



**Ministerio de Desarrollo Social y  
Medio Ambiente  
Secretaría de Desarrollo Sustentable y  
Política Ambiental**

**INVENTARIO DE  
EMISIONES DE GASES DE  
EFECTO INVERNADERO DE  
LA REPÚBLICA ARGENTINA**



Proyecto Metas de Emisión Arg/99/003 - PNUD-SRNYDS

---

**Inventario de Gases de Efecto Invernadero  
de la República Argentina  
Año 1997**

*Buenos Aires, Octubre 1999*

**COORDINACIÓN:** *Vicente Barros*  
*Jorge Lozanoff*  
*Hernán Carlino*

**COORDINADORES SECTORIALES**

**Energía:**

*Fuentes Fijas:* Fundación Bariloche  
*Fuentes Móviles:* M y R Asoc.

**Industria:**

Laura Dawidowski  
Darío Gómez  
Héctor Laborde

**Agricultura:**

Miguel Taboada

**Ganadería:**

Guillermo Berra

**Silvicultura:**

Jorge Frangi  
Marcelo Barrera

**Cambio de  
Uso de Suelo:**

AAPRESID

**Manejo de  
Desperdicio:**

Ricardo Vicari

# Indice

Sumario Ejecutivo .....	7
Introducción .....	18
Capítulos Sectoriales	
Energía .....	24
Procesos Industriales .....	45
Agricultura y Ganadería .....	60
Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura .....	88
Revisión de los Inventarios 1990 y 1994 .....	93
Anexos	
<i>Anexo A.</i> Planillas del IPCC .....	113
<i>Anexo B.</i> Coeficientes de Emisión del Área Energética .....	126
<i>Anexo C.</i> Industria Petroquímica .....	144
<i>Anexo D.</i> Agricultura y Ganadería .....	145
<i>Anexo E.</i> Residuos .....	148

# SUMARIO EJECUTIVO

El presente inventario de gases de efecto invernadero tiene por finalidad identificar las fuentes de emisiones antropogénicas. Cumple con dos premisas:

1. Una metodología comprensible y detallada para determinar las fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero GEIs.
2. Un mecanismo común y consistente que permita la comparación entre los países firmantes de la Convención de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas inglesas).

Este sumario hace una reseña de las emisiones de GEI de la Argentina para el año 1997 y una revisión de las emisiones de 1990 y 1994. Para asegurar que dichas emisiones sean comparables se han seguido las Directrices del IPCC revisadas en 1996, adaptándolas cuando fuera necesario a las condiciones del país.

En el presente estudio se consideran los siguientes gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidroclorofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de carbono. El vapor de agua, si bien es el más importante de los GEI, no es afectado directamente por la actividad antrópica en sus concentraciones en la atmósfera. Otros gases como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno distintos al  $N_2O$ , los compuestos orgánicos distintos del metano y el óxido de azufre no tienen actividad directa como GEI, pero actúan como precursores del ozono, por lo cual también son presentados en este inventario.

## Tendencia de las emisiones

Si no se considera el sector cambio de uso de la tierra y silvicultura en el que existen grandes incertidumbres, entre 1990 y 1994 se registró un aumento del 13% en las emisiones de GEI, en tanto que entre 1994 y 1997 dicho aumento fue del 6%, totalizando un incremento para el período 1990–1997 del 19%. Se debe observar que el año 1990 estuvo marcado por una fuerte recesión y que a partir de 1992 se registró un marcado incremento de la actividad económica que llevó a un aumento en las emisiones, aunque en menor proporción. El año 1997 marcó un pico en el incremento de la actividad económica aunque se observa una marcada declinación en la tendencia del aumento de emisiones de GEI. Ello se debe a varios factores entre los cuales los más importantes son: el aumento de la capacidad de generación eléctrica con tecnologías menos contaminantes, como las de ciclo combinado, la renovación del parque automotor con modelos más evolucionados y la reducción del rebaño vacuno.

En la Tabla 1, se detallan las emisiones por gas y por fuente para los tres años considerados en MTCE. En la Figura 1 se observa la tendencia de las emisiones totales, en tanto la Figura 2 muestra la tendencia en las emisiones de  $CO_2$  para el período considerado. Se observa que es mayor que la tendencia de las emisiones generales. En tanto las emisiones totales se incrementan en un 19%, las de  $CO_2$  lo hacen en un 29%. En la Figura 3 se observa la tendencia de las emisiones de metano, las cuales crecen entre 1990 y 1994 y luego tienden a mantenerse estables, en tanto la Figura 4 muestra la tendencia de las emisiones de  $N_2O$ , con un incremento del 11% para el lapso 1990–1997, que sólo había sido del 4% para el período 1990–1994, vinculado al aumento de la siembra de soja.

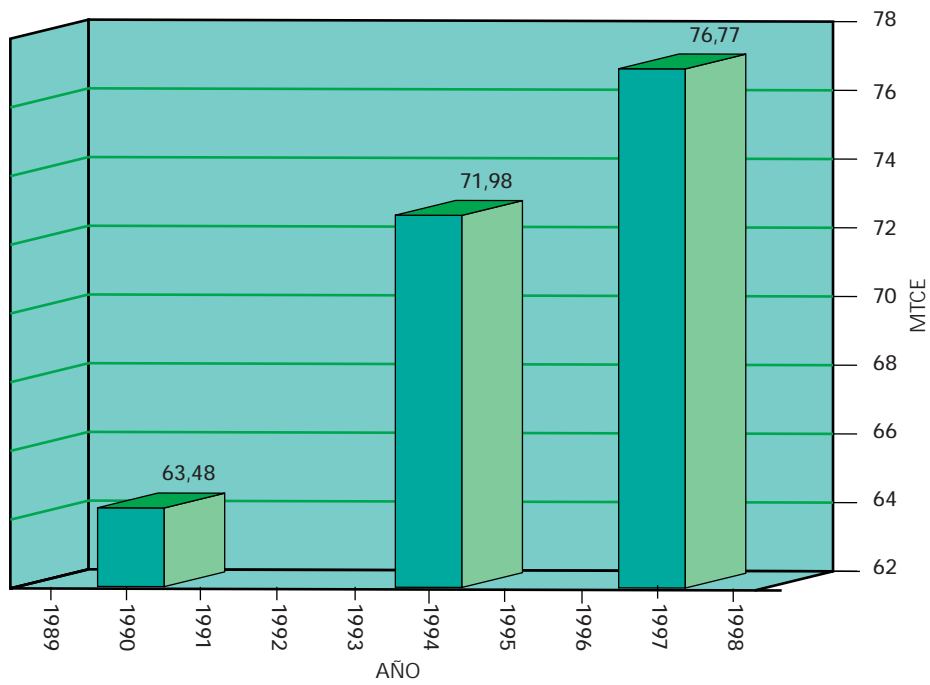


Figura 1. Emisiones totales de GEI, año 1997, en MTCE.

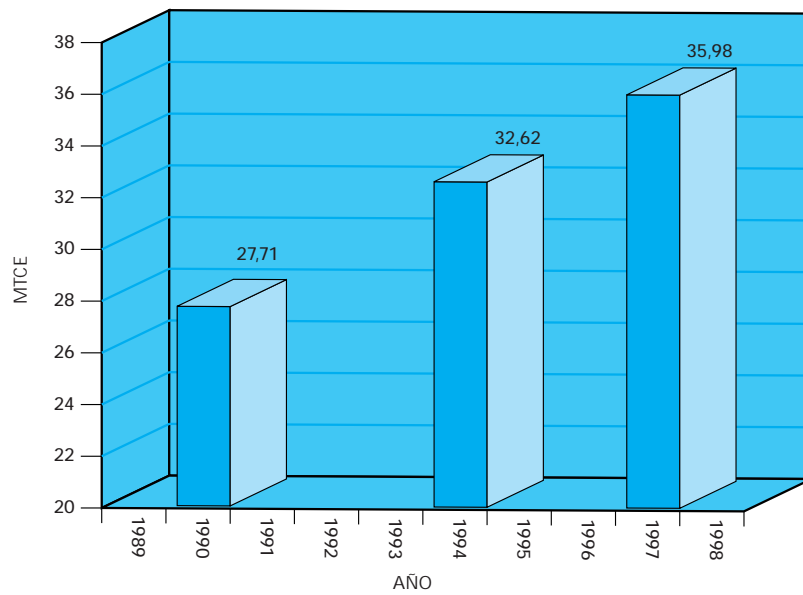


Figura 2. Emisiones totales de CO<sub>2</sub>, año 1997, en MTCE.

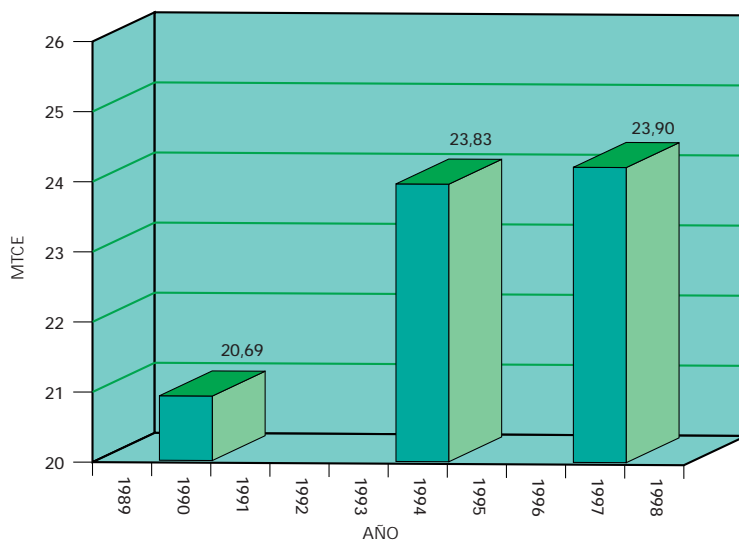


Figura 3. Emisiones de CH<sub>4</sub>, año 1997, en MTCE.

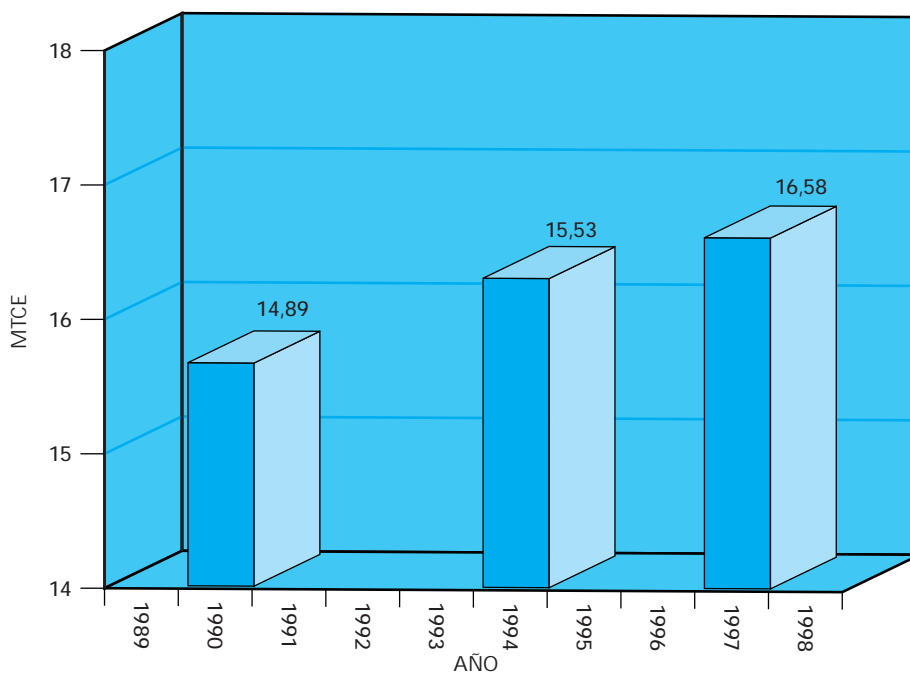


Figura 4. Emisiones de N<sub>2</sub>O, año 1997, en MTCE.

**Emisiones totales por gas para cada uno de los Inventarios realizados, en MTCE**

	1990	1994	1997
<b>CO<sub>2</sub></b>			
Quema de combustibles fósiles	24,78	29,34	32,42
Venteo de gas natural	1,26	1,56	1,20
Manufactura de calizas y dolomitas	0,49	0,81	1,14
Manufactura de carburo de calcio	0,02	0,04	0,02
Industrias siderúrgicas	1,15	0,87	1,20
Cambio de uso del suelo y forestación	* -9,52	* -9,52	-13,12
<b>Total</b>	<b>18,19</b>	<b>23,11</b>	<b>22,86</b>
<b>Total sin cambio de uso de suelo y Forestación</b>	<b>27,71</b>	<b>32,62</b>	<b>35,98</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>			
Fuentes estacionarias	0,01	0,01	0,02
Fuentes móviles	0,05	0,16	0,20
Minería de carbón	0,05	0,03	0,05
Sistemas de gas y petróleo	2,62	3,17	3,82
Petroquímica	0,01	0,01	0,02
Fermentación entérica	14,97	15,71	14,76
Manejo del estiércol	0,59	0,68	0,57
Cultivo del arroz	0,11	0,22	0,26
Quema de residuos agrícolas	0,05	0,04	0,04
Cambio de uso del suelo y forestación	0,15	0,15	0,32
Rellenos sanitarios	1,81	3,29	3,53
Tratamiento de aguas cloacales	0,46	0,51	0,64
<b>Total</b>	<b>20,89</b>	<b>23,98</b>	<b>24,21</b>
<b>Total sin cambio de uso de suelo y Forestación</b>	<b>20,69</b>	<b>23,83</b>	<b>23,90</b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>			
Fuentes estacionarias	0,31	0,30	0,35
Fuentes móviles	0,07	0,09	0,12
Ácido nítrico	0,05	0,05	0,05
Manejo del estiércol	0,04	0,04	0,07
Manejo de suelos agrícolas	14,80	14,20	15,71
Quema de residuos agrícolas	0,01	0,01	0,01
Cloacas	0,21	0,24	0,27
<b>Total</b>	<b>14,89</b>	<b>15,53</b>	<b>16,58</b>
<b>HFC, PFC y SF<sub>6</sub></b>			
Sustitución de sustancias depresoras del O <sub>3</sub>	NE	EN	0,17
Producción de aluminio	NE	EN	0,07
Consumo de halocarbonados y SF <sub>6</sub>	NE	EN	0,07
	0	0	0,31
<b>Emisiones totales netas</b>	<b>53,97</b>	<b>62,61</b>	<b>63,96</b>
<b>Emisiones totales (sin cambio de uso de suelo y Forestación)</b>	<b>63,48</b>	<b>71,98</b>	<b>76,77</b>

\* En 1990 y 1994 no se computó el cambio de uso de suelo. En 1997 este rubro totalizó -4,9 MTCE.

La tendencia en las emisiones de CH<sub>4</sub> muestra un aumento de 15% para el período 1990–1997, casi todo en el período 1990–1994 (Figura 3). El grueso de las emisiones proviene de la fermentación entérica que se mantuvo estable en el período, observándose que la tendencia de cambio sigue la de las emisiones fugitivas de petróleo y gas, ya que en entre 1992 y 1994 hubo un gran aumento de la actividad petrolera, que siguió hacia 1997, pero con un mayor control de dichas emisiones fugitivas.

## Emisiones de dióxido de carbono

La principal fuente de emisión de CO<sub>2</sub> es la quema de combustibles fósiles, con emisiones de alguna significación en el sector industrial y una fuerte capacidad de captura y emisión por parte de las prácticas que hacen al cambio de uso del suelo y la forestación.

## Energía

Las actividades relacionadas con la producción de energía acumulan el 49% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero. El principal gas emitido es el CO<sub>2</sub>, con emisiones menores de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. El grueso de las emisiones proviene de la quema de combustibles fósiles, en tanto que una parte proviene de las emisiones fugitivas.

## Quema de combustibles fósiles

El proceso de combustión provoca la liberación del carbono almacenado en los combustibles, el cual es casi completamente liberado a la atmósfera como CO<sub>2</sub>. La mayor parte de los combustibles usados son petróleos y sus derivados y gas natural por partes casi iguales con una mínima participación del carbón mineral. La mayor parte del petróleo es usado por el sector transporte, en tanto que el gas es usado con más intensidad en el sector residencial e industrial.

El aumento de las emisiones entre 1990 y 1997 fue del 28%, lo que se explica por el aumento de la actividad económica (el PBI se incrementó un 51% para el período considerado) y el bajo precio de la energía eléctrica y el gas natural en términos relativos.

## Sector de Industrias de la Energía

Este sector incluye el consumo energético y las emisiones provenientes de la generación eléctrica de servicio público, la autoproducción y el consumo propio del resto de las industrias de la energía como ser refinerías, centros de tratamiento de gas, entre los principales. El grueso de la generación eléctrica en el país proviene de la combustión de gas natural, habiéndose adoptado en los últimos años tecnologías de ciclo combinado. Sólo una usina utiliza carbón mineral, parte del cual debe ser importado, ya que el país cuenta con una sola mina. En el subsector de autogeneración se consume parte de los combustibles orgánicos.

## Sector Industria

Las emisiones provienen del consumo de combustibles fósiles tanto por el consumo energético de las plantas industriales como por el uso de combustibles en el proceso industrial. La mayor parte del consumo es de gas natural, con una proporción menor de petróleo y sus derivados y algo de carbón mineral.

### Sector Comercial y Público

Incluye todas aquellas actividades que se vinculan con el comercio y el uso de la energía en el sector institucional, por ejemplo: hospitales, escuelas, oficinas públicas, entre otros. El grueso de las emisiones proviene de la combustión de gas natural y en menor medida del petróleo y sus derivados.

### Sector Residencial

La mayor parte de las emisiones proviene de la combustión de gas natural, en menor medida de los derivados del petróleo y algo de consumo de biomasa.

### Sector Transporte

Incluye las emisiones producidas por los vehículos tanto de transporte de pasajeros como de carga, en todas sus modalidades (carretero, ferroviario, aéreo, marítimo y fluvial). La mayor parte de las emisiones proviene de la combustión de derivados de petróleo, con una participación menor pero creciente de gas natural.

### Sector Agricultura y Silvicultura

Toma en cuenta las emisiones provenientes de las máquinas agrícolas en general, (tractores, cosechadoras, fumigadoras).

## **Venteo de gas natural**

El CO<sub>2</sub> proviene de la combustión del gas venteado en las antorchas y del contenido en el gas natural. El gas quemado de esta manera es el gas no aprovechable y el gas consumido en los yacimientos.

## **Combustión de biomasa**

La combustión de biomasa no produce emisiones netas de CO<sub>2</sub>, ya que se parte del supuesto que dicho CO<sub>2</sub> fue previamente secuestrado de la atmósfera y en algún momento luego de su liberación volverá a serlo cerrando de esta manera un ciclo propio. Las emisiones de otros gases de efecto invernadero se encuentran incluidas dentro del cuadro respectivo para cada gas.

## **Procesos Industriales**

Este capítulo incluye las emisiones de proceso de diversas actividades no energéticas. La emisión de CO<sub>2</sub> por estos procesos se produce principalmente en la elaboración de cemento y de cal, el uso de calizas y dolomitas, la siderurgia del hierro, el acero, los ferroaleados y el aluminio. Las emisiones totales fueron de 2,4 MTCE, con un incremento del 42% entre 1990 y 1997.

## **Manufactura de cemento**

De la variada gama de cementos hidráulicos que se producen en Argentina, la producción del tipo Portland es altamente mayoritaria y en este inventario los datos se refieren sólo a este tipo. Se utiliza básicamente piedra caliza para su fabricación, siendo ésta la única fuente de CaO, que constituye su componente principal.

La emisión de CO<sub>2</sub> se produce durante la producción del clinker. Otro gas que se produce en la fabricación del cemento es el SO<sub>2</sub>.

## Uso de calizas y dolomitas

En siderurgia la caliza se utiliza como fundente y escorificante tanto en el alto horno para producir arrabio como en los procesos de aceración. La inclusión se realiza en forma directa o vía sinter y pellets. Estas emisiones están comprendidas en la industria siderúrgica. En la industria de vidrios planos, envases, vajillas, tubos, etc., se utilizan calizas con alto contenido de CaO, generalmente conchillas de origen marino.

## Producción de amoníaco

El gas natural, en presencia de vapor de agua y un catalizador adecuado se transforma en monóxido de carbono e hidrógeno; posteriormente el monóxido de carbono se transforma en dióxido de carbono por acción de otro catalizador. El hidrógeno es combinado con el nitrógeno del aire para producir amoníaco. Estas emisiones son contabilizadas en el sector energético.

## Procesos siderúrgicos

Hierro y acero:

El núcleo de la industria siderúrgica en Argentina está constituido por cuatro plantas que elaboran productos planos, productos largos y tuberías. Para calcular la emisión de CO<sub>2</sub> se considera que todo el carbono del agente reductor es emitido a la atmósfera, lo cual constituye en algunos casos una sobrestimación. Se emplean como reductores coque de carbón, coque de leña y gas natural en las distintas plantas. El uso de carbón de leña se contabiliza en el sector forestal y el del gas en el sector energético.

Ferroaleaciones:

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de ferroaleados se contabilizaron junto a las del hierro y el acero, por no poderse discriminar la cantidad de agente reductor utilizada por esta industria.

Aluminio:

Argentina no produce alúmina porque no cuenta con el mineral necesario para su producción (bauxita), y se importa toda la alúmina requerida. Los ánodos, que aportan el carbono que demanda el proceso, se producen a partir de coque de petróleo calcinado, en la misma planta donde se realiza la electrólisis.

Esta industria emite, además de CO<sub>2</sub>, compuestos perfluorocarbonados (PFC's) tales como el tetrafluoruro de carbono (CF<sub>4</sub>) y hexafluoruro de carbono (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>).

## Cambio de Uso de Suelos y Forestación

La actividad humana puede alterar el balance del carbono almacenado en los suelos y las biomásas forestales. Estas prácticas son: la conversión de bosques a tierras agrícolas o ganaderas, el uso de los bosques para la obtención de maderas o derivados, la forestación y la reforestación, el abandono de tierras agrícolas que revierten a masas forestales y las prácticas agrícolas que afectan el uso del suelo.

Los bosques naturales e implantados son una importante fuente de captura de CO<sub>2</sub>, también en determinados casos pueden ser fuentes de emisión. La conversión de bosques a tierras de uso agropecuario es muy importante en el noreste de la Argentina y produce un balance neto de emisión de CO<sub>2</sub>. En la zona del Bosque Chaqueño se verifica un importante abandono de tierras que fueron desmontadas y revierten a bosques con la consiguiente captura de carbono. En 1997 el flujo neto de carbono de la silvicultura se estima en un secuestro de 9,52 MTC.

## Emisiones de Metano

El metano es el segundo en importancia de los gases de efecto invernadero. Su importancia se acentúa dado que su poder de calentamiento global es 21 veces superior al CO<sub>2</sub>. Las fuentes antrópicas del metano son: 1) la fermentación de materia orgánica en ambiente anaeróbico; 2) las emisiones fugitivas de los sistemas de gas y petróleo y la minería del carbón y 3) algunos procesos industriales.

## Energía

### **Minería del carbón**

Se producen emisiones de metano durante la minería del carbón por liberación del gas atrapado en el material. El proceso de postminería continúa la liberación de metano. En el país existe una única mina subterránea, que produce carbón sub-bituminoso. El resto de la demanda es cubierta con carbón de importación. Estas emisiones son de poca importancia.

### **Emisiones fugitivas de los sistemas de gas y petróleo**

El metano es el principal componente del gas natural. Las emisiones fugitivas ocurren a lo largo del proceso de producción, procesamiento, transporte y distribución del gas natural. Dado que el gas natural se encuentra en conjunto con los reservorios petroleros, los procesos que envuelven a éste también producen pérdidas. El aumento de la actividad económica entre 1990 y 1997 provocó un aumento en las actividades de gas y petróleo lo que hizo que aumentaran las emisiones fugitivas. Por otra parte, para 1997 se dispuso de una mejor información, lo que contribuye a incrementar las diferencias con los años anteriores.

## Procesos Industriales

### **Petroquímica**

En el país se fabrican poco más de 60 productos petroquímicos. En este estudio se analizan las emisiones de solamente 22 productos, los cuales han sido seleccionados en base a su nivel de producción y a la disponibilidad de datos que permitiesen estimar las emisiones. Algunos pocos procesos emiten CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO y SO<sub>2</sub> en pequeñas cantidades. Las emisiones de dióxido de carbono son importantes debido al uso de combustibles en los procesos industriales. De todos modos, resulta más exacto contabilizar las emisiones por el uso de combustible en el sector energético por lo que así se hace en este inventario.

## Agricultura y Ganadería

El sector agropecuario contribuye con el 65% de las emisiones de metano, siendo la principal fuente la fermentación entérica del ganado, mayormente el bovino. Otras fuentes menos importantes son el cultivo del arroz y la quema de residuos agrícolas.

### Fermentación entérica del ganado

El proceso de digestión animal libera metano producido por los microorganismos que habitan el aparato digestivo. Los rumiantes poseen un aparato digestivo, en el cual el rumen es una fuente importante de metano. El ganado bovino produce el 95% de las emisiones.

### Manejo del estiércol

El almacenamiento del estiércol promueve las emisiones de metano a través de la fermentación en anaerobiosis, en particular los sistemas líquidos. En Argentina sólo tiene alguna relevancia en el manejo del ganado porcino.

### Cultivo del arroz

El cultivo del arroz inundado produce condiciones anaeróbicas que liberan metano a la atmósfera. Es una fuente de emisión menor.

### Quema de residuos agrícolas

Algunos residuos de cosecha, especialmente aquellos en que la relación entre C y N es alta ( $C/N > 80$ ) son de difícil descomposición, por lo cual existe la práctica de quemarlos. Otros cultivos, como la caña de azúcar son quemados antes de la cosecha manual. Estas prácticas se encuentran en regresión y son fuentes menores de emisiones.

## Cambio en el uso del suelo y forestación

Las actividades que conllevan la quema de residuos tanto de cultivos como de bosques o residuos forestales in situ, produce emisiones de metano por combustión incompleta, pero no son de importancia.

## Emisiones de Óxido Nitroso

Si bien las emisiones de  $N_2O$  son bastante menores que las del dióxido de carbono y del metano, su potencial de calentamiento global es 310 veces mayor que el del  $CO_2$ . Ello lleva a que su equivalencia en MTCE lo haga participar en el 22% de las emisiones totales. Los sectores que contribuyen con emisiones de  $N_2O$  son la quema de combustibles fósiles en motores de combustión interna, las prácticas agropecuarias, la producción de ácido nítrico y las aguas cloacales. El 95% proviene de las prácticas agropecuarias, distribuyéndose el resto en las otras fuentes.

## Quema de combustibles fósiles en motores de combustión interna

El  $N_2O$  se produce en la reacción entre el N y el O en el momento de la combustión. Se produce tanto en los motores fijos como en los móviles y el volumen de las emisiones está vinculado con aspectos tecnológicos. La emisión por este proceso fue relativamente pequeña, 0,47 MTCE.

## Producción de ácido nítrico

En la Argentina existe una única planta que produce ácido nítrico ( $HNO_3$ ) a partir de la oxidación parcial de amoníaco. Durante la reacción química, y debido a las altas temperaturas, se forman como subproductos  $N_2O$  y  $NO_x$ , los cuales son eliminados del gas de proceso por venteo del reactor a la atmósfera.

## Prácticas agropecuarias

El óxido de nitrógeno es producido en los suelos a través de los procesos microbianos de nitrificación y de desnitrificación. Las actividades agrícolas pueden añadir nitrógeno a los suelos, aumentando de este modo la cantidad de nitrógeno disponible para los procesos de nitrificación y de desnitrificación. Las actividades agrícolas pueden añadir nitrógeno a los suelos tanto en forma directa como indirecta. Las adiciones directas tienen lugar a través de varias prácticas agrícolas (aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos, esparcido de estiércol de ganado, producción de cultivos fijadores de nitrógeno, incorporación de residuos de cultivos, y cultivo de suelos orgánicos llamados Histosoles), y a través del pastoreo de animales (deposición directa de orina y estiércol animal sobre los pastizales, pasturas y verdes por los animales en pastoreo directo). Las adiciones indirectas tienen lugar a través de dos mecanismos: 1) volatilización del nitrógeno aplicado (fertilizante y estiércol de ganado), y subsecuente deposición atmosférica como óxido de nitrógeno; 2) escurrimiento superficial y lixiviación del nitrógeno aplicado. El total de las emisiones de óxido nítrico equivale a 15,8 MTCE.

## Aguas cloacales

El tratamiento de los desechos humanos en las aguas cloacales produce emisiones de  $N_2O$  por descomposición anaeróbica de los mismos. Las emisiones son función de la ingesta proteica de la población. Las emisiones de este sector son relativamente muy pequeñas.

## Emisiones de HFC y PFC

Se supone que el uso de HFC y PFC ha aumentado en los últimos años como reemplazantes de las sustancias agotadoras de la capa de ozono. Esta tendencia irá en aumento en los próximos años por la vigencia del Protocolo de Montreal.

Otras fuentes emisoras son algunos procesos industriales, tales como la siderurgia del aluminio que emite  $\text{CF}_4$  y  $\text{C}_2\text{F}_6$  (PFC). Las emisiones se mantienen estables. La utilización de  $\text{SF}_6$  en la transmisión eléctrica produce emisiones fugitivas de este gas, que son de poca relevancia.

## Emisiones de Precursores del Ozono

El CO es emitido por la combustión incompleta de diversos combustibles, los  $\text{NO}_x$  (NO y  $\text{NO}_2$ ) son producidos por combustión en las cuales hay contacto con el aire, los COVDM (etano, propano y butano) son emitidos por el sector transporte y algunos procesos industriales y el  $\text{SO}_2$  proviene de la destilación del petróleo y de ciertos procesos industriales.

# 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se informan las estimaciones de las emisiones y sumideros antropogénicos de gases de efecto invernadero de la República Argentina para el año 1997, junto con una revisión de las correspondientes a los años 1990 y 1994.

Argentina ha ratificado la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). El objetivo de la Convención es: “lograr... la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que pueda prevenir interferencias antropogénicas peligrosas para el sistema climático”. Las partes de la Convención se comprometen a desarrollar y actualizar en forma periódica inventarios de las emisiones y remociones antropogénicas de todos los gases de efecto invernadero, usando metodologías comparables. El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) aprobó en su Duodécima Sesión, realizada en Ciudad de México, entre el 11 y el 13 de septiembre de 1997, las "Pautas del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, revisión 1996", que permiten asegurar que los inventarios presentados a la UNFCCC sean consistentes y comparables entre países. La información presentada en este Inventario fue tratada según esta metodología excepto en aquellos casos en los que se lo hace notar especialmente.

## El Cambio Climático

Los procesos naturales, tales como las variaciones de la irradiación solar y sus variaciones, los cambios en los parámetros orbitales de la Tierra y la actividad volcánica pueden producir variaciones en el clima. El sistema climático puede ser influido también por cambios en las concentraciones de algunos de los gases de la atmósfera, que afectan el balance de la radiación de la Tierra. La Tierra absorbe y refleja la radiación solar y emite radiación terrestre de onda larga hacia el espacio. En promedio, la radiación absorbida está balanceada con la radiación saliente hacia el espacio. Una parte de la radiación terrestre es absorbida por los gases de la atmósfera, creando lo que es conocido como “efecto invernadero”. Sin este efecto, la temperatura promedio de la superficie terrestre sería 34° C inferior (IPCC 1996).

La actividad humana, al modificar la concentración de estos gases, puede alterar las condiciones del equilibrio radiactivo, dando lugar a un cambio climático que, por la naturaleza del propio sistema climático del planeta, podría ser irreversible.

## El Efecto Invernadero

La mayor parte de la atmósfera terrestre esta compuesta por nitrógeno y oxígeno. Sin embargo, ninguno de estos gases juega un papel de significación en el efecto invernadero, pues ambos son prácticamente transparentes a la radiación terrestre. Los gases que absorben la radiación terrestre constituyen un pequeño porcentaje de la masa de la atmósfera y por lo tanto, con excepción del vapor de agua, sus concentraciones son más susceptibles de ser modificadas por el accionar humano.

Algunos de los gases de efecto invernadero (GEIs) se encuentran naturalmente en la atmósfera, tales como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el ozono (O<sub>3</sub>). Existen evidencias de que la actividad humana ha afectado las concentraciones globales de estos gases. Otros gases de efec-

to invernadero, principalmente los halogenados que contienen cloruros, fluoruros o bromuros fueron, en cambio, introducidos por la actividad humana, tales como los CFC, HCFC, HFC, PFC y SF<sub>6</sub> (hexafluoruro de azufre).

Finalmente, otros gases, si bien no actúan en forma directa como GEIs, tienen influencia en la formación y destrucción del ozono. Estos gases, conocidos como precursores del ozono, incluyen al monóxido de carbono (CO), los óxidos del nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM).

## Gases de Efecto Invernadero

El vapor de agua es el más abundante e importante de los gases de efecto invernadero. Sin embargo, su concentración en la atmósfera está condicionada por la estructura térmica de ésta, que determina tanto los procesos de remoción, esto es, congelación y condensación, como de incorporación, evaporación. De esta forma, las actividades humanas sólo pueden modificar su concentración en forma indirecta, por el aumento de la temperatura producido por otros GEIs, pero no como resultado de sus emisiones directas. Por lo tanto no se lo tiene en cuenta en los inventarios nacionales.

El dióxido de carbono se encuentra tanto en la atmósfera como en los océanos, la biomasa terrestre y marina y los suelos. La concentración del dióxido de carbono en la atmósfera se encuentra en ascenso y supera las 360 ppm en volumen, con un incremento del 28% respecto de la era preindustrial. Las fuentes principales de dióxido de carbono son la combustión de hidrocarburos, los desbosques, y algunos procesos no energéticos, tales como la fabricación de cemento.

Las principales fuentes de emisión de metano son la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, la producción y distribución del petróleo y el gas natural, y la minería y postminería del carbón. La concentración actual de metano es superior a 1,7 ppm en volumen, con un incremento del 145% respecto de la era preindustrial.

Las fuentes de emisión de óxido nitroso incluyen las prácticas agrícolas, el uso de combustibles fósiles, especialmente en las fuentes móviles. La concentración atmosférica es de 0,28 ppm en volumen, un 13% superior a la de la era preindustrial.

El ozono se encuentra tanto en la estratósfera como en la tropósfera y actúa como filtro de la radiación ultravioleta en la estratósfera. En la tropósfera actúa como gas de efecto invernadero, interactuando químicamente con otros gases de efecto invernadero. Su concentración espacial y temporal es variable y no se lo tiene en cuenta en los inventarios nacionales.

Los halocarbonos CFC y HCFC son sustancias sintéticas que tienen capacidad de reducir la capa de ozono y su acción es contemplada por el Protocolo de Montreal. Asimismo, los CFC y HCFC son sustancias con alto potencial de calentamiento. Los HFC, PFC y el SF<sub>6</sub>, son gases de efecto invernadero de alto poder de calentamiento. Los HFC son utilizados en la industria como reemplazantes de los CFC. Los PFC y SF<sub>6</sub> son emitidos en diversos procesos industriales y son productos con larga vida en la atmósfera y capacidad de aumentar su concentración por acumulación irreversible.

El monóxido de carbono, tiene un efecto indirecto, ya que interactúa en la química de la atmósfera elevando las concentraciones del ozono troposférico y del metano. Se produce en la combustión incompleta de los combustibles. Su vida en la atmósfera es corta y su concentración espacial y temporal es variable.

Los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) tienen un efecto indirecto al favorecer la formación de ozono en la tropósfera. Se originan en la actividad microbiana del suelo, la quema de biomasa y la quema de combustibles fósiles. Las concentraciones de NO<sub>x</sub> son variables tanto en el espacio como en el tiempo.

Los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) comprenden básicamente al etano, propano y butano. Participan en la formación de ozono troposférico y son emitidos fundamentalmente por el transporte y los procesos industriales.

## Potencial de Calentamiento Global

Los gases de efecto invernadero tienen diferente capacidad de calentamiento global, basada en su impacto radiativo y su duración en la atmósfera. El gas de referencia tomado como unidad es el CO<sub>2</sub> y el potencial de calentamiento global se expresa en millones de toneladas de carbono equivalente (MTCE). Dado que el dióxido de carbono contiene una fracción de 12/44 de carbono en su peso, los teragramos (Tg) de un gas deben ser convertidos según la siguiente fórmula:

$$\text{MTCE} = \text{Tg de gas} \times \text{PCG} \times 12/44$$

Dónde

MTCE = millones de toneladas de carbono equivalente

PCG = potencial de calentamiento global de un gas

En la Tabla 1.1 se detallan los potenciales de calentamiento de los distintos gases de efecto invernadero.

**Tabla 1.1**

<i>Gas</i>	<i>Potencial de calentamiento</i>
Dióxido de carbono	1
Metano	21
Oxido nitroso	310
HFC-23	11700
HFC-125	2800
HFC-134 a	1300
HFC-143 a	3800
HFC-152 a	140
HFC-227ea	2900
HFC-236-fa	6300
HFC-4310mee	1300
CF <sub>4</sub>	6500
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9200
C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7000
C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	7400
SF <sub>6</sub>	23900

Fuente: IPCC 1996, en un horizonte de 100 años.

Como se puede apreciar, no se incluyen aquellos gases de efecto invernadero que actúan indirectamente o cuyas concentraciones presentan variaciones espaciales y temporales.

## Estructura del Informe

Este inventario de GEIs está estructurado en siete capítulos. La presente introducción, cinco capítulos correspondientes a las emisiones de GEIs de actividades humanas y el capítulo siete, en el que se hace una revisión de las emisiones informadas en la Primera Comunicación Nacional para los años 1990 y 1994.

Los capítulos dedicados a las emisiones de las actividades humanas son:

**Energía.** Incluye las emisiones por combustión desde fuentes fijas y móviles y las emisiones fugitivas.

**Procesos Industriales.** Informa las emisiones por procesos industriales que no son producto directo de la quema de combustibles o de actividades energéticas. No incluye las emisiones de óxido nítrico y metano en los residuos líquidos industriales que se informan en el capítulo de residuos.

**Agricultura y Ganadería.** Abarca las emisiones resultantes de las actividades del sector, excepto la resultante de la quema de combustibles y de biomasa para uso energético.

**Cambio de uso del Suelo y Silvicultura.** Incluye la emisión y el secuestro de GEIs por la actividad forestal y por el cambio de uso del suelo; esto último, en la región pampeana que es la de mayor movilidad en este sentido

**Residuos.** Informa sobre las emisiones por el manejo de residuos.

En cada capítulo se incluyen los resultados sectoriales, la metodología utilizada, las fuentes de datos utilizadas y comentarios de incertidumbre acerca de las estimaciones obtenidas.

En las tablas las sumas parciales pueden no coincidir debido al redondeo independiente. Los valores que se informan con cero tienen una cifra significativa en el próximo decimal. Los valores aún más pequeños se indican con el símbolo (+).

# Capítulos Sectoriales

---

## 2. ENERGÍA

Las actividades relacionadas con la energía fueron la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero en Argentina en el año 1997, representando alrededor de la mitad del total de las emisiones. Las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O, básicamente comprenden aquellas provenientes de la quema de combustibles fósiles, tanto de las de fuentes fijas como de las móviles. Otras actividades relacionadas con la generación de energía, tales como la producción, transmisión y distribución de hidrocarburos, especialmente de gas natural, son una importante fuente de emisiones de CH<sub>4</sub>. También se emiten, como consecuencia de estas actividades, cantidades menos significativas de CO, COVDM y NO<sub>x</sub>. La combustión de biomasa y de sus combustibles derivados es emisora de gases de efecto invernadero, si bien estas no se contabilizan en este Capítulo, dado que provienen de la captura de CO<sub>2</sub> atmosférico.

**Tabla 2.1.** Emisiones de gases de efecto invernadero, año 1997  
(En Gg)

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Quema de combustibles fósiles	118854	36	5	694	736	367	
Emisiones fugitivas	4390	678		4	540	39	44
Combustión de biomasa	10884*	2	0	9	288	23	
Bunkers *	2360			1	1	1	
Carbono almacenado *	(3240)						
<b>Total</b>	<b>123244</b>	<b>718</b>	<b>6</b>	<b>707</b>	<b>1564</b>	<b>429</b>	

\* Estas cifras se incluyen a título informativo ya que no contribuyen al total de emisiones.

Se registró un incremento de las emisiones entre 1990 y 1997, debido al aumento de la actividad económica de la Argentina. Durante este período, el PBI aumentó aproximadamente el 51%, con un crecimiento promedio anual del 7,3%. Este incremento de la actividad económica produjo un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector energético, pero de mucha menor proporción.

Las emisiones provienen casi por partes iguales de la combustión del petróleo y el gas y en pequeña medida del carbón. Por sectores de actividad económica la mayor parte de las emisiones proviene del sector transporte, seguida por el de generación eléctrica. En la Figura 2.1 se presentan los consumos según fuente:

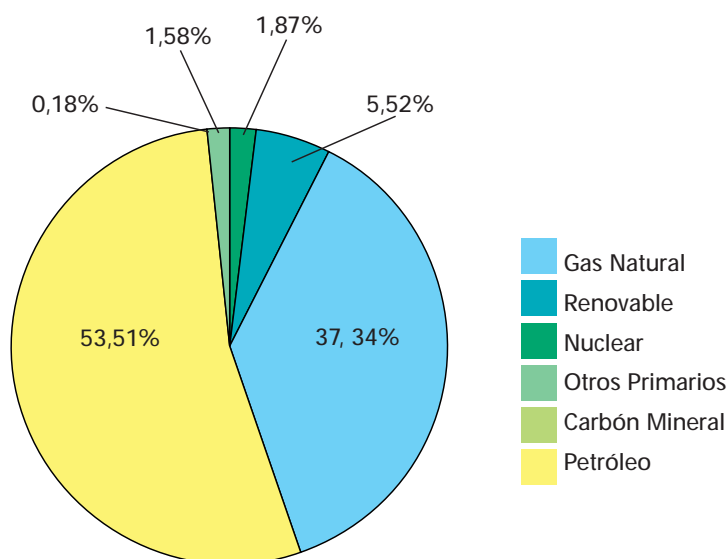


Figura 2.1. Consumos según fuente (en %)

## Emisiones provenientes de la quema de combustibles

### Método de referencia (IPCC)

A partir del Método de Referencia, las emisiones totales del CO<sub>2</sub> del sector energía en 1997, alcanzan los 131,18 millones de Ton. Cabe recordar que esta metodología de cálculo no incluye las emisiones fugitivas ni las provenientes de la combustión de leña y biomasa. Por otra parte, al ser un método agregado y del tipo “Top-Down”, las emisiones se calculan a partir del consumo aparente de energía primaria, utilizando, por ende, coeficientes de emisiones específicas para el petróleo, gas natural y carbón mineral.

### Método sectorial (IPCC)

Para efectuar el cálculo de las emisiones del sector energía con el Método Sectorial, en primer lugar, se realizó el cierre de la información energética proveniente del Balance Energético Nacional, junto con información secundaria provista por la Secretaría de Energía.

Esta información energética se desagregó en los siguientes sectores de consumo: Industrias de la Energía (incluye generación de energía eléctrica y consumo propio del sector energético), Sector Industrial y Construcciones, Sector Transporte, Sector Comercial e Institucional, Sector Residencial y Sector Agropecuario.

La Tabla 2.2 consigna las fuentes potenciales de emisiones de CO<sub>2</sub>. Las emisiones provenientes de la combustión de la biomasa no se incorporan al total de emisiones nacionales, por considerarse que no contribuyen en forma neta a las emisiones, debido a su carácter renovable. Tampoco contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub> el carbono almacenado en productos no energéticos, como el bitumen, las naftas, solventes, grasas, etc.

Las emisiones de combustibles bunker, si bien contribuyen en forma efectiva a las emisiones netas, están asociadas al transporte internacional y por ende se contabilizan en forma separada del total nacional.

Tabla 2.2 Emisiones totales del sector Energía

	Emisiones (Gg) 1997
<b>Emisiones CO<sub>2</sub></b>	<b>123244</b>
Quema de Combustibles Fósiles	118854
Emisiones Fugitivas	4390
Quema de Biomasa*	10884
Bunker*	2360
Carbono almacenado (no energético)*	3240

\* Estas cifras se incluyen a título informativo, ya que metodológicamente se considera que no contribuyen al total de emisiones nacionales.

## Emisiones de la quema de combustibles fósiles

En la Tabla 2.3 se presentan las emisiones originadas en la quema de combustibles fósiles, por tipo de combustible y sector usuario final.

Tabla 2.3. Emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles por combustible y sector usuario final 1997

	Gg	MTCE
<b>Gas Natural</b>	<b>58.238</b>	<b>15,9</b>
Industrias de la Energía	27.654	7,5
Industria	13.535	3,7
Transporte	2.459	0,7
Comercial y Público	3.212	0,9
Residencial	11.378	3,1
Agropecuario	+	+
<b>Petróleo</b>	<b>56.712</b>	<b>15,4</b>
Industrias de la Energía	5.877	1,7
Industria	2.008	0,6
Transporte	37.205	10,1
Comercial y Público	438	0,1
Residencial	3.199	0,9
Agropecuario	7.990	2,2
<b>Carbón</b>	<b>3.904</b>	<b>1,1</b>
Industrias de la Energía	2.444	0,7
Industria	1.460	0,4
Transporte	+	+
Comercial y Público	+	+
Residencial	+	+
Agropecuario	+	+

+ emisiones menores a 0,01 Gg.

## Emisiones de otros gases de efecto invernadero (excepto CO<sub>2</sub>)

La combustión incompleta de los distintos combustibles puede producir otros gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>. Entre estos, se destaca la producción de metano, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano en la combustión de biomasa (exceptuadas las emisiones fugitivas) y la producción de óxido nitroso y otros óxidos del nitrógeno a partir de la combustión del gas natural. Se utilizaron los coeficientes de emisión del IPCC, corregidos por el poder calórico inferior de los combustibles nacionales.

**Tabla 2.4.** Emisiones de gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>, año 1997 (en Gg)

	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Total	36	5	663	737	369
Petróleo y derivados	7	3	559	688	364
Gas natural	28	2	102	49	5
Carbón	0	0	3	0	0

Nota: las sumas pueden no coincidir debido al redondeo independiente.

## Comparación entre los resultados de los métodos de referencia y sectorial

En la tabla siguiente se comparan las emisiones totales de CO<sub>2</sub> por tipo de fuente y uso energético entre los métodos de referencia y sectorial.

**Tabla 2.5.** Emisiones de CO<sub>2</sub> del Sector Energía, sin incluir las Fugitivas Método de Referencia y Método Sectorial Año 1997 en Gg

	CO <sub>2</sub> Método de Referencia	Estructura %	CO <sub>2</sub> Método Sectorial	Estructura %	Diferencia (Ref-Sect)/ Referencia
Industrias de la Energía			35.975	30,3%	
Industria			17.003	14,3%	
Transporte			39.664	33,4%	
Comercial			3.650	3,1%	
Residencial			14.577	12,3%	
Agropecuario			7.985	6,7%	
<b>Total</b>	<b>127.494</b>		<b>118.854</b>		<b>7,2%</b>

En la tabla anterior, se observa que el Método de Referencia sobrestima las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 7,2% por encima de las emisiones obtenidas con el Método Sectorial. Esta diferencia se explica, principalmente, por el mayor grado de desagregación que existe en el último método, con lo que se logra mayor especificidad al momento de calcular las emisiones de cada combustible en su respectivo uso.

En el caso particular del Petróleo y sus derivados, las emisiones de gasolina se calculan sobre el consumo real, y no sobre la parte de petróleo que luego sería transformada en gasolina, más o menos un diferencial en función del comercio exterior de dicho derivado, y, además, las emisiones de CO<sub>2</sub> se calculan con un coeficiente de 18,9 Ton C/TJ, en el caso de gasolina, en el Método Sectorial, en lugar del coeficiente de 20 Ton

C/TJ, utilizado en el Método de Referencia. Esta diferencia de coeficientes de emisiones específicas redundó en una disminución de las emisiones con el Método Sectorial de 905 Gg de CO<sub>2</sub>.

Esta situación también se observó en el caso del diesel-oil con 318 Gg de CO<sub>2</sub>, cuantificados de menos en el Método Sectorial y en el GLP con 598 Gg de CO<sub>2</sub>. En el caso del fuel-oil la situación es inversa, ya que el coeficiente de emisión específica de este derivado es 21,2 Ton C/TJ, con lo cual, en el Método Sectorial, las emisiones de este derivado fueron mayores a las obtenidas con el Método de Referencia, en 294 Gg de CO<sub>2</sub>.

En el Método Sectorial, el coque de petróleo no se consideró como combustible, ya que la industria lo utiliza principalmente como materia prima de no energéticos. Por su parte, el Método de Referencia considera el consumo aparente de petróleo y lo multiplica por un coeficiente de emisión específica, con lo cual la parte de petróleo que se convierte en coque de petróleo aparece emitiendo. En conclusión, el Método de Referencia computa emisiones de 3170 Gg de CO<sub>2</sub> por el coque de petróleo, que el Método Sectorial no considera en el sector energético.

Además, el Método Sectorial no tiene en cuenta las emisiones de los no energéticos. Las emisiones de los no energéticos, que deberían sumarse a las obtenidas con el Método Sectorial, serían de 1374 de CO<sub>2</sub>.

Por último, en el Método de Referencia, el bunker de combustible jet no fue contabilizado como tal, mientras que en el Método Sectorial se computó el valor neto de dichas emisiones; por lo tanto, si se quisiera aproximar el resultado del Método Sectorial al del Método de Referencia, se deberían sumar a las emisiones calculadas con el primer método, unos 2360 Gg de CO<sub>2</sub>.

En conclusión, si a las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del Petróleo y sus derivados, calculadas con el Método Sectorial, le sumamos las diferencias de las emisiones en función de los diferentes coeficientes de emisiones específicas, las emisiones no contabilizadas de los no energéticos, las del coque de petróleo, las emisiones del bunker del combustible jet y le restamos las emisiones del fuel-oil, queda un valor de emisiones del Método Sectorial, que representa el 98,5% de las emisiones del Método de Referencia, el 1,5% restante se explica por cambios de los coeficientes de emisiones específicas en los demás derivados.

En el caso del gas natural, la diferencia entre las emisiones calculadas con el Método Sectorial y el Método de Referencia es del orden de 320 Gg de CO<sub>2</sub>. Esta escasa diferencia (0,5%) entre ambos métodos se debe a que en ambos se está utilizando el mismo coeficiente de emisión específica y la información de base del consumo no varía substantivamente entre ambos métodos.

Una situación diferente se observa en el caso del carbón mineral, ya que contrariamente al petróleo y sus derivados y al gas natural, las emisiones calculadas con el Método Sectorial para el carbón mineral son mayores a las obtenidas con el Método de Referencia. La diferencia de 626 Gg de CO<sub>2</sub> entre las emisiones calculadas con ambos métodos se debe a que en el Método de Referencia el consumo aparente de carbón mineral se multiplica por su respectivo coeficiente de emisión específica 26,56 Ton C/TJ y de esta manera se calculan las emisiones de este producto. Así, se considera que todo el carbón mineral ha tenido un uso energético. Por su parte, en el Método Sectorial las emisiones de carbón mineral se obtienen como la suma de las emisiones de carbón mineral utilizado como combustible (ej.: generación de energía eléctrica), más las emisiones del gas de coquería y del gas de alto horno. En este sentido es interesante destacar que, si bien el gas de coquería posee un coeficiente de emisión específica menor al del carbón mineral (15,3 Ton C/TJ), el gas de alto horno tiene un coeficiente de emisión específica significativamente mayor (53,2 Ton C/TJ). Esto último hace que las emisiones, calculadas con el Método Sectorial, fueran superiores a las obtenidas con el Método de Referencia, a pesar de que en este último método se consideró un consumo energético mayor que en el Método Sectorial.

Como el Método Sectorial permite una apertura mayor en cuanto al origen de las emisiones, según las fuentes energéticas que las produjeron en todo lo que sigue de este capítulo se trabaja con este método.

## Emisiones a partir de la combustión de biomasa

La combustión de biomasa no produce emisiones netas de CO<sub>2</sub>, ya que se parte del supuesto que dicho CO<sub>2</sub> ha sido previamente secuestrado de la atmósfera y en algún momento, luego de su liberación, volverá a serlo cerrando de esta manera un ciclo propio. Para el cálculo de las emisiones se partió de las cifras del BEN, utilizando los coeficientes de emisión del IPCC.

**Tabla 2.6.** Emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de la combustión de biomasa (en Gg)

Sector\ año	1990	1994	1997
<b>Total</b>	<b>5712,8</b>	<b>8986,0</b>	<b>10884,2</b>
Industrias de la Energía	485,7	341,8	449,7
Industria	4879,7	7034,0	8846,5
Transporte			
Comercial y Público			
Residencial	347,3	1493,2	1313,6
Agropecuario	nd	116,9	274,4

La combustión de biomasa puede producir otros gases de efecto invernadero, distintos al CO<sub>2</sub>, que deben contabilizarse en el inventario y son informados en la Tabla 2.7

**Tabla 2.7.** Emisiones de gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>, año 1997 (en Gg)

	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>288</b>	<b>23</b>
Leña	1	0	2	99	21
Carbón vegetal	0	0	0	47	1
Otras biomasa	1	0	7	142	1

## Sectores generadores de emisiones

Se consideran seis sectores generadores de emisiones de GEIs, los cuales a su vez pueden agruparse en dos grandes fuentes: 1) estacionarias, que incluye, a su vez, los sectores de Industrias de la Energía (generación eléctrica), Industria, Consumo Comercial y Público y Consumo Residencial; y 2) móviles, con los sectores de Transporte y Agricultura y Silvicultura.

### Sector de Industrias de la Energía

Este sector incluye el consumo energético y las emisiones provenientes de la generación eléctrica de servicio público, la autoproducción y el consumo propio del resto de las industrias de la energía como ser refinerías, centros de tratamiento de gas, entre los principales.

El grueso de la generación eléctrica en el país proviene de la combustión de gas natural, habiéndose adoptado en los últimos años tecnologías de ciclo combinado, sobreviviendo algunas pocas usinas que pueden alternar el uso de gas natural con derivados del petróleo. Sólo una usina utiliza carbón mineral, parte del cual debe ser importado, ya que el país cuenta con una sola mina. En el subsector de autogeneración se consume parte de combustibles orgánicos.

### Sector Industria

Se consideran las emisiones por consumo de combustibles fósiles, tanto por el consumo energético de las plantas industriales como por el consumo de combustibles fósiles en el proceso industrial. La mayor parte de este consumo es de gas natural, con una proporción menor de petróleo y sus derivados y algo de carbón mineral.

### Sector Comercial y Público

Incluye todas aquellas actividades que se vinculan con el comercio y el uso de la energía en el sector institucional, por ejemplo: hospitales, escuelas, oficinas públicas, entre otros. El grueso de las emisiones proviene de la combustión de gas natural y en menor medida del petróleo y sus derivados.

### Sector Residencial

Abarca los consumos energéticos registrados a nivel del sector residencial, ya sea urbano como rural. La mayor parte de las emisiones proviene de la combustión de gas natural, en menor medida de los derivados del petróleo y de biomasa.

### Sector Transporte

Las emisiones producidas por los vehículos, tanto de transporte de pasajeros como de carga en todas sus modalidades (carretero, ferroviario, aéreo, marítimo y fluvial), en su mayor parte provienen de la combustión de derivados de petróleo, con una participación menor pero creciente de gas natural.

### Sector Agricultura y Silvicultura

Toma en cuenta las emisiones provenientes de las máquinas agrícolas en general, tanto fijas (secadoras, bombas) como móviles (tractores, cosechadoras, fumigadoras).

## Emisiones de fuentes estacionarias

Agrupar el 95,8% de las emisiones provenientes de la combustión de gas natural, el 20,2% de las producidas por los derivados del petróleo y el 100% de las provenientes del carbón mineral. Estas emisiones suman un total de 72,30 Tg de CO<sub>2</sub>, lo que representa un **60%** del total de **118,96 Tg** de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles.

## Metodología

Se utilizó el Método Sectorial de la metodología del IPCC, habiéndose desarrollado las siguientes etapas:

- a. Determinación del consumo de los diferentes combustibles, desagregados como primarios y secundarios y por sector final de uso. Se determinaron los consumos a partir del BEN, confeccionado para cada año por la Secretaría de Energía.
- b. Determinación de los coeficientes de emisión, ajustando los valores por defecto del IPCC por el valor calórico inferior de los combustibles del mercado nacional. Los coeficientes de emisión se detallan en el Anexo B.
- c. Ajuste del carbono emitido por sustracción del carbono almacenado en usos no energéticos de los combustibles, del carbono que no se oxida durante la combustión y del carbono almacenado en bunkers.

## Fuentes de Datos

Los consumos de combustibles, los valores calóricos y el porcentaje de carbono secuestrado fueron tomados del BEN, que es una publicación de la Secretaría de Energía (<http://energia.mecon.ar>).

## Resultados

### Industrias de la Energía

Este sector incluye el consumo energético y las emisiones provenientes de la generación eléctrica de servicio público, la autoproducción y el consumo propio del resto de las industrias de la energía como ser refinerías, centros de tratamiento de gas, entre los principales.

Tabla 2.8. Año 1997

	Consumo (TJ)	Emisiones (Gg)					
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Petróleo y Derivados	78739	5877	0,056	0,84	10,47	1,09	0,16
Gas Natural	517850	27654	0,053	1,07	56,90	9,83	0,37
Carbón Mineral	20344	2444	0,007	0,01	2,70	0,17	0,12
Leña	1507		0,027	0,00	0,17	2,22	0,01
Carbón Vegetal	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras biomosas	2679		0,048	0,01	0,24	4,57	0,02
<b>Total</b>	<b>621118,7</b>	<b>35974,81</b>	<b>0,192</b>	<b>1,93</b>	<b>70,47</b>	<b>17,88</b>	<b>0,69</b>

Las emisiones de CO<sub>2</sub> están asociadas principalmente con la combustión de gas natural (~77%), y en menor medida de derivados del petróleo (~16%).

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, correspondientes a la combustión de biomasa, ascienden a 450 Gg, o sea alrededor del 12% de las emisiones asociadas con la quema de combustibles fósiles, aunque éstas no se contabilizan, porque se contabilizan en el rubro forestal.

En este sector, responsable del 30,3% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energía, sin incluir las fugitivas; la generación de electricidad en el servicio público aporta el 51%. En valores absolutos, esto significa que de las 35,98 millones de Ton de CO<sub>2</sub> emitidas por el sector industrias de la energía, 18,36 millones de Ton de CO<sub>2</sub> provienen de la generación eléctrica de servicio público. Sobre el total de las 118,8 millones de Ton de CO<sub>2</sub> emitidas por el sector energético, sin incluir las fugitivas, un 15,4% provienen de la generación de electricidad en centrales de servicio público. De modo que esta fuente de emisión es la segunda en orden de importancia en cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub> se refiere, mientras el transporte es el sector más importante con una participación .

Las emisiones de CH<sub>4</sub> se reparten en forma pareja entre fuente fósiles (~61%) y biomosas (39%). Dentro de las fósiles, el petróleo y sus derivados son responsables de la mayor parte de las emisiones (29%), a pesar de un consumo de energía que es unas 6 veces inferior al del gas natural.

En las emisiones de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, y COVDM predominan las fuentes fósiles, principalmente el gas, pero también, en el caso del N<sub>2</sub>O, los derivados del petróleo. Las emisiones de CO se reparten entre fuentes fósiles (~62%, principalmente gas), y biomosas (~38%).

### Industria

Incluye todas aquellas actividades industriales no comprendidas dentro del sector Industrias de la energía.

Tabla 2.9. Año 1997

	Consumo (TJ)	Emisiones (Gg)					
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Petróleo y Derivados	26414	208	0,094	0,07	11,53	2,17	0,26
Gas Natural	253462	13535	0,355	0,51	16,35	4,08	0,41
Carbón Mineral	11595	1460	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Leña	1926		0,029	0,00	0,22	2,90	0,01
Carbón Vegetal	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras biomasas	80413		1,206	0,17	7,08	137,18	0,51
<b>Total</b>	<b>373810</b>	<b>17003</b>	<b>1,684</b>	<b>0,76</b>	<b>35,18</b>	<b>146,33</b>	<b>1,19</b>

Las emisiones están asociadas mayoritariamente con la combustión de gas natural (~80%), y en menor medida de derivados (11,8%) y carbón (8,6%)

Las emisiones por combustión de biomasas ascienden a 8.847 Gg, o sea alrededor de un 50% de las emisiones correspondiente a las fuentes fósiles. Este alto porcentaje se debe a la utilización de bagazo y otros residuos de biomasa, provenientes de procesos agroindustriales.

Dentro de este sector, se observa una importante participación del gas natural dentro de los consumos energéticos, lo que redundará en bajos coeficientes de emisión específica de CO<sub>2</sub> para el sector (58335 kg/TJ), coeficiente muy próximo al del gas natural (53670 kg/TJ).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO están asociadas principalmente con la combustión de biomasas (73% y 96% respectivamente) y en mucho menor medida del gas natural. En el caso de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> las fuentes fósiles contribuyen con alrededor del 80% y las biomasas con el 20%, pero las emisiones específicas de los derivados del petróleo frente al gas natural son mayores para NO<sub>x</sub> que para N<sub>2</sub>O. Las emisiones de COVDN se reparten entre las fuentes fósiles y las biomasas, siendo el gas natural la mayor fuente individual de emisiones.

#### Comercial e Institucional

Tabla 2.10. Año 1997

	Consumo (TJ)	Emisiones (Gg)					
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Petróleo y Derivados	6028	438	0,010	0,09	0,39	0,10	0,02
Gas Natural	60153	3212	0,072	0,12	2,77	0,55	0,14
Carbón Mineral	0	0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Leña	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Carbón Vegetal	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Otras biomasas	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>66181</b>	<b>3650</b>	<b>0,082</b>	<b>0,21</b>	<b>3,15</b>	<b>0,65</b>	<b>0,16</b>

Las emisiones están asociadas principalmente con la combustión de gas natural (~88%) por su uso preponderante en este sector.

Al igual que en el caso del CO<sub>2</sub>, el rol preponderante que tiene el gas natural dentro de la estructura energética del sector, lo ubica a este energético como el principal responsable de las emisiones de gases distintos del CO<sub>2</sub>. En el caso de N<sub>2</sub>O cobran importancia relativa las emisiones asociadas con la combustión de derivados del petróleo (DO, FO, y GLP).

Residencial

Tabla 2.11. Año 1997

	Consumo (TJ)	Emisiones (Gg)					
		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM
Petróleo y Derivados	51530	3199	0,124	0,62	2,63	0,67	0,15
Gas Natural	213067	11378	0,192	0,43	9,06	2,00	0,51
Carbón Mineral	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
Leña	7660		0,567	0,12	1,21	93,97	21,38
Carbón Vegetal	6112		0,000	0,07	0,31	47,16	0,90
Otras biomásas	0		0,000	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>278369</b>	<b>14578</b>	<b>0,882</b>	<b>1,24</b>	<b>13,20</b>	<b>143,80</b>	<b>22,94</b>

En este caso, las emisiones asociadas a la combustión del gas natural son mayoritarias (78%), seguidas por las de los derivados del petróleo (22%). Las biomásas representan un 9% de las emisiones de las fuentes fósiles.

Las emisiones de CO y COVDM están relacionadas principalmente con la combustión incompleta de la leña y el carbón vegetal (>97%). En el caso del CH<sub>4</sub>, la leña también es la principal fuente de emisiones (~64%), pero el gas natural y los derivados del petróleo también tienen su importancia (22% y 14% respectivamente). Para el N<sub>2</sub>O y el NO<sub>x</sub>, las fuentes fósiles cobran preponderancia (>80%) frente a las biomásas, siendo los derivados la principal fuente en el caso de N<sub>2</sub>O (50%) y el gas natural en el caso del NO<sub>x</sub> (~69%).

## Incertidumbres

La metodología del IPCC plantea para el CO<sub>2</sub> un alto grado de desagregación en los consumos energéticos, ya sea tanto en el nivel de la fuente energética como en el de su uso, lo que posibilita trabajar con coeficientes de emisión específica bastantes desagregados. En el caso de gases distintos del CO<sub>2</sub>, no se cuenta con una desagregación equivalente, ya que la metodología plantea que se deben agregar en el nivel de las fuentes: carbón, gas natural, petróleo, leña, carbón vegetal y otras biomásas y sus residuos, todos los energéticos consumidos. Este proceso conduce a subestimaciones o sobrestimaciones de las emisiones dependiendo del energético analizado. Para resolver este caso particular se optó por calcular un coeficiente de emisión específica, ponderado por los consumos de cada fuente y de este modo, se obtuvo un coeficiente pesado, que no es precisamente ni el del diesel-oil ni el del fuel-oil.

El grado de incerteza que existe alrededor de los coeficientes de emisión específica adoptados es importante, ya que la información disponible no necesariamente corresponde a las condiciones tecnológicas o a las características de los combustibles utilizados en Argentina. Sólo en el caso del NO<sub>x</sub>, para carbón, gas natural y petróleo, se dispuso de información nacional, la que fue suministrada por el ENRE (Ente Nacional Regulador Eléctrico).

En tercer lugar, no se ha tenido en cuenta una posible mejora en los coeficientes de emisiones específicas, ya que los coeficientes utilizados para los inventarios de 1990, 1994 y 1997 han sido los mismos. Debido a que no se ha trabajado con las posibles mejoras temporales de los coeficientes de las emisiones específicas, la variación de las emisiones son consecuencia de un cambio en la estructura de las fuentes energéticas y de mejoras en la eficiencia energética y no reflejan las mejoras tecnológicas que se hayan efectuado para disminuir las emisiones.

Finalmente, dentro de los consumos energéticos considerados en el nivel sectorial, del balance energético nacional surge que, por ejemplo, el diesel-oil es consumido en el sector industrial, pero dentro de este consu-

mo se engloban aquellos consumos que se realizan en motores y calderas, los que poseen coeficientes de emisión específica muy diferentes (por ejemplo para el diesel-oil consumido en motores el coeficiente del NO<sub>x</sub> es de 1.647 kg/TJ y el de calderas es de 68 kg/TJ). En el presente inventario esta dificultad se resolvió estimando una estructura de consumo y la misma fue aplicada a los coeficientes.

## Resumen

En la Tabla 2.12 se detallan las emisiones totales de los gases de efecto invernadero de las fuentes fijas.

**Tabla 2.12. Emisiones por quema de combustibles fósiles por sector usuario final para fuentes fijas**

	CO <sub>2</sub> (Gg)	CH <sub>4</sub> (Gg)	N <sub>2</sub> O (Gg)	MTCE
<b>Total</b>	<b>71.205</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>19,8</b>
Industrias de la Energía	35.975	0	2	10,0
Industria	17.003	2	1	4,7
Comercial y Público	3.650	0	0	1,0
Residencial	14.577	1	1	4,1

## Emisiones de fuentes móviles

En los últimos años, el sector transporte –conjuntamente con el agropecuario y forestal– ha sido responsable de aproximadamente el 39% del consumo final de energía de la República Argentina. Virtualmente toda la energía consumida en este sector proviene de combustibles fósiles, correspondiendo la mitad de ese consumo al gas oil, un tercio a las naftas y el resto a varios combustibles, tales como el kerosene de aviación (JP1), el gas natural comprimido (GNC), el fuel–oil para navegación (IFO) y la electricidad.

Siguiendo la tendencia general del consumo energético, el consumo total de combustibles para el sector transporte ha crecido sostenidamente desde 1990 hasta 1997, pasando de 11.076 a 16.626 miles de t.e.p. (toneladas equivalentes de petróleo). Las emisiones sectoriales de CO<sub>2</sub>, por su parte, pasaron de 31.877 Gg en 1990 a 47.811 Gg en 1997, mostrando un crecimiento algo menor al del consumo de combustibles fósiles correspondiente.

La Tabla 2.13 muestra la apertura de las emisiones de CO<sub>2</sub> por actividades. En 1997, aproximadamente un 76% de las emisiones tuvo origen en el transporte carretero, un 17 % en el sector agropecuario/forestal, un 4% en la navegación, un 3 % en la aviación y el 1 % restante en el transporte por ferrocarril. Las emisiones del sector navegación aumentaron en 1997 simplemente debido a un cambio en la metodología de estimación.

**Tabla 2.13. Sector Transporte. Emisiones de CO<sub>2</sub> por Categoría de Fuente**

Categoría de Fuente	1997 Gg
Aviación Civil	1.251,8
Transporte Carretero	36.151,9
Ferrocarriles	360,7
Navegación	1.899,5
Agricultura–Silvicultura	7.985,1
<b>Total</b>	<b>47.649.0</b>

Las fuentes móviles, además de CO<sub>2</sub>, emiten otros gases de efecto invernadero, incluyendo metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDMs). Como ocurre en la combustión de las fuentes estacionarias, el N<sub>2</sub>O y los NO<sub>x</sub> están relacionados estrechamente a las características del combustible, de la mezcla aire-combustible y de las temperaturas de combustión, como así también del uso o no de equipos para el control de la contaminación. El óxido nitroso, en particular, puede formarse en los procesos de catálisis utilizados para controlar las emisiones de NO<sub>x</sub> y CO.

Las emisiones de monóxido de carbono en fuentes móviles son afectadas significativamente por la eficiencia de la combustión y la presencia de controles post-combustión. Las emisiones de monóxido de carbono son más altas cuando la mezcla aire-combustible tiene menos oxígeno que el requerido para la combustión completa. Esto ocurre sobre todo en condiciones de ralentí, baja velocidad y arranque en frío. Las emisiones de metano y COVDM de los vehículos están relacionadas con el contenido de CH<sub>4</sub> del combustible utilizado, la cantidad de hidrocarburos que pasan sin quemar a través del motor, y cualquier control post-combustión de las emisiones que se realice, tal como los conversores catalíticos.

Las emisiones de las fuentes móviles fueron estimadas para cada modo de transporte: carretero, aéreo, ferrocarriles y navegación; por tipo de combustible: motonafta, gas oil, JP1, gas natural comprimido (GNC) y fuel-oil; y por tipo de vehículo: automóviles, ómnibus y vehículos de carga (de menos o más de 4 toneladas). El transporte carretero es el responsable de la mayor parte del consumo de combustibles y, por lo tanto, de la mayoría de las emisiones de las fuentes móviles.

Las Tablas 2.14 y 2.15 proporcionan estimaciones de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de fuentes móviles para cada subsector.

**Tabla 2.14. Emisiones de CH<sub>4</sub> (en Gg)**

Subsector	1997
Aviación Civil	0,45
Transporte Carretero	32,82
Ferrocarriles	0,03
Navegación	0,18
Agricultura-Silvicultura	1,20
Total	34,71

**Tabla 2.15. Emisiones de N<sub>2</sub>O (en Gg)**

Subsector	1997
Aviación Civil	0,04
Transporte Carretero	1,12
Ferrocarriles	0,01
Navegación	0,05
Agricultura-Silvicultura	0,22
Total	1,44

Las estimaciones de emisiones de CO, NO<sub>x</sub>, y COVDM se detallan en las Tablas 2.16, 2.17 y 2.18.

**Tabla 2.16. Emisiones de CO (en Gg)**

Subsector	1997
Aviación Civil	7,85
Transporte Carretero	627,86
Ferrocarriles	3,00
Navegación	5,00
Agricultura-Silvicultura	65,34
<b>Total</b>	<b>709,05</b>

**Tabla 2.17. Emisiones de NO<sub>x</sub> (en Gg)**

Subsector	1997
Aviación Civil	3,19
Transporte Carretero	360,24
Ferrocarriles	8,86
Navegación	45,01
Agricultura-Silvicultura	163,35
<b>Total</b>	<b>580,65</b>

**Tabla 2.18. Emisiones de COVDM (en Gg)**

Subsector	1997
Aviación Civil	4,47
Transporte Carretero	334,32
Ferrocarriles	0,64
Navegación	1,30
Agricultura-Silvicultura	25,04
<b>Total</b>	<b>365,75</b>

Finalmente, en la Tabla 2.19, se resumen las emisiones para 1997, con la correspondiente apertura para los diferentes medios y combustibles.

Tabla 2.19. Resumen de Emisiones (Gg) 1997

Tipo	Medios	Combustible	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	COVDM	N <sub>2</sub> O	
Aviación Civil		Aeronafta/JP1	1.251,83	3,19	0,48	7,88	4,47	0,04	
Transporte Carretero	Transporte de Personas	Automóvil	Motonafta	11.668,78	102,05	3,40	221,11	255,12	0,17
			Gas-Oil	1.264,15	5,17	0,03	5,17	1,21	0,07
		GNC	431,40	2,94	4,87	5,56	0,70	0,00	
		Ómnibus (urbano)	Gas-Oil	1.828,94	24,94	0,15	22,45	4,99	0,07
	Ómnibus (Interurbano)	Gas-Oil	1.822,46	24,85	0,15	22,37	4,97	0,07	
	Transporte de Cargas	Menor de 4 t	Motonafta	1.381,12	14,09	0,40	167,09	28,18	0,02
			Gas-Oil	5.144,54	28,06	0,07	28,06	7,02	0,28
			GNC	2.027,18	13,80	22,88	26,15	3,27	0,00
		Mayor de 4 t	Gas-Oil	10.583,37	144,33	0,87	129,90	28,87	0,43
			Subtotal		36.151,94	360,24	32,82	627,86	334,32
Ferrocarriles			G.Oil/D.Oil	360,70	8,86	0,03	3,00	0,64	0,01
Navegación		G.Oil/D.O/F.O.	1.899,48	45,01	0,18	5,00	1,30	0,05	
Agricultura /Silvicultura	Gas Oil		7.985,10	163,35	1,20	65,34	25,04	0,22	
Total			47.649,05	580,65	34,71	709,85	365,75	1,44	

## Fuentes de datos

Los datos agregados de consumo, relevantes para los Sectores Transporte y Agropecuario del BEN para 1997 –publicado por la Secretaría de Energía, Dirección Nacional de Prospectiva, Departamento Banco de Datos– se consignan en el anexo B, como así también la estructura porcentual de dichos consumos.

## Metodología

### Transporte Aéreo

Para este caso se ha desarrollado la metodología de Nivel 2 de acuerdo al Manual del IPCC.

Paso 1: Estimación del consumo total de combustible por la aviación nacional e internacional. El consumo total de combustibles del transporte aéreo es consignado en el anexo B, en la cual se lo discrimina por tipo de combustible y clase. Esta información fue suministrada por la Secretaría de Energía.

Paso 2: Estimación del consumo de combustible para los ciclos L.T.O. para cada tipo de avión. De acuerdo al Informe Movimiento de Aeronaves, suministrado por la División Estadística de la Fuerza Aérea Argentina, se relevaron las operaciones (aterrizajes más despegues) de todos los aeropuertos de la República Argentina, por clase de vuelos, en el período enero - diciembre de 1997. A partir de esta información se determinaron los ciclos de aterrizaje y despegue (L.T.O.), según la definición dada en la metodología de cálculo del IPCC. La cantidad total de L.T.O. se detalla en el Anexo B.

De la Guía Internacional de Tráfico Aéreo (GIT) –edición marzo de 1998– se procedió a determinar el número de vuelos comerciales regulares, tanto de cabotaje como internacionales, en todos los aeropuertos argentinos, resultando de este análisis los L.T.O. totales, para todo el país, consignados en el Anexo B.

Para la determinación de los L.T.O. por tipos de máquina, de la misma fuente citada se determinaron los tipos de aeronaves utilizados por las empresas aéreas, resultando la distribución: que se especifica en la respectiva tabla del anexo B.

Comparando la cantidad de L.T.O. de los vuelos comerciales regulares con la cantidad de operaciones registradas por la Fuerza Aérea Argentina en su Informe de Movimientos de Aeronaves, se estimó la cantidad de vuelos comerciales no regulares y los vuelos oficiales. Ante la falta de información detallada sobre los tipos de aeronaves utilizados en este tipo de vuelos, se seleccionaron tipos de aeronaves consideradas representativas del total.

La estimación del consumo de combustible de los ciclos LTO para cada tipo de avión, se realizó sobre la base de la determinación de los L.T.O. por máquina, determinando el consumo de combustible para cada tipo de avión. Esos resultados se detallan en el Anexo B.

Paso 3: Estimación del consumo de combustible para las actividades de crucero para cada tipo de avión. De acuerdo a lo indicado en el Manual del IPCC, para definir el consumo de combustible atribuible a las actividades de crucero por cada tipo de avión, se le restó al total de JP1 el combustible consumido durante las operaciones del L.T.O. La distribución del consumo en crucero se estimó utilizando la misma distribución porcentual que la de las operaciones de L.T.O.

Paso 4: Estimación de las emisiones para cada gas. Las emisiones para cada gas se calcularon sobre la base de las tablas del Manual del IPCC para operaciones de L.T.O. y de Crucero, para cada tipo de aeronave.

**Tabla 2.20: Cuadro Resumen de Emisiones (En Gg.)**

		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
Cabotaje	LTO	468,74	0,48	0,02	1,07	6,11	4,29	0,1
	Crucero	783,09	0,00	0,02	2,11	1,74	0,02	0,2
Total Nacional		1251,83	0,48	0,04	3,19	7,88	4,47	
Internacional	LTO	162,47	0,060	0,00	0,64	1,21	0,54	0,05
Total		1.414,30	0,54	0,05	3,83	9,06	5,01	0,42

### Transporte Carretero

La estimación de los niveles de emisión de GEIs proveniente de la combustión de los distintos combustibles en el transporte por carretera, depende de una gran cantidad de factores vinculados con los medios de transporte y las características de los combustibles, entre los cuales se incluyen:

- Tipo de vehículo y tecnología asociada con el control de las emisiones.
- Tipo de combustible y consumo específico promedio.
- Condiciones del vehículo (modelo, antigüedad, estado de mantenimiento).
- Condiciones operativas (comportamiento del conductor, condiciones climáticas, tipo de carretera, nivel y complejidad del tránsito).

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, debidas a la quema de combustibles en el transporte, se han calculado multiplicando el consumo de un combustible dado en el sector, expresado en unidades energéticas, por el factor de emisión de CO<sub>2</sub> expresado en unidades de masa por unidad de energía, y por el factor de oxidación, el cual representa la fracción del combustible oxidado durante la combustión.

Las emisiones distintas al CO<sub>2</sub>, es decir CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, y COVDM se han calculado multiplicando los datos de actividad del sector, es decir, el consumo de combustible expresado en unidades de energía o el

recorrido medio anual, por el factor de emisión apropiado compatible con el dato que se ha tomado para caracterizar la actividad.

Los datos de la actividad del sector están caracterizados por la estructura del parque automotor por tipo de vehículo y tipo de combustible utilizado, y el correspondiente consumo de combustible total para cada tipo de vehículo.

La clasificación de los vehículos esta basada en lo consignado en el Decreto N° 779/95 del 20 de Noviembre de 1995 (Boletín Oficial N° 28.281), que reglamenta la Ley Nacional de Tránsito N° 24.449. La legislación diferencia aquellos vehículos equipados con motor ciclo "OTTO" y ciclo "DIESEL", respectivamente, los que a su vez son clasificados según sea su Masa Total (MT), en:

- Vehículos Livianos, cuando su MT sea menor o igual a 3.856 kg. Dentro de este grupo se diferencian a su vez, los vehículos de pasajeros por una parte, y por otra, aquellos para el transporte de carga y/o pasajeros, conocidos como comerciales livianos.
- Vehículos Pesados, cuando su MT sea mayor a 3.856 kg. Dentro de este grupo se diferencia a los ómnibus (transporte de pasajeros) y los camiones (transporte de cargas).

El otro dato esencial para determinar la actividad del sector es el consumo de combustible de cada uno de los segmentos considerados. El consumo de combustible se ha estimado sobre la base de los siguientes datos y criterios:

- El consumo total del sector distribuido por tipo de combustibles, es decir, motonafta o gasolina, gas oil, y gas natural comprimido. Para el caso de la motonafta y el gas natural comprimido, se han tomado los datos consignados en el BEN, mientras que el consumo de gas oil en el transporte por carretera se ha determinado como diferencia entre el total consignado en el BEN y las estimaciones realizadas del consumo del combustible en el transporte por ferrocarril y el marítimo/fluvial, respectivamente.
- El consumo específico promedio para cada tipo de vehículo, para lo cual se ha tomado como referencia los datos de Prensa Vehicular y los consignados en el Manual de Referencia del IPCC.
- El recorrido medio anual de cada tipo de vehículo, estimado en función de la distribución del parque y los consumos de cada tipo de combustible.

La estimación de las emisiones exige conocer los correspondientes factores de emisión de cada tipo de vehículo para un combustible dado. Los factores de emisión de un determinado vehículo para un combustible dado dependen, como se mencionó anteriormente, de una gran cantidad de factores relacionados con la modalidad de uso del vehículo, antigüedad, condiciones de mantenimiento, y características del combustible usado. Dado que en la Argentina no se dispone de una base de datos de factores de emisión que tenga en cuenta las variables mencionadas, se ha recurrido a los valores por defecto indicados en el Manual de Referencia del IPCC.

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub>, para cada tipo de combustible, se calcularon a partir de los siguientes datos:

- Poder calorífico inferior del combustible
- Contenido de carbono.
- Factor de oxidación (0,99 para las motonaftas y gas oil, y 0,995 para el gas natural comprimido).

En el Anexo B, se consignan los factores de emisión correspondientes a CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, y COVDM, por tipo de vehículo y tipo de combustible, respectivamente.

De acuerdo a Faiz et al., 1996, los factores de emisión correspondientes a países de la Unión Europea parecerían representar más apropiadamente las condiciones de países en desarrollo, por lo que, en función de

las características del parque automotor y las condiciones imperantes en el tránsito, se han adoptado dichos valores para la realización de las estimaciones de las emisiones de los gases distintos del CO<sub>2</sub>.

La Argentina dispone del marco regulatorio que fija los límites de emisión para cada tipo de vehículo. El cumplimiento de los mismos requiere –de parte de las empresas fabricantes– de la aplicación de variadas soluciones de diseño, según las particulares características de cada modelo de vehículo.

En particular, para los vehículos equipados con motor ciclo OTTO, se requiere:

- Nivel US EPA 1973 (01/01/1994): carburación optimizada, CO bloqueado para régimen de ralenti, emisiones intrínsecas del motor minimizadas (recuperación de gases de cárter), cámara de combustión de alta turbulencia, etc.
- Nivel US EPA 1977 (01/01/1995): reemplazo del carburador por inyección electrónica mono o multipunto, eventual incorporación de sensor de O<sub>2</sub> a la salida del múltiple de escape (sonda lambda), sistema de combustible estanco con control de evaporaciones (canister).
- Nivel US EPA 1983 (01/01/1997): sistema de inyección electrónico de combustible mono o multipunto, sensor de O<sub>2</sub> a la salida del múltiple de escape, convertidor catalítico de 3 vías, sistema de combustible estanco con control de evaporaciones (canister).

En las próximas estimaciones de emisiones de gases con efecto invernadero, deberá tenerse en cuenta la incorporación en el parque de vehículos de tecnologías asociadas con el control de las emisiones.

#### Transporte Ferroviario

Los datos sobre el transporte ferroviario de carga y pasajeros fueron obtenidos de FERROCAMARA, Cámara Empresaria de Ferrocarriles de Cargas, quienes suministraron la información incluida en la tabla respectiva del Anexo B. Las emisiones fueron estimadas utilizando los coeficientes de emisiones de Estados Unidos

#### Transporte Marítimo y Fluvial

Dado que no existen registros de consumos de combustibles unificados y los registros de los movimientos de buques en cada puerto no están estandarizados ni disponibles fácilmente al público, el relevamiento requirió la compilación de información de distintas fuentes y el planteo de hipótesis simplificadoras.

En principio, la estimación del consumo debe reconocer que la navegación toma características muy diferentes según la vía navegable a la que se haga referencia. La principal vía fluvial es la Hidrovía Paraguay–Paraná, por la que circulan convoyes de empuje fundamentalmente desde Santa Fe hasta Asunción. Las otras vías de navegación interior importantes son el Paraná Superior –desde Confluencia hasta Iguazú– y el río Uruguay (desde el Río de la Plata hasta Concepción del Uruguay).

Adicionalmente, se debe considerar el tránsito de buques de ultramar que circulan por el Río de la Plata (desde Pontón Recalada hasta los canales Emilio Mitre o Martín García) y el Bajo Paraná.

Además de las vías fluviales también se deben tener en cuenta las vías marítimas que reconocen como puntos de destino u origen los siguientes puertos principales: Mar del Plata, Quequén, Bahía Blanca, Puerto Madryn, Caleta Córdoba, Caleta Olivia, Deseado, Loyola, y Ushuaia. Otros puertos menores incluyen aquellos cuyo movimiento es estacional, fundamentalmente ligados a la actividad pesquera.

De acuerdo a los datos disponibles, el tipo de navegación, y el tipo de embarcación se plantearon metodologías de estimación diferenciadas según transporte por empuje, transporte fluvial de ultramar, y transporte por vías marítimas.

Debe notarse que el total de fuel–oil consumido es muy superior al consignado en el Balance Energético Nacional, dado que los navíos de ultramar consumen en los trayectos de cabotaje, combustible que almacenan en sus tanques desde su puerto de origen.

Para el cálculo de las emisiones de gases distintos al CO<sub>2</sub>, se utilizaron los coeficientes correspondientes al fuel–oil, ya que las tablas del IPCC no incluyen valores para gas–oil o diesel–oil.

#### Agropecuario/Forestal

El consumo de gasoil del sector agropecuario/forestal incluye los equipos que trabajan en las tareas rurales –tractores y cosechadoras– con exclusión de otros equipos –camiones– que se computan aparte.

El Sector Agropecuario presenta algunas particularidades propias que dificultan la estimación de sus consumos propios, y por ende de sus emisiones.

El consumo –obtenido del BEN– se logra en forma indirecta por cálculo de las hectáreas sembradas de cada producto (trigo maíz sorgo, cebada, avena, centeno alpiste, mijo, arroz, girasol, soja, algodón, ajo, cebolla, poroto, papa, citrus, pera, manzana), según datos de la Bolsa de Cereales y otras Instituciones, por hectárea sembrada y por superficie cosechada, usando coeficientes de consumo de gasoil por hectárea.

Para el cálculo de las emisiones de gases distintos al CO<sub>2</sub>, se utilizaron los coeficientes de las tablas del IPCC correspondientes a los Estados Unidos.

#### Combustible para el transporte internacional (Bunker)

Se destaca que en el caso del transporte aéreo, la cantidad consignada de JP1 para 1997 corresponde a lo cargado por los vuelos internacionales, menos la cantidad consumida, según metodología IPCC, por los ciclos de aterrizaje y despegue en los aeropuertos nacionales. Para los años 1990 y 1994 no se pudo aplicar la misma metodología por carecer de la información de base necesaria. En el Anexo B, se detallan las cantidades de combustible destinadas al transporte internacional.

#### Incertidumbre

Las estimaciones de emisiones de fuentes móviles pueden variar significativamente debido a los supuestos acerca del tipo y composición del combustible, los tipos de tecnología empleados por los vehículos, las velocidades medias, el tipo de equipamiento de control de emisiones, el envejecimiento de los vehículos y las prácticas de operación y mantenimiento.

En la República Argentina, no se han desarrollado coeficientes de emisión locales ni existen datos de actividad detallados para las fuentes móviles tales como, por ejemplo, recorridos medios anuales por tipo de vehículo para el transporte por carretera. Tampoco existe información acerca del envejecimiento del parque. Se utilizaron por lo tanto factores de emisión promedio, basados en los valores por defecto provistos por los lineamientos del IPCC. En función de las características del parque local –y las recomendaciones del IPCC– se prefirieron generalmente los coeficientes de origen europeo. Globalmente, la incertidumbre para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O es considerablemente más alta que para CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, o COVDM; y todos estos gases involucran una incertidumbre mucho mayor que la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la quema de combustibles fósiles.

#### Emisiones Fugitivas

Las operaciones petroleras, los sistemas de gas natural y la minería del carbón producen emisiones de metano, en grado principal, y de precursores del ozono en grado menor. También se producen emisiones de CO<sub>2</sub> por quema del metano en antorchas en los pozos petroleros y gasíferos, y en menor medida, de CO<sub>2</sub> en pozos con concentraciones de metano menores al 4%.

Las distintas etapas de las operaciones son consideradas para el cálculo de emisiones:

1. Carbón: existe en el país una única mina de carbón, que produce alrededor de 500.000 Ton anuales, de los cuales por refinamiento se aprovecha aproximadamente la mitad, importándose el resto del carbón consumido. Se trata de carbón sub-bituminoso, pero a los efectos del cálculo de las emisiones se consideraron los valores por defecto de las Directrices del IPCC revisadas en 1996 (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997). Se consideró la totalidad de la producción para el cálculo de las emisiones. En la Tabla 2.21 se detallan las emisiones de metano por minería del carbón.
2. Producción de petróleo y gas: en este capítulo se engloban las emisiones de metano en pozos, el cual es quemado por mecheros (antorchas), liberando CO<sub>2</sub>. En cuatro yacimientos, el gas venteado posee una concentración de metano menor al 4% por lo cual, dicho gas no puede ser quemado, liberando en consecuencia metano y dióxido de carbono. El poder calórico inferior de este gas (previo a la separación) es de 9.000 kcal/m<sup>3</sup>. Así, se incluye para la producción y venteo de gas los datos aportados por el IAPG. Esto se ajusta mas a la realidad ya que la producción en yacimientos contiene gases y volátiles de mayor poder calórico que el metano. A continuación de la inyección en los gasoductos, el PCI adoptado para los cálculos es el utilizado para el gas en todos los balances energéticos, corregido a 8300kcal/m.
3. Petróleo: se estiman pérdidas en producción por las operaciones de separación e inyección en los ductos. Para el proceso de refinación, se consideró el petróleo procesado en las plantas de: hidrotreatment del diesel-oil, cracking catalítico, hidrocracking y refinado catalítico, según surge del Anuario de Combustibles de la Secretaría de Energía. Las pérdidas en los tanques de almacenamiento de las destilerías son difíciles de estimar por cuanto se conoce la capacidad pero no el tiempo de permanencia del combustible en los mismos. El nivel de emisiones de SO<sub>2</sub> está sobreestimado por cuanto los coeficientes del IPCC no se adaptan a los contenidos de azufre de los petróleos locales (0,5–0,8%), los cuales deben tener coeficientes de emisión menores.
4. Sistemas de gas natural: Se consideran las pérdidas producidas en los procesos de separación del gas (a partir de este punto se estima el poder calórico inferior del gas natural en 8.300 kcal/m<sup>3</sup>), inyección en los gasoductos, aparatos de medición, transporte y distribución domiciliaria. Para la pérdidas en transporte y distribución de gas, se adopta el 1,3% del ingreso a gasoductos. Este dato se discrimina en un 0,2% de pérdidas en transporte más el 1,1% en distribución. Estas cifras fueron aportadas por los transportistas y distribuidores de gas. Los datos entregados por las distribuidoras, que para las tres mayores representan un 90% del gas distribuido por red, informan 0,7 ; 1,3 y 1,5% de pérdidas. En algunos casos se han utilizado coeficientes del IPCC, aunque se ha consultado con los técnicos del Instituto Argentino del Petróleo y el Gas (IAPG) y de las empresas. Los datos de venteo, transporte y distribución de gas consignan datos aportados por los operadores (IAPG 1999), por lo cual se incluyó en la planilla respectiva el dato final de emisiones de metano, sin incluir los factores de emisión. Para el resto de los datos, se utilizan los factores máximos de emisión del IPCC, para el procesamiento de gas y para consumos industrial y residencial, ya que son los factores que más se ajustan a los valores presumidos para el país, según lo expresado por los productores y comercializadores. En la Tabla 2.22 se consignan los datos respectivos.
5. Refinerías. El IAPG ha recabado información de las refinerías. En estas plantas las emisiones fugitivas se producen en distintos puntos del proceso de refinación, en plantas de reforming catalítico, durante la reacción para la obtención de hidrógeno, y en las plantas de cracking, adicionadas a las que se producen durante la calcinación parcial del coque.

Respecto a la revisión del inventario de los años 1990 y 1994, para el cálculo de las emisiones fugitivas, se han utilizado los mayores coeficientes de emisión que indica la nueva guía del IPCC. Estos coeficientes,

como se ha visto para el año 1997, no se alejan mucho de los valores reales que se producen en el país, y además no se puede contar para esos años con la cantidad de datos utilizados en el inventario 1997, especialmente para el transporte y distribución. La excepción se produce para los venteos de gas, donde se sabe, según datos de la Secretaría de Energía, que en los años 1990 y 1994 los volúmenes de venteo fueron el 11,8 y 12,1% respectivamente de la producción total. Se informa además la cantidad de CO<sub>2</sub> con las mismas consideraciones del año 1997, siendo el contenido de CH<sub>4</sub> también en estos casos de aproximadamente el 4%, respecto del venteo total.

**Tabla 2.21.** Emisiones fugitivas de metano de la minería del Carbón (en Gg)

Proceso\ año	1990	1994	1997
<b>Total</b>	<b>9,38</b>	<b>5,88</b>	<b>8,71</b>
Minería	9,06	5,68	8,40
Post-minería	0,33	0,20	0,30

**Tabla 2.22:** Emisiones fugitivas de metano de las actividades relacionadas con el petróleo y el gas (en Gg)

Actividad\ año	1990	1994	1997
<b>Total</b>	<b>458,05</b>	<b>553,63</b>	<b>669,17</b>
Petróleo y gas	70,75	88,14	153,14
<b>Gas</b>	<b>380,50</b>	<b>456,65</b>	<b>502,88</b>
Producción / procesamiento	83,26	100,19	134,12
Transmisión y distribución	209,43	251,71	231,39
Otras pérdidas no residenciales	68,73	81,86	111,46
Otras pérdidas residenciales	19,07	22,89	25,91
Petróleo	6,80	8,84	10,82
Producción	5,18	7,18	8,97
Refinación	1,37	1,41	3,90
Almacenamiento	0,25	0,25	0,28

**Tabla 2.23.** Emisiones totales a partir de las actividades de petróleo y gas para 1997(en Gg)

Año\ gas	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	MTCE	NO <sub>x</sub>	CO	COVDM	SO <sub>2</sub>
1990	4638	467,4	3,9	3,33	411,2	33,9	36,2
1994	5729	559,5	4,8	3,83	510,7	34,5	40,3
1997	4390	677,9	5,1	4,22	539,5	39,4	43,9

## REFERENCIAS

### Fuentes Estacionarias

CORINE-AIRE (1990), Inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera CORINE-AIRE 1990. España, Volumen 2: Análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP.

ENRE (1999) Consulta con expertos, Departamento Ambiental, Ente Regulador de la Electricidad de la República Argentina.

IPCC (1995), Second Assessment Report.

IPCC (1996a), Greenhouse Gas Inventory Workbook. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2.

IPCC (1996b), Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 3.

PNUD-SECYT (1997), Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Proyecto de Estudio sobre el Cambio Climático en Argentina, Proyecto ARG/95/G/31.

Statistics Norway (1998), Emissions of greenhouse gases in Norway estimated by the default IPCC methodologies and the Norwegian national inventory model.

### **Fuentes móviles**

- AASHTO, 1991, Guide Specification and Commentary for Vessel Collision Design of Highway Bridges, Volume I: Final Report, American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Abramian, J.E. y M.R. Lapetina, (1998), Transporte de Combustible por el Río de la Plata y Riesgo de Colisiones, Anales de las 3ª Jornadas de Preservación de Agua, Aire y Suelo en la Industria del Petróleo y del Gas, IAPG, Comodoro Rivadavia.
- Anuario Estadístico de la Asociación de Fábricas de Automotores (ADEFA), 1997. Puede encontrarse en: <http://www.adefa.com.ar>
- Balance Energético Nacional, 1997. Secretaría de Energía.
- Boletín Estadístico de la Dirección Nacional de los Registros Nacionales de la Propiedad del Automotor y de Créditos Prendarios. Varios números.
- Calissano, Marcelo Adrián. 1997. Estimación Sectorial de la Demanda de Gas Oil. I.S.E.G., Postgrado de Economía de Gobierno, I.T.D.T. Buenos Aires, Marzo de 1997.
- Faiz, A.; Weaver, C.; Walsh, M., 1996. Air Pollution from Motor Vehicles. Standard and Technologies for Controlling Emissions; The World Bank, página 37 y 39.
- Gobierno de la República. Argentina - Gobierno de Canadá - Banco Mundial. 1999. Estudio Argentino sobre Mecanismos de Flexibilización en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. Escenario Energético de Base, Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Medidas de Mitigación. Junio 1999.
- Información Estadística de la Secretaría de Transporte de la Nación. Transporte Automotor de Pasajeros y de Cargas. Puede obtenerse en: <http://www.mecon.ar/transporte>.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), 1998. Anuario Estadístico de la República Argentina.
- IPCC. 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volumen I Reporting Instructions. Puede encontrarse en: <http://www.iea.org/ipcc/invs1.htm>.
- IPCC. 1997. 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume II Workbook. Puede encontrarse en: <http://www.iea.org/ipcc/invs1.htm>. También está traducido al español.
- IPCC. 1997. 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume III Reference Manual. Puede encontrarse en: <http://www.iea.org/ipcc/invs1.htm>.
- La Economía Argentina. Tendencias Económicas y Financieras. Anuario 1998. Sector Energético y la Industria Automotriz. Puede encontrarse en: <http://www.tendencias.com.ar>.
- Prensa Vehicular. Varios números. Periódico Especializado en GNC (Gas Natural Comprimido). Puede encontrarse en: <http://www.oepv.com.ar>.
- Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, 1997.
- Proyecto ARG/95/G/31-PNUD-SECYT. 1997. Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Buenos Aires, Diciembre de 1997.
- ROCRAM-CA, 1992, Guía sobre Instalaciones de Recepción en Puertos de América Latina. Programa de Salud Ambiental, Serie técnica 28, Organización Panamericana de la Salud.
- Secretaría de Energía, 1997. Ventas de Combustibles en el Mercado. Subsecretaría de Combustibles Puede encontrarse en: <http://www.mecon.ar/energia>.
- Secretaría de Transporte de la Nación. 1998. Políticas de Transporte y Medio Ambiente para la Región Metropolitana de Buenos Aires. Proyecto "Transporte y Medio Ambiente en Argentina" (GTZ) bajo el auspicio de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Buenos Aires, Octubre de 1998.
- Taylor Engineering, Golder, Consular y Connal (1997) Evaluación de Impactos Ambientales de los Mejoramientos a la Hidrovía Paraguay-Paraná, Informe Final. Informe Técnico preparado para Naciones Unidas/BID/CIH, Buenos Aires.
- US-EPA, Evaluation of Air Pollutant Emissions from Subsonic Commercial Jet Aircraft, EPA420-R-99-013, April 1999. Puede encontrarse en: <http://www.epa.gov>.

### **Emisiones fugitivas**

- IAPG, 1999. Informe sobre emisiones fugitivas.

### 3. PROCESOS INDUSTRIALES

Los gases efecto invernadero (GEI) son originados, bajo la forma de subproductos, en varias actividades industriales. Estas emisiones no son producidas como consecuencia del consumo energético sino debido al proceso industrial en sí. Por ejemplo, las materias primas son transformadas químicamente de un estado a otro y esta transformación frecuentemente produce emisiones de GEI tales como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Los procesos analizados en este capítulo comprenden la producción de cemento, la manufactura de cal, la producción de hierro, acero, ferroaleaciones y aluminio, la industria petroquímica, la producción de amoníaco y ácido nítrico.

De acuerdo a la metodología establecida por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 1996 a-c), las emisiones del CO<sub>2</sub> que resultan como subproducto de las reacciones involucradas en los distintos procesos industriales deben ser computadas en este sector. Sin embargo, a los efectos del inventario, las emisiones del CO<sub>2</sub> de los procesos de la industria petroquímica y la manufactura de amoníaco son contabilizadas en el sector energético ya que no resulta fácil discriminar el uso como combustible y como materia prima de los correspondientes hidrocarburos o derivados empleados. No obstante, y a título ilustrativo, las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la transformación química serán presentadas en este informe. Por la misma razón, el uso de gas natural como agente reductor para la producción de hierro, acero y ferroaleaciones es contabilizado en el sector de energía.

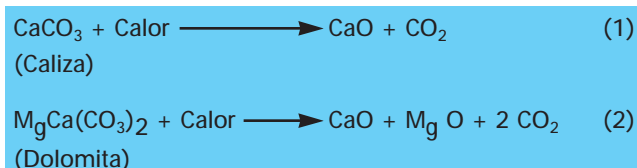
En algunos procesos analizados no se informan valores de emisión de algunos GEI que podrían ser emitidos, en particular N<sub>2</sub>O. Esto es debido a que no se dispone de factores de emisión confiables. Asimismo, algunos procesos no incluidos en esta sección probablemente generen GEI, sin embargo al no disponer de datos de emisión o factores de emisión confiables no son informados. A medida que vaya surgiendo información adicional, estas emisiones podrán ser estimadas e incluidas en futuros inventarios, aunque se supone que su contribución será pequeña. En particular, no se estudia en este informe la industria del ácido sulfúrico que genera SO<sub>2</sub>.

La metodología seguida, recomendada por el IPCC, consiste en multiplicar los datos de producción de cada proceso por el factor de emisión (por unidad de producción) del GEI correspondiente. Los factores de emisión empleados provienen de mediciones, estimaciones, cálculos de balances de masa o bien estuvieron basados en datos empíricos aportados por el IPCC y la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (EPA, 1995). En consecuencia, las incertidumbres en los valores de emisión informados pueden atribuirse a, por ejemplo, bajos rendimientos en las reacciones químicas asociadas a cada proceso o al uso de factores de emisión que pueden no ser los correspondientes a las tecnologías utilizadas en Argentina.

Para los gases precursores del ozono como el monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM), y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) así como para el dióxido de azufre, sus valores de emisión son informados, cuando se dispuso de datos confiables sobre los factores de emisión.

#### Industrias de Minerales No Metálicos

Las emisiones de CO<sub>2</sub> en la manufactura de minerales no metálicos se originan principalmente en la calcinación de las piedras caliza y dolomita. Las expresiones para este proceso son:



Las piedras caliza y dolomita tienen una amplia gama de aplicaciones. Estas se pueden dividir en dos grandes grupos a los efectos de la emisión de CO<sub>2</sub>, aquellas que se calcinan durante su utilización y emiten CO<sub>2</sub> (producción de cales y cementos, siderurgia, cristalería) y aquellas que se utilizan como carga de otros productos y no producen emisión de CO<sub>2</sub> (papel, cerámica, agricultura, curtiembre, base de caminos, balasto, agregados para concretos, ladrillos refractarios, etc.).

En la Argentina se produjeron durante el año 1997 13.439.137 toneladas de piedra caliza y 870.512 toneladas de piedra dolomita. Esto constituye un aumento del 60% en la producción de caliza y del 200% de dolomita respecto del año 1990.

## Industria del cemento

El término cemento está en general relacionado con el denominado hidráulico, si bien existen otros tipos. Se producen en hornos rotativos con materias primas como la piedra caliza, aluminio y hierro, y también arcillas que contienen sílice. Las piedras son fracturadas, clasificadas y molidas para ser almacenadas secas en silos. Luego se dosifican llevándolas a un precalcinador y posterior horno, alimentado a gas natural o fuel oil. Allí se procede a la calcinación, luego de lo cual se enfrían con aire, obteniendo así un producto calcinado denominado clinker.

De la variada gama de cementos hidráulicos que se producen en la Argentina la producción del tipo Portland es altamente mayoritaria (Brunatti, 1999) y en este informe los datos se referirán solo a este tipo. Se utiliza básicamente piedra caliza para su fabricación, siendo ésta la única fuente de CaO, que constituye su componente principal.

La emisión de CO<sub>2</sub> se produce durante la producción del clinker según la reacción (1). Como se cuenta con datos de producción de clinker se empleó el enfoque de referencia para calcular la emisión de CO<sub>2</sub> en base al siguiente factor de emisión:

$$FE_{\text{clinker}} = \text{Fracción másica de CaO en el clinker} \times \frac{44,01 \text{ g/mol de CO}_2}{56,08 \text{ g/mol de CaO}}$$

En el país no existen estadísticas del contenido de CaO en el cemento, de modo que se toma el valor indicado por el IPCC de 0,644. De esta manera, el valor del factor de emisión empleado es de 0,5071 t CO<sub>2</sub>/t de clinker producido. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se presentan en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.** Emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria del cemento para el año 1997

Cantidad de clinker producido (t)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)
6.128.567	3.107,80

Otro gas que es necesario evaluar como producto de la fabricación del cemento, es el SO<sub>2</sub>, que proviene de las impurezas de la piedra caliza. Para evaluarlo es necesario conocer el contenido promedio de azufre de este mineral en la Argentina, dato que no está actualmente disponible. Se utilizó para evaluarlo el factor de emisión indicado por el IPCC de 0,3 kg de SO<sub>2</sub>/t de cemento. La emisión de SO<sub>2</sub> sobre la base de la producción de cemento es de 2,03 Gg.

## Incertidumbre

Como el dato de producción de clinker utilizado se obtiene de la suma de las producciones de cada una de las plantas industriales, el cálculo de emisión antes descrito constituye un enfoque desagregado (*bottom-up*), Se ha realizado una verificación de este valor sobre la base de la producción de cemento (enfoque agregado, *top-down*) que durante el año 1997 fue de 6.768.000 toneladas. El factor de emisión indicado por el IPCC para este caso es de 0,4985 t de CO<sub>2</sub>/t de cemento producido. El cálculo de la emisión de CO<sub>2</sub> en este caso resulta entonces de 3.378,85 Gg de CO<sub>2</sub>, casi un 9% mayor que la calculada basándose en la producción de clinker. Esta diferencia puede estar vinculada a los contenidos de CaO del clinker y el cemento, así como también a las incertidumbres en los datos de actividad, no teniendo elementos para asignarle pesos relativos a cada una de estas fuentes de error.

## Industria de la cal

Las cales pueden ser aéreas, hidráulicas ó magnesianas, dependiendo del contenido de óxido de calcio. Los datos de actividad para esta industria son tomados del Censo Minero (SUIM, 1999) que se realizó para el año 1997 para un alto porcentaje de las industrias de la actividad; sin embargo, no contiene información sobre el tipo de cal producida. Esta producción proviene exclusivamente de las empresas mineras productoras de cal, y no contiene la posible producción de cales en otras industrias tales como la azucarera. De todas maneras se estima que esta producción es pequeña con respecto a la producción del propio sector minero.

La metodología a utilizar supone entonces una cal formada por un 100% de CaO; el factor de emisión corresponde al estequiométrico de la expresión<sup>1</sup>, que es de 785 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de cal.

Esta metodología es la misma que la utilizada en el inventario de los años 90 y 94. Sin embargo en este inventario los datos de producción provienen de datos globales, ya que 1997 es el primer año para el cual se cuenta con información disponible basada en un censo minero. Los datos de emisión de CO<sub>2</sub> del sector se indican en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2.** Emisiones de CO<sub>2</sub> de la industria de la cal para el año 1997

Cantidad de cal producida (t)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)
1.360.742 <sup>1</sup>	1.068,18

## Uso de las piedras caliza y dolomita en la industria del hierro y el acero

En siderurgia la caliza se utiliza como fundente y escorificante tanto en el alto horno para producir arrabio como en los procesos de aceración. La inclusión se realiza en forma directa o vía sinter y pellets. Se consumen aproximadamente 150 kg de caliza por tonelada de acero en los convertidores L.D. y 80 kg en hornos eléctricos (Aristarain y Cozzi, 1992). El consumo de dolomita fluctúa entre 60 a 80 kg de piedra por tonelada de acero producido, utilizándose el promedio para obtener el factor de emisión.

<sup>1</sup>Por no tener información sobre el tipo de cal, se considera que toda corresponde a la producida a partir de la caliza. Esta aproximación se realiza sobre la base de las producciones relativas de piedras y dolomita.

En base a la relación estequiométrica de la expresión<sup>(1)</sup>, el IPCC indica el factor de emisión:

$$FE_{\text{piedra caliza}} = \text{Fracción de la pureza de CaCO}_3 \text{ en la piedra caliza} \times \frac{44 \text{ g/mol de CO}_2}{100,09 \text{ g/mol de CaCO}_3}$$

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> originado por la calcinación de la piedra caliza es de 66 Kg de CO<sub>2</sub>/t de acero, y para la dolomita de 33,46 kg de CO<sub>2</sub>/t de acero, de donde se obtiene que se producen 99,46 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de acero producida, cuyos valores se indican en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3.** Emisión de CO<sub>2</sub> por el uso de la cal en la siderurgia

Cantidad de acero producido (t)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)
4.395.000	437,13

## Uso de las piedras caliza y dolomita en la industria de vidrio

En la industria de vidrios planos, envases, vajillas, tubos, etc., conocidos como soda cal, se utilizan calizas con alto contenido de CaO, generalmente conchillas de origen marino. Se emplean en esta industria 205,4 kg de caliza y 16,4 kg de dolomita por tonelada de vidrio terminado (PNUD-SECYT, 1997). Teniendo en cuenta estos valores, y el factor de emisión del IPCC de 0,440 kg de CO<sub>2</sub>/kg de piedra caliza calcinada y de 0,478 Kg de CO<sub>2</sub>/kg de piedra dolomita, resulta que se emiten 98,4 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de vidrio producido. Los datos de actividad fueron provistos por la industria, y los valores de emisión de CO<sub>2</sub> se indican en la Tabla 3.4.

**Tabla 3.4.** Emisión de CO<sub>2</sub> por el uso de la cal en la industria del vidrio

Cantidad de vidrio producido (t)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)
35.618	13,32

## Producción de Amoníaco

En Argentina el amoníaco se produce en su totalidad a partir del reformado de gas natural con vapor. El 75% del amoníaco producido se emplea para fabricar urea y el 7% para fabricar ácido nítrico. Cabe señalar que para el año 2000 se pondrá en marcha una nueva planta que incrementará en un 500% la producción actual.

El gas natural, en presencia de vapor de agua y un catalizador adecuado se transforma en monóxido de carbono (CO) e hidrógeno (H<sub>2</sub>); posteriormente el monóxido de carbono (CO) se transforma en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por acción de otro catalizador. El hidrógeno es combinado con el nitrógeno del aire para producir amoníaco. El CO<sub>2</sub>, presente en el gas de proceso, es eliminado de la corriente gaseosa por absorción en una solución de etilaminas o carbonatos. En la etapa de regeneración de esta solución se libera CO<sub>2</sub>.

También pueden producirse emisiones de NO<sub>x</sub>, COVDM, CO y SO<sub>2</sub> durante el proceso.

## Metodología y Fuentes de datos

Las emisiones de CO<sub>2</sub> dependen de la cantidad y composición del gas natural empleado en el proceso. Se asume que todo el carbón ingresado será emitido a la atmósfera. Si bien el 75% del CO<sub>2</sub> es recuperado bajo la forma de urea, este carbón quedará almacenado por un corto periodo pero finalmente será eliminado a la atmósfera. Bajo estas consideraciones el factor de emisión que se utiliza en este informe es de 1,2 t CO<sub>2</sub>/t NH<sub>3</sub> y resulta del balance de masa.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se calcularon multiplicando la producción de amoníaco por el factor de emisión.

Los datos de producción fueron obtenidos de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998).

Se presentan además datos de emisiones de metano, suministrados por el Instituto Petroquímico Argentino y estimados por las empresas productoras a partir de sus propios balances de masa. La información se resume en la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Emisiones de CO<sub>2</sub> y metano de la producción de amoníaco

Año	Producción de amoníaco (t/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg/año)	Emisiones de metano (Gg/año)
1994	89.256	107,11	0,24
1997	125.325	150,39	0,27

Se observa que las emisiones de CO<sub>2</sub> han crecido aproximadamente un 40% en cuatro años como consecuencia del incremento de producción. Es de esperar que estas emisiones aumentarán significativamente cuando una nueva planta de fertilizantes comience a operar. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son informadas en este capítulo pero no contabilizadas porque se cuentan en el sector de energía.

## Producción de Ácido Nítrico

En la Argentina existe una única planta que produce ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) a partir de la oxidación parcial de amoníaco. El 68% de la producción se destina a fabricar diisocianato de tolueno (TDI) y el resto a la industria química y a la fabricación de explosivos.

Durante la reacción química y debido a las altas temperaturas, se forman como subproductos N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, los cuales son eliminados del gas de proceso por venteo del reactor a la atmósfera.

## Metodología y Fuentes

Las emisiones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> se calculan multiplicando los datos de producción de ácido nítrico por los correspondientes factores de emisión.

Los datos de producción se obtuvieron de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998).

No se dispone de factores de emisión locales, por lo cual se recurrió a los datos suministrados en la referencia IPPC, 1996b-. Dada la tecnología utilizada en la única planta que produce ácido nítrico, se optaron por los siguientes valores de factores de emisión: 19 kg de N<sub>2</sub>O/t HNO<sub>3</sub> y 20 kg de NO<sub>x</sub>/t HNO<sub>3</sub>. La información se resume en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6. Emisiones de  $N_2O$  y  $NO_x$  de la producción de ácido nítrico

Año	Producción de ácido nítrico (t/año)	Emisiones de $N_2O$ (Gg/año)	Emisiones de $NO_x$ (Gg/año)
1994	30.051	0,57	0,60
1997	32.870	0,62	0,66

## Carburo de Calcio

El carburo de calcio se obtiene de la reducción del CaO y su principal utilización es la producción de acetileno. Hay una sola firma productora de carburo de calcio en la Argentina que utiliza como materia prima el CaO, de modo que la calcinación de la piedra no se contabiliza en este rubro. Se contabilizan aquí, las emisiones producidas por la reducción del CaO y las correspondientes a su utilización para la producción de acetileno.

Tabla 3.7. Producción de CaO y emisión de  $CO_2$ . Año 1997

Producción de CaO (Ton)	Factor de emisión en la reducción $T CO_2 / T CaO_2$	Factor de emisión en el uso del producto $T CO_2 / T CaO_2$	Emisiones de $CO_2$ (Gg)
40.000	1,09	1,10	87,60

## Industria Petroquímica

No se analizan en este sector las emisiones de GEI originadas en los procesos de combustión, sino las producidas en el proceso de transformación de la materia prima.

En el país se fabrican poco más de 60 productos petroquímicos. En este estudio se analizan las emisiones de solamente 22 productos, los cuales han sido seleccionados en base a su nivel de producción y a la disponibilidad de datos que permitiesen estimar las emisiones. El resto de los productos se incluye en el rubro varios. Los productos analizados son: anhídrido ftálico, anhídrido maleico, aromáticos (incluye benceno, tolueno, xilenos y ciclohexano), caucho SBR, cloruro de vinilo, dicloroetileno, estireno, etilbenceno, etileno, fibras e hilados de nylon 6 y 66, formaldehído, látex de estireno-butadieno, metanol, negro de humo, poliestireno, polietileno de alta y baja densidad, polipropileno, propileno, policloruro de vinilo y sus copolímeros, resinas ABS y urea.

El  $CO_2$  es emitido por algunos de estos procesos ya que todos ellos utilizan como materia prima un hidrocarburo o un derivado de éstos. No obstante, y como se mencionó en la introducción, a los fines del inventario elaborado en base a la metodología del IPCC, los valores de estas emisiones son computados en el sector energético. A título ilustrativo se presentan en este informe.

Otras especies emitidas son el metano y los COVDM, aunque ambos en menor proporción que el  $CO_2$ . Algunos pocos procesos emiten  $N_2O$ , CO y  $SO_2$  en pequeñas cantidades.

## Metodología y Fuentes

Las emisiones fueron estimadas, salvo el caso del  $CO_2$ , multiplicando la producción de cada producto por el factor de emisión correspondiente. Los datos de producción se obtuvieron de la 18ª edición de la Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina (IPA, 1998). Para estimar las emisiones de  $CO_2$  se em-

pleó la información suministrada por el Instituto Petroquímico Argentino. Estos datos fueron brindados por cada empresa productora y obtenidos por cálculos basados en balance de masa, mediciones y estimaciones según el caso.

Respecto de la producción de urea cabe aclarar que las emisiones de CO<sub>2</sub> han sido asignadas a la producción de amoníaco, habida cuenta que el 75% de éste se destina a la fabricación de urea. Los óxidos de nitrógeno se computan en el sector de agricultura y ganadería como fertilizantes.

Los factores de emisión de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO, SO<sub>2</sub> y COVDM fueron obtenidos de publicaciones (IPCC, 1996b y EPA, 1995). La información suministrada por la industria para estos gases es escasa y solamente hay superposición de información en el caso de las emisiones del metano en el proceso de fabricación de etileno. La estimación de la empresa local difiere del valor calculado empleando el factor de emisión sugerido por el IPCC (1 kg/t). No obstante y a pesar de que no se ha podido verificar el dato de la empresa, se optó por informar el valor local porque los factores de emisión EPA, 1995 e IPCC, 1996b fueron obtenidos a partir de plantas que operan en EEUU y Europa. Cuando se dispone de más de un valor de un factor de emisión dado se siguió el criterio del IPCC de utilizar el valor más elevado.

En la tabla indicada en el Anexo C se presentan los datos de producción de los productos seleccionados para los años 1990, 1994 y 1997. Las emisiones de CO<sub>2</sub>, informadas por las empresas locales, se indican en la tabla 3.8, para los años 1994 y 1997 (no se dispone de información para 1990).

Las emisiones de metano y COVDM, obtenidas a partir de factores de emisión publicados, se muestran en la tabla 3.9, a excepción de la emisión de metano en la producción de etileno, cuyo valor es el informado por la empresa productora local. El factor de emisión de COVDM, utilizado en la producción de anhídrido maleico, corresponde a la tecnología que utiliza venteo no tratado; en el caso del poliestireno se empleó el que corresponde a la tecnología que emplea continuous steam jets ya que el 80% del poliestireno fabricado utiliza este proceso continuo.

Finalmente en la tabla 3.10 se indican las emisiones estimadas de CO y SO<sub>2</sub>.

**Tabla 3.8. Emisiones de CO<sub>2</sub> informados por la industria petroquímica**

Producto	Emisiones de CO <sub>2</sub> (t)	
	1994	1997
Anhídrido Ftálico	N/D	N/D
Anhídrido Maleico	16.838	18.300
Aromáticos	424.001	475.369
Caucho Estireno-butadieno-SBR	N/D	N/D
Cloruro de vinilo - VCM	N/D	N/D
Dicloroetileno	N/D	N/D
Estireno	N/D	N/D
Etilbenceno	N/D	N/D
Etileno	N/D	191.700
Fibras e hilados de Nylon 6 y 66	N/D	N/D
Fibras poliéster	N/D	N/D
Formaldehido	642	522
Latices Estireno Butadieno	N/D	N/D
Metanol	39.680	35.240
Negro de humo	1.169	1.557
Policloruro de Vinilo PVC	N/D	N/D
Poliestireno	N/D	N/D
Polietileno Alta densidad - PEAD	N/D	N/D
Polietileno Baja densidad - PEBD	N/D	24.000
Polipropileno	7.203	22.179
Propileno	N/D	N/D
Varios	74.000	86.436
<b>Total</b>	<b>563.533</b>	<b>855.303</b>

Nota: Estas emisiones están contabilizadas en el sector energético, por lo que se informan pero no se suman al inventario del sector procesos industriales.

En varios se incluyen los siguientes productos: ABS, acetaldehído, acetato de butilo, de etilo y de vinilo, acetona, ácido acético, benzoico, fumárico y salicílico, alcoholes C<sub>7</sub> a C<sub>13</sub>, alquil benceno lineal, anhídrido acético, butanol secundario, buteno 1, butileno, NBR, TDI, éteres glicólicos, isopropanol, metil etil cetona, metil isobutil carbinol, metil isobutil cetona, MTBE, naftaleno, poliacrilonitrilo, poliisobuteno, PET, SAN.

Tabla 3.9. Emisiones de CH<sub>4</sub> y COVDM de la industria petroquímica

Producto	FE <sub>CH<sub>4</sub></sub> (kg/t)	FE <sub>COVDM</sub> (kg/t)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (t)			Emisiones de COVDM (t)		
			1990	1994	1997	1990	1994	1997
Anhídrido Ftálico		7,5 <sup>2</sup>				135,5	189,7	218,6
Anhídrido Maleico		87 <sup>2</sup>				492,3	1261,5	1437,3
Aromáticos								
Caucho SBR		2,89 <sup>1</sup>				163,9	134,2	149,0
Cloruro de vinilo - VCM		2,95 <sup>1</sup>				473,6	322,0	407,2
Dicloroetileno	0,4 <sup>3</sup>	3,95 <sup>1</sup>	94,4	67,6	89,2	932,2	667,6	880,9
Estireno	4 <sup>3</sup>	18 <sup>3</sup>	285,2	339,7	377,5	1283,4	1528,5	1698,5
Etilbenceno		2 <sup>3</sup>				186,0	192,4	176,6
Etileno	2,2 <sup>4</sup>	1,4 <sup>3</sup>	630,2	591,1	601,2	401,0	376,2	382,6
Fibras e hilados Nylon 6 y 66		2,44 <sup>2</sup>				51,9	61,0	78,5
Fibras poliéster		0,05 <sup>2</sup>					0,85	1,24
Formaldehído	0,31 <sup>1</sup>	6,95 <sup>1</sup>	9,8	13,8	11,4	219,7	308,9	255,5
Latices Estireno Butadieno		14,34 <sup>2</sup>				143,4	110,4	172,8
Metanol	2 <sup>3</sup>		91,6	139,6	130,9			
Negro de humo	25 <sup>2</sup>	47,2 <sup>2</sup>	998,6	1061,6	1597,3	1885,3	2004,4	3015,7
Policloruro de Vinilo PVC		8,5 <sup>3</sup>				888,6	773,2	884,6
Poliestireno	0,01 <sup>1</sup>	3,34 <sup>2</sup>	0,34	0,63	0,75	114,6	210,1	251,7
Polietileno Alta densidad		30,14 <sup>1</sup>				1591,5	2438,0	3042,5
Polietileno Baja densidad		29,93 <sup>1</sup>				5225,0	4958,6	4699,0
Polipropileno		12 <sup>3</sup>				668,4	1731,9	2336,4
Propileno	0,023 <sup>1</sup>	1,4 <sup>3</sup>	2,23	4,5	5,4	135,8	271,6	329,8
Resinas ABS		40,82 <sup>1</sup>				340,8	277,6	285,7
<b>Total</b>			<b>2.112,2</b>	<b>2.218,4</b>	<b>2.813,5</b>	<b>15333,9</b>	<b>17821,5</b>	<b>20705,9</b>

Fuentes:

<sup>1</sup>PNUD-SECYT, 1997

<sup>2</sup>EPA, 1995

<sup>3</sup>IPCC, 1996b

<sup>4</sup>Instituto Petroquímico Argentino

Tabla 3.10. Emisiones de CO y SO<sub>2</sub>

	Factores (Kg/t)	1990 (Gg/año)	1994 (Gg/año)	1997 (Gg/año)
CO (t) <sup>1</sup>	283	5113.24	7,16	8,250
SO <sub>2</sub> (t) <sup>2</sup>	18.8	339.67	0,48	0,55

<sup>1</sup>Asignada a la producción de Anhídrido Ftálico

<sup>2</sup>Asignada a la producción de Anhídrido Ftálico

## Producción de metales

### Industria del hierro, el acero y ferroaleados.

Cuatro plantas que elaboran productos planos, productos largos y tuberías constituyen el núcleo de la industria siderúrgica en Argentina. Para calcular la emisión de CO<sub>2</sub> se utiliza el enfoque referencia (Tier I.a) que implica considerar que todo el carbono del agente reductor es emitido a la atmósfera, lo cual constituye en algunos casos una sobrestimación. En la Argentina se emplean como reductores coque de carbón, coque de leña y gas natural en las distintas plantas. El uso de carbón de leña se contabiliza en el sector forestal, mientras que el de gas natural en el sector energía, de modo que las emisiones indicadas en esta sección son sólo una parte de las que corresponden a la totalidad de este sector industrial.

Los datos correspondientes al consumo de agentes reductores, coque de carbón y coque de petróleo, en las plantas siderúrgicas para los años 1990, 1994, y 1997 fueron proporcionados por el Instituto Argentino de Siderurgia y sus valores se indican en la tabla 3.11.

**Tabla 3.11.** Consumos de coque de petróleo y coque de carbón como agentes reductores en los altos hornos.

	Consumo anual de agente reductor (t)		
	1990	1994	1997
Coque de petróleo	ND	ND	357.000
Coque de Carbón	191.000	ND	730.882

En base a estos datos y utilizando los factores de emisión indicados en el IPCC de 3,1 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de coque de carbón utilizado como reductor, y de 3,6 por tonelada de coque de petróleo, se obtienen las emisiones de CO<sub>2</sub> de 2.265,73 Gg y 1.285,20 Gg, respectivamente.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de ferroaleados se contabilizaron junto a las del hierro y el acero, por no poderse discriminar la cantidad de agente reductor utilizada por esta industria.

Para completar este análisis resta tener en cuenta el carbono que proviene de la chatarra y del carbón de carga de los hornos eléctricos, de los electrodos de carbono que se consumen en los citados hornos, y de las ferroaleaciones. Estos datos fueron suministrados por las industrias y en promedio corresponden a 0,024 t. de CO<sub>2</sub>/t. de acero producido. En 1997 la producción de acero fue de 4.395.000 toneladas, de modo que esta emisión de CO<sub>2</sub> es de 105,48 Gg. La emisión total que resulta de sumar este valor con los calculados en base a los agentes reductores se indica en la tabla 3.12.

Contandose sólo con mediciones puntuales para los gases precursores del ozono en el sector, se incluyen aquí solamente las del procesamiento del acero, de acuerdo a los factores de emisión del IPCC. Como en la Argentina se utiliza gas natural para este proceso, la emisión de SO<sub>2</sub> se considera nula.

**Tabla 3.12.** Emisiones de la producción de acero y hierro para el año 1997

Cantidad de acero producido (t)	Factor de emisión (t de gas/t de acero producida)	Emisión (Gg)
4.395.000	CO <sub>2</sub>	3656,41
	NO <sub>x</sub>	0,18
	NMVOC	0,13
	CO	0,01

El sector siderúrgico argentino presenta una reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> relacionada con el consumo específico de energía del 17% en el periodo 1990–1997, alcanzando niveles de eficiencia energética comparables con los de la siderurgia de países desarrollados. Esto se debe no sólo a la sustitución de fuel oil por gas natural como combustible, sino al creciente aprovechamiento de los gases de proceso –gas de coquería y gas de alto horno– en sustitución del gas natural para calentamiento y generación de energía eléctrica, a lo que se suman las mejoras de la combustión en las centrales termoeléctricas y en las vías secundarias; la aplicación continua de oxígeno en reducción directa, el precalentamiento de la carga a los hornos e inversiones en cambios de tecnología.

## Industria del aluminio

El proceso de obtención de aluminio consiste en la electrólisis de una solución de alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) disuelta en criolita (AlNa<sub>3</sub>F<sub>6</sub>) fundida a unos 960°C. A esta solución se la denomina baño electrolítico (BE). El reactor donde se desarrolla el proceso, denominado celda o cuba, es un recipiente de carbón (cátodo), contenido a su vez en una estructura metálica y está conectado eléctricamente al polo negativo del generador de corriente. El polo positivo (ánodo) de la cuba está constituido por bloques de carbón que se encuentran sumergidos en el BE y se conectan al polo correspondiente de la fuente de energía eléctrica. Los ánodos están cubiertos por una mezcla de alúmina y BE sólido molido, que los protege de la oxidación al aire y permite reducir las pérdidas de calor del sistema.

Durante la electrólisis, la Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> presente en el BE se descompone según la siguiente reacción:



El aluminio producido se deposita en estado líquido en el fondo de la cuba, mientras que el carbono de los ánodos reacciona con el oxígeno proporcionado por la alúmina, para dar CO<sub>2</sub> que se desprende como gas. El aluminio es extraído de la cuba por succión y, transportado en un recipiente especial (cuchara de colada) a la planta de “fundición” donde es solidificado en distintas formas para obtener los productos finales: lingotes, barros y placas.

La República Argentina no produce Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> puesto que no cuenta con el mineral necesario para su producción (bauxita), de manera que la industria del Aluminio importa toda la alúmina requerida. Los ánodos, que aportan el carbono que demanda el proceso se producen a partir de coque de petróleo calcinado, en la misma planta donde se realiza la electrólisis.

Esta industria emite, además de CO<sub>2</sub>, compuestos perfluorocarbonados (PFC's) tales como el tetrafluoruro de carbono (CF<sub>4</sub>) y hexafluoruro de carbono (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>). Estas moléculas, que absorben la radiación infrarroja, se mantienen estables en la atmósfera por mucho tiempo y en consecuencia tienen un considerable potencial en efecto invernadero. Las emisiones de dichos compuestos se producen durante los eventos que se denominan “efecto anódico” (EA). Esta circunstancia sobreviene cuando la concentración de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en el BE se reduce notablemente de forma que el voltaje de la celda crece desde 4,5 V (tensión normal) a 25–40 V. En dichas condiciones la energía entregada a la cuba permite la descarga del ion fluoruro (F<sup>1-</sup>) en el ánodo formando los compuestos mencionados.

Para disminuir la frecuencia y duración de los EA y por lo tanto la emisión de PFC's, es muy importante controlar la concentración de alúmina en el BE y el voltaje de la cuba. Ambas variables se mantienen en condiciones adecuadas durante el proceso mediante la incorporación de sistemas de control automático de la marcha de las cubas. En efecto, con estos sistemas fue posible conseguir una reducción notable en la frecuencia

de los EA de forma tal que mientras en 1990 se producían 0,83 EA/día.cuba, en 1994 se lograron 0,35 EA/día.cuba y 0,28 EA/día.cuba en 1997. Nuevos desarrollos en sistemas de control permitirán alcanzar, en los primeros años del próximo siglo, frecuencias tan bajas como 0,01 EA/día.cuba.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> para la industria del aluminio se calculan de acuerdo a la metodología de referencia, nivel I.A del IPCC, en base al consumo del agente reductor, considerando un factor de emisión de 3,6 t de CO<sub>2</sub>/t de agente reductor. Los datos de actividad fueron provistos directamente por la industria (Zavatti, 1999). Los valores de emisión de CO<sub>2</sub> se indican en la siguiente tabla 3.13.

**Tabla 3.13.** Emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de aluminio para el año 1997

Masa del agente reductor (t)	CO <sub>2</sub> emitido (Gg)
82.350	296,46

Las emisiones de CF<sub>4</sub> y C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> se calculan de acuerdo a la metodología del IPCC Nivel 1–b, en base a la cantidad de aluminio producido, la eficiencia de la corriente, el número de ánodos consumidos diariamente en cada cuba y la duración del efecto ánodo en minutos, de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Kg de CF}_4/\text{t Al} = 1,698 \times \left\{ \frac{\text{Fracción promedio de CF}_4 \text{ durante el efecto ánodo}}{\text{Eficiencia}} \right\} \times \begin{matrix} \text{Duración del efecto ánodo en minutos} \\ \text{Número de ánodos por cuba utilizados} \end{matrix}$$

Considerando que en la Argentina se utilizan celdas del tipo denominado “prebaked”, de acuerdo a lo indicado por el IPCC la fracción promedio de CF<sub>4</sub> tiene un valor de 0,08. Los otros parámetros se indican en la tabla 3.14 así como el valor obtenido para la emisión de CF<sub>4</sub>.

**Tabla 3.14.** Emisión de CF<sub>4</sub> del proceso de producción de aluminio para 1997

Cantidad de aluminio producida (t)	Eficiencia (expresada como fracción)	Número de ánodos por cuba diarios	Minutos de duración del efecto ánodo	CF <sub>4</sub> Emitido (Gg)
187.157	0,95	0,28	4,98	0,0373

De acuerdo con lo indicado por el IPCC la emisión de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> corresponde a la décima parte de las emisiones de CF<sub>4</sub>, por lo que su valor se indica en la tabla 3.18.

Las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> se calcularon con los factores de emisión del IPCC, considerando el proceso de electrólisis y la cocción de ánodos. Las emisiones se muestran en la Tabla 3.15.

**Tabla 3.15.** Emisión de CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> del proceso de producción de aluminio para 1997

NO <sub>x</sub> (Gg)	CO (Gg)	SO <sub>2</sub> (Gg)
0,40	100,13	2,82

## Industria Alimenticia

Se calculan aquí las emisiones provenientes de la fabricación de azúcar, vino, cerveza y bebidas espirituosas, utilizando los factores de emisión del IPCC 96. Los valores de producción fueron suministrados por el INDEC y las emisiones de NMVOCs se indican en la tabla 3.16.

**Tabla 3.16.** Valores de producción y emisión de NMVOCs de las industrias alimenticias.

	Producción	Factor de emisión (IPCC 96)	Emisión de NMVOC (Gg)
Azúcar	1.649.140 t	10 kg/t	16,49
Vino	13.435.000 hl <sup>(1)</sup>	0,08 kg/hl	1,07
Cerveza	12.687.000 hl <sup>(1)</sup>	0,035 kg/hl	0,44
Bebidas espirituosas	764.420 hl	15 kg/hl	11,46
		<b>Total</b>	<b>29,46</b>

<sup>(1)</sup>Este dato corresponde a las ventas.

## Emisiones de los HFC, los PFC y del SF6

Los HFC son sustancias artificiales que han sido desarrolladas por la industria con el objeto de reemplazar a los CFC y los HCFC, los que debido a su alto potencial de destrucción del Ozono (ODP), no se utilizan o dejarán de hacerlo en el mediano plazo. Estas sustancias se utilizan principalmente, tanto puras como formando parte de mezclas, como fluidos refrigerantes, agentes extintores, agentes expansores en espumas, solventes industriales y propelentes de aerosoles.

En el año 1997 no existía en La Argentina ninguna fábrica de estos productos y todo el consumo local se cubría con la importación. Este ingreso de HFC se producía tanto como gases a granel como formando parte de productos manufacturados. Como la Argentina tiene un mayor plazo para la sustitución de CFC y HCFC, aún en muchas aplicaciones se siguen utilizando gases de estas dos familias. Como ejemplo cabe mencionar el CFC 11 en soplado de espumas o el HCFC 22 en la refrigeración comercial o el aire acondicionado. Donde se produjo el mayor crecimiento en el consumo de HFC fue en el de refrigeración doméstica y pequeña refrigeración comercial con la presencia del HGC 134<sup>a</sup>, tanto en los refrigeradores producidos localmente como en los importados. También es destacable el crecimiento en la utilización en del HFC 404 A (que es una mezcla formada por HFC 125, HFC 143 a y HFC 134 a) en la pequeña refrigeración comercial e incipientemente en instalaciones comerciales centralizadas. En lo que se refiere a espumas rígidas, se mantenía en 1.997 un importante consumo de CFC 11 particularmente en las pequeñas fábricas de paneles y exhibidores de uso en supermercados.

Las grandes fábricas de heladeras han iniciado lentamente su conversión primero a HCFC141B y a ciclopentano. En el rubro de instalaciones antiincendio, los usuarios se han volcado al HFC 227 no registrándose importaciones de HFC 236. El SF6, importado por solo dos empresas, se utilizaba en forma excluyente como aislante dieléctrico en grandes instalaciones de transporte y distribución de energía eléctrica.

Los resultados para el año 1997 se presentan en la Tabla 3.17

**Tabla 3.17. Emisiones de HFCS, PFCS y SF6 1997**

Producto	Ton.	TCE
HFC – 23	0,40	1276
HFC – 125	1,63	1245
HFC – 134 A	430,38	152582
HFC – 143 A	0,43	445
HFC – 152 A	0,31	12
HFC – 227	29,37	23229
SF <sub>6</sub>	1,50	9777

### Fuente de datos y metodología

La metodología fue la recomendada por el IPCC. No existiendo producción local de estos gases, los datos provienen de los despachos aduaneros correspondientes, para determinar las importaciones y exportaciones a granel.

En el caso de los gases incorporados en productos manufacturados, se establecieron las unidades importadas / exportadas y quienes fueron los que realizaron estas operaciones. Se consideraron heladeras domésticas y pequeños artefactos frigoríficos comerciales, equipos de aire acondicionado de pequeña capacidad, automóviles y otros vehículos de transporte de personas. Mediante entrevistas con los principales importadores, se estableció que gases formaban parte de estos productos.

Las fuentes utilizadas fueron:

- Declaraciones juradas de importación de la Administración Nacional de Aduanas.
- Cámara de Industrias de la Refrigeración y A. Acondicionado.
- Entrevistas personales con Dupont Argentina S.A., ICI Argentina S.A., Frío Industrias Argentinas S.A., Pamcor S.A., Alcanos S.A., Laher Mercantil S.A., Giacomino S.A., AGA Argentina S.A., Kronen Argentina S.A.; Carrier Argentina S.A.

Si bien los datos de importación y exportación de un año pueden ser no exactamente representativos del consumo anual, el promedio de varios años es aún menos representativo porque su incorporación al mercado argentino es muy reciente, dado que en 1997 la Argentina todavía no tenía compromisos de sustitución por el Protocolo de Montreal.

### Resumen

La tabla 3.18 sintetiza las emisiones del sector industrial con la excepción de los gases informados en la tabla 3.17.

Tabla 3.18. Síntesis de las emisiones del sector industrial

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMV OC	SO <sub>2</sub>	CF <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>
<b>Emisiones totales de Procesos Industriales</b>										
<b>A Producción de minerales no metalíferos</b>	4626,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00	0,00	0,00
1 Producción de Cemento	3107,8						2,03			
2 Producción de cal	1068,1									
3 Uso de piedras caliza y dolomita para la siderurgia	437,1									
4 Producción de soda cáustica	N/P									
5 Techado asfáltico					N/E	N/E				
6 Asfaltado de calles						N/E				
7 Producción de vidrio	13,3					N/E				
<b>B1 Industrias Químicas Inorgánicas</b>	87,60	0,00	0,62	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 Producción de amoníaco	***				0,00	0,00	0,00			
2 Producción de ácido nítrico			0,62	0,66						
3 Producción de ácido adípico			N/P	N/P	N/P	N/P				
4 Producción de Carburos	87,60	N/E								
<b>B2 Industrias Químicas Orgánicas</b>	0,00	2,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 Dicloroetileno		0,09								
2 Estireno		0,38								
3 Etileno		0,60								
4 Formaldehído		0,01								
5 Metanol		0,13								
6 Negro de humo		1,60								
7 Poliestireno		0,00								
8 Propileno		0,01								
<b>C Producción de minerales metálicos</b>	3952,9	0,00	0,00	0,58	100,13	0,13	2,82	0,00	0,04	0,00
1 Producción de hierro y acero	3656,4 <sup>1</sup>			0,18	0,00	0,13	0,00			
2 Producción de ferroaleados	0,00 <sup>1</sup>									
3 Producción de aluminio	296,5			0,40	100,13		2,82	0,04	0,004	
4 SF <sub>6</sub> en los hornos de Aluminio										N/U
<b>D Otros productos</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,46	0,00	0,00	0,00	0,00
1 Pulpa y papel				N/D	N/D	N/D	N/D			
2 Comidas y bebidas						29,46				

\*\*\* contabilizado en el sector energético.

<sup>1</sup> Se informan en conjunto las emisiones de hierro, acero y ferroaleados.

N/E: No evaluado.

N/P: No hay datos.

N/U: No se utiliza SF<sub>6</sub> en la producción de aluminio en la Argentina.

## REFERENCIAS

- Aristarain, L. y Cozzi, G. (1992). Distribución de los principales minerales en la República Argentina para las industrial básicas de transformación, Panorama Minero, Buenos Aires, Argentina.
- Brunatti (1999). Instituto del Cemento Portland, comunicación personal.
- IPA (1998). Información Estadística de la Industria Petroquímica y Química de la Argentina, 18ª Edición. Instituto Petroquímico Argentino.
- IPPC (1996a). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 1 Reporting Instructions.
- IPPC (1996b). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 2 Workbook.
- IPPC (1996a). Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. Vol. 3 Reporting Instructions.
- Instituto Argentino de Siderurgia, comunicación personal.
- PNUD-SECYT (1997). Inventario de Gases de Efecto Invernadero. Proyecto ARG/95/G/31-PNUD-SECYT. Secretaría de Ciencia y Técnica de la República Argentina.
- SE (1999). Balances Energéticos Nacionales. Secretaría de Energía. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos de la Argentina, <http://mecon.ar>
- SUIM (1999). Sistema Único de Información Minera, <http://www.suim.gov.ar>
- U.S. EPA (1995). Compilation of Air Pollution Emission Factors. Vol 1: Stationary and Area Sources. 5<sup>th</sup> Edition. AP-42. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina.
- Zavatti, J. (1999). Aluminio Argentino S.A.I.C., comunicación personal.

## 4. AGRICULTURA Y GANADERÍA

Las actividades agrícolas y ganaderas contribuyen directamente a la emisión de GEIs a través de una serie de procesos. La ganadería contribuye a la emisión de metano por la fermentación entérica y el excremento de los animales. Este último es también fuente de óxido nitroso, al igual que las forrajeras fijadoras de nitrógeno, en particular la alfalfa. Cuando estas pasturas son enterradas debido a la periódica renovación de los cultivos, también se da lugar a procesos que llevan a la emisión de óxido nitroso. En las actividades agrícolas estas emisiones se producen como consecuencia de los cultivos fijadores de nitrógeno, entre los que se destaca la soja, y con el enterramiento de rastrojos. Los fertilizantes comerciales contribuyen también a la emisión de óxido nitroso, mientras que el cultivo del arroz genera emisiones de metano. Finalmente, la quema de rastrojos produce emisiones de óxido nitroso, otros óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y metano.

### Emisiones de metano por fermentación entérica

La producción de metano es parte de los procesos digestivos normales de los animales. Durante la digestión, los microorganismos presentes en el aparato digestivo fermentan el alimento consumido por el animal. Este proceso microbiano, conocido como fermentación entérica, produce metano como un subproducto, que puede ser exhalado o eructado por el animal.

Entre las especies ganaderas, los rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos y camélidos) son los principales emisores de metano. En condiciones normales, los rumiantes son alimentados con forrajes que contienen celulosa. El proceso de fermentación, que tiene lugar en el rumen, hace posible que los microorganismos desdoblén la celulosa, transformándola en productos que pueden ser absorbidos y utilizados por el animal. Estos organismos conforman una ecología compleja, que incluye mecanismos de competencia y simbiosis. La población de estos organismos es fuertemente influida por la composición de la dieta que consume el animal. Las bacterias metanogénicas son las responsables de la producción del metano y, si bien constituyen una fracción muy pequeña de la población microbiana total, cumplen una función importante al proveer un mecanismo para eliminar el hidrógeno producido en el rumen.

En los animales no rumiantes (porcinos, equinos, mulares, asnales), la fermentación microbiana ocurre en el intestino grueso, que tiene una capacidad de producción de metano mucho menor que el rumen.

Debido a que la producción de metano es el resultado de procesos digestivos, la cantidad emitida varía con el tipo de animal, con la naturaleza, cantidad y digestibilidad del alimento consumido y con el tipo de producción. La estimación de las emisiones de metano para la ganadería, se expone en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Emisiones de metano por la fermentación entérica del ganado (Gg/año)

ESPECIE ANIMAL	1990	1994	1997
Bovinos lecheros	160	18	208
Bovinos no lecheros	2278	2413	2237
Ovinos	110	85	68
Caprinos	19	20	17
Porcinos	3	3	3
Equinos	36	36	36
Camélidos	7	7	7
Asnales y Mulares	1	1	2
Búfalos	0	0	0
Aves de corral	No se estimó	No se estimó	No se estimó
<b>TOTAL</b>	<b>2613</b>	<b>2743</b>	<b>2577</b>

Tabla 4.2. Emisiones de metano por la fermentación entérica del ganado (MTCE/año)

ESPECIE ANIMAL	1990	1994	1997
Bovinos lecheros	0,9	1,0	1,2
Bovinos no lecheros	13,0	13,8	12,8
Ovinos	0,6	0,5	0,4
Caprinos	0,1	0,1	0,1
Porcinos	0,0	0,0	0,0
Equinos	0,2	0,2	0,2
Camélidos	0,0	0,4	0,4
Asnales y Mulares	0,0	0,0	0,0
Búfalos	+	+	+
Aves de corral	No se estimó	No se estimó	No se estimó
<b>TOTAL</b>	<b>15,0</b>	<b>15,7</b>	<b>14,8</b>

Según se observa en la Tabla 4.2, las emisiones de metano por fermentación entérica, en la República Argentina y en el año 1997, fueron de 2.577.346 Ton, resultando 1,4% inferiores a las del año 1990 y 6% inferiores a las del año 1994. Las emisiones de los bovinos lecheros crecieron entre 1990 y 1997, debido a un leve aumento en el número de cabezas y al incremento de la productividad por vaca (10 litros en 1990 versus 13 litros en 1997).

Las emisiones de los bovinos no lecheros, ovinos, caprinos y porcinos se redujeron como consecuencia de la disminución de las respectivas poblaciones. Para el resto de las especies, no se observan variaciones significativas.

## Metodología

En la República Argentina, el ganado vacuno es responsable del 95% de las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica. Dada la gran importancia económica de esta especie en el país, el predominio en el número de bovinos con respecto al resto de las especies ganaderas y la disponibilidad de información, la estimación de las emisiones de metano por fermentación entérica de los bovinos se efectuaron utilizando el Método del Nivel 2, según las Directrices del IPCC (Revised 1996 IPCC Guidelines – IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997).

Dado que casi el 80% del stock bovino nacional se concentra en la Región Pampeana, los sistemas productivos de esa región se tomaron como representativos del país.

La población de vacas lecheras se dividió en cuatro grupos, según sus diferentes estados fisiológicos. Estos animales se mantienen sobre pasturas de alta calidad, basadas en alfalfa, y reciben distintos niveles y tipos de suplementos (silajes, henos, alimento balanceado, maíz, subproductos). Las emisiones se calcularon para una dieta con 65% de digestibilidad.

El stock vacuno no lechero se dividió en dos grupos: actividad de cría y actividad de invernada. A su vez, cada grupo se subdividió en tantas categorías como fue posible, de acuerdo con la información disponible. El rodeo de cría se mantiene sobre campos naturales, con un valor de digestibilidad promedio de 55%. El rodeo de invernada se mantiene sobre pasturas implantadas de buena calidad y recibe suplementación estratégica (verdeos, henos, silajes). Las emisiones se calcularon en función de una dieta con 60% de digestibilidad.

En los inventarios de 1990 y 1994 se sobreestimó la digestibilidad de las dietas; por lo tanto, se calcularon nuevamente las emisiones de metano por fermentación entérica para dichos años utilizando los mismos valores de digestibilidad que para el año 1997.

Los factores de emisión estimados se multiplicaron por el número de cabezas de cada una de las categorías y luego se sumaron las emisiones anuales de todas las categorías para obtener la emisión total de la especie vacuna. Para el resto de las especies ganaderas, las emisiones de metano por fermentación entérica se estimaron por el Método del Nivel 1, multiplicando la población anual de cada especie por su correspondiente factor de emisión por defecto, según la metodología del IPCC.

## **Fuentes de información**

Con respecto a las existencias ganaderas, para los bovinos lecheros se tomó la información del Departamento de Lechería de la Dirección de Industria Alimentaria de la S.A.G.P. y A. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación). En el caso de los bovinos no lecheros, se utilizó un valor intermedio entre los datos surgidos de la Encuesta Nacional Agropecuaria 97 (ENA) del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y del Registro de Vacunación de la Campaña Nacional de Control y Erradicación de la Fiebre Aftosa del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Alimentaria (SENASA). Ambas fuentes pueden contener errores sistemáticos, la primera por defecto y la segunda por exceso. En consecuencia el valor promedio puede resultar una buena aproximación.

Para los porcinos, se tomó el dato de fiscalización del SENASA; para los caprinos, el de la ENA 1997 y para los ovinos, un valor promedio entre el de la ENA 1997 y el de la fiscalización del SENASA. En el caso de las aves, se utilizó la información de FAO 1997 y de la S.A.G.P. y A. (Avicultura en cifras).

Para el resto de las especies, se tomaron los valores de existencias aportados por el Censo Nacional Agropecuario 1988. En el anexo D se presenta una tabla con las existencias ganaderas. Cuando las emisiones se estimaron por el Método del Nivel 1, se utilizaron los factores de emisión por defecto del IPCC. A los efectos de caracterizar los sistemas de producción del país, para calcular los factores de emisión para el ganado bovino lechero y no lechero, se recurrió a información bibliográfica nacional disponible y a consultas a expertos.

## **Incertidumbre**

Los valores de digestibilidad, que se encuentran en la bibliografía nacional y que se tomaron como base para las estimaciones, corresponden a forrajes analizados individualmente, no contándose con valores para dietas completas. Además, la información sobre los sistemas de producción y las estadísticas de las existencias ganaderas, tiene un grado de incertidumbre del orden del 5%. Se estima que la incertidumbre total de las estimaciones de las emisiones está en el orden del 25%.

## Emisiones de Metano y Oxido Nitroso por el Manejo del Estiércol

El manejo del estiércol del ganado produce emisiones de metano y de óxido nitroso. El metano se genera mediante la descomposición anaeróbica del estiércol, mientras que el óxido nitroso se forma como parte del ciclo del nitrógeno, a través de la denitrificación del nitrógeno orgánico presente en el estiércol y en la orina del ganado. Cuando el estiércol se dispone en sistemas que promueven las condiciones anaeróbicas (por ejemplo, en forma líquida en lagunas, tanques o fosas), la descomposición de la materia tiende a producir metano. Cuando el estiércol se maneja en forma sólida (por ejemplo, almacenamiento en pilas) o queda depositado sobre las pasturas y los campos naturales, tiende a descomponerse aeróbicamente y produce muy poco metano. La temperatura y la humedad influyen en el desarrollo de las bacterias responsables de la formación de metano.

La composición del estiércol, que depende de la dieta de los animales, también afecta la cantidad de metano producido. Cuanto mayor es el contenido energético y la digestibilidad del alimento, mayor es el potencial de emisión de metano en el estiércol. Por ejemplo, los animales en feedlot, alimentados con dietas altamente energéticas, generan estiércol con gran capacidad de producción de metano, mientras que el ganado mantenido con forrajes de baja concentración energética, producen estiércol con aproximadamente la mitad de capacidad de formación de metano que en el caso del feedlot.

La cantidad de óxido nitroso producido es variable, y depende de la composición del estiércol y la orina, del tipo de bacterias involucradas en el proceso y de la cantidad de oxígeno y líquido en el sistema de manejo. Las emisiones de óxido nitroso resultan del estiércol y la orina del ganado, que se maneja en sistemas líquidos o que se recolecta y almacena en forma sólida. Las emisiones de óxido nitroso provenientes del estiércol y la orina generados por los animales en pastoreo, que no recibe tratamiento, y que permanece en la pastura o campo natural, se incluye en el sector de Manejo de Suelos Agrícolas. Las tablas 4.3 y 4.4 muestran las estimaciones de las emisiones de metano y óxido nitroso originadas en el manejo del estiércol del ganado.

**Tabla 4.3.** Emisiones de metano y óxido nitroso por el tratamiento del estiércol (Gg/año).

ESPECIE ANIMAL	1990	1994	1997
<b>METANO</b>			
Bovinos lecheros	2,0	2,1	2,4
Bovinos no lecheros	41,0	43,4	40,2
Ovinos	2,7	2,1	1,7
Caprinos	0,5	0,6	0,5
Porcinos	53,4	67,2	49,4
Equinos	3,0	3,0	3,0
Camélidos	0,3	0,3	0,3
Asnales y Mulares	0,1	0,1	0,2
Búfalos	0,0	0,0	0,0
Aves de corral	0,5	0,5	1,0
<b>TOTAL</b>	<b>103,6</b>	<b>119,3</b>	<b>98,7</b>
<b>OXIDO NITROSO</b>			
Bovinos lecheros	0,1	0,1	0,1
Bovinos no lecheros	0,0	0,0	0,0
Ovinos	0,0	0,0	0,0
Porcinos	0,1	0,1	0,7
Aves de corral	0,4	0,4	0,0
Otros	0,0	0,0	0,8
<b>TOTAL</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>

**Tabla 4.4.** Emisiones de metano y óxido nitroso por el tratamiento del estiércol (MTCE/año)

ESPECIE ANIMAL	1990	1994	1997
<b>METANO</b>	0,0	0,0	0,0
Bovinos lecheros	0,2	0,3	0,2
Bovinos no lecheros	0,0	0,0	0,0
Ovinos	+	+	+
Caprinos	0,3	0,4	0,3
Porcinos	0,0	0,0	0,0
Equinos	+	+	0,0
Camélidos	+	+	+
Asnales y Mulares	+	+	+
Búfalos	+	+	0,0
Aves de corral			
<b>TOTAL</b>	<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>OXIDO NITROSO</b>			
Bovinos lecheros	0,0	0,0	0,0
Bovinos no lecheros	+	+	+
Ovinos	+	+	+
Porcinos	+	0,0	+
Aves de corral	0,0	0,0	0,1
Otros	+	+	+
<b>TOTAL</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>

Para el año 1997, las emisiones de metano fueron de 98,678 Ton. 4,7% inferiores a las de 1990 y 17,3% inferiores a las de 1994. Los porcinos, a pesar de su relativamente escaso número, son los principales responsables de estas emisiones, debido a que son la especie ganadera que se mantiene con mayor grado de confinamiento en el país, manejándose sus efluentes en forma líquida.

Las emisiones de óxido nitroso, para el año 1997, fueron de 833 Ton, 73% superiores a las del año 1990. Las aves de corral contribuyen con el mayor porcentaje a este tipo de emisiones, ya que la totalidad de su estiércol se maneja en forma sólida, aeróbica. Para ambos gases, las emisiones anuales reflejan las variaciones en el tamaño de las poblaciones de cada especie.

## Metodología

Para estimar las emisiones de metano, así como de óxido nitroso, se siguió la metodología del IPCC. A los efectos de calcular las emisiones de metano, se procesó la siguiente información:

- Promedio anual de la población de cada especie (número de cabezas) por región climática.
- Promedio diario de excreción de sólidos volátiles, para cada especie.
- Potencial de producción de metano de los sólidos volátiles.
- Factor de conversión en metano, para cada sistema de manejo del estiércol.
- Proporción del estiércol de cada especie que se maneja en cada uno de los diferentes sistemas.

Las emisiones provenientes de los porcinos se estimaron por el Método del Nivel 2, con información brindada por especialistas nacionales.

Para el resto de las especies, se utilizó el Método del Nivel 1, aplicándose los factores de emisión por defecto aportados por el IPCC.

Las emisiones de óxido nitroso se estimaron de acuerdo con los siguientes pasos:

- Determinación de la cantidad de nitrógeno excretado anualmente por cada especie.
- Determinación del porcentaje del estiércol de cada especie manejado en cada uno de los diferentes sistemas.
- Cálculo de la cantidad de nitrógeno excretado anualmente por cada especie, que se maneja en cada uno de los diferentes sistemas.
- Cálculo del nitrógeno, excretado anualmente, que se convierte en óxido nitroso, en cada uno de los sistemas de tratamiento del estiércol.
- Sumatoria de las cantidades de óxido nitroso producidas en todos los sistemas, para estimar la emisión total originada en el tratamiento del estiércol.

En ambos casos, la caracterización de los sistemas de manejo del estiércol se realizó sobre la base de consultas con expertos y se mantuvo fija para todos los años.

## Fuentes de información

Los datos sobre existencias ganaderas, sistemas productivos y digestibilidad de los alimentos son los mismos que se utilizan para estimar las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica y surgieron de las mismas fuentes. Cuando se aplicaron factores por defecto, éstos fueron los aportados por el IPCC.

La cantidad de nitrógeno excretado anualmente por cada especie y los factores de emisión de óxido nitroso para cada uno de los sistemas de manejo del estiércol se tomaron de las Directrices del IPCC (Revised 1996 IPCC Guidelines - IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997).

## Incertidumbre

La principal fuente de incertidumbre en las estimaciones de las emisiones de metano y óxido nitroso a partir del estiércol del ganado, es la falta de información precisa con respecto al tratamiento que reciben los efluentes de origen animal. También hay dudas con respecto al número de porcinos que se mantienen en confinamiento. Además, los valores por defecto tomados del IPCC, por ser promedios, podrían no reflejar exactamente las condiciones argentinas. Por lo tanto, se estima que estas emisiones de metano y óxido nitroso tienen un valor de incertidumbre de alrededor del 25%.

## Manejo de los Suelos Agrícolas

Los óxidos nitrosos son producidos naturalmente en los suelos a través de los procesos microbianos de nitrificación (oxidación microbiana de amonio a nitrato) y de denitrificación (reducción microbiana anaeróbica de nitrato a gas dinitrógeno). Una gran cantidad de actividades agrícolas puede añadir nitrógeno a los suelos, aumentando de este modo la cantidad de nitrógeno disponible para los procesos de nitrificación y de desnitrificación, y por último la cantidad de N<sub>2</sub>O emitido. El óxido nitroso es un producto intermedio en la secuencia de las reacciones de los procesos de nitrificación y de denitrificación, que se pierde de las células microbianas hacia la atmósfera.

Las actividades agropecuarias pueden añadir nitrógeno a los suelos tanto en forma directa como indirecta. Las adiciones directas tienen lugar a través de varias prácticas agrícolas, y a través del pastoreo de animales (deposición directa de orina y estiércol animal sobre los pastizales, pasturas y verdes por los animales en pastoreo directo). Las emisiones indirectas tienen lugar a través de dos mecanismos: 1) volatilización del nitrógeno aplicado (fertilizante y estiércol de ganado), y subsecuente deposición atmosférica de este nitrógeno como amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y óxidos de nitrógeno; 2) escurrimiento superficial y lixiviación del nitrógeno aplicado. Otras prácticas de manejo agrícola, tales como el riego, el drenaje, las prácticas de labranza, y el barbechado de tierras, pueden afectar los flujos de  $\text{N}_2\text{O}$ , así como las de otros gases de efecto invernadero hacia y desde los suelos. De todas maneras, debido a que existen grandes incertidumbres acerca de la influencia de estas prácticas, no han sido estimadas.

El IPCC divide las fuentes de  $\text{N}_2\text{O}$  en tres componentes: 1) emisiones directas de  $\text{N}_2\text{O}$  debido a prácticas de cultivo; 2) emisiones directas de los suelos debido a producción animal; y 3) emisiones indirectas desde los suelos inducidas por las prácticas agrícolas y ganaderas.

Dada la importancia que revisten las emisiones de GEIs del sector ganadero en la República Argentina, y con el objeto de discriminar claramente las emisiones de esta actividad, se presentarán por separado las emisiones indirectas debidas a la ganadería y a la agricultura. Igualmente se discriminarán los aportes de los cultivos fijadores de los de las pasturas, estas últimas asociadas a la actividad ganadera. El mismo temperamento se adopta para informar las emisiones debidas al enterramiento de rastrojos de cultivos agrícolas y de forrajeras.

## Emisiones de Oxido Nitroso debidas a los Animales en Pastoreo

Estas emisiones corresponden al óxido nitroso que se produce a partir del estiércol y la orina de los animales, que no se utilizan como fertilizantes ni se tratan de ninguna manera, sino que quedan depositados sobre las pasturas o campos naturales. En la República Argentina, alrededor del 95% del nitrógeno excretado por el ganado tiene este destino.

Las emisiones de óxido nitroso directas del suelo, debidas a la producción animal, fueron de 77 Gg en el año 1994 y resultan algo superiores a las de los años 1990 y 1997, reflejando la disminución de las existencias ganaderas.

**Tabla 4.5** Emisiones de óxido nitroso del suelo, debidas a los animales en pastoreo (Gg/año).

Forma de Emisión	1990	1994	1997
Directa	83	86	77
Indirecta	41	42	39
Total	124	128	116

**Tabla 4.6** Emisiones de óxido nitroso del suelo, debidas a los animales en pastoreo (MTCE/año).

Forma de Emisión	1990	1994	1997
Directa	7,0	7,3	6,5
Indirecta	3,5	3,7	3,3
Total	10,5	10,9	9,8

## Metodología y datos

Para estimar estas emisiones, se utilizaron los valores de excreción anual de nitrógeno para cada especie y el factor de emisión por defecto aportados por el IPCC. Los datos sobre existencias ganaderas, sistemas productivos y digestibilidad de los alimentos son los mismos que se utilizaron para estimar las emisiones de metano procedentes de la fermentación entérica y surgieron de las mismas fuentes.

Para estimar estas emisiones, se utilizaron los valores de excreción anual de nitrógeno para cada especie, la fracción de nitrógeno que se volatiliza, la fracción de nitrógeno que lixivia y escurre y los factores de emisión por defecto aportados por el IPCC.

## Incertidumbre

La principal fuente de incertidumbre en las estimaciones de las emisiones de óxido nítrico a partir del estiércol del ganado, es la falta de medidas locales de las emisiones directas así como la aplicación de los índices del IPCC, que podrían no reflejar exactamente las condiciones argentinas. Por lo tanto, se estima que estas emisiones de óxido nítrico tendrían una incertidumbre de un orden de magnitud.

## Emisiones directas de N<sub>2</sub>O debido a prácticas agrícolas de cultivo

Estas estimaciones de las emisiones de N<sub>2</sub>O están basadas en la cantidad total de nitrógeno que es aplicado a los suelos a través de prácticas de cultivo. Estas prácticas son: 1) la aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos; 2) la aplicación de estiércol animal a través de operaciones periódicas de abonado; 3) la producción de cultivos fijadores de nitrógeno; 4) la incorporación de residuos agrícolas al suelo, y 5) el cultivo de los histosoles.

De acuerdo con el Mapa de Suelos de la República Argentina, publicado por INTA (1990), el orden histosoles se encuentra muy poco representado en nuestro país. Sólo ocupa algunas hectáreas en el territorio de Tierra del Fuego, donde además estos suelos no son cultivados. Por consiguiente, no existen emisiones de óxido nítrico procedentes del cultivo de histosoles en Argentina.

No se dispone de información correspondiente al uso de fertilizantes orgánicos. Sin embargo, se estima que prácticas como el estercolado de campos, o la aplicación de otros biosólidos, no están aún difundidas en la Argentina. Por lo tanto se informa sólo sobre las emisiones por aplicación de fertilizantes comerciales, cultivos y pasturas fijadoras de nitrógeno y enterramiento de residuos agrícolas.

## Fuentes de datos

Los datos de consumo de fertilizantes sintéticos en Argentina para el período 1989- 1995 fueron obtenidos de estadísticas de consumo aparente del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). De 1996 en adelante, son estimaciones de la Dirección de Agricultura de la S.A.G. y P. (R. Bertolassi, comunicación personal), tomando como base el consumo aparente y el remanente de año a año (“carry over”). Estos datos fueron organizados por año calendario, asumiendo que su uso es estacional, en coincidencia con la siembra de los cultivos de cosecha fina y gruesa.

El consumo anual de fertilizantes en unidades de nitrógeno es presentado en la el anexo D. La agricultura argentina terminó usando alrededor de cinco veces más fertilizantes al final de la década, con relación a las cantidades, medidas en nitrógeno, usadas al principio.

La metodología del IPCC considera que los principales aportes por fijación de nitrógeno provienen de cultivos cosechables, como soja y legumbres secas. Las estadísticas de estos cultivos están disponibles en información provista por la S.A.G.P. y A. y se presentan en el anexo D.

En la Argentina es considerable la fijación biológica de nitrógeno por parte de las leguminosas forrajeras, como alfalfa y tréboles. Particularmente, en la región pampeana es frecuente la rotación de los campos dedicados a la agricultura con pasturas consociadas de gramíneas y leguminosas. Estos campos son pastoreados en forma directa por el ganado. No se dispone en este caso de estadísticas confiables, pero existen estimaciones confiables de la superficie sembrada con forrajeras puras y pasturas consociadas. Estas estimaciones surgen de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA). No existen datos registrados entre 1989 y 1992 sobre área sembrada con forrajeras, por lo cual no fue posible considerar su contribución entre estos años. Sólo existe una base confiable de datos que surge del Censo Nacional Agropecuario de 1988. Para realizar los cálculos de emisiones del período 1989-1997 correspondientes a las forrajeras, se consideraron los datos del censo 88 como válidos para el año 1989.

Para estimar la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo a través de la incorporación de residuos, se utilizó la totalidad de residuos de cultivos agrícolas (trigo, soja, maíz, etc.). Las estadísticas de producción anual de cultivos tomados de la S.A.G. P. y A. En el anexo D se presentan las producciones de cultivos para grano durante el período.

## **Metodología**

No existen estadísticas sobre producción de biomasa de forrajeras en la Argentina. Por consiguiente, para subsanar esta deficiencia se recurrió a mediciones de producción de biomasa compiladas por Cangiano (1996). Estas mediciones corresponden a alfalfas puras y a pasturas consociadas, provenientes de experimentos de campo realizados al norte (EEA Rafaela, INTA) y al sur (EEA Balcarce, INTA) de la región pampeana.

En el caso de las pasturas consociadas se consideró que aproximadamente las leguminosas participaban en un 50% en la mezcla. Con estos datos se completó la información de producción anual de biomasa de las leguminosas forrajeras de la Tabla 4.7. Si bien se informan las estimaciones de las emisiones de  $N_2O$  por la fijación de nitrógeno en este tipo de pasturas, se consideran a las mismas poco confiables debido a la incertidumbre sobre el porcentaje de leguminosas en el total de la biomasa. Por esa razón, estas estimaciones no se suman en el inventario de emisiones de la República Argentina.

Los valores de producción de cultivos fueron convertidos a biomasa seca total, aplicando las relaciones residuo/cosecha y las fracciones de materia seca de los residuos. Se utilizaron para ello datos de fuentes locales.

En el caso de las forrajeras, incluyendo alfalfa, los datos de biomasa como materia seca resultantes de los cálculos efectuados fueron volcados directamente en las planillas del IPCC. Para convertir la biomasa a nitrógeno, se asumió que un total de 3% de la materia seca del cultivo era nitrógeno (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997). El comportamiento relativamente poco variable permite utilizar un valor constante de aporte de N para complementar la información estadística faltante entre 1990/91 y 1994/95. Este valor constante surge de promediar los aportes de nitrógeno por leguminosas forrajeras en 1989/90 y entre 1995/96 y 1997/98. Para estimar la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo a través de la incorporación de residuos, se asumió que la totalidad de residuos de cultivos agrícolas (trigo, soja, maíz, etc.), excepto la fracción quemada en el campo luego de la cosecha, es incorporada mediante laboreo.

Dado que el ciclo agrícola en las zonas templadas del hemisferio sur comienza en un año calendario y finaliza en el siguiente, todas las emisiones, excepto las originadas en el tratamiento de los residuos agrícolas, son asignadas al año de comienzo de la campaña agrícola. En el caso de las emisiones correspondientes al enterramiento de residuos se asignan al segundo año de la campaña agrícola.

La ganadería realizada sobre pasturas cultivadas implica la realización de labores de remoción del suelo y de enterramiento de residuos cada cierto número de años. De acuerdo con datos tomados en la última encuesta nacional disponible (1997), la tasa de renovación de las pasturas implantadas difiere entre provincias, pero es en promedio casi 20%. Ello implica una vida útil de cinco años para las pasturas cultivadas. Por consiguiente, puede considerarse que 1/5 de la biomasa total es aportada anualmente al suelo. El procedimiento usado para calcular la biomasa incorporada al suelo fue similar al usado en el caso del aporte por fijación biológica de nitrógeno

En el caso de los cultivos no leguminosos y de las gramíneas de las pasturas consociadas (50%), se consideró que un 1,5% de la biomasa producida como materia seca es nitrógeno. La suma de los aportes individuales de nitrógeno de cultivos y pasturas permitió obtener el aporte total de nitrógeno por enterramiento de residuos.

A diferencia que lo que sucede con el aporte de nitrógeno por fijación biológica, en el aporte por enterramiento de residuos existe una participación preponderante de los cultivos agrícolas. Sin embargo, la contribución de las forrajeras (en los años donde hubo datos disponibles), se mantuvo poco variable entre años y su valor medio puede ser utilizado para complementar la información estadística faltante entre 1990/91 y 1992/93.

El total de nitrógeno en los residuos retornado al suelo fue adicionado al nitrógeno no volatilizado de los fertilizantes comerciales, y al nitrógeno de la fijación biológica de los cultivos de soja, maní y legumbres, y por las forrajeras leguminosas. La suma fue multiplicada por el factor de emisión por defecto del IPCC (0,0125 kg N<sub>2</sub>O-N/kg N aplicado) para estimar las emisiones anuales de N<sub>2</sub>O a partir del nitrógeno aplicado a los suelos.

## Resultados

La fijación biológica de nitrógeno, como fuente de emisiones de óxido nitroso ha sido el componente mayoritario de las emisiones directas. El uso de fertilizantes nitrogenados ha sido el componente minoritario, si bien cuadruplicó sus emisiones entre el inicio y el final de la década

Las emisiones directas de N<sub>2</sub>O a partir de prácticas agrícolas se presentan en la Tabla 4.7. La fijación de N, en primer término, y el enterramiento de residuos, en segundo término, fueron los componentes más importantes de las emisiones directas. Las emisiones aumentaron durante el período de 3,6 a 5,4 MTCE (43 a 64 Gg N<sub>2</sub>O).

**Tabla 4.7:** Emisiones directas de N<sub>2</sub>O por prácticas agrícolas (Gg/año)

	N <sub>2</sub> O Gg/año			MTCE		
	90	94	97	90	94	97
<b>Fertilizantes comerciales</b>	2	5	8	0,1	0,4	0,7
<b>Fijación de N</b>	24	20	33	2,0	1,7	2,8
Cultivos agrícolas	17	16	24	1,4	1,3	2,0
Pasturas	7	4	10	0,6	0,3	0,8
Pasturas consociadas *	12	15	11	1,1	1,2	0,9
<b>Enterramiento de Residuos</b>	17	18	24	1,4	1,5	2,0
Agrícolas	13	15	20	1,1	1,3	1,7
Pasturas	3	3	4	0,3	0,2	0,3
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>43</b>	<b>64</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>5,4</b>

\*Las emisiones debidas a las pasturas consociadas se agregan a título informativo, pero no se suman en el inventario.

## Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos agrícolas

### Metodología y datos

Se toma en consideración el N<sub>2</sub>O que es emitido indirectamente a partir del nitrógeno aplicado con el fertilizante. Las estimaciones del nitrógeno aplicado como fertilizante fueron realizadas usando el mismo método que el empleado para estimar las emisiones directas de nitrógeno. Para estimar las emisiones de NO<sub>2</sub> a partir de la volatilización y la subsiguiente deposición atmosférica, se asumió que un 10% del fertilizante aplicado se volatiliza, y un 1% del nitrógeno volatilizado retornó a los suelos y fue emitido como NO<sub>2</sub> (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997). El valor del 10% de volatilización es coincidente con los datos locales disponibles, por ejemplo para urea aplicada e incorporada al suelo con un adecuado contenido de humedad. No obstante, se sabe que este valor aumenta cuando el fertilizante no se incorpora.

### Resultados

**Tabla 4.8.** Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O (MTCE)

	1990	1994	1997
<i>Volatilización y Deposición atmosférica</i>			
Fertilizantes comerciales	0,01	0,04	0,06
<i>Escurrimiento superficial y lixiviación</i>			
Fertilizantes comerciales	0,08	0,29	0,43
<b>TOTAL</b>	<b>0,09</b>	<b>0,33</b>	<b>0,49</b>

### Incertidumbres

Los cultivos agrícolas y su fertilización son realizados bajo condiciones muy variables de suelo. La influencia de estas condiciones sobre los procesos de nitrificación, denitrificación y volatilización de nitrógeno poseen aspectos poco conocidos.

A estas incertidumbres propias de la metodología usada, debe adicionarse, en el caso argentino, la falta de estadísticas confiables de producción de forrajeras. Teniendo en cuenta que éstas representan el 30% de las emisiones directas por fijación biológica de nitrógeno, y alrededor del 20% de las emisiones por enterramiento de residuos, seguramente este factor contribuye a situar la incertidumbre de este rubro en un orden de magnitud.

## Cultivo del Arroz

La mayor parte del arroz producido en el mundo, y también en la Argentina, es producido en suelos inundados. Cuando el suelo se inunda, la descomposición aeróbica del material orgánico acaba gradualmente con el oxígeno presente en el suelo y el agua de inundación genera el desarrollo de condiciones anaeróbicas en el suelo. Bajo tales condiciones, se produce metano a través de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica del suelo por bacterias metanogénicas.

La totalidad del arroz argentino es cultivado bajo un manto superficial de agua (unos 20 cm de pelo de agua). Dicho manto es mantenido en forma permanente, durante periodos que rondan los 100 días. En la Argentina el arroz se cultiva en áreas de llanura con climas que van de templado a subtropical húmedo.

En las tablas 4.9 se observa que las emisiones de metano por el cultivo de arroz aumentaron considerablemente durante el periodo 1990–1997.

**Tabla 4.9. Emisiones anuales de metano por cultivo de arroz**

	1990	1994	1997
Gg	19,6	37,7	48,9
MTCE	0,1	0,2	0,3

## Metodología

Se utilizó el Libro de Trabajo Revisado de 1996 del IPCC (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997). Esta metodología recomienda aplicar un factor de emisión estacional para el área cosechada de arroz para estimar las emisiones anuales de CH<sub>4</sub>. Se asume que existe un factor de emisión estacional para todas las condiciones de cultivo, incluyendo la longitud de los períodos de crecimiento. Con respecto al factor de emisión FE, no fue posible hallar datos locales que se hubieran obtenido a partir de alguna determinación. Por esa razón, se decidió recurrir al valor por defecto: FE = 20 g/m<sup>2</sup>, que surge de la Tabla 4.11 del Manual de Trabajo del IPCC. No existen grandes diferencias de manejo y de períodos de crecimiento en los arrozales argentinos. Estos permanecen inundados continuamente unos 100 días, ello implica que se tomaron factores de emisión diarios de 0,2 g / m<sup>2</sup>. día.

## Fuentes de datos

El área cultivada de arroz, durante el período 1989/90–1997/98, aumentó de unas 100.000 a más de 200.000 hectáreas, a razón de 16.450 ha. por año, según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) (Anexo D).

## Incertidumbres

El principal factor de incertidumbre está asociado con la falta de datos locales y los correspondientes factores de emisión, para los cuales se debió recurrir a los valores por defecto del Manual del IPCC (1996). Otra probable fuente de incertidumbre es la variabilidad ecológica de toda el área arrocera argentina. Por ejemplo, los diferentes tipos de suelos existentes en las áreas Litoral Sur y Litoral Norte, donde el contenido de materia orgánica presenta diferencias importantes. Otro factor a tener en cuenta es la diferente fuente de agua de riego en las dos principales provincias productoras. Mientras en Entre Ríos el agua de inundación proviene del subsuelo, en Corrientes es agua superficial. Ello implica diferente régimen térmico del agua, lo cual permite inferir que puede haber diferentes tasas de emisión de metano. La incertidumbre alcanza un orden de magnitud.

## Quema en el Campo de Residuos Agrícolas

La quema de rastrojos es una práctica que se realiza para facilitar las posteriores labores agrícolas y tiene por finalidad que no existan residuos en descomposición del cultivo anterior durante el crecimiento del cultivo subsiguiente. Además de ser una fuente de emisiones de metano, monóxido de carbono, óxidos del nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), y óxido nitroso hacia la atmósfera.

La quema de rastrojos es una práctica poco frecuente en la pradera pampeana, principal área de cultivos de la Argentina, pero es habitual en el nordeste (NEA) y noroeste (NOA) argentinos, donde es común quemar rastrojos de algodón y de caña de azúcar. Existen diferentes razones por las cuales se queman los rastrojos. Los cultivos como el trigo pueden dejar un abundante volumen de residuos, los cuales son de difícil descomposición, dado su elevada relación C/N ( $> 80$ ). La necesidad de quemar estos rastrojos se agudiza en los casos en los que no es posible dejar períodos de barbecho suficientemente largos ( $> 60$  días). El lino posee rastrojos con muy alta relación C/N ( $> 100$ ), y por ende, son de difícil descomposición. La participación del lino en la agricultura argentina es cada vez menos importante. En el anexo D se incluye la producción cuyos rastrojos son quemados.

Como en el caso del enterramiento de rastrojos, se computan las emisiones en el segundo año calendario de la campaña agrícola. En la Tabla 4.10 se presentan los valores de emisiones de GEIs. Las emisiones expresadas en MTCE se presentan, por su parte, en la Tabla 4.11. Puede observarse que éstas rara vez exceden 0.05 MTCE lo que implica que son muy poco importantes en el conjunto de las emisiones argentinas de GEIs.

Tabla 4. 10. Emisiones a partir de la quema de residuos agrícolas (Gg)

	1990	1994	1997
<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>8,4</b>	<b>6,5</b>	<b>6,7</b>
Algodón	0,4	0,3	0,4
Caña de azúcar	5,7	4,7	4,3
Lino	1,2	0,3	0,2
Trigo	1,1	1,1	1,7
<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>	<b>0,1</b>
Algodón	0,0	0,0	0,0
Caña de azúcar	0,1	0,1	0,1
Lino	0,0	+	+
Trigo	0,0	0,0	0,0
<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>5,1</b>	<b>4,2</b>	<b>4,2</b>
Algodón	0,2	0,2	0,3
Caña de azúcar	3,4	3,0	2,7
Lino	0,7	0,2	0,1
Trigo	0,7	0,7	1,1
<b>CO</b>	<b>176,0</b>	<b>137,1</b>	<b>140,2</b>
Algodón	8,2	6,3	9,2
Caña de azúcar	119,3	98,6	91,0
Lino	25,4	5,9	3,7
Trigo	22,9	22,2	36,3

+ menor a 0,01 Gg

Tabla 4.11. Emisiones a partir de la quema de residuos agrícolas (MTCE)

	1990	1994	1997
CH <sub>4</sub>	0,05	0,04	0,04
Algodón	+	+	+
Caña de azúcar	0,03	0,03	0,02
Lino	0,01	+	+
Trigo	0,01	0,01	0,01
N <sub>2</sub> O	0,01	0,01	0,01
Algodón	+	+	+
Caña de azúcar	0,01	0,01	0,01
Lino	+	+	+
Trigo	+	+	+
<b>TOTAL</b>	<b>0,06</b>	<b>0,05</b>	<b>0,05</b>

+ menor a 0,01 MTCE

## Metodología

De acuerdo con las Directrices del IPCC revisadas en 1996 (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997) debe estimarse la producción de metano, óxido nitroso, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno con base en la producción de los cultivos cuyos residuos se queman aplicándole factores que permitan determinar la emisión de dichos gases de efecto invernadero. En algunos casos se cuenta con factores locales, en otros casos se utilizaron los factores por defecto calculados por el IPCC. Para estimar las cantidades de carbono y nitrógeno liberados durante la quema, se usaron las siguientes ecuaciones:

Carbono liberado = (Producción anual del cultivo) x (Relación residuo/cosecha) x (Fracción de residuos quemados *in situ*) x (Contenido de materia seca del residuo) x (Eficiencia de quemado) x (Contenido de carbono del residuo) x (Eficiencia de combustión).

Nitrógeno liberado = (Producción anual del cultivo) x (Relación residuo/cosecha) x (Fracción de residuos quemados *in situ*) x (Contenido de materia seca del residuo) x (Eficiencia de quemado) x (Contenido de nitrógeno del residuo) x (Eficiencia de combustión).

Estas ecuaciones fueron válidas para los casos de algodón, trigo y lino. Para caña de azúcar, en cambio, se calculó previamente la variación porcentual de la materia seca susceptible de ser quemada durante el período de zafra, sobre la base de datos originales de Romero et al. (1995).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> y CO fueron calculados multiplicando la cantidad de carbono liberado por la tasa de emisión correspondiente (i.e. CH<sub>4</sub>/C y CO/C). En forma análoga, las emisiones de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub> fueron calculados multiplicando la cantidad de nitrógeno liberado por la tasa de emisión correspondiente (i.e. N<sub>2</sub>O/N y NO<sub>x</sub>/N).

## **Fuentes de datos**

Los datos correspondientes a las producciones anuales de los cultivos surgieron de estadísticas de la S.A.G.P. y A. Para las relaciones residuo/cosecha de algodón, trigo y lino se prefirió tomar datos locales. Para el cálculo de la biomasa quemada de caña de azúcar, se recurrió a datos de Romero et al. (1995), obtenidos en la Estación Experimental del INTA Obispo Colombres, en Tucumán. Las estimaciones del porcentaje de residuos quemados surgen de encuestas realizadas a técnicos del INTA, en el anterior informe de Andrade y Abbatte para la Primera Comunicación Nacional. Para las relaciones de emisión se utilizaron los datos tabulados del Manual de Trabajo del IPCC, versión corregida de 1996.

## **Incertidumbres**

Además de que los coeficientes no provienen de mediciones locales, como por ejemplo las relaciones de emisión de los GEI, existe cierto grado de incertidumbre en cuanto a la información que surge de encuestas a técnicos. Por sus características, esta información es de tipo cualitativo, y por ello, susceptible de error. También existe un cierto grado de incertidumbre adicional en el cálculo realizado para el cultivo de caña de azúcar, que es el máximo contribuyente a las emisiones de GEI. Estos cálculos estuvieron basados en coeficientes obtenidos de mediciones locales realizadas en la provincia de Tucumán, pero estos coeficientes pueden ser diferentes en otras provincias.

## **Resumen**

En 1997, las actividades agropecuarias fueron responsables por la emisión de 31,4 MTCE de GEIs, es decir aproximadamente el 41% del total del país. La mayor parte de estas emisiones, 26,3 MTCE, es ocasionada por la ganadería que después del sector energético, es la actividad más emisora de GEIs. Este sector aporta el 35% de las emisiones totales de GEIs. En la figura 4.1 se muestra el aporte relativo de los distintos procesos en las emisiones agropecuarias de GEIs.

La tabla 4.12 muestra las emisiones en mtce para los años 1990, 1994 y 1997, discriminadas por procesos se incluye dentro de la ganadería a las emisiones provenientes de las pasturas que corresponden claramente a dicha actividad. En Argentina, la alimentación del ganado con granos es relativamente pequeña y de todas formas, esta producción correspondería a la actividad primaria agrícola.

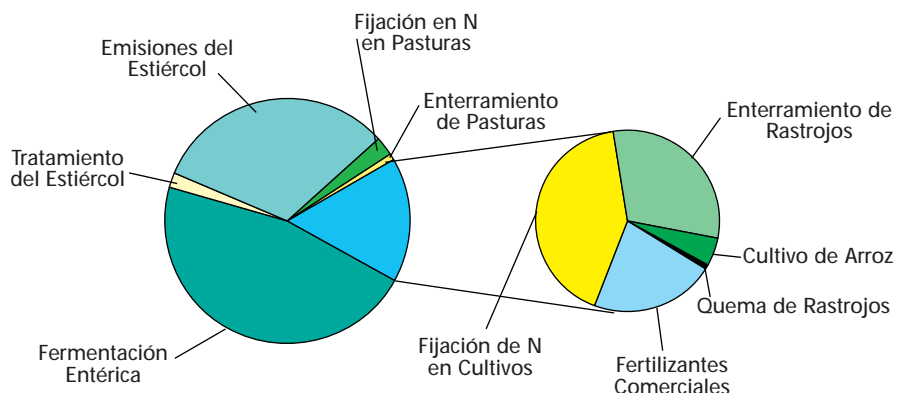
Tabla 4.12. Emisiones del sector agropecuario (MTCE/año)

	1990	1994	1997
<b>Ganadería</b>	<b>27,0</b>	<b>27,8</b>	<b>26,3</b>
Fermentación Entérica	15,0	15,7	14,8
Trat. del Estiércol	0,6	0,7	0,6
Estiércol	10,5	10,9	9,8
Fijación de N por Pasturas	0,6	0,3	0,8
Residuos de pasturas	0,3	0,2	0,3
<b>Agricultura</b>	<b>2,9</b>	<b>3,7</b>	<b>5,2</b>
Arroz	0,1	0,2	0,3
Quema de Residuos	0,1	0,1	0,1
Fertilizantes Comerc.	0,2	0,8	1,1
Cultivos Fijadores de N	1,4	1,3	2,0
Enterram. de Res. Agric.	1,1	1,3	1,7
<b>TOTAL</b>	<b>30,0</b>	<b>31,5</b>	<b>31,4</b>

En el sector ganadero, el óxido nitroso producido por el estiércol desde los campos de pastoreo y desde las pasturas aporta cerca del 43% de las emisiones de GEIs medidas en carbono equivalente. El resto, casi en su totalidad es metano, producto de la fermentación entérica. En ambos casos, cerca del 95% de las emisiones son ocasionadas por el ganado bovino. En la agricultura la mayor parte de las emisiones medidas en carbono equivalente son de óxido nitroso. El aporte del metano, por la agricultura del arroz, es relativamente pequeño.

Dada la preponderancia de las emisiones de óxido nitroso, algo mayor a la mitad de las emisiones correspondientes al sector agropecuario, la utilización de la metodología del IPCC 1996, que incluye a este gas en el rubro manejo de suelo, ha tenido un notable impacto en el computo de las emisiones de GEI del sector.

Figura 4.1: Emisiones relativas de los distintos procesos agropecuarios



## REFERENCIAS

- Agricultura. Series. <http://siiap.sagyp.mecon.ar>
- Cangiano, C. 1996. Producción Animal en Pastoreo. INTA Balcarce.
- INTA – CFI. 1990. Atlas de Suelos de la República Argentina. Buenos Aires.
- Romero, E. R.; I. Olea y J. Scandaliaris. 1995. Evaluación de diferentes factores que afectan el contenido porcentual de hojas y despun- te de la caña de azúcar. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, 72: 5–9.
- Vallacco, J. M. (Ed.). 1998. Arroz: Cuaderno de Actualización Técnica N° 61. AACREA, Buenos Aires, p. 150.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - Censo Nacional Agropecuario 1988 - Resultados Generales.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos - Encuesta Nacional Agropecuaria 1997 - Resultados Generales.
- SENASA - Estadísticas. Anuario 1997.
- FAOSTAT - Database Results. 1997.
- SAGPyA - Dirección de Industria Alimentaria - Informe Estadístico de Leche y Productos Lácteos - Anuario 1997.
- SAGPyA - Avicultura en Cifras 1998.
- Carrillo, Jorge - 1988 - Manejo de un Rodeo de Cría - Ed. Hemisferio Sur.
- Torroba, J. P. - 1993 - Cuaderno de Actualización Técnica N°52 - CREA - Primera Edición
- INTA - SAGPyA - 1998 - Guía Práctica de Ganadería Vacuna - Tomo I: Bovinos para Carne - Región Pampeana.
- INTA - SAGPyA - 1998 - Guía Práctica de Ganadería Vacuna - Tomo II: Bovinos para Carne - Regiones NEA, NOA, Semiárida y Patagóni- ca.
- INTA - Forrajes y Granos Journal - 1997 - Memorias del Primer Congreso Nacional sobre Producción Intensiva de Carne.
- Iriarte, Ignacio - 1995 - Cámara Argentina de Consignatarios de Ganado - Comercialización de Ganados y Carne - Algunos Aspectos de su situación Actual.
- INTA - Documento del Programa Nacional de Salud Animal - 1999.
- Universidad de Buenos Aires - Facultad de Agronomía - Cátedra de Nutrición Animal - Guía de Trabajos Prácticos de Nutrición Animal - 1992 - "Digestibilidad de algunos forrajes empleados en bovinos en pastoreo, in vivo, in vitro y estimado" (Recopilación bibliográ- fica).
- Estación Experimental Agropecuaria INTA - Rafaela - 1996 - Tabla de Composición Química de los Alimentos - Editorial Perfil.
- Miquet, Jorge - Investigador del CCVyA - CNIA - INTA - Castelar - 1998 - Sistemas de producción del ganado porcino en la R.A. - Comu- nicación personal.
- Cortamira, Osvaldo - Investigador de la EEA INTA Pergamino - 1999 - Alimentación de porcinos y sistemas de tratamiento de efluentes - Comunicación personal.
- Vieytes, Carlos - Profesor Titular de la Cátedra de Producción Porcina de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires - 1997 - Composición del rodeo porcino - Comunicación personal.
- Comerón, Eduardo - Coordinador del Programa de Producción de Leche del INTA - 1999 - Alimentación del ganado lechero - Comuni- cación personal.
- Gonella, Carlos - Investigador de la EEA INTA Villegas - 1999 - Caracterización de los sistemas de invernada en la R. A. - Comunicación personal.
- Aguirre, Guillermo - Departamento Técnico de Juan B. Bosio S.A. - 1998 - Manejo de Efluentes de Instalaciones de Ordeño.
- Schang, Marcelo - Coordinador del Programa de Producción Animal II del INTA - 1999 - Sistemas de producción avícola - Comuni- cación personal.

## 5. CAMBIO DE USO DE SUELOS Y SILVICULTURA

### Silvicultura

Este capítulo contiene una evaluación de los cambios que la acción del hombre -manejo de los bosques, desmontes con fines de cambio de uso de la tierra, extracciones de madera, leña y carbón, y plantaciones de especies arbóreas con fines comerciales- provocó en los presupuestos de carbono de áreas cubiertas por bosques nativos y por plantaciones en el territorio argentino en el año 1997. Asimismo se efectúa una similar evaluación correspondiente al período 1989-1994, ajustándola a los mismos criterios aplicados para el año 1997.

### Metodología

Se tuvieron en cuenta las fuentes y sumideros de carbono derivados de la conversión agrícola (considerando las características pertinentes de los distintos cultivos dentro de cada región forestal) y el aprovechamiento de bosques nativos así como el establecimiento y manejo de plantaciones forestales de especies de crecimiento rápido en áreas desmontadas y en ambientes de pastizal. También se consideraron los procesos naturales que tienden a la regeneración de los bosques, tales como la sucesión natural en tierras desmontadas, cultivadas y abandonadas.

Se emplearon los criterios, definiciones y procedimientos metodológicos de las instrucciones para realizar el informe del inventario de los gases de efecto invernadero del IPCC (IPCC/UNEP/OECD/IEA 1997). No se consideraron los árboles de los espacios verdes urbanos, ni las pérdidas de superficie forestal por crecimiento urbano. Tampoco los ecosistemas con dominio de pastos o arbustos, los desmontes vinculados a la apertura de rutas, caminos y líneas de prospección geofísica.

Para las estimaciones del crecimiento se dispuso de valores de incremento de biomasa, incremento diamétrico o incremento de volumen (Cozzo, 1979, Goya et al. 1997, Buenos Aires Forestal, 1998, Dezzotti & Sancholuz, 1991; Chauchard, 1996; Schmidt. & Urzúa, 1982, Informes Internos Direcciones Provinciales). Estos últimos se convirtieron a masa/tiempo en función de las densidades básicas de la madera empleando valores locales-regionales.

Para la estimación de biomasa forestal se emplearon: 1) estimaciones previas de biomasa por métodos de cosecha; 2) datos volumétricos convertidos a biomasa con densidad básica de la madera; 3) técnicas de análisis dimensional (Whittaker & Marks 1975) con regresiones alométricas locales aplicadas a inventarios forestales, y 4) extrapolaciones de datos de masa de productos forestales extraídos por unidad de área, para los cuales se disponía de información de la fracción de los mismos respecto de las existencias totales. En caso de no disponerse de valores locales, las densidades de las maderas nativas se tomaron de Tortorelli (1956) y Cozzo (1979).

Para las plantaciones forestales se emplearon las superficies forestadas (con los principales grupos de especies) de los registros estadísticos provinciales y nacionales, los valores de rendimiento volumétrico se convirtieron a biomasa mediante factores disponibles para cada región. Considerando la producción media anual y las superficies de los bosques implantados se efectuaron aproximaciones sobre el sumidero de carbono mediante este proceso.

Para determinar el comportamiento como fuente o sumidero de la superficie forestal, se consideraron los cambios de superficies y existencias por cosechas, como también el destino de la madera indicado en las estadísticas.

A los efectos de informar los datos por Tipo Forestal (Tipos de Tierras según la versión castellana del Manual 1997 del IPCC) presente en nuestro país, se caracterizaron estos últimos tomando como guía los límites

de temperatura y precipitaciones indicados por el IPCC. Dentro de cada Tipo Forestal se discriminaron los bosques nativos, con los nombres regionales de los bosques o las zonas que ocupan, y las plantaciones. Los Tipos Forestales son:

**Bosque subtropical húmedo:** incluye los bosques nativos constituidos por la Selva Misionera, las Yungas del Noroeste Argentino y los bosques del Chaco Oriental. Las plantaciones forestales incluidas son aquellas de las provincias de Misiones, Corrientes, Chaco, Formosa, Santa Fe, Tucumán, Salta y Jujuy que incluyen coníferas (mayormente pinos) y eucaliptos.

**Bosque subtropical seco:** comprende los bosques nativos del Chaco Occidental y el Espinal; y las plantaciones de las provincias de Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero. La ubicación del Espinal en ésta categoría es arbitraria, ligada más a la afinidad florística y fisonómica que a las condiciones bioclimáticas, ya que una fracción importante del mismo corresponde a los bosques templado seco, subtropical húmedo y templado húmedo.

**Bosque templado húmedo:** constituido por los bosques nativos Andino-patagónicos o Bosques Subantárticos. Las especies en este bosque se pueden agrupar en Bosque mixto de Nothofagus, Lengales, Ñirantales y Cipresales puros o casi puros. Se agregan las plantaciones de las provincias de Buenos Aires (incluyendo el Delta del Paraná), Entre Ríos y las plantaciones de coníferas de la zona andina de la Patagonia.

**Bosque templado seco:** incluye la estepa arbustiva del Monte que no es considerada en este informe. También abarca las plantaciones forestales de oasis, mayormente salicáceas, de las provincias de Cuyo, La Pampa y la Patagonia extra-andina; como también las plantaciones, mayormente de coníferas, de la provincia de Córdoba.

La metodología utilizada se adapta a la calidad, cantidad y confiabilidad de datos disponibles; se siguió un camino crítico para su empleo, seleccionando la mejor información existente y los métodos de posible utilización en cada zona para obtener el mejor resultado. Para ello, los datos por Provincia, base estadística habitual de la mayoría de la información disponible, debieron ser distribuidos según el o los tipos de bosques a que correspondieran. Esta tarea se llevó a cabo sobre la base del conocimiento de la distribución fitogeográfica de las especies consignadas; cuando no estaban previamente identificadas ("otras" o "varias"), se asignaron al tipo de bosque del cual se extraía la mayor masa o tipo de producto particular para la Provincia en cuestión.

## **Fuentes de datos**

Se utilizó la información nacional y, en los casos en que no hubiera información disponible, se emplearon los coeficientes por defecto de los manuales del IPCC.

Para la extracción de productos del bosque se utilizaron las estadísticas forestales con extracciones de madera (rollizos, postes, varillas y otros), leña y carbón, de la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (1998) y de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación (1997).

Para el caso de información necesaria que no estuviera disponible en estadísticas oficiales y publicaciones científicas se consultó a Informantes Clave (investigadores, funcionarios y técnicos de diversos organismos nacionales, provinciales y universitarios). Esto permitió aproximar valores de existencias comerciales, fracciones de las existencias totales que son extraídas comercialmente, tasas de crecimiento, origen de los productos del bosque (deforestación o aprovechamiento, material verde o seco, etc.).

## Incertidumbre

Nuestro país dispone de numerosos estudios sobre la flora, fitogeografía, ecología regional, relevamientos forestales, silviculturales, modelos generales de la productividad y biomasa y aún, cartografía temática sobre los bosques nativos de diversas escalas y superficies elaborados por numerosos autores y organismos. No obstante la importante cantidad de publicaciones, los temas referentes a la biomasa y dinámica del carbono en bosques nativos han recibido escasa atención y poco tratamiento empírico, cubren escasos ejemplos de bosques no siempre espacialmente relevantes y abordan sólo parcialmente los procesos involucrados. La información disponible de mayor calidad, es aquella referente a las principales plantaciones de coníferas y latifoliadas que han sido implantadas, tanto en terrenos desmontados del bosque nativo como en tierras de pastizales, así como las superficies que ocupan y su producción volumétrica.

En los últimos años se verifica una mayor accesibilidad a los datos estadísticos forestales, debido a la implementación de bases de datos computarizadas. No obstante, salvo algunas excepciones provinciales, la información original sufre la falta de mediciones o presenta estimaciones incompletas de las variables relevantes para la realización de inventarios precisos del balance de Gases de Efecto Invernadero.

Para diversas áreas de bosques nativos se carece, en general, de estimaciones adecuadas de las superficies anuales de desmonte o bien las mismas no se ajustan a las estimaciones de productos extraídos de ellas. No existen mediciones de existencias totales y comerciales ciertas, ni volúmenes o masas de productos por unidad de área de cada tipo de bosque; tampoco hay mediciones de tasas de crecimiento, fracciones quemadas *in situ* o tasas de descomposición. En ciertos casos no hay precisiones sobre el consumo de leña de la población rural, que no circula comercialmente. De alguna variable sólo se dispone de estimaciones generales fundadas en la experiencia. Las estadísticas sobre fuegos forestales, extracción de rollizos y leña de bosques nativos, que tienen o publican distintos organismos públicos provinciales y nacionales y también organismos internacionales, presentan limitaciones de distinto tipo (formas de estimación, falta de identificación del bosque o área de referencia, etc.) que determinan dificultades en su empleo. La carencia de registros sobre tierras agropecuarias abandonadas es remarcable. En general y salvo excepciones, la mayoría de las provincias carece de inventarios forestales y protocolos de registro y síntesis regulares de la información requerida para un inventario de GEI con baja incertidumbre.

La valoración de la incertidumbre es estimativa. El nivel de incertidumbre de los datos es variable. En el módulo de bosques manejados, la incertidumbre para las plantaciones forestales es considerada no superior al 20%, fundadas en la precisión razonable con que se registran las superficies forestales implantadas (relacionadas con los incentivos y subsidios económicos gubernamentales a la forestación que favorece el registro estadístico) y la precisión de las estimaciones volumétricas – biomasa de las plantaciones. Para los bosques nativos manejados se estima de 35 a 40% debido a la falta de estimaciones confiables de existencias totales, y a la falta de registro de áreas bajo aprovechamiento en la mayoría de las provincias argentinas (excepción de Tierra del Fuego, Misiones y terrenos de la Administración de Parques Nacionales bajo jurisdicción de la oficina de San Martín de los Andes). En cambio el nivel de incertidumbre con los bosques nativos es presumiblemente alto para la conversión a tierras agropecuarias (cerca de 50%) y para el abandono de tierras agropecuarias (80 a 100%). Estos valores son debidos a la falta de inventarios periódicos que permitan estimar con precisión los cambios en las superficies convertidas y abandonadas, y a la falta señalada de valores medios de existencias totales de biomasa. Si bien algunas provincias registran permisos de desmonte, en general por periodos plurianuales, ninguna hace registro del estado preexistente de los bosques a desmontar impidiendo estimar tiempos de recambio del desmonte de las mismas superficies. Ninguna provincia o jurisdicción registra el abandono de tierras agropecuarias.

## Carbono

### Año 1997

En la Tabla 5.1 se incluyen los resultados más relevantes del submódulo 1: *Bosques manejados: Cambios en la existencias en pie y otra biomasa leñosa*. Este submódulo resulta en un total neto fijado que es de 19.4 Tg CO<sub>2</sub>.

**Tabla 5.1. Balance de correspondiente al submódulo 1: Bosques manejado (Cambios en las existencias y otra biomasa leñosa).**

	Absorción	Emisión	Balance
	Tg/año		
<b>Subtropical Húmedo</b>			
Plantaciones	4,27	1,42	--2,86
Bosque del			
Chaco Oriental	0,07	0,07	0,00
Selva Misiones	0,13	0,19	0,06
Yungas	0,04	0,04	0,00
Subtotal	4,50	1,71	-2,79
<b>Subtropical Seco</b>			
Plantaciones	0,01	0,00	-0,01
Bosques del Chaco Occidental	0,46	0,58	0,12
Subtotal	0,47	0,58	0,11
<b>Templado Húmedo</b>			
Plantaciones	1,86	0,79	-1,07
Mixto Nothofagus	0,01	0,01	0,00
Lengales	0,08	0,05	-0,03
Ñirantales	0,02	0,01	-0,00
Cipresales	0,01	0,01	0,00
Subtotal	1,97	0,87	-1,10
<b>Templado Seco</b>			
Plantaciones	0,40	0,12	-0,28
Subtotal	0,40	0,11	-0,29
Subtotal bosque nativo	0,80	0,95	0,16
Subtotal plantaciones	6,54	2,32	-4,23
<b>Total</b>	<b>7,33</b>	<b>3,27</b>	<b>-4,06</b>

Los bosques subtropicales húmedos son los que contribuyen en mayor medida a la absorción (61%), emisión (52%) y fijación neta (66%) de carbono del submódulo. Los bosques templado húmedos le siguen en importancia con el 27% de la absorción, el 26% de la emisión y el 27% de la fijación neta de carbono. Los bosques secos son menos significativos (5% en cada caso) en este submódulo, tanto en lo referente a la absorción como a la fijación neta de Carbono; sin embargo, los bosques subtropicales secos adquieren importancia en su aporte porcentual a la emisión de Carbono con un 18% del total de los bosques del país.

Las plantaciones forestales contribuyen con el 89% del carbono absorbido, y el 71% de las emisiones de Carbono de los bosques aprovechados, representando la casi totalidad del sumidero neto de carbono de éste submódulo. La Mesopotamia es la región de mayor importancia para la fijación neta de Carbono debida a los bosques implantados, seguida en importancia por la Provincia de Buenos Aires, dado que las plantaciones de la zona subtropical, húmeda y templado húmeda, corresponden mayormente al NE y E del país.

La Tabla 5.2. incluye los datos del submódulo 2: *Conversión de bosques a Tierras Agrícolas o Ganaderas*. La liberación total de CO<sub>2</sub> es de 15 Tg CO<sub>2</sub>.año<sup>-1</sup>. Los bosques subtropicales húmedos contribuyen con el mayor porcentaje (71%) de emisión por conversión del país, le sigue el bosque subtropical seco con el 29%. La mayor parte de las emisiones de los bosques subtropicales húmedos proceden de las Yungas (61% respecto del total país por conversión), y en lo referente a los bosques subtropicales secos, la mayor fracción emitida proviene del Chaco occidental (27% respecto del total país por conversión). Se observa que las regiones de conversión más activas en el período analizado son los sectores pedemontanos del Noroeste argentino y aquellos chaqueños en contacto con los mismos convertidos a la agricultura intensiva.

**Tabla 5.2.** Balance de Carbono correspondiente al submódulo: *Conversión de Bosques a Tierras Agrícolas o Ganaderas*

	Tg/año
<b>Subtropical húmedo</b>	
Bosques del Chaco Oriental	0,19
Selva Misionera	0,23
Yungas	2,51
Subtotal	2,93
<b>Subtropical Seco</b>	
Bosques del Chaco Occidental	1,13
Espinal	0,08
Subtotal	1,21
<b>Total</b>	<b>4,14</b>

La tabla 5.3 se refiere a las *Tierras Agrícolas y Ganaderas Abandonadas* en terrenos de vocación forestal, donde se producen espontáneamente procesos sucesionales conducentes a etapas forestales. La fijación neta total de las tierras forestales en recuperación es de 30.4 Tg CO<sub>2</sub>. año<sup>-1</sup>. Los bosques subtropicales son los de mayor relevancia en la fijación de C por abandono de tierras de cultivo y ganaderas. Los bosques subtropicales húmedos representan el 57% de la absorción neta de carbono por esta vía, en la que se verifica un aporte equivalente de la selva misionera y los bosques del Chaco Oriental. El 43% restante corresponde a los bosques subtropicales secos del Chaco Occidental.

**Tabla 5.3.** Balance de Carbono correspondiente al submódulo 3: *Abandono de Tierras de Cultivo o Ganadería*

	Absorción Tg/ año
<b>Subtropical Húmedo</b>	
Bosques del Chaco Oriental	2,48
Selva Misionera	2,23
Subtotal	4,71
<b>Subtropical Seco</b>	
Bosques del Chaco Occidental	3,59
Subtotal	3,59
<b>Total</b>	<b>8,30</b>

En la tabla 5.4 se presenta un resumen de los aportes *de las Actividades Humanas en las áreas de Bosque al Balance de Carbono Atmosférico*. La tabla sintetiza las tasas anuales de aportes y extracciones de carbono a la atmósfera, como consecuencia de los tres procesos considerados anteriormente: el manejo de los bosques nativos y la implantación de bosques, la conversión de bosques a tierras agropecuarias, y el abandono a la sucesión de tierras forestales convertidas a la agricultura o ganadería. Los signos se utilizan en función del aporte (signo positivo) o extracción de carbono (signo negativo) de la atmósfera.

**Tabla 5.4.** *Contribución de las Actividades Humanas en las Tierras Forestales al Balance de Carbono Atmosférico. (Tg / año)*

	Bosques Manejados	Conversión de Bosques	Abandono De Tierras	Balance
Subtropical Húmedo	-2,79	2,93	-4,71	-4,57
Subtropical Seco	0,11	1,21	-3,59	-2,27
Templado Húmedo	-1,10	0	0	-1,10
Templado Seco	-0,28	0	0	-0,28
<b>Total</b>	<b>-4,06</b>	<b>4,14</b>	<b>-8,30</b>	<b>-8,22</b>

Los bosques intervenidos y las tierras abandonadas son los principales sumideros de carbono atmosférico. En la Argentina, las tierras abandonadas extraen de la atmósfera el doble de carbono que los bosques aprovechados. Entre ambos procesos triplican el carbono emitido por conversión de bosques.

Si el análisis de aportes y extracciones se realiza por tipo forestal, los principales contribuyentes a la fijación neta de carbono atmosférico son los bosques subtropicales húmedos (55%); le siguen en importancia los bosques subtropicales secos (27%) y los bosques templado húmedos (13%), siendo de escasa relevancia el tipo forestal bosque templado seco (3%). Regionalmente hablando, las regiones de mayor importancia a ese fin son el Chaco (con una gran extensión de bosques nativos involucrados) y la región del Noreste (con una gran participación de las plantaciones con tasas de crecimiento excepcionales y turnos de corta de entre 10–14 años) y la bonaerense.

La conversión de bosques a tierras de ganadería y agricultura constituye la principal fuente de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y los resultados muestran que los bosques de estirpe chaqueña y las selvas subtropicales son los que están sometidos a una mayor presión de conversión, debido al uso tradicional por parte del campesinado de subsistencia, la ganadería, o a la agricultura mecanizada, que provoca una expansión dinámica de la frontera agrícola. Como resultado de la conversión se devuelve anualmente a la atmósfera un tercio del carbono fijado como producto de la actividad humana en los bosques.

Según el Balance total efectuado para el país, los cambios en el uso de la tierra y silvicultura en la Argentina en el año 1997 han dado lugar a una estimación de fijación neta de CO<sub>2</sub> atmosférico de 30.127 Gg de CO<sub>2</sub> por año.

## Período 1989-1994

En el período 1989-1994 no se incluyó el Espinal y se careció de alguna información en otros bosques, mientras que en 1997 se manejó una mayor información. Esto hace que la comparación entre periodos no se pueda hacer sobre una base exactamente similar de información.

Las tablas 5.5, 5.6, 5.7 y 5.8 presentan los resultados para el periodo 1989-1994. Existe una pequeña diferencia en el balance de Carbono (8,22 MT en 1997 vs 9,51 MT por año en el periodo 1989–1994). Se observan cambios en la participación de distintos componentes del balance. Por ejemplo existe una mayor fijación de carbono en las plantaciones forestales durante el año 1997, lo que se debe al incremento de la superficie implantada. Esto fue compensado por una mayor tala y por la conversión a la agricultura que en 1997 aumentó respecto de 1989-1994, lo que implicó una mayor emisión de carbono a la atmósfera por esta vía por lo que el balance final del sector no cambió sensiblemente.

**Tabla 5.5.** Balance de Carbono correspondiente al submódulo:  
Bosques manejados (Cambios en las existencias y otra biomasa leñosa) 1989-1994

	Absorción	Emisión Tg/año	Balance
<b>Subtropical Húmedo</b>			
Plantaciones	3,58	0,62	-2,96
Bosques del Chaco Oriental	0,07	0,24	0,18
Selva Misionera	0,12	0,18	0,06
Yungas	0,07	0,03	-0,04
Subtotal	3,84	1,07	-2,76
<b>Subtropical Seco</b>			
Plantaciones	0,01	0,00	0,00
Bosques del Chaco Occidental	0,44	0,83	0,39
Subtotal	0,44	0,83	0,39
<b>Templado Húmedo</b>			
Plantaciones	1,88	0,56	-1,32
Mixto Nothofagus	0,00	0,01	0,00
Lengales	0,07	0,03	-0,04
Ñirantales	0,02	0,02	-0,00
Cipresales	0,01	0,01	0,00
Subtotal	1,98	0,63	-1,35
<b>Templado Seco</b>			
Plantaciones	0,54	0,05	-0,49
Subtotal	0,54	0,05	-0,49
Subtotal bosque nativo	0,79	1,36	0,57
Subtotal plantaciones	6,00	1,22	-4,77
<b>Total</b>	<b>6,79</b>	<b>2,59</b>	<b>-4,21</b>

**Tabla 5.6.** Balance de Carbono correspondiente al submódulo:  
Conversión de Bosques a Tierras Agrícolas o Ganaderas. Inventario 1989-1994

	Tg/año
<b>Subtropical Húmedo</b>	
Bosques del Chaco Oriental	0,48
Selva Misionera	0,30
Yungas	0,94
Subtotal	1,72
<b>Subtropical Seco</b>	
Bosques del Chaco Occidental	0,91
Subtotal	0,91
<b>Total</b>	<b>2,63</b>

**Tabla 5.7.** Balance de Carbono correspondiente al submódulo 3:  
Abandono de Tierras de Cultivo o Ganadería. Inventario 1989-1994

	Absorción Tg/año
<b>Subtropical Húmedo</b>	
Bosques del Chaco Oriental	2,48
Selva Misionera	2,39
Subtotal	4,87
<b>Subtropical Seco</b>	
Bosque del Chaco Occidental	3,07
Subtotal	3,07
<b>Total</b>	<b>7,93</b>

**Tabla 5.8.** Contribución de las Actividades Humanas en las Tierras Forestales  
de Argentina al Balance de Dióxido de Carbono Atmosférico.  
1989–1994. Tg por año

	Bosques Manejados	Conversión de Bosques	Abandono De Tierras	Balance
<b>Subtropical Húmedo</b>	-2,76	1,72	-4,87	-5,91
<b>Subtropical Seco</b>	0,39	0,91	-3,06	-1,72
<b>Templado Húmedo</b>	-1,35	0	0	-1,35
<b>Templado Seco</b>	-0,49	0	0	-0,49
<b>Total</b>	-4,22	2,63	-7,93	-9,51

## Otros gases

Las emisiones de otros gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub>, provienen de la conversión de bosques a tierras agrícolas

**Tabla 8.** Emisiones de otros gases de efecto invernadero distintos al CO<sub>2</sub> (en Gg)

	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	CO
1989-94	26	7	231
1997	56	14	494

## Cambio de Uso de Suelos

La transformación de la producción agraria en la región pampeana argentina, que comenzó a operarse a mediados de la década del '70, trajo aparejado, además de innovaciones tecnológicas importantes, cambios en el uso de la tierra con efectos económicos y sociales, generando también una problemática ambiental como consecuencia de la degradación de los suelos.

La orientación hacia nuevos sistemas de producción de agricultura continuada y el desplazamiento de la ganadería, determinaron la intensificación y expansión agrícola. Dado que esta incorporación de tecnología no fue acompañada de adecuadas prácticas de conservación y manejo de suelos y que además, se tendió a maximizar el aprovechamiento de la fertilidad natural de los mismos, se aceleraron y agravaron los procesos de degradación. El arado de rejas y vertedera, fue la única herramienta utilizada para la labranza fundamental de los campos realizándose luego varias labranzas secundarias hasta dejar el suelo sin ninguna cobertura y con la mínima rugosidad, principalmente en la preparación de la cama de siembra de soja que coincide con las épocas de precipitaciones más intensas. El suelo en estas condiciones queda expuesto a la acción del agua de lluvia que, según el grado de la pendiente, escurre superficialmente con un efecto altamente erosivo perdiéndose entre 20 y 50 Tn/ha/año de suelo.

La erosión y el encostramiento son sólo dos de los impactos ambientales negativos de la agricultura continua practicada en esta forma, pero existen otros que hacen a la baja fertilidad y productividad actual de las tierras de la región:

- Degradación física: disminución de la porosidad y estabilidad estructural de los suelos, encharcamiento, pisos de arado y de disco (compactaciones localizadas en el perfil del suelo generadas por las herramientas tradicionales de labranza).
- Degradación química: pérdidas del contenido de nitrógeno y fósforo (45% y 42% respecto al contenido original), acidificación, debida principalmente a la oxidación rápida de la materia orgánica en el suelo al invertirlo con las herramientas tradicionales.
- Degradación biológica: disminución del contenido de materia orgánica en un 47% del contenido original, debido a un aumento de la oxidación de la misma por efecto de las labranzas continuadas con inversión del suelo, disminución de la actividad de microorganismos nitrificantes y humificantes por la baja concentración de oxígeno en suelos compactados, y contaminación con plaguicidas y fertilizantes.

Descontando el proceso de erosión, que participa en la pérdida de materia orgánica del suelo (por arrastre de la misma en la masa del suelo), y asumiendo que los aportes orgánicos de los residuos de cosecha son similares a los que se producen en un suelo virgen del área de Pergamino (Andriulo et al 1996), la pérdida de C del 34% del contenido original bajo condiciones de agricultura tradicional, puede explicarse por el incremento de la mineralización de la materia orgánica causada por el laboreo mecánico.

La utilización de sistemas de labranza conservacionistas, y especialmente de siembra directa, puede aumentar la cantidad de materia orgánica en los suelos y a su vez disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>, fijando en el suelo aproximadamente 4,9 millones de toneladas anuales de C en las diferentes regiones agrícolas argentinas. Asimismo disminuiría la degradación de los suelos y principalmente la erosión.

La adopción de prácticas conservacionistas en la región pampeana ha sido creciente en los últimos años. La rotación de cultivos, el control de la erosión hídrica, la disminución de labores y la labranza vertical reducida manteniendo ciertos porcentajes de cobertura, comenzaron a utilizarse cada vez en mayor proporción en la década del 80 y en la actual, siendo la siembra directa la práctica que más ha crecido en los últimos años (30% de la superficie agrícola total), siendo las provincias en donde más se ha adoptado Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba (AAPRESID 1999). En consecuencia, se utilizó la metodología del IPCC para solo una parte del territorio, es decir para estas tres provincias, que constituyen la mayor parte de la actividad agrícola. Se consideró el periodo 1977–1997. La tabla 9 presenta el resumen de los resultados.

**Tabla 9.** Cambio de uso de suelo. Balance de carbono, período 1977-1997

A Sistemas de manejo de la tierra		C Carbono en los suelos (t) (Mg C/ha)	D Superficie de las tierras (t-20) (Mha)	E Superficie de las tierras (t) (Mha)	F Carbono en los suelos (t-20) (Tg)	G Carbono en los suelos (t) (Tg)	H Cambio neto en el carbono de los suelos minerales (Tg durante 20 años)
		F=CxD			G=CxE	H=G-F	
Producción de granos con labranza reducida	Suelos muy activos	80.85	1.825	5.009	147.55	404.98	257.43
	Suelos poco activos	51.45	0.983	2.928	50.58	150.65	100.07
Producción de granos con siembra directa	Suelos muy activos	84.70	0	2.45	0.00	207.52	207.52
	Suelos poco activos	53.90	0	0.95	0.00	51.21	51.21
Producción de granos con labranza	Suelos muy activos	69.30	7.303	1.669	506.10	115.66	-390.44
	Suelos poco activos	44.10	3.932	1.037	173.40	45.73	-127.67
<b>Total</b>			<b>14.043</b>	<b>14.043</b>			<b>98.11</b>

No se ha estimado el Cambio de Uso de Suelos fuera de la Región Pampeana y se considera que no son relevantes las prácticas de corrección de acidez por encalado y que no existen histosoles en el país. La captura total de carbono es de 4,9 MTC.

## REFERENCIAS

### Forestación

- Buenos Aires Forestal, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de buenos Aires. 1998.
- Cozzo, D. 1976. Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. 610 pp.
- Cozzo, D. 1979. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Arboles Forestales, Maderas y Silvicultura de la Argentina. Tomo II: 156 pp.
- Chauchard L (dir). 1996. Dinámica y Manejo del Bosque de Nothofagus. UNComahue-APN-INTA. 93 p + tablas. Informe a UN Comahue, San Martín de los Andes
- Frangi, JL, Goya, JF, Pinazo, M, Fernández, R & Lupi A (1998). Ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* en el norte de la provincia de Misiones. PIA N1 46/96. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA). Informe interno
- Goya J.F., Frangi J.L y Dalla Tea, F. (1997). Relación entre biomasa aérea, área foliar y tipos de suelos en plantaciones de *Eucalyptus grandis* del NE de Entre Ríos, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata 102 (2): 11-21
- Cozzo D. 1979. Arboles forestales, maderas y silvicultura de la Argentina. En: Kugler WE (Dir), Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2da edición, II, Fasc 16-1:1-156.
- Dezzotti A. & L. Sancholuz. 1991. Los Bosques de *Austrocedrus chilensis* en Argentina: ubicación, estructura y crecimiento. Bosque 12: 43-52.
- IPCC. 1993. Instrucciones para realizar el informe del inventario de los gases de efecto invernadero. Directrices del IPCC para realizar los inventarios de los gases de efecto invernadero. Vol 1. UNEP-WMO-OECD-IEA.
- IPCC/UNEP/OECD/IEA (1997) Revised IPCC Guidelines For National Greenhouse Gas Inventories. Paris. Module 5: Land Use change and Forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations Environment Programme, Organization for Economic Cooperation and Development, International Energy Agency. (Módulo 5 de la versión castellana Cambio del uso de la Tierra y Silvicultura).
- Schmidt, H. & Urzúa, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga de Magallanes. Contr. Ciencias Agrícolas Univ. de Chile, Santiago N° 11.
- Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación, Dirección de Producción Forestal. 1997. Plan de Desarrollo Forestal. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos.

- Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación de la Nación, Dirección de Producción Forestal. 1998. El Sector Forestal. Bs As.
- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación. 1998. Series Estadísticas Forestales 1985-1996. Departamento de Estadística Forestal, Dirección de Recursos Forestales Nativos, SRNYDS, Bs. As.
- Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación. 1997. Series Estadísticas Forestales. Departamento de Estadística Forestal, Dirección de Recursos Forestales Nativos, SRNYDS, Bs. As. Versión digital disponible en DKT.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y Bosques argentinos. Edit. ACME, Bs. As. p. 910.
- Whittaker R.H. & P.L. Marks. 1975. Methods of assessing terrestrial productivity, pp 55-118. En: Lieth H. & R.H. Whittaker (eds.) Primary Productivity of the Biosphere. Ecological Studies 14. Springer Verlag. Buenos Aires Forestal, Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. 1998.

#### **Cambio de uso de suelos**

- Adámoli, J. Ecología y siembra directa. . Publicación VII Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo I. 1999.
- Andriulo, A; Galantini, J; Abrego, F; Martínez, F. 1996. Exportación y balance edáfico de nutrientes después de 80 años de agricultura continua. XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. 4 al 8 de agosto de 1996. Aguas de Lindoia. SP. Brasil.
- Datos estadísticos proporcionados por la Bolsa de Comercio de Rosario.
- Ferreira, C. La agricultura frente al calentamiento global: ¿Culpable o inocente? 1999. Revista de Tecnología Agropecuaria. Divulgación técnica del INTA Pergamino.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. 1990. Scientific assessment of climate change. Report prepared for IPCC by Working group I: New York: WMO and UNEP.
- Lal, R. Towards sustainable management of soil and water resources in South América. Publicación VII Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo I. 1999.
- Lal, R; Kimble, J.M.; Follett, R. F; Cole, C;V. The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect.
- Lorenzatti, S. 1999. Estimación de superficie en siembra directa. Campaña 1998/99. 1º edición. AAPRESID.
- Nardone, M; López, G. La degradación de los suelos en la provincia de Santa Fe. 1997. Revista Novedades Económicas del IERAL de Fundación Mediterránea. Año 19, N° 197-198 mayo/junio de 1997.
- Reicosky, D. Agriculture and Climate Change: environmental benefits of direct seeding. Publicación VII Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo I. 1999.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y alimentación. Sistema Integrado de Información Agropecuaria y Pesquera.

#### COMUNICACIONES PERSONALES

- Dr. Donald Reicosky. USDA.
- Dr. Jorge Adamoli. Profesor de ecología Universidad de Buenos Aires.
- Dr. Otto Solbrig. Profesor Universidad de Harvard.
- Dr. Rattan Lal. Facultad de Recursos Naturales de la Universidad de Ohio State.
- Dr. Vicente Barros. Secretaría de Recursos Naturales de la Nación.
- Ing. Ramón Rossel. Universidad Nacional de Bahía Blanca. Argentina.

## 6. RESIDUOS

Entre las alteraciones más importantes del ciclo del Carbono producidas por el hombre se encuentran las grandes concentraciones de basura y líquidos cloacales e industriales, uno de cuyos componentes más importantes es la materia orgánica, que en condiciones anaeróbicas de descomposición, puede emitir grandes cantidades de metano hacia la atmósfera.

Gran parte de la materia orgánica generada o utilizada por el hombre, cuando es desechada, se deposita en grandes acumulaciones de residuos llamadas vertederos o rellenos, que pueden ser de dos tipos: vertederos abiertos (VA) o rellenos sanitarios (RS). Los VA son grandes pilas de basura que se deposita en general a cielo abierto, donde es más difícil que se generen las condiciones necesarias para la formación de metano. En los RS, en cambio, hay un tratamiento sistemático de los desechos, que incluye su compactación para un mejor aprovechamiento del espacio, lo que favorece la creación de las condiciones necesarias para la descomposición de los desechos en ausencia de oxígeno y la consecuente generación de metano, que luego es emitido a la atmósfera.

Los sistemas de tratamiento de residuos líquidos (cloacales e industriales) son también fuentes significativas de emisión de metano y óxido nitroso. En la tabla 1 se presenta un resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero efectuadas por el sector de residuos en la República Argentina.

**Tabla 6.1.** Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de residuos para la República Argentina (Gg)

Gas/Fuente	1990	1994	1997
<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>396</b>	<b>662</b>	<b>728</b>
Residuos Sólidos	315	574	617
Residuos Líquidos domiciliarios	33	35	36
Residuos Líquidos Industriales	48	54	75
<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Residuos Humanos	3	3	3

### Metodología

#### Emisiones de Metano por residuos sólidos

Las emisiones anuales netas de metano fueron calculadas sobre la base de la metodología del IPCC (1996). Debido a las importantes diferencias en el nivel de información de las cantidades anuales de residuos producidos y depositados en los diferentes vertederos de residuos sólidos en el país, los cálculos de emisiones de metano para el año 1997 se realizaron de manera diferente para el Gran Buenos Aires (GBA) y el Resto del País (RP). Las razones para esta división se basan en que las cantidades totales de residuos sólidos depositados en RS en el GBA se conocen con precisión desde el año 1981. Además, la población del GBA (2.045.698 habitantes en el año 1997) comprende el 41% de la población urbana total del país. Finalmente, en el RP la información de los RS hasta el año 1997 es poco confiable, debido a que algunos de los depósitos reportados como RS no cumplían con las pautas necesarias para ser considerados como tales y otros eran sólo VA. Para el GBA se aplicó la siguiente fórmula (IPCC 1996):

$$EANM = RSU_T \times FCM \times COD \times COD_F \times F \times 16/12 - R \times (1 - OX)$$

Donde:

EANM = Emisiones Anuales Netas de Metano

RSU<sub>T</sub> = estadísticas detalladas sobre el Total Anual de Residuos Sólidos Urbanos depositados en los vertederos pertenecientes al CEAMSE (Coordinación Ecológica del Área Metropolitana Sociedad del Estado).

FCM = 1 (Factor de Corrección para el Metano)

COD = 0,16 (Carbono Orgánico Degradable, calculado en base a la composición de los residuos del GBA para el año 1994 y a los valores por defecto del COD en los principales tipos de desechos (Anexo 5R) (Bingmer y Crutzen 1987))

COD<sub>F</sub> = 0,77 (Valor por defecto de la fracción de COD que realmente se degrada)

F = 0,5 (Valor por defecto de la fracción de metano en el gas del vertedero)

R = 0 (Metano recuperado –no existe recuperación en estos rellenos–)

OX = 0 (Valor por defecto del factor de oxidación)

Para el resto del país, RSU<sub>T</sub> se calculó con los datos de la población urbana (INDEC 1998) multiplicada por la tasa 0,76 kg/capita/día. Esta tasa se obtuvo de un promedio ponderado de la disposición de residuos de los municipios del GBA para semejar la estructura socio-económica de la población urbana del interior del país, Anexo B. La fracción de Carbono Orgánico Degradable (0,139) fue calculada en base a la composición de los residuos de la ciudad de Tucumán para el año 1994 y a los valores por defecto del COD en los principales tipos de desechos (Bingmer y Crutzen 1987), Anexo B.

Para la revisión de las emisiones de los inventarios de los años 1990 y 1994 se respetó la división del país del año 1997 (GBA y RP). Para todos los cálculos se utilizaron los valores por defecto del IPCC 1996, excepto en los valores de deposición de residuos del GBA, para lo que se utilizó la información estadística del CEAMSE

### Emisiones de metano por residuos en líquidos domésticos

Las emisiones de metano para los residuos en líquidos municipales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto de IPCC, 1996. Para cada año del inventario se multiplicó la población urbana por la tasa de producción de demanda biológica de oxígeno (DBO) de residuos per cápita, para obtener la DBO total producida. Se consideró que la DBO de los residuos producidos por persona por día fue 0,04 kilogramos y que el 32% de los residuos del agua son digeridos anaeróbicamente. Esta proporción de DBO fue multiplicada por un factor de emisión de 0,08 Kg de CH<sub>4</sub> por Kg de DBO.

### Emisiones de metano por residuos en líquidos industriales

Las emisiones de metano para los residuos en líquidos industriales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto de IPCC, 1996. Se multiplicaron los valores de producción en ton/año de las distintas industrias productoras de aguas residuales con materia orgánica, por los valores por defecto, debido a que no se contaba, hasta el año 1997, con valores propios de COD en los procesos industriales locales.

### Emisiones de N<sub>2</sub>O por las aguas residuales domésticas

Las emisiones de óxido nítrico de las aguas cloacales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto (IPCC 1996 revisada). El consumo anual de proteínas per cápita fue obtenido dividiendo el consumo

anual de alimentos proteicos por la población total del país (Anexo B). La fracción de nitrógeno en las proteínas se obtuvo de las tablas de alimentos y el factor de emisión es el valor por defecto.

## **Fuentes de Datos**

La fuente principal de datos correspondientes a los residuos sólidos es la empresa que realiza la gestión de residuos sólidos en el Gran Buenos Aires (CEAMSE). Estos comprenden los residuos domiciliarios, así como los residuos de jardín y los sólidos industriales. Los datos de composición así como los correspondientes a los distintos grupos de población (municipios) fueron elaborados por la misma empresa. La información estadística de la población urbana así como la proporción de la misma cubierta con desagües cloacales proviene del Censo de población del año 1991 y sus correspondientes proyecciones realizadas por el INDEC (1998). La DBO per cápita producida en los residuos líquidos así como el factor de emisión de metano son los valores por defecto (IPCC 1996). Los datos de la producción industrial fueron obtenidos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y del Centro de la Industria Lechera. El consumo de proteínas se obtuvo de las estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación y del Centro de la Industria Lechera. Los índices de emisión son los recomendados por defecto por el IPCC, 1996.

## **Incertidumbres**

La principal fuente de incertidumbre asociada con las emisiones de metano procedentes de los residuos sólidos proviene de la caracterización de los rellenos sanitarios. Excepto para los rellenos sanitarios del área metropolitana del Gran Buenos Aires, se carece de información precisa sobre las cantidades de residuos dispuestos y de precisiones sobre el tratamiento de los mismos en el resto del país.

En los rellenos sanitarios en los que se conoce con exactitud la cantidad de residuos dispuestos anualmente, se desconoce la composición actual de los residuos, pues la última determinación se realizó en 1994 y tampoco existen mediciones locales de la producción y emisión de CH<sub>4</sub> en los depósitos; esta última fuente de incertidumbre se potencia, si tenemos en cuenta que existen rellenos antiguos que están tapados hace varios años y otros que se encuentran en plena actividad. En función de estas consideraciones, se estima que la incertidumbre en las emisiones de los residuos sólidos es del 25%

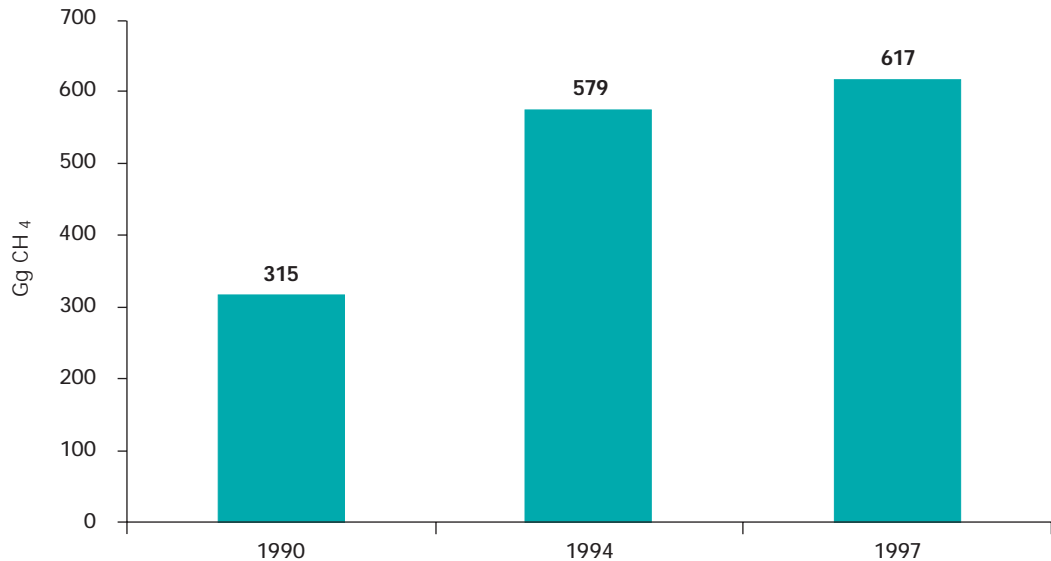
La fuente principal de incertidumbre en la estimación de los residuos líquidos municipales proviene de la falta de información cierta sobre las condiciones anaeróbicas en los sistemas de cloacas. Por otra parte, la información de la población cubierta con sistemas cloacales en este trabajo, se deriva de los datos del censo de población del año 1991. A partir de este año y hasta el presente se produjo en el país una profunda modificación de las condiciones sanitarias de la población, derivada principalmente de la privatización de las empresas que prestan el servicio. Como consecuencia de este cambio, los resultados que se presentan para los años 1994 y 1997 deben estar por debajo de los valores reales y sólo podrán ser ajustados cuando se cuente con la información necesaria, luego del procesamiento de los datos del próximo censo de población que se realizará en el año 2000.

Las fuentes principales de incertidumbre sobre los residuos líquidos industriales derivan de la falta de un trabajo de compilación de los datos sobre los volúmenes de agua utilizada y vertida a los cuerpos de agua por las industrias, así como sus contenidos de materia orgánica.

Para el caso de las emisiones de óxido nitroso, la principal fuente de incertidumbre proviene de los datos de consumo de proteínas de la población, ya que los mismos fueron tomados de las estadísticas oficiales del consumo de alimentos proteicos. Los datos oficiales están basados en los establecimientos productores e industrializadores de alimentos registrados y controlados por los organismos de control sanitario y fiscal del estado.

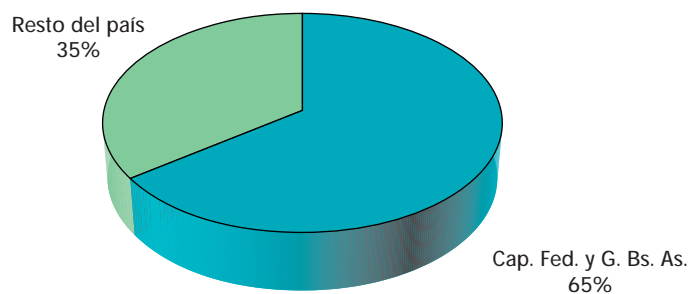
## Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 6.1. Entre los años 1990 y 1994 se produjo un incremento del 82% en las emisiones procedentes de este sector que pueden atribuirse principalmente a las mejoras en el sistema de recolección en el área correspondiente al GBA (Ing. Canoura (CEAMSE), Com. Pers.). El incremento que presenta el año 1997 se debe principalmente al crecimiento estimado de la población urbana.

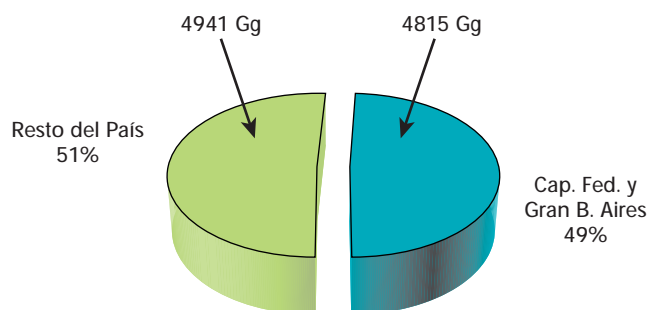


**Figura 6.1.** Emisiones de CH<sub>4</sub> por el tratamiento de residuos sólidos en la República Argentina

De los 617 Gg de CH<sub>4</sub> emitidos por los residuos sólidos en el año 1997, el 65% correspondieron al GBA (Fig. 6.2); esta zona concentra el 41% de la población urbana del país (Fig. 6.2) y produce el 49% de los residuos sólidos, los cuales se depositan totalmente en rellenos sanitarios (Fig. 6.3).



**Figura 6.2.** Proporción de emisiones de CH<sub>4</sub> y de población urbana de la República Argentina dividida según los sectores considerados en el cálculo de la emisión de metano por los residuos sólidos.



**Figura 6.3.** Residuos sólidos dispuestos en distintos tipos de depósitos en los distintos sectores considerados para el cálculo de las emisiones de CH<sub>4</sub> en la República Argentina (los correspondientes a Cap. Fed. y Gran Bs. As. se depositan en rellenos sanitarios).

Si consideramos las emisiones totales de CH<sub>4</sub> del sector, los residuos sólidos contribuyen con el 85%, mientras que sólo el 15% corresponde a los provenientes de los residuos líquidos, discriminado en un 10% del sector industrial y un 5% del domiciliario.

Las emisiones por residuos líquidos domiciliarios se muestran en la Tabla 6.1. Las diferencias anuales reflejan solamente el crecimiento estimado de la población urbana basada en las proyecciones a partir del censo de 1991. Las emisiones de residuos líquidos industriales también se indican en la tabla 6.1. Las diferencias entre los años 1990 y 1994 son mínimas y no reflejarían el aumento real de las emisiones debido a la falta de información completa sobre la producción para estos años. El aumento del año 1997 se debe a una sensible mejora en el registro y la publicación de los datos de producción industrial para estos últimos años.

En cuanto a la emisión de N<sub>2</sub>O, los resultados se muestran en la tabla 6.1. El aumento que se produjo desde 1990 y que no se refleja en la tabla se debe tanto al crecimiento de la población como al incremento de consumo de proteínas durante el período considerado.

## REFERENCIAS

- Bingemer, H. G. Y P. J. Crutzen . 1987. The production of methane from solid wastes. Journal of Geophysical Research, 92 (D2): 2181–2187.
- Centro de la Industria Lechera. 1998. Industria Lechera 78 N° 716.
- INDEC. 1998. Anuario Estadístico de la República Argentina. 1998.
- IPCC. 1996. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Workbook
- Proyecto de Estudio sobre el Cambio Climático en Argentina. PROYECTO ARG/95/G/31–PNUD–SECYT. 1997. Informe Final del Sub-Proyecto Inventario de Gases de Efecto Invernadero.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 1997. SENASA. Anuario 1997. Ed. SENASA. p. 177.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 1999. Alimentos Argentinos. N° 10: 60–77.

## 7. REVISIÓN DE LOS INVENTARIOS 1990 Y 1994

Los inventarios de gases de efecto invernadero de 1990 y 1994 incluidos en la Primera Comunicación Nacional entregada a la Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en 1997, siguieron los lineamientos de las Guías para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC, publicadas en 1995.

Dichos inventarios no informaron sobre cambio de uso de suelo y silvicultura, ni sobre varios de los rubros del sector agrícola.

En el inventario de 1997 se han incluido esos sectores no informados anteriormente y se han utilizado las normas del IPCC de 1996, publicadas en 1997. Por lo tanto y con el fin de poder hacer claras las tendencias en las emisiones de GEI, se ha realizada la revisión de los inventarios 1990 y 1994 con la misma metodología, incluyendo todos sectores agrícolas y silvicultura.

En esta revisión no se incluyó, los gases tipo HFC, PFC y el SF<sub>6</sub>, todos de escasa magnitud relativa, en términos de Carbono equivalente. El consumo de los HFC, que se importan totalmente comenzó prácticamente con posterioridad como en sustitución de las sustancias incluidas en el Protocolo de Montreal

### **Emisiones totales por gas**

En la Tabla 7.1 se detallan las emisiones totales por gas y por fuente, de acuerdo a como fueron presentadas en la Primera Comunicación Nacional y las recalculadas de acuerdo a la Metodología del IPCC (1996) para el año 1990 y en la tabla 7.2 se hace lo mismo para el año 1994.

Tabla 7.1. Inventario de Gases de efecto invernadero para 1990, por gas y por sector.

	Informado		Revisado	
	Gg	MTCE	Gg	MTCE
<b>CO<sub>2</sub></b>				
Quema de combustibles fósiles	97402	26,56	<b>90848</b>	24,78
Venteo de gas natural	NE	NE	4638	1,26
Manufactura de calizas y dolomitas	1848	0,50	1790	0,49
Producción de amoníaco	61	0,02	0*	0*
Manufactura de carburo de calcio	31	0,01	90	0,02
Industrias siderúrgicas	300	0,08	4219	1,15
Cambio de uso del suelo y silvicultura	NE	NE	<b>-34891</b>	<b>-9,52</b>
<b>Total neto</b>			<b>68694</b>	<b>18,19</b>
<b>Total sin Cambio de Uso de Suelos y silvicultura</b>	<b>99642</b>	<b>27,17</b>	<b>101585</b>	<b>27,71</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>				
Fuentes estacionarias	0,8	0,00	2	0,01
Fuentes móviles	13,17	0,07	8,5	0,05
Minería de carbón	6,2	0,04	9,4	0,05
Sistemas de gas y petróleo	357,9	2,05	458	2,62
Petroquímica	0,4	0,00	2,1	0,01
Fermentación entérica	22 98,5	13,16	2613,3	14,97
Manejo del estiércol	52,8	0,30	103,6	0,59
Cultivo del arroz	7,9	0,05	19,6	0,11
Quema de residuos agrícolas	NE	NE	8,4	0,05
Cambio de uso del suelo y forestación	NE	NE	26,3	0,15
Rellenos sanitarios	348,0	1,99	315,3	1,81
Tratamiento de aguas cloacales	9,1	0,05	80,8	0,46
<b>Total neto</b>			<b>3647,3</b>	<b>20,89</b>
<b>Total sin Cambio de Uso de Suelos y silvicultura</b>	<b>3094,6</b>	<b>17,72</b>	<b>3612,8</b>	<b>20,74</b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>				
Fuentes estacionarias	0,01	0,00	3,62	0,31
Fuentes móviles	0,62	0,05	0,84	0,07
Acido nítrico	NE	NE	0,54	0,05
Manejo del estiércol	NE	NE	0,47	0,04
Manejo de suelos agrícolas	NE	NE	168	14,20
Quema de residuos agrícolas	NE	NE	0,14	0,01
Cloacas	NE	NE	2,47	0,21
<b>Total</b>	<b>0,63</b>	<b>0,05</b>	<b>176,08</b>	<b>14,89</b>
<b>HFC, PFC y SF<sub>6</sub></b>	NE	NE	NE	NE
Sustitución de sustancias depesoras del O <sub>3</sub>	NE	NE	NE	NE
Producción de aluminio	NE	NE	NE	NE
Consumo de halocarbonados y SF <sub>6</sub>	NE	NE	NE	NE
<b>Emisiones totales netas</b>				<b>53,97</b>
<b>Emisiones totales (sin Forestación)</b>		<b>44,95</b>		<b>63,32</b>

NE: no estimado

\* Informado en Quema de combustible.

Tabla 7.2. Inventario de Gases de efecto invernadero para 1994, por gas y por sector

CO <sub>2</sub>	Informado		Revisado	
	Gg	MTCE	Gg	MTCE
Quema de combustibles fósiles	109000	29,73	107567	29,29
Venteo de gas natural	NE	NE	5729	1,56
Manufactura de calizas y dolomitas	3175	0,87	2982	0,81
producción de amoniaco	61	0,02	0*	0*
Manufactura de carburo de calcio	45	0,01	130	0,04
Industrias siderúrgicas	312	0,09	3193	0,87
Cambio de uso del suelo y forestación	NE	NE	-34891	-9,52
<b>Total neto</b>			<b>84712</b>	<b>23,10</b>
<b>Total sin Cambio de Uso de Suelos y silvicultura</b>	<b>112593</b>	<b>30,72</b>	<b>119601</b>	<b>32,62</b>
<b>CH<sub>4</sub></b>				
Fuentes estacionarias	0,8	0,00	2,6	0,01
Fuentes móviles	32,5	0,19	27,2	0,16
Minería de carbón	7,3	0,04	5,9	0,03
Sistemas de gas y petróleo	434,4	2,49	553,6	3,17
Petroquímica	0,5	0,00	2,2	0,01
Fermentación entérica	2398,9	13,74	2743	15,71
Manejo del estiércol	55,4	0,32	119,3	0,68
Cultivo del arroz	15,3	0,09	37,7	0,22
Quema de residuos agrícolas	NE	NE	6,5	0,04
Cambio de uso del suelo y forestación	NE	NE	26,3	0,15
Rellenos sanitarios	532,8	3,05	573,8	3,29
Tratamiento de aguas cloacales	9,7	0,06	88,4	0,51
<b>Total neto</b>			<b>4185,7</b>	<b>23,98</b>
<b>Total sin Cambio de Uso de Suelos y silvicultura</b>	<b>3487,6</b>	<b>19,97</b>	<b>4159,4</b>	<b>27,83</b>
<b>N<sub>2</sub>O</b>				
Fuentes estacionarias	0	0,00	3,57	0,30
Fuentes móviles	0,82	0,07	1,12	0,09
Acido nítrico	NE	NE	0,57	0,05
Manejo del estiércol	NE	NE	0,49	0,04
Manejo de suelos agrícolas	NE	NE	175,00	14,80
Quema de residuos agrícolas	NE	NE	0,11	0,01
Cloacas	NE	NE	2,8	0,24
<b>Total</b>	<b>0,82</b>	<b>0,07</b>	<b>183,66</b>	<b>15,53</b>
<b>HFC, PFC y SF<sub>6</sub></b>				
Sustitución de sustancias depresoras del O <sub>3</sub>	NE	NE	NE	NE
Producción de aluminio	NE	NE	NE	NE
Consumo de halocarbonados y SF <sub>6</sub>	NE	NE	NE	NE
<b>Emisiones totales netas</b>				<b>62,61</b>
<b>Emisiones totales (sin Forestación)</b>		<b>50,76</b>	<b>71,98</b>	

NE: no estimado

\* Informado en quema de combustibles

La mayor diferencia, en ambos años, se registra en las emisiones de óxido nitroso del sector “Manejo de suelos agrícolas” que no había sido informado en la Primera Comunicación Nacional y que por los cambios introducidos en la metodología del IPCC, hace que en el caso argentino con una muy importante ganadería y agricultura resulten muy significativos. En ambos años estas emisiones representan alrededor de las tres cuartas partes de las diferencias medidas en carbono equivalente entre la Revisión y el inventario anterior.

Otras diferencias importante están en las emisiones fugitivas, mas detalladamente informadas en la revisión y en la fermentación entérica por los menores coeficientes de digestibilidad empleados.

A continuación se informan en detalle las diferencias en los distintos rubros del inventario.

## Energía

### Emisiones de CO<sub>2</sub> por Sectores

**Tabla 7.3. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg)**

	1990		1994	
	Informado	Revisión	Informado	Revisión
Industrias de la Energía	29.494	29.562	32.186	31.858
Industrias	18.906	12.705	17.000	14.907
Transporte	27.516	27.382	34.878	34.716
Comercial y Público	3.344	4.628	3.110	3.379
Residencial	13.606	12.033	14.592	13.989
Agropecuario	4.535	4.539	7.235	7.237
Fugitivas	0	4.640	0	5.730
<b>Total</b>	<b>97.402</b>	<b>95.486</b>	<b>109.001</b>	<b>111.825</b>

Las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, de la revisión del inventario de 1990 resultan un 2,01% menores que las obtenidas anteriormente. La diferencia se debe a que en la presente revisión se ha utilizado información de los sectores de consumo con un mayor grado de desagregación y además se ha procedido a excluir algunas fuentes que no deberían haber sido tenidas en cuenta en la estimación original.

Los sectores cuyas emisiones más modificaciones han sufrido en el inventario de 1990 son el sector industrial, que en la revisión presenta emisiones un 32,80% menores, y el de las emisiones fugitivas, que no habían sido calculadas anteriormente para este gas. Las principales diferencias en el cómputo de las emisiones del sector industrial se explican por la exclusión de las emisiones del coque de petróleo, ya que este se usa como materia prima para la fabricación de no energéticos y se informan en el sector industrial. Además, los consumos de diesel-oil y fuel-oil son substantivamente menores a los consignados en las estimaciones anteriores de los inventarios de 1990 y 1994.

Para 1994 se aprecia el mismo tipo de diferencias entre la versión anterior del inventario y la actual revisión, que se deben a las mismas razones que en el caso de 1990. En el balance sin embargo, la incorporación de las emisiones fugitivas prevalece sobre las menores emisiones del uso industrial de la energía.

### Emisiones de CH<sub>4</sub> por Sectores

En el caso del metano, al comparar las versiones revisadas de 1990 y 1994 y las originales, se aprecian diferencias porcentuales mayores que en el caso del CO<sub>2</sub>. Estas diferencias se deben principalmente a las emisiones fugitivas, respecto de las cuales se ha contado con mejor información, a partir de nueva información disponible en la Secretaria de Energía y en el sector privado.

**Tabla 7.4. Emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg)**

	1990		1994	
	Informado	Revisión	Informado	Revisión
Industrias de la Energía	0,15	0,22	0,16	0,20
Industrias	0,40	1,02	0,38	1,38
Transporte	12,39	7,84	31,26	26,05
Comercial y Público	0,07	0,10	0,07	0,08
Residencial	0,18	0,67	0,22	0,94
Agropecuario	0,88	0,68	1,09	1,09
Fugitivas	357,92	458,05	441,74	553,63
<b>Total</b>	<b>371,78</b>	<b>468,59</b>	<b>474,91</b>	<b>583,37</b>

### Emisiones de N<sub>2</sub>O por Sectores

Al igual que en el caso del metano, las emisiones de N<sub>2</sub>O obtenidas para 1990 y 1994, son significativamente mayores en la revisión practicada que las informadas anteriormente en los inventarios.

**Tabla 7.5. Emisiones de N<sub>2</sub>O (Gg)**

	1990		1994	
	C. Nacional	Revisión	C. Nacional	Revisión
Industrias de la Energía	0,00	2,26	0,00	2.08
Industrias	0,01	0,52	0,00	0.65
Transporte	0,50	0,72	0,62	0.92
Comercial y Público	0,00	0,41	0,00	0.22
Residencial	0,00	0,43	0,00	0.62
Agropecuario	0,12	0,12	0,20	0.20
Fugitivas	0,00	0,00	0,00	0.00
<b>Total</b>	<b>0,63</b>	<b>4,46</b>	<b>0,82</b>	<b>4.69</b>

Las variaciones correspondientes a las emisiones N<sub>2</sub>O se deben principalmente a que la nueva versión de la metodología del cálculo del IPCC, en su versión revisada de 1996, incorpora nuevos coeficientes de emisiones específicas para el N<sub>2</sub>O que antes no se encontraban disponibles.

### Emisiones de los NO<sub>x</sub> por Sectores

En el caso de los NO<sub>x</sub> las emisiones revisadas disminuyen con respecto a las calculadas anteriormente para 1990, mientras que la variación es positiva en 1994(2,5%). La causa de estas diferencias es que en la revisión se utilizaron los coeficientes de emisiones específicas suministrados por el ENRE, los cuales fueron efectivamente medidos en las chimeneas de las centrales de generación térmica de electricidad.

**Tabla 7.6. Emisiones NO<sub>x</sub> (Gg)**

	1990		1994	
	C. Nacional	Revisión	C. Nacional	Revisión
Industrias de la Energía	97,53	57,57	110,34	62.55
Industrias	76,23	26,58	24,68	32.86
Transporte	258,21	299,40	323,27	371.60
Comercial y Público	2,61	4,03	2,52	2.93
Residencial	8,47	10,61	10,36	12.90
Agropecuario	92,82	92,85	148,05	148.00
Fugitivas	0,00	3,33	0,00	3.83
<b>Total</b>	<b>535,87</b>	<b>494,37</b>	<b>619,22</b>	<b>634.67</b>

En el caso de la industria, la diferencia entre la actual revisión y la Comunicación Nacional para 1990, se debe a que figuraban en la anterior versión del inventario consumos que en la revisión se incluyen en el sector industrial no energético.

### Emisiones de CO por Sectores

Al igual que lo ocurrido con el metano, la mejor información para el cálculo de las emisiones fugitivas ha sido la causa del incremento registrado entre la actual versión y las anteriores. Asimismo, la inclusión de nuevos coeficientes de emisiones específicas, extraídos de los nuevos manuales del IPCC da como resultado un incremento en las emisiones estimadas, excepto en las correspondientes al sector transporte.

**Tabla 7.7. Emisiones CO (Gg)**

	1990		1994	
	C. Nacional	Revisión	C. Nacional	Revisión
Industrias de la Energía	8,36	15,83	9,07	14.24
Industrias	15,84	82,39	5,48	117.15
Transporte	1.447,01	962,10	1,659,18	1,089.30
Comercial y Público	0,52	0,86	0,50	0.61
Residencial	1,82	94,01	2,24	162.61
Agropecuario	37,12	37,14	55,20	59.22
Fugitivas	0,00	411,15	0,00	510.71
<b>Total</b>	<b>1.510,67</b>	<b>1.603,48</b>	<b>1.731,67</b>	<b>1.953.84</b>

### Emisiones de COVDM por Sectores

Las emisiones de COVDM son mayores a las calculadas en la versión anterior del inventario, principalmente porque se han incluido las emisiones fugitivas y también porque se utilizaron en el nuevo cómputo, coeficientes de emisión específicos.

**Tabla 7.8. Emisiones COVDM (Gg)**

	1990		1994	
	C. Nacional	Revisión	C. Nacional	Revisión
Industrias de la Energía	0,41	0,63	0,56	0,78
Industrias	1,50	0,82	0,47	1,04
Transporte	258,11	307,01	305,13	352,07
Comercial y Público	0,13	0,20	0,13	0,15
Residencial	0,00	15,57	0,00	25,74
Agropecuario	14,23	14,24	22,70	22,70
Fugitivas	0,00	33,91	0,00	39,50
<b>Total</b>	<b>274,38</b>	<b>372,38</b>	<b>328,99</b>	<b>441,98</b>
Diferencia Comunicación Nacional/Revisión		35,72%		23,02%

## Fuentes móviles

Para cada subsector, según el tipo de combustible, se utilizaron los mismos factores de emisión que para 1997. En términos generales, no hay grandes diferencias en los valores totales. Sólo en el caso del CO se aprecian diferencias importantes en las emisiones totales, las cuales se explican por las diferencias entre los factores de emisión tomados en uno y otro caso.

**Tabla 7.7. Emisiones de CO<sub>2</sub> (Gg.)**

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	1.365	1.463	Aviación Civil	1.352	1.451
Transporte Carretero	25.477	32.884	Transporte Carretero	25.352	32.716
Ferrocarriles	616	474	Ferrocarriles	616	477
Navegación	58	58	Navegación	61	61
Agricultura-Silvicultura	4.535	7.235	Agricultura-Silvicultura	4.539	7.237
<b>Total</b>	<b>32.051</b>	<b>42.113</b>	<b>Total</b>	<b>31.920</b>	<b>41.942</b>

**Tabla 7.8. Emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg.)**

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	0,10	0,10	Aviación Civil	0,04	0,10
Transporte Carretero	12,25	31,13	Transporte Carretero	7,75	25,96
Ferrocarriles	0,04	0,03	Ferrocarriles	0,05	0,03
Navegación	n/d	n/d	Navegación	0,01	0,01
Agricultura-Silvicultura	0,68	1,09	Agricultura-Silvicultura	0,68	1,09
<b>Total</b>	<b>13,07</b>	<b>32,34</b>	<b>Total</b>	<b>8,52</b>	<b>27,14</b>

Tabla 7.9. Emisiones de N<sub>2</sub>O (Gg.)

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	0,000	0,000	Aviación Civil	0,000	0,000
Transporte Carretero	0,480	0,610	Transporte Carretero	0,702	0,908
Ferrocarriles	0,020	0,010	Ferrocarriles	0,017	0,010
Navegación	N/d	n/d	Navegación	n/d	N/d
Agricultura-Silvicultura	0,110	0,190	Agricultura-Silvicultura	0,124	0,197
<b>Total</b>	<b>0,620</b>	<b>0,820</b>	<b>Total</b>	<b>0,842</b>	<b>1,115</b>

Tabla 7.10. Emisiones de CO (Gg.)

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	5,66	5,83	Aviación Civil	2,29	2,46
Transporte Carretero	1435,83	1649,02	Transporte Carretero	954,54	1082,73
Ferrocarriles	5,12	3,94	Ferrocarriles	5,12	3,97
Navegación	0,40	0,40	Navegación	0,14	0,14
Agricultura-Silvicultura	37,13	59,22	Agricultura-Silvicultura	37,14	59,22
<b>Total</b>	<b>1484,14</b>	<b>1718,41</b>	<b>Total</b>	<b>999,24</b>	<b>1148,52</b>

Tabla 7.11. Emisiones de COVDM (Gg.)

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	0,85	0,88	Aviación Civil	0,34	0,37
Transporte Carretero	256,08	295,76	Transporte Carretero	305,54	352,07
Ferrocarriles	1,09	8,40	Ferrocarriles	1,09	0,85
Navegación	0,09	0,09	Navegación	0,04	0,04
Agricultura-Silvicultura	14,23	22,70	Agricultura-Silvicultura	14,24	22,70
<b>Total</b>	<b>272,34</b>	<b>327,83</b>	<b>Total</b>	<b>321,25</b>	<b>376,03</b>

Tabla 7.12. Emisiones de NO<sub>x</sub> (Gg.)

Informado			Revisión		
Subsector	1990	1994	Subsector	1990	1994
Aviación Civil	13,68	14,08	Aviación Civil	5,54	5,95
Transporte Carretero	228,15	296,3	Transporte Carretero	277,30	352,48
Ferrocarriles	15,12	11,63	Ferrocarriles	15,12	11,70
Navegación	1,26	1,26	Navegación	1,44	1,44
Agricultura-Silvicultura	92,82	148,05	Agricultura-Silvicultura	92,85	148,05
<b>Total</b>	<b>351,03</b>	<b>471,32</b>	<b>Total</b>	<b>392,25</b>	<b>519,61</b>

## Industria

### Industria del Cemento

En los inventarios 1990 y 1994, informados en la Primera Comunicación Nacional, las emisiones de CO<sub>2</sub> se obtuvieron a partir de los datos de producción del cemento. La Cámara Argentina del Cemento Portland brindó datos sobre la producción del clinker que permiten de acuerdo a la nueva metodología del IPCC (IPCC, 1996) calcular las emisiones con un mayor nivel de precisión. Estos datos así como las emisiones correspondientes, se presentan en la tabla 7.13.

Tabla 7.13

Año	Producción de clinker (t)	Revisión Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)	Informado Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)
1990	3.528.948	1.790	1.800
1994	5.852.579	2.968	3.144

La diferencia se debe a la utilización de la producción de clinker en lugar de la del cemento.

### Industria de la Cal

La fuente de información utilizada para la realización del inventario 1997 es la base de datos que la Secretaría de Minería comenzó a confeccionar precisamente a partir de ese año, que permitió realizar un análisis desagregado de la actividad. Sin embargo no se pudo obtener información de éste tipo para los años '90 y '94.

Existe una diferencia sustancial entre las actividades del sector informadas en la Primera Comunicación Nacional (61.330 y 40.000 ton) y la informada para el 97 (1.360.742 ton). Como se indica en el capítulo 3, la producción de piedras caliza y dolomita aumentó entre el 90 y el 97, 60% y 200% respectivamente, lo que no alcanza para justificar una diferencia tan significativa como la que indicarían las estadísticas. Esto pareciera indicar una subestimación de los datos de actividad del sector informados por los inventarios de 1990 y 1994. En consecuencia, debido a la falta de información adecuada en la revisión, no se han incluido las emisiones de este sector.

### Uso de las piedras caliza y dolomita en la industria del vidrio

En la tabla 7.14 se indican las emisiones correspondientes al año 94 (no hay información sobre el año 90).

Tabla 7.14. Emisión de CO<sub>2</sub> por el uso de la cal en la industria del vidrio

Año	Cantidad de vidrio producido (t)	Revisión CO <sub>2</sub> (Gg)	Informado CO <sub>2</sub> (Gg)
1990	N/D	N/D	N/D
1994	137.843	14	N/D

## Producción de Amoníaco

Los estadísticas de producción utilizadas son las mismas. Las emisiones de CO<sub>2</sub> en cambio, serían más elevadas ya que se siguieron las nuevas recomendaciones del IPCC, las cuales sugieren que todo el carbono que ingresa como metano se elimina como CO<sub>2</sub>. Esto conlleva a emplear un factor de emisión de 1,2 kg/t, mayor que el utilizado en 1990 y 1994 y por ende las emisiones serían más elevadas. De todos modos, en esta revisión, las emisiones del combustible están contabilizadas en el sector energético. Con respecto al metano, se han incorporado las emisiones informadas por las empresas locales para el año 1994.

**Tabla 7.15.** Emisión de CO<sub>2</sub> y de metano por la producción de amoníaco

Año	Producción de amoníaco (Ton/año)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)	Emisiones de metano (Gg)
1990 Revisado	88002	(106) 0	N/D
1990 Informado	88022	60,7	N/D
1994 Revisado	89256	(107) 0	0,24
1994 Informado	89256	61,3	N/D

## Producción de Acido Nítrico

El Instituto Petroquímico Argentino (IPA, 1998) registra la producción local de ácido nítrico, al menos desde 1988. En la revisión correspondiente al ácido nítrico surge que en los inventarios del 90 y del 94 se informó producción cero, y por ende emisiones nulas de N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>. En la tabla 7.16 se indican las emisiones correspondientes la revisión.

**Tabla 7.16**

Año	Producción de ácido nítrico (Ton/año)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (Gg)	Emisiones de NO <sub>x</sub> (Gg)
1990 revisado	28200	536	564
1990 Informado	0	0	0
1994 revisado	30051	571	601
1994 Informado	0	0	0

## Industria Petroquímica

En el inventario 1997 se incorporaron los siguientes productos, no contabilizados en inventarios anteriores: anhídrido maleico, aromáticos, fibras e hilados de nylon 6 y 66, fibras poliéster y metanol. No se informa el butadieno ya que su producción fue discontinuada a partir de 1994. Los datos de producción de las otras sustancias informadas en los tres inventarios son coincidentes y fueron obtenidos de la 18° edición de la Información Estadística de la Industria Química y Petroquímica de la Argentina (IPA, 1998) (Tabla 7.17).

**Tabla 7.17.** Datos de producción de productos petroquímicos

Producto	Producción (ton)			
	1990 revisado	1990 Informado	1994 revisado	1994 Informado
Informado				
Anhídrido Ftálico	18068	18068	25290	25290
Anhídrido Maleico	5658	N/D	14500	N/D
Aromáticos	384419	N/D	368739	N/D
Caucho Estireno-butadieno-SBR	56700	56700	46449	46449
Cloruro de vinilo – VCM	160546	160546	109489	109489
Dicloroetileno	236000	236000	169000	169000
Estireno	71300	71300	84920	84920
Etilbenceno	93000	93000	96200	96200
Etileno	286444	286444	268686	268686
Fibras e hilados de Nylon 6 y 66	21270	N/D	25390	N/D
Fibras poliéster	N/D	N/D	16900	N/D
Formaldehido	31613	31613	44448	44448
Latices Estireno Butadieno	10000	10000	7700	7700
Metanol	45781	N/D	69773	N/D
Negro de humo	39943	36683	42465	42465
Policloruro de Vinilo PVC	104543	104543	90962	90962
Poliestireno	34298	34298	62900	62900
Polietileno Alta densidad- PEAD	52805	52805	80921	80921
Polietileno Baja densidad – PEBD	174607	174607	165674	165674
Polipropileno	55700	55700	144323	144323
Propileno	96996	96996	194000	194000
Resinas ABS	8350	8350	6800	6800
Urea	110000	110000	97824	97824

## Emisiones de metano

Las diferencias observadas en la Tabla 7.18 se deben a las siguientes causas: a) recientemente el IPCC ha publicado factores de emisión correspondientes al dicloroetileno, estireno y metanol, que no estaban disponibles cuando se hizo el inventario de 1990 y 1994; b) para el negro de humo se utilizó el factor de emisión informado por EPA; c) la diferencia en el formaldehído en 1990 se debe a un error de tipeo y d) con respecto al etileno, se empleó el factor informado por el IPA.

Tabla 7.18. Emisiones de CH<sub>4</sub> de la industria petroquímica

Producto	FECH <sub>4</sub> (kg/ton)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (Gg)			
		1990 revisión	1990 Informado	1994 revisión	1994 Informado
Dicloroetileno	0,4 <sup>3</sup>	94.4		67.6	
Estireno	4 <sup>3</sup>	285.2		339.7	
Etileno	2,2 <sup>4</sup>	630.2	0.6	591.1	0.6
Formaldehido	0,31 <sup>1</sup>	9.8	4.1	13.8	13.8
Metanol	2 <sup>3</sup>	91.6		139.6	
Negro de humo	25 <sup>2</sup>	998.6	376.4	1061.6	435.7
Poliestireno	0,01 <sup>1</sup>	0.3	0.3	0.6	0.6
Propileno	0,023 <sup>1</sup>	2.2	2.2	4.5	4.5
<b>Total</b>		<b>2112.3</b>	<b>383.1</b>	<b>2218.4</b>	<b>455.1</b>

Fuentes: <sup>1</sup> PNUD-SECYT, 1997; <sup>2</sup> EPA, 1995; <sup>3</sup> IPCC, 1996b; Instituto Petroquímico Argentino (1999).

### Emisiones de COVDM:

Las diferencias en la Tabla 7.19 se deben al empleo de factores de emisión publicados recientemente por EPA y por el IPCC y que no estaban disponibles cuando se realizaron los primeros inventarios de 1990 y 1994. Es el caso de los factores de emisión para anhídrido ftálico, anhídrido maleico, estireno, etilbenceno, etileno, fibras de nylon, fibras poliéster, latex estireno-butadieno, negro de humo, poliestireno, policloruro de vinilo, polipropileno y propileno. El butadieno dejó de producirse en 1994.

Tabla 7.19. Emisiones de COVDM

Producto	FE <sub>COVDM</sub> (kg/ton)	Emisiones de COVDM (Ton)			
		1990 Informado	1990 revisión	1994 revisión	1994 Informado
Anhídrido Ftálico	7.5 <sup>2</sup>	135.5	82	189.7	114.8
Anhídrido Maleico	87 <sup>2</sup>	492.3	N/D	1261.5	N/D
Butadieno	23.26 <sup>1</sup>	888.5	888.5	0	0
Caucho Estireno-butadieno-SBR	2.89 <sup>1</sup>	163.9	163.86	134.2	134.2
Cloruro de vinilo – VCM	2.95 <sup>1</sup>	473.6	473.61	323	323
Dicloroetileno	3.95 <sup>1</sup>	932.2	932.2	667.6	667.6
Estireno	18 <sub>3</sub>	1283.4	1.43	1528.56	1.7
Etilbenceno	2 <sub>3</sub>	186	94.9	192.40	98.1
Etileno	1.4 <sub>3</sub>	401.0	300.8	376.16	282.1
Fibras e hilados de Nylon 6 y 66	2.44 <sup>2</sup>	51.9	N/D	61.95	N/D
Fibras poliéster	0.05 <sup>2</sup>	N/D	N/D	0.85	N/D
Formaldehido	6.95 <sup>1</sup>	219.7	219.7	308.9	308.9
Latices Estireno Butadieno	14.34 <sup>2</sup>	143.4	76.6	110.4	59
Negro de humo	47.2 <sup>2</sup>	1885.3	1294	2004.4	1498
Policloruro de Vinilo PVC	8.5 <sup>3</sup>	888.6	805.3	773.2	701.3
Poliestireno	3.34 <sup>2</sup>	114.6	54.2	210.1	99.4
Polietileno Alta densidad- PEAD	30.14 <sup>1</sup>	1591.5	1591.5	2438.9	2438.9
Polietileno Baja densidad – PEBD	29.93 <sup>1</sup>	5226	5226	4958.6	4958.6
Polipropileno	12 <sub>3</sub>	668.40	17.8	1731.9	46.2
Propileno	1.4 <sub>3</sub>	135.79	41.7	271.6	83.4
Resinas ABS	40.82 <sup>1</sup>	340.8	340.8	277.6	277.6
<b>Total</b>		<b>15333.9</b>	<b>12645.9</b>	<b>17821.5</b>	<b>12092.8</b>

Fuentes: <sup>1</sup> PNUD-SECYT, 1997; <sup>2</sup> EPA, 1995; <sup>3</sup> IPCC, 1996b.

## Emisiones de CO y SO<sub>2</sub>

En los inventarios 1990 y 1994 no se informaron emisiones de CO ni de SO<sub>2</sub>. En esta revisión se informan valores de emisión de estos gases correspondientes a la fabricación de anhídrido ftálico (Tabla 7.20).

Tabla 7.20. Emisiones de CO y SO<sub>2</sub>

	FE (Kg/Ton) revisado	1990	1990	1994	1994
		Informado	revisado	Informado	
CO (Ton)	283 <sup>3</sup>	5113.24	N/D	7157.1	N/D
SO <sub>2</sub> (Ton)	18.8 <sup>3</sup>	339.67	N/D	475.45	N/D

Fuentes: <sup>3</sup> IPCC, 1996b.

## Producción de Metales

### Industria del hierro, el acero y ferroaleaciones

Es en este punto donde radica la mayor diferencia entre los inventarios de 1990 y 1994 informados en la Primera Comunicación Nacional y la revisión realizada del sector industrial, ya que en el primer caso se consideró al coque utilizado como reductor dentro de las emisiones del sector energético, mientras que en el último inventario, en virtud de lo indicado en la nueva metodología desarrollada por el IPCC (1996), se lo consideró como emisiones propias de este sector.

Los consumos del agente reductor fueron informados por el Instituto Argentino de Siderurgia (IAS, 1999). Se toma aquí, al igual que en el inventario 97, los valores informados por la industria. Estos, así como los valores de emisión de CO<sub>2</sub>, se indican en la tabla 7.21.

Tabla 7.21. Consumos de coque de petróleo y coque de carbón como agentes reductores en los altos hornos. Emisiones de CO<sub>2</sub> en base al agente reductor. Comparación con los valores presentados en el inventario 90/94.

	Consumo anual de agente reductor (ton)		Factor de emisión ton CO <sub>2</sub> /ton agente reductor	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Gg)	
	1990	1994		1990	1994
Carbón residual	191.000	274.800	3,6	688	986
Coque de Carbón	1.042.100	611.000	3,1	3.231	1.894
			Total Revisión	3.918	2.881
			Total Informado	0,065	0,059

Las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de ferroaleados se contabilizaron junto a las del hierro y el acero por no poderse discriminar la cantidad de agente reductor utilizada por esta industria.

En este análisis no se tiene en cuenta el carbono que proviene de la chatarra y del carbón de carga de los hornos eléctricos, de los electrodos de carbono que se consumen en los citados hornos, y de las ferroaleaciones, que de todos modos constituye una pequeña corrección a los valores presentados.

Los datos de emisión de NO<sub>x</sub>, NMVOCs y CO correspondientes al proceso de laminación, se calculan en base a la producción de acero utilizando los factores de emisión del IPCC 96. No se modificaron los datos de

actividad (producción de acero) de los primeros inventarios de 1990 y 1994, de modo que la diferencia de emisiones radica en los factores de emisión utilizados.

**Tabla 7.22.** Emisiones de  $NO_x$ , NMVOCs y CO de la producción de acero y hierro.

Cantidad de acero producido (t)		Factor de emisión (g de gas/t de acero producida)	Emisión (Gg)	Emisión informada inventario 90/94 (Gg) <sup>(1)</sup>	
1990	3.636.000	$NO_x$	40	0,15	N/D
		NMVOC	30	0,11	1,17
		CO	1	0,01	0,83
1994	3.289.200	$NO_x$	40	0,13	N/D
		NMVOC	30	0,09	0,70
		CO	1	0,01	0,53

<sup>(1)</sup> corresponde a la suma de los puntos "producción de acero" y "coque siderúrgico".

## Industria del aluminio

Las emisiones provenientes de esta industria se calcularon en los inventarios de 1990 y 1994 de la Comunicación Nacional con los factores de emisión propios de la única industria en la Argentina que produce aluminio. Se calcularon las emisiones de  $CO_2$  en base a las mismas consideraciones que el IPCC 96, de modo que no se realiza corrección para este valor de emisión, esto es 300 Gg en 1990 y 312 Gg en 1994. No se informan las emisiones de  $CF_4$  y  $C_2F_6$  para 1990 y 1994.

En cuanto a las emisiones de CO y  $NO_x$  los factores de emisión brindados por la industria difieren de los indicados por el IPCC, esto es 135 y 2,15 kg de gas por tonelada de aluminio producida respectivamente. Considerando para la corrección, los establecidos por la metodología del IPCC, en la tabla 7.23 se presentan las emisiones correspondientes a estos gases y el valor informado anteriormente.

**Tabla 7.23.** Emisión de CO y  $NO_x$  del proceso de producción de aluminio

	Cantidad de aluminio producida (t)	$NO_x$		CO	
		Revisión (Gg)	Informado (Gg)	Revisión (Gg)	Informado (Gg)
1990	166.000	0,36	0,12	22,41	4,65
1994	708.820	1,52	0,12	95,69	4,25

## Industria Alimenticia

En el inventario informado en la Comunicación Nacional para los años 1990 y 1994 se presentaron valores de cerveza, vino, whisky y pan. Las actividades de dos primeros fueron corroboradas, mientras que no se obtuvo en esta oportunidad información sobre el whisky y el pan, aunque se agrega información sobre la producción de azúcar. Los factores de emisión que se utilizan en la revisión son los del IPCC 96, que no en todos los casos coinciden con los utilizados en el primer informe. Los datos de producción y emisión se informan en la tabla 7.24.

**Tabla 7.24. Emisiones de NMVOCs correspondientes a la industria alimenticia.**

Año 1990	Producción	Revisión Emisión de NMVOC (Gg)	Informado Emisión de NMVOC (Gg)
Azúcar	1.069.591 t	10,70	No informado
Vino	1.713.100 hl <sup>(1)</sup>	0,14	0,98
Cerveza	6.170.000 hl <sup>(1)</sup>	0,22	0,15
Pan	N/D	N/D	2,09
Whisky	N/D	N/D	1,37
<b>Total</b>		<b>11,06</b>	<b>4,59</b>

Año 1994	Producción	Revisión Emisión de NMVOC (Gg)	Informado Emisión de NMVOC (Gg)
Azúcar	1.110.344 t	11,10	No informado
Vino	1.417.900 hl <sup>(1)</sup>	0,11	0,81
Cerveza	11.272.000 hl <sup>(1)</sup>	0,39	0,27
Pan	N/D	N/D	2,25
Whisky	N/D	N/D	1,86
<b>Total</b>		<b>11,6</b>	<b>5,19</b>

<sup>(1)</sup> Este dato corresponde a las ventas.

## Carburo de Calcio

El dato de actividad hallado para la producción de carburo de calcio correspondiente al año 1990 coincide con la informada en la Comunicación Nacional. Con respecto al dato del año 1994, igual que en aquella oportunidad, no se encontraron valores de producción. En su defecto, en aquel informe se consideraron las emisiones del 93, que fueron corroboradas, y que serán utilizadas ahora utilizando los factores de emisión del IPCC 96, tabla 7.25.

**Tabla 7.25 Valores de producción de CaC<sub>2</sub> y emisión de CO<sub>2</sub>**

	Producción de CaC <sub>2</sub>	Revisión Emisión de CO <sub>2</sub> (Gg)	Informado Emisión de de CO <sub>2</sub> (Gg)
1990	41.321 t	90	31
1993 <sup>(1)</sup>	59.550	130	45

<sup>(1)</sup> Se utiliza este dato en ausencia del correspondiente al año 1994.

## Agricultura y Ganadería

Los inventarios de los años 1990 y 1994, para el Sector Ganadería, se calcularon nuevamente, aplicando las Directrices del IPCC (Revised 1996 IPCC Guidelines – IPCC / UNEP / OECD / IEA 1997), que incluyen la metodología para estimar las emisiones de óxido nítrico.

## Ganadería

Las emisiones de metano se corrigieron de acuerdo con la digestibilidad de los alimentos del ganado bovino. Habiendo encontrado que, en los inventarios originales, se sobreestimaron los valores de digestibilidad, las emisiones de metano por fermentación entérica se computaron nuevamente con los mismos valores empleados para el año 1997.

TIPO DE ANIMAL	Digestibilidad de los alimentos	
	Primera Com. Nac.	Revisión
Bovinos lecheros	70%	65%
Bovinos no lecheros		
– Actividad cría	65%	60%
– Actividad invernada	65%	55%

Las emisiones de metano del sistema de manejo del estiércol de los porcinos confinados en la primera comunicación nacional fueron estimadas originalmente según el tratamiento en lagunas aeróbicas, mientras que correspondía hacerlo de acuerdo al tratamiento en lagunas anaeróbicas.

En la Tabla 7.26, se muestran las estimaciones de las emisiones de metano y óxido nitroso, para los años 1990 y 1994, según las versiones de la Primera Comunicación Nacional y la actual.

Debido fundamentalmente a la inclusión de las emisiones de óxido nitroso por la nueva metodología del IPCC, las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero, expresadas en equivalentes de dióxido de carbono, se incrementaron en un 18% con respecto a los valores originales.

**Tabla 7.26.** Estimaciones de las emisiones de metano y óxido nitroso (Gg)

EMISIONES	1990		1994	
	Informado	Revisión	Informado	Revisión
<b>Metano</b>				
– Fermentación entérica	2298,5	2613,3	2398,9	2743
– Tratamiento del estiércol	52,8	103,6	55,4	119,3
<b>Oxido nitroso</b>				
– Manejo del estiércol	NE	1	NE	1
– Directas del suelo (animales en pastoreo)	NE	83	NE	86
– Indirectas	–NE	41	NE	44

NE: No estimado.

La estimación de las emisiones del óxido nitroso por la actividad ganadera dentro del rubro manejo de suelos agrícolas constituye, en términos de carbono equivalente, la mayor diferencia entre lo informado en la Primera Comunicación Nacional y la revisión de la misma de todo el inventario.

## Cultivo del Arroz

En la Tabla 7.27 se presenta la comparación de las emisiones de metano por la agricultura del arroz.

**Tabla 7. 27. Emisiones de Metano por la agricultura del arroz (Gg)**

Informado		Revisión	
1990	1994	1990	1994
7,90	15,3	19,6	37,7

Las emisiones de metano generadas por el cultivo de arroz en la campaña 1990/91 fueron superiores según el nuevo inventario. Las razones de estas diferencias entre inventarios obedecen al uso de diferentes metodología de cálculo. En el primer inventario se utilizó la metodología del Manual de Trabajo de 1995 del IPCC, que consiste en aplicar un rango de tasa de emisión a la superficie diaria cultivada (por ejemplo, el producto entre la superficie anual cultivada y la cantidad de días con inundación), para obtener un rango de emisión anual de CH<sub>4</sub>.

En el nuevo inventario se utilizó, en cambio, la metodología del Manual de Trabajo revisado en 1996 por el IPCC. Esta metodología recurre simplemente a un factor de emisión global para toda la estación de cultivo.

## Manejo de Suelos Agrícolas

No se informó este rubro en la Primera Comunicación Nacional. Los valores de la revisión se informan en el capítulo 4.

## Quema de Residuos Agrícolas

No se informó este rubro en la Primera Comunicación Nacional. Los valores de la revisión se informan en el capítulo 4.

## Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

En la Primera Comunicación Nacional no se informó este rubro. Los valores de la revisión se informan en el capítulo 5.

## Residuos

Los resultados de las emisiones totales de CH<sub>4</sub> para los años 1990 y 1994, de la Primera Comunicación Nacional, resultaron menores que los del presente informe (Tabla 7.28). La diferencia más importante se registró en las emisiones provenientes de los residuos líquidos municipales como consecuencia de la inclusión de los industriales. En los domiciliarios, los valores se incrementaron de 9 Gg a 32,5 Gg para el año 1990 y de 9,7 Gg a 34,7 Gg para el año 1994. Esta diferencia se debió a que, en los cálculos presentados en la Primera Comunicación Nacional, se utilizó como fracción de los residuos tratados anaeróbicamente el valor por

defecto del IPCC (10%), debido a que en ese momento no se contaba con la información estadística adecuada. En la revisión, el valor utilizado fue 39.8%, y es función del porcentaje de la población del país con servicios cloacales, Censo Nacional de Población y Vivienda de 1991 (INDEC 1998).

**Tabla 7.28. Emisiones totales de metano y óxido nitroso(Gg)**

Metano Fuente	Informado		Revisión	
	1990	1994	1990	1994
Residuos Sólidos	348	533	396	574
Residuos Líquidos	9	10	81	89
Óxido nitroso				
Residuos humanos	NE	NE	3	3

Para las emisiones producidas desde las aguas industriales, en la revisión se contó con información sobre la producción industrial de los años 1990 y 1994, que no estaba publicada en el momento de la realización de los inventarios correspondientes.

En la revisión, las emisiones calculadas para los residuos sólidos resultaron mayores que las del inventario anterior, pero las diferencias fueron relativamente más pequeñas que en el caso de los residuos líquidos, sobre todo para el año 1990, estas diferencias se deben a que el volumen estimado de residuos del interior del país resultó ser algo mayor que el que se habían considerado para la Primera Comunicación Nacional. La información utilizada para esa Comunicación provino de datos puntuales, informados por los organismos encargados de la gestión de los residuos sólidos de algunas de las ciudades del interior del país de las que se pudo obtener datos. En cambio la estimación de los residuos en la Revisión se basó en toda la población urbana del país. En los dos casos todos los cálculos se realizaron utilizando los valores por defecto del IPCC (1996).

## REFERENCIAS

Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina. Según la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Buenos Aires 1997.

# Anexos

---

<i>Country</i>	Argentina
<i>Inventory Year</i>	1997
<i>Title of Inventory</i>	Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina
<i>Contact Name</i>	Vicente Barros
<i>Organization</i>	Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable
<i>Address</i>	San Martín 459 (1417) Buenos Aires Argentina
<i>Phone</i>	+5411 4348-8685 +5411 4348-8678
<i>E-Mail</i>	ccli@sernah.gov.ar
<i>Is uncertainty addressed?</i>	Yes
<i>Related documents filed with IPCC</i>	Yes

Table 1. Sectoral Report for Energy

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES							
(Gg)							
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NM VOC	SO <sub>2</sub>
Total Energy	123.245	715,4	5,40	706	1.553	413	23.311
<b>A Fuel Combustion Activities (Sectoral Approach)</b>	<b>118.855</b>	<b>37,5</b>	<b>5,40</b>	<b>703</b>	<b>1.016</b>	<b>391</b>	<b>23.292</b>
<b>1 Energy Industries</b>	<b>35.975</b>	<b>0,2</b>	<b>1,93</b>	<b>70</b>	<b>18</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
a Petroleum	5.877						
b Coal	2.444						
c Natural Gas	27.654						
<b>2 Manufacturing Industries and Construction</b>	<b>17.003</b>	<b>1,7</b>	<b>0,76</b>	<b>35</b>	<b>146</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
a Petroleum	2.008						
b Coal	1.460						
c Natural Gas	13.535						
<b>3 Transport</b>	<b>39.664</b>	<b>33,5</b>	<b>1,05</b>	<b>418</b>	<b>642</b>	<b>341</b>	<b>0</b>
a Civil Aviation	1.252	0	0	3	8	4	
b Road Transportation	36.152	32,8	0,94	361	627	334	
c Railways	361	0	0	9	3	1	
d Navigation	1.899	0	0	45	5	1	
e Other (please specify)	NO						
Pipeline Transport	NO						
<b>4 Other Sectors</b>	<b>26.213</b>	<b>2,2</b>	<b>1,67</b>	<b>180</b>	<b>210</b>	<b>48</b>	<b>0</b>
a Commercial/Institutional	3.650	0,1	0,21	3	1	0	
b Residential	14.578	0,9	1,24	13	144	23	
c Agriculture/Forestry/Fishing	7.985	1,2	0	163	65	25	
<b>5 Other (not specified)</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>B Fugitive Emissions from Fuels</b>	<b>4.390</b>	<b>677,9</b>	<b>NO</b>	<b>3</b>	<b>537</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
<b>1 Solid Fuels</b>	<b>NE</b>	<b>8,7</b>	<b>NE</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
a Coal Mining		8,7					
b Solid Fuel Transformation							
c Other (please specify)							
<b>2 Oil and Natural Gas</b>	<b>4.390</b>	<b>669,2</b>	<b>NO</b>	<b>3</b>	<b>537</b>	<b>23</b>	<b>19</b>
a Oil		13,1		3	537	23	19
b Natural Gas		502,9					
c Venting and Flaring	4.390	153,1					
<b>Memo Items<sup>2</sup></b>							
<b>International Bunkers</b>	<b>2.360</b>	<b>0,1</b>	<b>0,04</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>
Aviation	162	0,1	0,04	1	1	4	0
Marine	2.198	0,0	0,00	0	0	0	0
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>	<b>10.884</b>						

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

<sup>2</sup> Not included in energy totals.

Table 2. Sectoral Report for Industrial Processes

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES															
(Gg)															
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO		NMVOC		SO <sub>2</sub>		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>
					P	A	P	A	P	A	P	A			
<b>Total Industrial Processes</b>	8,124	0	1	1	35	1	5	8,38	1,02	0	0	0	0	0	0
<b>A Mineral Products</b>	4,189	NE	NE	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Cement Production	3,108						2								
2 Lime Production	1,068														
3 Limestone and Dolomite Use	13														
4 Soda Ash Production and Use	NO														
5 Asphalt Roofing	NE				0	0									
6 Road Paving with Asphalt	NE					0									
7 Other (please specify)	NE	0,0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Glass Production					0										
Concrete Pumice Stone						0									
<b>B Chemical Industry</b>	88	0,0	0,62	1	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Ammonia Production <sup>(1)</sup>	150				1	1	0								
2 Nitric Acid Production	NA		0,62	1											
3 Adipic Acid Production	NO		0,00	0	0	0									
4 Carbide Production	88	0,0													
5 Other (please specify)	NA	0,0			8	0	1								
<b>C Metal Production</b>	3,847	NE	NE	1	25	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
1 Iron and Steel Production	3,551				0	0	0								
2 Ferroalloys Production	IE														
3 Aluminium Production	296				0	25								0	
4 SF <sub>6</sub> Used in Aluminium and Magnesium Foundries	NO														0
5 Other (please specify)	NO														



Table 2. Sectoral Report for Industrial Processes (cont.)

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)														
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC		SO <sub>2</sub>		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>
					P	A		P	A	P	A	P	A	
<b>D Other Production</b>	NO	NO	NO	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0
1 Pulp and Paper			0	0	0	0	0							
2 Food and Drink					29									
<b>E Production of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride</b>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1 By-product Emissions										0		0		
2 Fugitive Emissions										0		0		
3 Other (please specify)														
<b>F Consumption of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	8,38	1,02	0	0	0
1 Refrigeration and Air Conditioning Equipment											0		0	
2 Foam Blowing										0		0		
3 Fire Extinguishers										1		0		0
4 Aerosols										0		0		
5 Solvents										0		0		
6 Other (please specify)										0		0		0
<b>G Other (please specify)</b>														

P = Potential emissions based on Tier 1 Approach. A= Actual emissions based on Tier 2 Approach. This only applies in sectors where methods exist for both tiers.

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

**Table 3. Sectoral Report for Solvent and Other Product use**

<b>SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES</b>			
(Gg)			
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NMVOC
Total Solvent and Other Product Use	NE	NE	NE
A Paint Application			
B Degreasing and Dry Cleaning			
C Chemical Products, Manufacture and Processing			
D Other (please specify)			

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 4. Sectoral Report for Agriculture

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES					
(Gg)					
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC
<b>Total Agriculture</b>	<b>2727,4</b>	<b>186,72</b>	<b>4</b>	<b>140</b>	<b>0</b>
<b>A Enteric Fermentation</b>	<b>2577,3</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
1 Cattle	2445,2				
2 Buffalo	0,1				
3 Sheep	67,5				
4 Goats	17,0				
5 Camels and Llamas	7,1				
6 Horses	36,0				
7 Mules and Asses	2,0				
8 Swine	2,5				
9 Poultry	0,0				
10 Other (please specify)					
<b>B Manure Management</b>	<b>98,9</b>	<b>0,83</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
1 Cattle	42,6				
2 Buffalo	0,0				
3 Sheep	1,7				
4 Goats	0,5				
5 Camels and Llamas	0,3				
6 Horses	3,0				
7 Mules and Asses	0,4				
8 Swine	49,4				
9 Poultry	1,0				
10 Anaerobic	NA	0,13			
11 Liquid Systems	NA	0,00			
12 Solid Storage and Dry Lot	NA	0,57			
13 Other (please specify)		0,14			
<b>C Rice Cultivation</b>	<b>44,5</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
1 Irrigated	44,5				
2 Rainfed	NO				
3 Deep Water	NO				
4 Other (please specify)					

**Table 4. Sectoral Report for Agriculture (cont.)**

<b>SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)</b>					
<b>Greenhouse Gas Source and Sink Categories</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NMVOCD</b>
<b>Agricultural Soils</b>	<b>NA</b>	<b>185,77</b>			
<b>E Prescribed Burning of Savannas</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>	<b>NE</b>
<b>F Field Burning of Agricultural Residues</b>	<b>6,7</b>	<b>0,12</b>	<b>4</b>	<b>140</b>	
1 Cereals	1,7	0,03			
2 Pulse	NE	NE			
3 Tuber and Root	NE	NE			
4 Sugar Cane	0,2	0,00			
5 Other: cotton and linseed	4,8	0,08			
<b>G Other (please specify)</b>					

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 5. Sectoral Report for Land-Use Change and Forestry

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)						
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub> Emissions	CO <sub>2</sub> Removals	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO
<b>Total Land-Use Change and Forestry</b>	<b>0</b>	<b>-48.617</b>	<b>56,4</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>494</b>
<b>A Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks</b>	<b>0</b>	<b>-14.890</b>				
1 Subtropical Moist Forests		233				
2 Subtropical Dry Forests		441				
3 Temperate Moist Forests				-101		
4 Plantations				-15.462		
5 Other (please specify)						
<b>B Forest and Grassland Conversion</b>	<b>14.673</b>		<b>56,4</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>494</b>
1 Subtropical Moist Forests		10.748				
2 Subtropical Dry Forests		3.926				
3 Boreal Forests		NA				
4 Grasslands/Tundra		NA				
5 Other (please specify)		NE				
<b>C Abandonment of Managed Lands</b>				<b>-30.414</b>		
1 Subtropical Forests				-30.414		
2 Temperate Forests		NO		0		
3 Boreal Forests		NA		0		
4 Grasslands/Tundra		NA		0		
5 Other (please specify)		NE				
<b>D CO<sub>2</sub> Emissions and Removals from Soil</b>	<b>0</b>	<b>-17.987</b>				
<b>E Other (please specify)</b>						

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 6. Sectoral Report for Waste

SECTORAL REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)						
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOG
<b>Total Waste</b>	NE	727,7	3,16			
<b>A Solid Waste Disposal on Land</b>	NE	616,5	0,00			
1 Managed Waste Disposal on Land						
2 Unmanaged Waste Disposal Sites						
3 Other (please specify)						
<b>B Wastewater Handling</b>	NE	111,2	3,16			
1 Industrial Wastewater		75,2				
2 Domestic and Commercial Wastewater		36,0	3,16			
3 Other (please specify)						
<b>C Waste Incineration</b>	NE	NE	NE			
<b>D Other (please specify)</b>	NE	NE	NE	NE	NE	NE

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 7a. Summary Report for National Greenhouse Gas Inventories

SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES																						
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	(Gg)										HFCs			PFCs			SF <sub>6</sub>					
	Emissions										P			A			P			A		
	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>														
<b>Total National Emissions and Removals</b>	131.369	-48.617	4227.0	196.29	725	2.222	414	24					8	1	0	0	0	0	0	0	0	
<b>1 Energy</b>	123.245	0	715.4	5.40	706	1.553	413	19														
A Fuel Combustion (Sectoral Approach)	118.855		375	5.40	703	1.016	391															
1 Energy Industries	35.975		0.2	1.93	70	18	1															
2 Manufacturing Industries and Construction	17.003		1.7	0.76	35	146	1															
3 Transport	39.664		33.5	1.05	418	642	341															
4 Other Sectors	26.213		2.2	1.67	180	210	48															
5 Other (please specify)	0		0.0	0.00	0	0	0															
B Fugitive Emissions from Fuels	4.390		677.9		3	537	23	19														
1 Solid Fuels			8.7																			
2 Oil and Natural Gas	4.390		669.2		3	537	23	19														
<b>2 Industrial Processes</b>	8.124	0	0.0	0.62	1	35	1	5					8	1	0	0	0	0	0	0	0	
A Mineral Products	4.189							2														
B Chemical Industry	88		0.0	0.62	1	9	1	1														
C Metal Production	3.847		NE	NE	1	25	0	3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D Other Production	NO				0	0	29	0														
E Production of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride													NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
F Consumption of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride													8	8	8	8	8	8	8	8	8	
G Other (please specify)	0		0	0	0	0	0	0														
<b>3 Solvent and Other Product Use</b>		NE				NE							NE									
<b>4 Agriculture</b>																						
A Enteric Fermentation																						
B Manure Management																						
C Rice Cultivation																						
D Agricultural Soils																						
E Prescribed Burning of Savannas																						

Table 7a. Summary Report for National Greenhouse Gas Inventories (cont.)

Greenhouse Gas Source and Sink Categories	SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES (Gg)																
	CO <sub>2</sub> Emissions		CO <sub>2</sub> Removals		CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>		
	P	A	P	A							P	A	P	A	P	A	
F Field Burning of Agricultural Residues						6,7	0,12	4	140								
G Other (please specify)						0,0	0,00										
<b>5 Land-Use Change &amp; Forestry</b>																	
A Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks			0	-48.617	56,4	0,39	14	494									
B Forest and Grassland Conversion				14.673													
C Abandonment of Managed Lands																	
D CO <sub>2</sub> Emissions and Removals from Soil			0	-17.987													
E Other (please specify)			0			0,0	0,00	0	0								
<b>6 Waste</b>																	
A Solid Waste Disposal on Land						727,7	3,16	0	0		0	0					
B Wastewater Handling						616,5											
C Waste Incineration						111,2	3,16										
D Other (please specify)																	
<b>7 Other (please specify)</b>																	
<b>Memo Items</b>																	
<b>International Bunkers</b>			2.360		0	0	1	1	4	0							
Aviation			162		0	0	1	1	4	0							
Marine			2.198		0	0	0	0	0	0							
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>			<b>10.884</b>														

P = Potential emissions based on Tier 1 Approach. A = Actual emissions based on Tier 2 Approach.

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 7b. Short Summary Report for National Greenhouse Gas Inventories

SHORT SUMMARY REPORT FOR NATIONAL GREENHOUSE GAS INVENTORIES																
Greenhouse Gas Source and Sink Categories	(Gg)										HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>	
	CO <sub>2</sub> Emissions	CO <sub>2</sub> Removals	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC	SO <sub>2</sub>	P	A	P	A	P	A		
<b>Total National Emissions and Removals</b>	131,369	-48,617	4,227.0	196.29	725	2,222	414	24	8	1	0	0	0	0		
<b>1 Energy</b>	130,851															
Reference Approach	130,851															
Sectoral Approach	123,245		715.4	5.40	706	1,553	413	19								
A Fuel Combustion	118,855		37.5	5.40	703	1,016	391									
B Fugitive Emissions from Fuels	4,390		677.9		3	537	23	19								
<b>2 Industrial Processes</b>	8,124		0.0	0.62	1	35	1	5	8	1	0	0	0	0		
3 Solvent and Other Product Use	NE		NE		NE		NE									
4 Agriculture			2,727.4	186.72	4	140										
5 Land-Use Change & Forestry	0	-48,617	56.4	0.39	14	494										
6 Waste			727.7	3.16												
7 Other (please specify)	0		0	0	0	0	0	0	0							
Memo Items:																
<b>International Bunkers</b>	2,360			0	0	1	1	4	0							
Aviation	162			0	0	1	1	4	0							
Marine	2,198			0	0	0	0	0	0							
<b>CO<sub>2</sub> Emissions from Biomass</b>	10,884															

P = Potential emissions based on Tier 1 Approach. A = Actual emissions based on Tier 2 Approach.

NE: Not estimated

IE: Estimated but included elsewhere

NO: Not known to be occurring

NA: Not applicable

Table 8a. Overview Table for National Greenhouse Gas Inventories

Greenhouse Gas Source and Sink Categories	Overview Table														Foot- notes
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NOx	CO	NM/NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>	Documen- tation	Disagre- gation			
	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality	Estimate Quality					
<b>Total National Emissions and Removals</b>															
1 ENERGY															
A Fuel Combustion Activities															
Reference Approach	ALL	M													
Sectoral Approach															
1 Energy Industries															
2 Manufacturing Industries and Construction	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	NO	M	3		
3 Transport	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	NO	M	3		
4 Other Sectors	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	NO	M	3		
5 Other (please specify)	NE														
B Fugitive Emissions from Fuels															
1 Solid Fuels	NA	ALL	M	NE	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	M	3		
2 Oil and Natural Gas	ALL	L													
2 INDUSTRIAL PROCESSES															
A Mineral Products	ALL	M	NE	M	ALL	M	ALL	M	ALL	M	NO	M	3		
B Chemical Industry	PART	M	PART	M	PART	M	PART	M	PART	M	NO	M	3		
C Metal Production	PART	M	NE	M	PART	M	PART	M	PART	M	NO	M	3		
D Other Production	NA	NA	NA	NA											
E Production of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	M	1		
F Consumption of Halocarbons and Sulphur Hexafluoride															
Potential <sup>(1)</sup>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	PART	M	PART	M	M	2		
Actual <sup>(2)</sup>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	ALL	M	ALL	M	M	2		
G Other (please specify)	NA														
3 SOLVENT AND OTHER PRODUCT USE	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO	NO				
4 Agriculture															
A Enteric Fermentation	NE	PART	M	NE	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	M	2		
B Manure Management	NA	PART	M	NE	NE	NE	NE	NO	NO	NO	NO	M	2		

Greenhouse Gas Source and Sink Categories	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		NOx		CO		NMVOC		SO <sub>2</sub>		HFCs		PFCs		SF <sub>6</sub>		Documentation	Disaggregation	Footnotes
	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality	Estimate	Quality			
C Rice Cultivation	NA		ALL	M	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		M		2
D Agricultural Soils	NA		ALL	M	ALL		M		NE		NE		NE		NE		NO		NO		M		2
E Prescribed Burning of Savannas	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		M		2
F Field Burning of Agricultural Residues	NE		PART	M	PART		M		PART		M		NE		NE		NO		NO		M		2
G Other (please specify)																							
5 LAND-USE CHANGE & FORESTRY																							
A Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks	ALL	M	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		M		3
B Forest and Grassland Conversion	ALL	M	ALL	M	ALL		M		ALL		M		NE		NE		NO		NO		M		3
C Abandonment of Managed Lands	PART	L	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		NO		3
D CO <sub>2</sub> Emissions and Removals from Soil	PART	L	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		NO		2
Other (please specify)																							
6 WASTE																							
A Solid Waste Disposal on Land	NE		ALL	M			ALL		M		NE		NE		NE		NO		NO		NO		2
B Wastewater Handling	NE		ALL	M			ALL		M		NE		NE		NE		NO		NO		NO		2
C Waste Incineration	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		NO		
D Other (please specify)	NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NE		NO		NO		NO		
Memo Items:																							
International Bunkers																							
Aviation	ALL	M	IE				M		IE		M		IE		M		NO		NO		NO		1
Marine	ALL	M	IE				M		IE		M		IE		M		NO		NO		NO		1
CO <sub>2</sub> Emissions from Biomass	ALL	M	IE				M		IE		M		IE		M		NO		NO		NO		2

(1) Potential emissions based on Tier 1 Approach.

(2) Actual emissions based on Tier 2 Approach.

NE: Not estimated

Quality:

Documentation:

Disaggregation:

IE: Estimated but included elsewhere

H: High confidence of estimation

H: High (all background information included)

1: Total emissions estimated

NO: Not known to be occurring

M: Medium confidence of estimation

M: Medium (some background information included)

2: Sectoral split

NA: Not applicable

L: Low confidence of estimation

L: Low (only emission estimates included)

3: Subsectoral split

PART: Partly estimated

ALL: Full estimate of all possible sources

## ANEXO B

Tablas de producción y consumo y coeficientes de emisión utilizados

B1. Balances Energéticos







## B 2. Coeficientes de Emisiones Específicas “Reference Approach” (CO<sub>2</sub>)

FUEL TYPES			Carbon Emission Factor (tC/TJ)
LIQUID FOSSIL	Primary Fuels	Crude Oil	20
		Orimulsion	
		Natural Gas Liquids	17,2
	Secondary Fuels	Gasoline	18,9
		Jet Kerosene	19,5
		Other Kerosene	
		Shale Oil	
		Gas/Diesel	19,99090909
		Residual Fuel Oil	21,25254545
		LPG	16,24581818
		Ethane	
		Naphtha	20
		Bitumen	22
		Lubricants	20
Petroleum Coke	30,73090909		
Refinery Feedstocks	18,2		
Other Oil	20		
<b>Liquid Fossil Totals</b>			
SOLID FOSSIL	Primary Fuels	Anthracite <sup>(a)</sup>	
		Coking Coal	
		Other Bit. Coal	26,56363636
		Sub-bit Coal	
		Lignite	
		Oil Shale	
	Secondary Fuels	Peat	
		BKB & Patent Fuel	
		Coke Oven/Gas Coke	15,28609091
<b>Solid Fuel Totals</b>			
GASEOUS FOSSIL	Natural Gas (Dry)		14,63727273
<b>TOTAL</b>			
Biomass total			
		Solid Biomass	29,9
		Liquid Biomass	
		Gas Biomass	

Nota. Todos los coeficientes con excepción del correspondiente al petróleo (crude oil; 20) y a los productos de refinación (refinery feedstocks; 18,2) fueron tomados de los anteriores inventarios (PNUD-SECYT (1997)). Los coeficientes del petróleo y los productos de refinación fueron tomados de IPCC (1996b) y Statistics Norway (1998) respectivamente.

“Sectoral Approach”

CO<sub>2</sub>

Los factores de emisión son los mismos que para el “Reference Approach”.

CH<sub>4</sub>

Activity		Emission Factors (kg/TJ)					
		Coal	Natural Gas	Oil	Wood/Wood Waste	Charcoal	Other Biomass and Wastes
Energy Industries		0,6	0,1	0,8	18		18
Manufacturing, Industries and Construction		2,4	1,4	2,51726	15		15
Other Sectors	Commercial/Institutional		1,2		1,6		15
	Residential		0,9	2,4			74

N<sub>2</sub>O

Activity		Emission Factors (kg/TJ)					
		Coal	Natural Gas	Oil	Wood/Wood Waste	Charcoal	Other Biomass and Wastes
Energy Industries		0,8	2	12	2,11	12	2,11
Manufacturing, Industries and Construction		0,8	2	2	2,11		2,11
Other Sectors	Commercial/Institutional		2		15,7		4,3
	Residential		2,0	12		15,8	12

NO<sub>x</sub>

Activity		Emission Factors (kg/TJ)					
		Coal	Natural Gas	Oil	Wood/Wood Waste	Charcoal	Other Biomass and Wastes
Energy Industries		217	106,5	149	112	50	88
Manufacturing, Industries and Construction		857	64,5	308,15	115		88
Other Sectors	Commercial/Institutional		46		64		33
	Residential		42,5	51		158	50

CO

Activity	Emission Factors (kg/TJ)					
	Coal	Natural Gas	Oil	Wood/Wood Waste	Charcoal	Other Biomass and Wastes
Energy Industries	14	18,4	15,5	1473	926,4860811	1706
Manufacturing, Industries and Construction	14	16,1		58	1504	1706
Other Sectors	Commercial/Institutional	9,2		16	199	
	Residential	9,4	13		12267,5	7716

COVDM

Activity	Emission Factors (kg/TJ)					
	Coal	Natural Gas	Oil	Wood/Wood Waste	Charcoal	Other Biomass and Wastes
Energy Industries	10	0,7	2,3	6,32	147	6,32
Manufacturing, Industries and Construction	10	1,6		6,9616	6,32	6,32
Other Sectors	Commercial/Institutional	2,4		3	2791	
	Residential	2,4	3		2791	147

- CR: Carbón Residual
- FO: Fuel Oil
- DO: Diesel/Gas Oil
- GN: Gas Natural
- GLP: Gas Licuado de Petróleo
- CM: Carbón Mineral
- GC: Gas de Coquería
- GAH: Gas de Alto Horno
- CC: Carbón de Coque
- LE: Leña
- RB: Residuos de Biomasa
- KE: Kerosene

## Factores de emisión según el uso final de las fuentes

Factores de Emisión según el uso final ( kg / TJ )(1)

Gas Natural	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	COVDM
<b>1. Centrales Térmicas e Industriales Grandes</b>						
Caldera	56232	18,4	0,1	198 <sup>(3)</sup>	—	0,7
Turbina Ciclo Simple <sup>(2)</sup>	56232	30,2	5,6	180,4	—	—
Turbina Ciclo Combinado <sup>(2)</sup>	56232	30,2	5,8	176,6	—	—
<b>2. Industrial</b>						
Caldera	56232	16,1	1,4	64,5	—	1,3
<b>3. Residencial</b>						
Calefactores	56232	9,4	0,9	42,5	—	—
Caldera	56232	9,2	1,2	46	—	2,4
Estufas a Propano/Butano	59568	9,5	0,95	48,9	—	—
<b>Derivados Líquidos del Petróleo</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>COVDM</b>
<b>1. Centrales Térmicas e Industriales Grandes</b>						
Caldera fuel oil	77926	15,5	0,8	206	—	2,3
<b>2. Industrial</b>						
Motor Gas Oil	75840	439	0,2	1647	—	43,93
Caldera fuel oil	77926	15,5	3,1	170	—	0,9
<b>3. Residencial</b>						
Caldera fuel oil	77926	15,5	5,5	56,7	—	2,2
Caldera kerosene	73463	NA	NA	NA	—	—
<b>Carbón</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>CH<sub>4</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>N<sub>2</sub>O</b>	<b>COVDM</b>
<b>1. Centrales Térmicas e Industriales Grandes</b>						
Parrilla (Spreader Stoker)	94553	101	0,6	283	0,8	1,6
Lecho Fluidizado (Ciclo Combinado)	94553	—	0,6	—	—	—
Lecho Fluidizado	94553	—	0,6	255	—	—
Carbón Pulverizado	94553	14	0,6	857	0,8	—
Fondo Húmedo	94553	12,1	0,6	688	—	1,6
Fondo Seco	94553	12,1	0,6	425	—	1,6
Quemadores Tangenciales	94553	14	0,6	330	0,8	—

(1) Salvo que se indique lo contrario los factores de emisión están basados en la recopilación de la Agencia de Protección Ambiental de los EE UU. conocida como AP-42, (US, EPA, 1985). Estos factores ( $FE_{i,j}^{k, AP-42}$ ) fueron llevados a unidades de kg/TJ, empleando el poder calorífico inferior de los combustibles argentinos (PCI) según la expresión:

$$FE_{i,j}^k = FE_{i,j}^{k, AP-42} PCI^k$$

(2) Proveniente de la bibliografía de referencia (IPCC, 1985) por no contar con valores de EPA.

(3) Se adopta la siguiente expresión para el factor de emisión de NO<sub>x</sub> (Economopoulos, 1993):

$$FE_{NOx, caldera\ central\ térmica, gas\ natural} = 8.8 (0.3505 - 0.005235 L + 0.0001173 L^2) \cdot 0.02877.$$

donde: L = % de carga, cuyo valor standard = 87%

NOTA: (para caldera con quemadores tangenciales se usa 5.6 en vez de 8.8).

## B 3 Factores de emisión y datos del sector transporte

### . Factores de Emisión

En la Tabla 1 se consignan los factores de emisión correspondientes a CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, CO, y COVDM, para cada tipo de vehículo y de combustible.

Los valores indicados corresponden a:

- Los recomendados por el Manual de Referencia del IPCC (1997) para los Estados Unidos de América, vehículos sin sistemas de control de emisiones (indicados en las columnas USA de la Tabla A1).
- Los recomendados por el Manual de Referencia del IPCC (1997) para países de la Unión Europea, vehículos equipados con motor ciclo "OTTO" sin sistemas de control de emisiones, y control moderado para vehículos equipados con motor ciclo "Diesel" (indicados en las columnas EU de la Tabla A1).
- Los adoptados en las estimaciones efectuadas en la realización de los inventarios correspondientes a los años 1990 y 1994 (indicados en las columnas 90 y 94 de la Tabla A1).

Tabla 1. Factores de Emisión (kg/TJ)

Tipo	Medios	Combustible	NO <sub>x</sub>				CH <sub>4</sub>				COVDM				
			IPCC		Inventario		IPCC		Inventario		IPCC		Inventario		
			USA	EU	90	94	USA	EU	90	94	USA	EU	90	94	
Aviación	Avión (Jet/ Turbohélice)	Kerosene JP1	290		716,6	688,2	2		5,2	4,9	18		44,5	43	
Transporte por Carretera	Automóvil	Motonafta	222	600	390	390	19,5	20	31,4	31,4	932	1.500	1.140	1.140	
		Gas-Oil	150	300	140,3	140,6	3	2	—	1,7	54	70	71,8	72,8	
		GNC	380		278,6	379,9	630		629	630,1	90		88,5	89,8	
		Omnibus (urbano)	Gas-Oil	677	1.000	1.010	1.010	4	6	10	10	107	200	180	180
		Omnibus (interurbano)	Gas-Oil	677	1.000	1.010	1.010	4	6	10	10	107	200	180	180
		Carga menor de 4 t	Motonafta	231	700	410	410	17	20	57	57	962	1.400	1.320	1.320
	Gas-Oil		159	400	170,1	170,2	2	1	—	—	86	100	100,3	99,9	
	GNC		380		380,1	380,1	630		627,2	629,8	90		86,7	89,7	
	Carga mayor de 4 t	Gas-Oil	677	1.000	1.010	1.010	4	6	10	10	107	200	180	180	
Ferrocarril	Locomotora Diesel	Gas-Oil /Diesel-Oil	1.800	900	1799,9	1799,7	6	4	4,8	4,6	130	110	130	1.300	
Navegación Fluvial		Fuel-Oil	1.800		1595,7	1595,7	7		—	—	52		113,2	113,2	
Agricultura /Silvicultura	Maquinaria Agrícola	Gas-Oil	1.500	1.200	1.500	1.500	11	4	11	11	230	170	230	230	

Tabla 1. Factores de Emisión (kg/TJ) (cont.)

Tipo	Medios	Combustible	CO				N <sub>2</sub> O			
			IPCC		Inventario		IPCC		Inventario	
			US	EU	90	94	US	EU	90	94
Aviación	Avión (Jet/ Turbohélice)	Kerosene JP1	120		296,5	284,9			–	–
Transporte por Carretera	Automóvil	Motonafta	4.833	1.300	7.330	7.330	3	1	0,9	0,9
		Gas-Oil	137	300	150,1	150,5	3	4	3,3	1,7
		GNC	720		720,6	719,9			–	–
	Omnibus (urbano)	Gas-Oil	319	900	510	510	2	3	1,9	1,9
	Omnibus (interurbano)	Gas-Oil	319	900	510	510	2	3	1,9	1,9
	Carga menor de 4 t	Motonafta	4.481	8.300	6.890	6.890	3	1	0,9	0,9
		Gas-Oil	176	400	190	190	5	4	1,9	2
GNC		720		722,3	719,5			–	–	
Carga mayor de 4 t	Gas-Oil	319	900	510	510	2	3	1,9	1,9	
Ferrocarril	Locomotora Diesel	Gas-Oil /Diesel-Oil	610	250	609,9	609,7	2	30	2,4	1,5
Navegación Fluvial		Fuel-Oil	180		503,2	503,2	2		–	–
Agricultura/ Silvicultura	Maquinaria Agrícola	Gas-Oil	600	370	600	600	2	30	1,9	2

Tabla 2. Consumo Agregado

Sector Transporte y Agropecuario del Balance Energético Nacional – En miles de t.e.p.

Formas de Energía	1990	1994	1997
<b>PRIMARIA</b>			
Otras Formas	0	26	61
<b>SECUNDARIA</b>			
Electricidad	62	63	84
Gas Por Redes	181	780	1.052
Naftas	4.488	5.049	4.544
Kerosene	672	934	1.244
Gas Oil	5.657	7.908	9.567
Fuel Oil	18	18	74
<b>TOTAL</b>	<b>11.078</b>	<b>14.752</b>	<b>16.626</b>
<b>Estructura Porcentual</b>			
Otras Formas	0,0%	0,18%	0,37%
Electricidad	0,56%	0,43%	0,51%
Gas Por Redes	1,63%	5,28%	6,33%
Naftas	40,51%	34,17%	27,33%
Kerosene	6,07%	6,32%	7,48%
Gas Oil	51,06%	53,51%	57,54%
Fuel Oil	0,16%	0,12%	0,45%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tabla 3. Sector Transporte – Consumo de Combustibles – 1997

Sector	Combustible	Poder Calorífico	Consumo	
		Inferior (MJ/m <sup>3</sup> )	(miles de m <sup>3</sup> )	(TJ)
Aviación	Aeronafta	30.873,00	14,09	435,03
	JP1 (Cabotaje)	34.843,00	491,36	17.120,35
	JP1 (Internacional)	34.843,00	998,99	34.807,77
Transporte Terrestre	Motonafta o Gasolina	31.843,00	5.973,44	190.212,25
	Gas-Oil	36.086,00	7.801,64	281.529,98
	Gas Natural Comprimido	34,75	1.267.485,93	44.045,14
Ferrocarril <sup>1</sup>	Gas – Oil/Diesel – Oil	36.086,00	136,31	4.918,88
Marítimo/Fluvial <sup>1</sup>	Gas – Oil/Diesel – Oil	36.086,00	144,20	5.203,60
	Fuel-Oil (MJ/t) <sup>2</sup>	41.031,00	483.000 (t)	19.818,00
Agropecuario	Gas – Oil	36.086,00	3.017,75	108.898,53
<b>TOTAL</b>				<b>706.989,53</b>

(1) Dado que el BEN no discrimina la distribución sectorial del Gas Oil, estos valores fueron estimados sobre la base de consideraciones de parque, consumos específicos y utilidades medias.

(2) Este valor incluye los consumos de combustible de los trayectos de cabotaje de los buques de ultramar. Ver punto 3.

Tabla 4. Consumo de Combustible

Combustible	Ventas (miles de m <sup>3</sup> )
Aeronafta	14,09
JP1-Cabotaje	491,36
JP1-Internacional	998,99
Total JP1	1.490,35

Tabla 5. Operaciones Totales en Aeropuertos

Clase	Comercial Regular	Oficial	Comercial No Regular	TOTAL de aterrizajes/despegues
Cabotaje	272.612	50.366	83.074	406.052
Internacional	59.943	652	17.353	77.948

Tabla 6. Ciclos de L.T.O.

Clase	Regular Comercial	Oficial	Comercial No Regular	TOTAL L.T.O.
Cabotaje	136.306	25.183	41.537	203.026
Internacional	29.972	326	8.677	38.974

Tabla 7. L.T.O. según G.I.T.

Clase	Comercial Regular
Cabotaje	98.967
Internacional	24.507

**Tabla 8. Distribución por Tipo de Aeronave**

Clase	Tipo aeronaves	L.T.O. anuales	Porcentaje (%)
Cabotaje	B-737	60.360	61,0
	M88	6.891	7,0
	CRJ	4.151	4,2
	DC-9	16.854	17,0
	M-83	8.220	8,3
	CS5	2.076	2,1
	F28	415	0,4
<b>Total L.T.O.</b>		<b>98.867</b>	<b>100,0</b>
Internacional	B-777	1.095	4,5
	B-767	4.224	17,2
	B-757	730	3,0
	B-747	574	2,3
	B-747-200	2.451	10,0
	B-747-400	678	2,8
	B-727	261	1,1
	B-737	6309	25,7
	B-737-300	2.294	9,4
	MD-11	1.721	7,0
	DC-10	365	1,5
	F-100	1.095	4,5
	A-310	1.512	6,2
	A-320	104	0,4
	Tupolev	52	0,2
	IL-6	156	0,6
M-88	886	3,6	
<b>Total L.T.O.</b>		<b>24.507</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 9. Vuelos Cabotaje No Incluidos en G.I.T.**

Vuelos Cabotaje	Comercial Regular	Oficial	Comercial No Regular	TOTAL L.T.O.
De F.A.A.	136.306	25.183	41.537	203.026
De G.I.T.	98.967			98.967
Diferencia	-37339	-25.183	-41.537	-104.059
Aeronave asimilada	Saab	F-28	F-28	

**Tabla 10. Vuelos Internacionales No Incluidos en G.I.T.**

Vuelos Internacional	Comercial Regular	Oficial	Comercial No Regular	TOTAL L.T.O.
De F.A.A.	29.972	326	8.677	38.974
De G.I.T.	24.507			24.507
Diferencia	-5.464	-326	-8,677	-14.467
Aeronave asimilada	B-737	F-28	F-28	

Tabla 11. Consumos de Combustible por Tipo de Aviación

Clase	Tipo aeronaves	L.T.O. anuales	Consumo de combustible en m <sup>3</sup> <sup>(1)</sup>
Cabotaje	B-737	60.360	64.991
	M88	6.891	10.746
	CRJ	4.151	6.474
	DC-9	16.854	18.356
	M-83	8.220	12.818
	CS5	2.076	771
	F28	415	344
	Saab	37.339	13.863
	F-28	25.183	20.882
	F28	41.537	34.443
<b>Totales Cabotaje</b>		<b>203.026</b>	<b>183.688</b>
Internacional	B-777	1.095	2.317
	B-767	4.224	8.938
	B-757	730	1.175
	B-747	574	2.279
	B-747-200	2.451	10.252
	B-747-400	678	2.844
	B-727	261	407
	B-737	6.309	6.793
	B-737-300	2.294	2.612
	MD-11	1.721	5.026
	DC-10	365	1.066
	F-100	1.095	1.003
	A-310	1.512	2.901
	A-320	104	105
	Tupolev	52	141
	IL-6	156	244
	M-88	886	1.382
	F-28	5.464	4.531
	B-737	8.677	9.342
	F-28	326	270
<b>Totales Internacional</b>		<b>38.974</b>	<b>63.628</b>

<sup>(1)</sup> Según coeficientes del IPCC

Tabla 12. Consumos de Combustible Crucero

COMBUSTIBLE JP-1	Cabotaje	Internacional
Consumo TOTAL en m <sup>3</sup>	491.360	998.889
Consumo en L.T.O. en m <sup>3</sup>	183.688	63.628
Consumo crucero en m <sup>3</sup>	<b>307.672</b>	935.261

Tabla 13. Distribución del Parque Automotor

Tipo	Medios	1997		Unidades Cantidad
		Combustible	%	
Transporte de Personas	Automóvil	Motonafta	87,2	4.273.000
		Gas-Oil	10,0	490.000
		GNC	2,8	139.000
		<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>4.902.000</b>
	Omnibus Urbanos	Gas-Oil	52,5	32.000
	Omnibus Interurbanos	Gas-Oil	47,5	29.000
	<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>61.000</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>4.963.000</b>
Transporte de Cargas	Menor de 4 t	Motonafta	26,0	282.000
		Gas-Oil	48,0	520.000
		GNC	25,9	281.000
		<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>1.083.000</b>
	Mayor de 4 t	Gas-Oil	100,0	235.000
		<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>235.000</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>1.318.000</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>6.281.000</b>

Tabla 14. Transporte por Carretera. Consumo de Combustibles - GNC

Tipo de Vehículo	Cantidad (unidades)	Consumo Específico (m <sup>3</sup> /km)	Recorrido (km/año)	Consumo (miles de m <sup>3</sup> )
Automóvil	139.000	0,10	16.000	222.400,00
Carga menor de 4 t	281.000	0,14	27.500	1.045.085,93
<b>Total</b>	<b>420.000</b>			<b>1.267.485,93</b>

Tabla 15. Transporte por Carretera. Consumo de Combustibles – Gas Oil

Tipo de Vehículo	Cantidad (unidades)	Consumo Específico (l/km)	Recorrido (km/año)	Consumo (miles de m <sup>3</sup> )
Automóvil	490.000	0,08	13.000	477,75
Omnibus (urbano)	32.000	0,29	72.000	668,16
Omnibus (interurb.)	29.000	0,25	95.000	688,75
Carga menor de 4 t	520.000	0,10	35.000	1.793,38
Carga mayor de 4 t	235.000	0,24	74.000	4.173,60
<b>Total</b>	<b>1.306.000</b>			<b>7.801,64</b>

**Tabla 16.** *Transporte por Carretera. Consumo de Combustibles - 1997*

Medios	Combustible	Consumo (miles de m <sup>3</sup> )	Consumo (TJ)
Automóvil	Motonafta	5.341,3	170.081,4
	Gas-Oil	477,8	17.240,1
	GNC	222.400,0	7.728,4
Omnibus (urbano)	Gas-Oil	668,2	24.111,2
Omnibus (Interurbano)	Gas-Oil	688,8	24.854,2
Menor de 4 t	Motonafta	632,2	20.130,8
	Gas-Oil	1.793,4	64.715,9
	GNC	1.045.085,9	36.316,7
Mayor de 4 t	Gas-Oil	4.173,6	150.608,5

**Tabla 17.** *Transporte por Carretera. Consumo de Combustibles – MOTONAFTA*

Tipo de Vehículo	Cantidad (unidades)	Consumo Específico (l/km)	Recorrido (km/año)	Consumo (miles de m <sup>3</sup> )
Automóvil	4.273.000	0,10	12500	5341,3
Carga menor de 4 t	282.000	0,15	15000	632,2
<b>Total</b>	<b>4.555.000</b>			<b>5973,4</b>

**Tabla 18.** *Locomotoras de los concesionarios, cantidad por modelos*

EMPR.	ALCO RSD16	A-LCO RSD35	ALCO FPD7	ALCO Espa.	GM gr12	GM ga8	GM g22	GM gt22	GE u18	GE u12	GE u13	GAIA 1350	GAIA 1050	Cocke-rill	TO-TAL
FEPSA	10	4			25	6									45
FSR								27	5		9			11	52
BAP	20	51	6	20		9							4		110
NCA	27				27			11				19	5		89
FCM							14			18	15				47
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>55</b>	<b>6</b>	<b>20</b>	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>343</b>

Tabla 19. Toneladas/kilómetros transportadas por los Concesionarios Privados año 1997

EMPRESA	t/km. x 10 <sup>3</sup>	Porcentaje (%)
Buenos Aires al Pacífico	3.007.376	36,22
Ferropreso Pampeano	1.294.795	15,60
Ferrosur Roca	1.640.653	19,76
Nuevo Central Argentino	1.903.768	22,93
Ferrocarril Mesopotámico	454.603	5,49
<b>TOTAL</b>	<b>8.301.195</b>	<b>100</b>

Tabla 20. Consumo de gasoil 1997

	Empresa	M <sup>3</sup> de gasoil
<b>Cargas</b>	BAP	19.753
	FEPSA	8.492
	FSR	10.858
	NCA	13.490
	MGU	4.293
	GBSA	17.747
	<b>Total cargas</b>	<b>74.633</b>
<b>Pasajeros</b>	FERROVIAS	8.800
	TMR	14.529
	TMS	12.066
	TMB	4.083
	TBA	6.900
	UEFPF	15.297
	Total pasajeros	61.675
<b>Total</b>	<b>136.308</b>	

Tabla 21. Consumo de Gas Oil - Trenes de Empuje

Carga	1997			
	Viajes	Distancia km	Tiempo Viaje h	Consumo t
Soja	10	1.000	100	438
	44	1.400	140	2.695
Derivados	20	1.400	140	1.225
	38	800	80	1.330
Minerales	4	1.000	100	175
	66	1.050	105	3.032
Petróleo	33	1.000	100	1.444
	12	200	20	105
Trigo	3	1.000	100	131
Celulosa	14	1.700	170	1.041
<b>Total Viajes Cargados</b>				<b>11.616</b>
<b>Total Viajes = 1.7 de total cargado</b>				<b>19.747</b>
<b>Hipótesis</b>				
Velocidad: 10 km/h				
Consumo Unitario: 175 g/HP-h				
Potencia Media: 2500 HP				

**Tabla 22.** Consumo de Fuel Oil y Gas Oil por Buques de Ultramar, Cabotaje y Pasajeros

Origen	Consumo (t)	Δ15%	Δ20%
Río Paraná	104.230		
Río de la Plata	48.363		
Origen Exterior	74.204		
Origen Río Uruguay	5.071		
Origen Litoral Marítimo	39.730		
<b>Total Fuel Oil</b>	<b>271.600</b>	<b>312.340</b>	<b>325.920</b>
Pasajeros (cons. en t de Gas Oil/Diesel Oil)	64.240	64.240	
<b>Total 1997</b>	<b>(Combustible)</b>	<b>376.580</b>	<b>390.160</b>

**Tabla 23.** Consumo de Combustible en el Año 1997

Puerto	Buques /año	Cons. Diesel Oil/ Gas Oil (t/año)	Consumo Fuel Oil (t/año)
Mar del Plata	840 *	1.738	581
Quequén	330	617	17.429
Bahía Blanca	670	5.083	52.165
San Antonio	30 **	0.0	871
Puerto Madryn	815	9.915	9.844
Caletas	330	0.0	16.267
Comodoro Rivadavia	170 *	25	0
Puerto Deseado	675 *	6.000	0
Punta Quilla	430 *	3.395	0
Punta Loyola	130	0	5.837
Ushuaia	375***	4.364	39.336
Desconocidos (+10%)		3.113	14.233
<b>Total</b>	<b>34.254</b>	<b>156.563</b>	

Notas

\* Incluye flota pesquera

\*\* No Incluye flota pesquera

\*\*\* Incluye cruceros de pasajeros y flota pesquera

**Tabla 24.** Resumen

	G.O./D.O. (t)	F.O. (t)
Trenes de Empuje	19.747	
Buques Ultramar/Cabotaje pasajeros	64.240	325.920
Flota pesquera y Cabotaje marítimo	34.254	156.563
<b>Total (t)</b>	<b>118.241</b>	<b>482.483</b>
Poder Calorífico (kJ/kg)	41.860	41.023
<b>Consumo (TJ)</b>	<b>4.950</b>	<b>19.793</b>
<b>Consumo Total (TJ)</b>		<b>24.742</b>

**Tabla 25. Combustible destinado al transporte Internacional (Bunker)**

<b>Combustible</b>	<b>1990</b>	<b>1994</b>	<b>1997</b>
	<b>TJ</b>	<b>TJ</b>	<b>TJ</b>
JP1	13.933	11.501	17.255
Gas Oil	9.043	5.188	9.181
Diesel Oil	3.593	2.477	3.202
Fuel Oil	16.935	10.456	16.956
<b>Total</b>	<b>43.504</b>	<b>29.622</b>	<b>46.593</b>

## ANEXO C

### Datos de Producción Correspondientes a la Industria Petroquímica

**Tabla 1. Datos de Producción**

PRODUCTO	PRODUCCIÓN (T)		
	1990	1994	1997
<i>Anhídrido Ftálico</i>	18068	25290	29152
<i>Anhídrido Maleico</i>	5658	14500	16521
<i>Aromaticos</i>	384419	368739	452744
<i>Caucho Estireno-butadieno-SBR</i>	56700	46449	51885
<i>Cloruro de vinilo – VCM</i>	160546	109489	138021
<i>Dicloroetileno</i>	236000	169000	223000
<i>Estireno</i>	71300	84920	94363
<i>Etilbenceno</i>	93000	96200	88274
<i>Etileno</i>	286444	268686	273256
<i>Fibras e hilados de Nylon 6 y 66</i>	21270	25390	32170
<i>Fibras poliester</i>		16900	24705
<i>Formaldehido</i>	31613	44448	36766
<i>Latices Estireno Butadieno</i>	10000	7700	12050
<i>Metanol</i>	45781	69773	65437
<i>Negro de humo</i>	39943	42465	63891
<i>Policloruro de Vinilo PVC</i>	104543	90962	104070
<i>Poliestireno</i>	34298	62900	75370
<i>Polietileno Alta densidad- PEAD</i>	52805	80921	100945
<i>Polietileno Baja densidad - PEBD</i>	174607	165674	157032
<i>Polipropileno</i>	55700	144323	194696
<i>Propileno</i>	96996	194000	235600
<i>Resinas ABS</i>	8350	6800	7000
<i>Urea</i>	110000	97824	171218

## ANEXO D

### Composición por Categorías del Stock Bovino

Tabla 1. INDEC - ENA - 1997

CATEGORÍAS	MILES DE CABEZAS	PORCENTAJE
Vacas	20.806,7	41,6 %
Vaquillonas	7.414,6	14,8 %
Novillos y Novillitos	9.731,3	19,4 %
Terneros y Terneras	10.690,2	21,3 %
Toros y Toritos	1.258,3	2,5 %
Sin discriminar	158,0	0,3 %

Tabla 2. SENASA - 1997

CATEGORÍAS	MILES DE CABEZAS	PORCENTAJE
Vacas	20.555,1	38,8 %
Vaquillonas	7.536,9	14,2 %
Novillos	6.255,1	11,8 %
Novillitos	5.057,8	9,5 %
Terneros	6.346,1	12,0 %
Terneras	6.024,3	11,4 %
Toros	1.155,4	2,2 %

A los efectos del cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero, se decidió usar un valor promedio de 51 millones de cabezas. Dado que no se aprecian diferencias significativas entre los valores del INDEC y del SENASA en lo referente a la distribución del stock por categorías, se decidió aplicar los siguientes porcentajes sobre las existencias totales definidas previamente:

Tabla 3

CATEGORÍAS	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL	CABEZAS
Vacas (incluidas lecheras)	40,0	20.400.000
Vaquillonas	14,5	7.395.000
Novillos	10,5	5.355.000
Novillitos	10,5	5.355.000
Terneros y Terneras	22,0	11.220.000
Toros	2,5	1.275.000
TOTAL	100,0	51.000.000

## Existencias Ganaderas, según distintas Fuentes

Tabla 4. Cabezas –1997

ESPECIE	CNA 88	ENA 97	SENASA 97	FAO 97
Vacunos	47.075.156	50.058.900	52.930.713	54.500.000
Ovinos	22.408.681	13.197.800	13.685.870	17.295.000
Equinos	1.994.241			3.300.000
Porcinos	3.341.652		2.231.960	3.200.000
Caprinos	3.710.065	3.428.000	2.565.280	3.428.000
Camélidos	154.403			
Asnales y Mulares	130.625			265.000
Búfalos	1.057			
Aves de corral	29.163.622			59.900.000

Tabla 5. Existencias Ganaderas compatibilizadas para los cálculos

ESPECIES	EXISTENCIAS (cabezas)
Bovinos lecheros	2.400.000
Bovinos no lecheros (descontados terneros no destetados)	40.185.000
Ovinos	13.500.000
Caprinos	3.400.000
Porcinos	2.500.000
Equinos	2.000.000
Búfalos	1.000
Asnales y Mulares	200.000
Camélidos	155.000
Aves	60.000.000

## AGRICULTURA

Tabla 6. Consumo de fertilizante comercial (Miles de Ton de N).

Tipo de fertilizante	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Sintético	108,67	84,56	91,53	146,48	184,06	291,05	349,10	504,43	433,77	445,23

**Tabla 7. Producción de soja, maní, legumbres secas y forrajes (miles de Ton. de producto)**

Tipo de producto	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98
<b>Cultivos</b>									
Soja	10,935	10,862	22310	11,045	11,720	12,134	12,448	10,800	18,732
Maní	235	311	221	233	209	238	462	281	628
Poroto	208	242	212	166	198	238	218	269	303
Arveja	0	0	36	39	39	31	0	0	0
Lenteja	0	0	25	25	32	12	0	0	0
<b>Forrajes</b>									
Alfalfa	9,343	0	0	0	7,180	6,065	9,609	12,461	14,964
Tréboles	61	0	0	0	0	0	445	307	320
Melilotus	806	0	0	0	706	0	926	1,255	831
Lotus	132	0	0	0	0	0	153	97	85
Pasturas consoc.	19,857	0	0	0	19,364	24,854	23,486	20,493	18,822

**Tabla 8. Producción de granos (miles de Ton. de producto)**

Tipo de producto	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98
Cereales	19.148	22.573	25.574	25.672	23.884	26.227	23.928	36.295	40.792
Oleaginosas no fijadoras de N	4.390	4.490	4.077	3.178	4.226	5.980	5.725	5.535	7.873
Oleaginosas fijadoras de N	11.169	11.173	11.531	11.279	11.929	12.372	12.911	11.081	19.360
Legumbres	208	242	272	229	269	281	218	269	303

**Tabla 9. Área cultivada en cada provincia productora de arroz (hectáreas)**

Provincia	1990	1994	1997
Chaco	2,250	2,425	4,100
Corrientes	45,150	51,325	75,248
Entre Ríos	63,520	71,650	123,300
Formosa	6,200	9,600	8,500
Misiones	1,100	270	300
Santa Fe	6,180	9,500	15,600
<b>Total</b>	<b>124,400</b>	<b>144,770</b>	<b>224,408</b>

**Tabla 10. Producción de cultivos cuyos residuos son quemados (Miles de Ton.)**

Cultivo	1990	1994	1997
Algodón	923	706	1,030
Caña de azúcar	12,100	10,858	9,949
Lino	490	112	72
Trigo	10,000	9,659	15,914
<b>Total</b>	<b>23,513</b>	<b>21,334</b>	<b>26,964</b>

## ANEXO E

### Composición de los Residuos en las ciudades de Buenos Aires y Tucumán en el año 1974

MATERIAL	PORCENTAJE		COD	
	Bs. As.	Tucumán	Bs. As.	Tucumán
Papeles/cartones	17.42	10.00	6.968	4
Plásticos	14.44	18.00	–	–
Metales	3.15	3.20	–	–
Vidrios	6	4.00	–	–
Huesos	1.01	1.00	–	–
Demolición	51.49	48.00	7.7235	7.2
Textiles	2.73	2.00	1.092	0.8
Demolición	1.98	3.00	–	–
Madera, caucho y corcho	1.8	1.80	0.54	0.54
Barrido	0	8.00	–	1.36
<b>Fracción Total COD</b>			<b>16.3</b>	<b>13.9</b>

Calculado según los valores tomados de Bingemer, H. G. Y P. J. Crutzen. 1987.

The production of methane from solid wastes. *Journal of Geophysical Research*, 92 (D2):2181-2187

## Tasa Diaria per cápita Promedio de Disposición de Residuos para los Municipios del GBA

MUNICIPIO	Población	Basura (tn)	K/Hab/día
San Isidro	304660	15181.1	1.638
Ciudad de Buenos Aires	2985306	136779.6	1.506
Vicente López	287697	10217.6	1.168
Ituzaingó	156905	5276.5	1.106
Tres de Febrero	351659	11813.54	1.104
Avellaneda	341435	10963.62	1.056
San Martín	415329	12754.4	1.010
Hurlingham	168638	5111	0.996
Morón	344828	10387.02	0.990
San Fernando	149178	4248.84	0.936
Lanús	464485	12635.68	0.894
Ensenada	45536	1205.13	0.870
La Plata	631737	16239.57	0.845
La Matanza	1244467	27326.61	0.722
Tigre	291850	6392.46	0.720
Lomas de Zamora	615775	12923.24	0.690
Pilar	136874	2769.94	0.665
San Miguel	249765	4931.58	0.649
Luján	71400	1355.06	0.624
Quilmes	553984	10236.9	0.608
Gral. Rodríguez	52621	911.64	0.570
Alte. Brown	532829	8508.22	0.525
Berisso	83182	1309.1	0.517
Malvinas Arg	279857	4371.36	0.514
Berazategui	276758	4310.54	0.512
Merlo	460079	6982.16	0.499
Pte. Perón	45214	667.3	0.485
José C. Paz	248256	3278.02	0.434
Moreno	368314	4800	0.428
Ezeiza	101104	1309.48	0.426
Fcio. Varela	326835	4193.92	0.422
E. Echeverría	346679	3476.78	0.330
<b>TOTAL</b>	<b>12933236</b>	<b>362867.91</b>	<b>0.764</b>
<b>PROMEDIO PONDERADO</b>			
Disposición de residuos por día (Kg)	Población		
<.500	1896481		
>.500 <.600	1225247		
>.600 <.700	1627798		
>.700 <.800	1536317		
< 0,800	<b>6285843</b>		
<b>% Pob que produce &lt;.800 Kg/día</b>	<b>48.60</b>		

48,6% de la Población dispone en relleno sanitario menos de 0.800 Kg por día de basura.  
NOTA: El cálculo incluye sólo los residuos domiciliarios (no incluye sólidos industriales).

## Consumo de Proteínas per cápita en la Argentina

PRODUCTO	CONSUMO PER CÁPITA (Kg/hab/año)			PROTEÍNA (%)	PROTEÍNA PER CÁPITA (Kg/hab/año)		
	1990	1994	1997		1990	1994	1997
Leche líquida	67.73	77.22	80.99	0.03	2.24	2.55	2.67
Leche en polvo descremada	0.55	1.05	0.59	0.31	0.17	0.33	0.18
Leche en polvo entera	2.64	3.41	3.77	0.31	0.82	1.06	1.17
Quesos pasta dura	1.44	1.92	1.82	0.30	0.43	0.58	0.55
Quesos semi duros	4.12	4.39	4.03	0.20	0.82	0.88	0.81
Quesos blandos	6.37	7.54	8.45	0.13	0.80	0.94	1.06
Yogur	5.16	8.80	7.80	0.04	0.21	0.36	0.32
Carne de Pollo	6.00	10.20	26.40	0.21	1.23	2.09	5.41
Carne de cerdo	0.00	12.60	10.33	0.21	0.00	2.58	2.12
Carne de Vaca	86.40	75.60	66.00	0.21	18.14	15.88	13.86
Carne de Pescado	22.08	20.64	31.56	0.18	3.86	3.61	5.52
Dulce de Leche	2.73	3.90	3.51	0.01	0.02	0.03	0.03
Huevos	11.59	12.26	12.43	0.13	1.45	1.53	1.55
<b>TOTAL</b>					<b>30.2</b>	<b>32.4</b>	<b>35.2</b>

Calculado en base al consumo de alimentos proteicos por habitante (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación).

NOTA: Los valores de consumo considerados por los datos oficiales consideran solamente los establecimientos productores y procesadores de alimentos bajo control oficial. Nuestros valores están modificados en base a las estimaciones de producción y procesamiento por fuera del control oficial basadas en la evasión impositiva estimada. Los coeficientes de corrección son los siguientes: Lácteos 30%; Carnes de todo tipo 20% y Huevos 68%.