,86</b>	<b>42,48</b>	<b>40,71</b>	<b>38,02</b>	<b>38,78</b>	<b>39,30</b>
Variación respecto año anterior		9,3%	-4,2%	-6,6%	2,0%	1,3%
Variación respecto 1990		9,3%	4,7%	-2,2%	-0,2%	1,1%

Figura 26: Evolución de emisiones de N<sub>2</sub>O totales y por sector para el período 1990-2004.

En el período 1990-1994, las emisiones de este gas crecieron un 9,3%, en el período 1994-1998 decrecieron un 4,2% y para el período 1998-2000 continuaron descendiendo otro 6,6% más. Para los años 2002 y 2004 las emisiones presentaron un leve crecimiento, recuperando la caída de los años anteriores, resultando en el 2004 en emisiones de oxido nitroso similares a las de 1990.

## Hidrofluorocarbonos (HFC)

En el año 2002, las emisiones potenciales de hidrofluorocarbonos, fueron 31% inferiores a las del año 2000 pero en el 2004 volvieron a incrementarse un 26%. Esto se debió principalmente a la variación en las importaciones de equipos de refrigeración, producto de la recesión económica que atravesó el país en dicho año.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	HFC					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía						
Procesos industriales	NE	NE	NE	2,0E-02	1,4E-02	1,8E-02
Agricultura						
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>2,0E-02</b>	<b>1,4E-02</b>	<b>1,8E-02</b>
Variación respecto año anterior		NA	NA	NA	-31%	26%
Variación respecto 1990		NA	NA	NA	NA	NA

Figura 27: Evolución de emisiones de HFC totales y por sector para el período 1990-2004.

## Perfluorocarbonos (PFC)

En los años 2000, 2002 y 2004, no se produjeron emisiones de PFC, dado que no se registró ninguna importación de este tipo de gases en dichos años, ni se conoce ninguna aplicación en el nivel nacional en la cual se utilicen estos gases.

## Hexafluoruro de Azufre (SF<sub>6</sub>)

Las emisiones de SF<sub>6</sub> de Uruguay provienen del gas utilizado como aislante en los equipos eléctricos de alta tensión. La estimación de las emisiones de este gas comenzó a realizarse para el año 2000 a partir de la información proporcionada por la Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas (UTE). En función de los datos proporcionados por dicha fuente, las emisiones anuales de este gas alcanzaron las 0,006kton, valor que se mantuvo constante para los años 2000, 2002 y 2004.

## Evolución de Emisiones de Precursores de Ozono

A continuación, se presentan las evoluciones de las emisiones y absorciones totales y por sector, de los diferentes gases de efecto invernadero indirectos considerados en la elaboración de los inventarios correspondientes a los años 1990, 1994, 1998, 2000, 2002 y 2004.

## Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

La mayor contribución a las emisiones de este gas corresponde al sector Energía, alcanzando entre el 96 y 98% del total, para los años inventariados. Casi todo el porcentaje restante es aportado por el sector Agricultura, mientras que el sector Procesos Industriales contribuye con apenas el 0,1%.

Por tanto, las emisiones de NO<sub>x</sub> reflejan las variaciones en el consumo de combustibles fósiles en el sector Energía. Así, en el período 1990-1998 mostraron un crecimiento sostenido, alcanzando la máxima diferencia de 60% entre esos años. Posteriormente las emisiones de estos gases comenzaron a descender, llegando en el año 2004, a valores de 29% superiores a las del año 1990.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	NO <sub>x</sub>					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	29,03	37,05	46,33	43,52	38,21	38,11
Procesos industriales	3,1E-02	4,0E-02	4,3E-02	5,3E-02	5,1E-02	5,4E-02
Agricultura	0,99	1,01	0,93	0,72	0,67	0,59
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>30,05</b>	<b>38,10</b>	<b>47,30</b>	<b>44,28</b>	<b>38,93</b>	<b>38,76</b>
Variación respecto año anterior		<b>26,8%</b>	<b>24,1%</b>	<b>-6,4%</b>	<b>-12,1%</b>	<b>-0,5%</b>
Variación respecto 1990		<b>26,8%</b>	<b>57,4%</b>	<b>47,4%</b>	<b>29,6%</b>	<b>29,0%</b>

Figura 28: Evolución de emisiones de NO<sub>x</sub> totales y por sector para el período 1990-2004.

## Monóxido de Carbono (CO)

La contribución sectorial a las emisiones de monóxido de carbono es muy similar a la de los óxidos de nitrógeno. El sector Energía contribuyó con el 95-98% de dichas emisiones para los años inventariados. Por su parte, el sector Agricultura aportó entre un 2 y 5% del total de estas emisiones y el sector Procesos Industriales contribuyó con menos del 0,1% restante.

Las emisiones máximas de CO se alcanzaron en el año 1998, con un 26,7% de crecimiento respecto al año 1990. Posteriormente, se observó una tendencia al decrecimiento de dichas emisiones, que en el año 2000 fue de 8,5% respecto al período anterior y en el año 2002 significó un 14,8% respecto al año 2000. Para el año 2004, las emisiones de CO fueron 2% inferiores a las del año 2002, y 3,2% respecto a 1990.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	CO					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	281,16	331,19	359,31	332,44	283,41	279,20
Procesos industriales	0,11	0,15	0,16	0,20	0,19	0,20
Agricultura	14,19	14,91	14,97	9,93	8,35	6,57
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>295,46</b>	<b>346,25</b>	<b>374,44</b>	<b>342,56</b>	<b>291,95</b>	<b>285,97</b>
Variación respecto año anterior		17,2%	8,1%	-8,5%	-14,8%	-2,0%
Variación respecto 1990		17,2%	26,7%	15,9%	-1,2%	-3,2%

Figura 29: Evolución de emisiones de CO totales y por sector para el período 1990-2004.

## Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM)

Las emisiones de COVDM provienen de los sectores Energía (aproximadamente 60%) y Procesos Industriales. Las mismas crecieron sostenidamente en el período 1990-1998, alcanzando un incremento del 72,7% en dicho período. Luego, producto de la crisis económica por la que atravesó el país, las emisiones de estos gases cayeron un 17,4% en el año 2000 respecto a 1998 y 30,8% en el año 2002 respecto al año 2000. En el año 2004, las emisiones de dicho gas volvieron a aumentar (15,6%), debido principalmente a un aumento de emisiones en el sector Procesos Industriales por pavimentación asfáltica. Como resultado, al comparar las emisiones de COVDM para el año 2004 respecto a las del año 1990, se observa un aumento del 14,1% de las mismas.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	COVDM					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	23,61	31,31	36,80	33,87	25,50	25,96
Procesos industriales	14,77	15,09	29,50	20,90	12,38	17,84
Agricultura						
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>38,38</b>	<b>46,40</b>	<b>66,30</b>	<b>54,77</b>	<b>37,88</b>	<b>43,81</b>
Variación respecto año anterior		20,9%	42,9%	-17,4%	-30,8%	15,6%
Variación respecto 1990		20,9%	72,7%	42,7%	-1,3%	14,1%

Figura 30: Evolución de emisiones de COVDM totales y por sector para el período 1990-2004.

## Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)

El 99% de las emisiones de este gas se debe a las actividades de quema de combustibles y tan sólo el 1% restante proviene de los Procesos Industriales. Por tanto, y por las razones ya comentadas, respecto al receso de la actividad del sector energía en los años 2000 y 2002, se observó una caída de dichas emisiones, las que en este último año fueron 11,7% inferiores a las correspondientes al año 1990. Para el año 2004, se produjo un aumento en las emisiones de SO<sub>2</sub> de 37,9% respecto al 2002 lo que representa un aumento del 21,7% para todo el período 1990-2004.

CATEGORÍAS DE FUENTES Y SUMIDEROS	SO <sub>2</sub>					
	1990	1994	1998	2000	2002	2004
Energía	42,04	33,00	53,98	47,73	36,99	51,08
Procesos industriales	0,26	0,33	0,49	0,47	0,37	0,42
Agricultura						
Cambio Uso Tierra y Silvicultura						
Desechos						
<b>Totales</b>	<b>42,30</b>	<b>33,33</b>	<b>54,48</b>	<b>48,19</b>	<b>37,36</b>	<b>51,50</b>
Variación respecto año anterior		-21,2%	63,4%	-11,5%	-22,5%	37,9%
Variación respecto 1990		-21,2%	28,8%	13,9%	-11,7%	21,7%

Figura 31: Evolución de emisiones de SO<sub>2</sub> totales y por sector para el período 1990-2004.

## Contribución Relativa al Calentamiento Global

A partir de las emisiones de los principales gases de efecto invernadero directo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), reportados en los correspondientes Inventarios elaborados por Uruguay, y utilizando los Potenciales de Calentamiento Atmosférico (PCA) para un horizonte de 100 años<sup>1</sup>, se estudia la evolución de las mismas en el período 1990-2004.

Gas	PCA 100 años	Emisión Neta a 100 años (kton CO <sub>2</sub> eq)					
		1990	1994	1998	2000	2002	2004
CO <sub>2</sub>	1	951,75	296,53	-3.490,15	-1.377,76	-5.942,37	-4.909,02
CH <sub>4</sub>	21	16.211,33	18.588,22	18.149,76	17.848,69	18.788,89	18.634,34
N <sub>2</sub> O	310	12.046,48	13.170,08	12.618,62	11.786,22	12.022,69	12.181,93
<b>Total</b>		<b>29.209,55</b>	<b>32.054,84</b>	<b>27.278,23</b>	<b>28.257,15</b>	<b>24.869,21</b>	<b>25.907,25</b>
Variación respecto año anterior			9,7%	-14,9%	3,6%	-12,0%	4,2%
Variación respecto 1990			9,7%	-6,7%	-3,3%	-14,9%	-11,3%

Figura 32: Evolución de emisiones netas de GEI para el período 1990-2004 en CO<sub>2</sub> equivalente.

Como se desprende de las figuras 32 y 33, las emisiones de dióxido de carbono a lo largo del período 1990 – 2004 presentaron una tendencia decreciente, excepto para el año 2000, alcanzando un valor destacado en el año 2002, para el cual, las absorciones netas de dióxido de carbono fueron 7 veces superiores a las emisiones netas del año 1990. En el año 2004, las emisiones fueron algo mayores al 2002, y las remociones prácticamente similares, lo que representó una remoción neta algo menor que en el año 2002 pero 6 veces superior a las emisiones netas del año 1990. Por su parte, las emisiones de metano sufrieron una leve tendencia al aumento, en todo el período 1990-2004, mientras que las emisiones de óxido nitroso presentaron pequeñas variaciones, resultando en valores similares en el año 2004 respecto al año 1990.

Como resultado global, se desprende que entre 1990 y 2004, las emisiones totales nacionales expresadas en una unidad común (kton equivalentes de CO<sub>2</sub>), sufrieron una disminución de aproximadamente el 11,3%, debido principalmente a la gran absorción de CO<sub>2</sub> por parte de la biomasa leñosa y los suelos. Respecto al período 2002 -2004, dichas emisiones netas presentaron una tendencia creciente del 4,2%, resultando igualmente en una remoción neta de gases de efecto invernadero.

<sup>1</sup> Valores de PCA extraídos del Segundo Informe de Evaluación del IPCC, 1995.

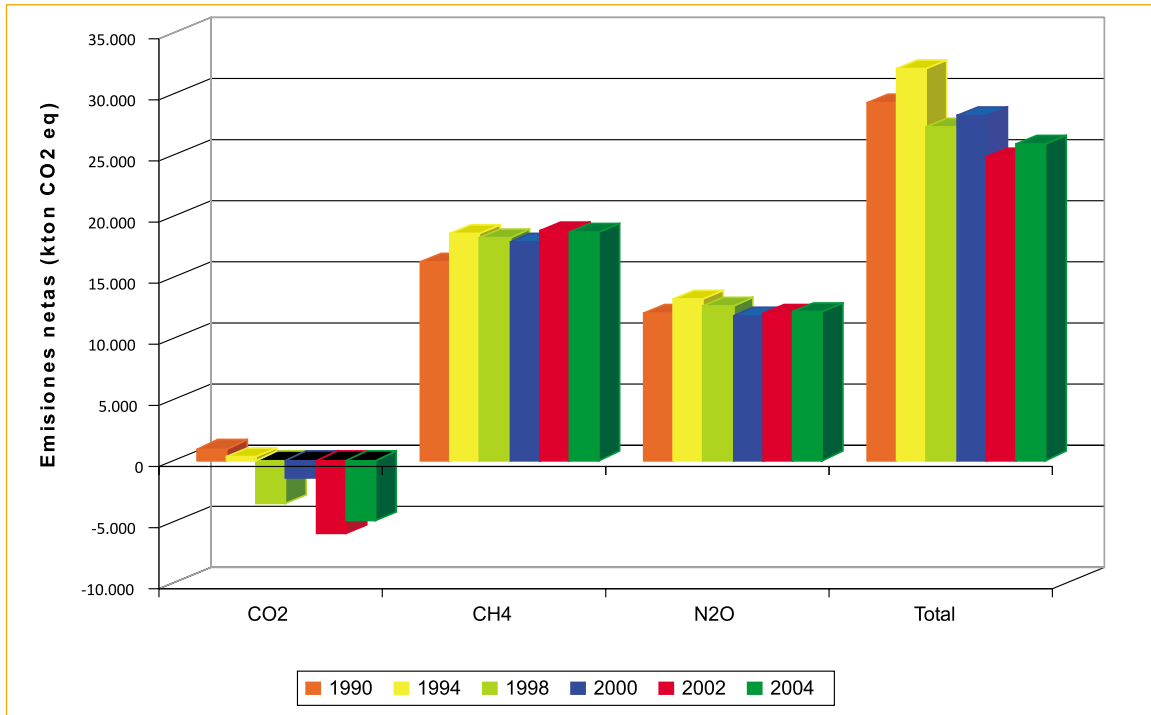
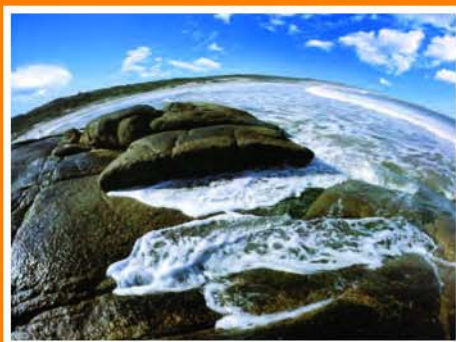


Figura 33: Evolución de emisiones netas de GEI para el período 1990-2004 en CO<sub>2</sub> equivalente.



Este libro se terminó de imprimir  
en Imprenta Rojo (R. Pose)  
Euclides Salari 3472. Tel. 2151812  
en Mayo de 2010  
Depósito Legal: 352.682



**Unidad de Cambio Climático  
Dirección Nacional de Medio Ambiente  
Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente  
Galicia 1133. 3º Piso  
9170710 interno 4305  
[www.cambioclimatico.gub.uy](http://www.cambioclimatico.gub.uy)**