



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

**INVENTARIO DE
EMISIONES DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO 1997
MANEJO DE
RESIDUOS SÓLIDOS**



RESIDUOS

INVENTARIO DE EMISIONES 1997

Introducción

El metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) son componentes de la atmósfera producidos por procesos naturales como la respiración de los organismos vivos o la descomposición de materia orgánica en condiciones anaerobias en los pantanos, pero en los últimos años aumentó la generación de los mismos por las actividades humanas tales como el cultivo de arroz, la cría de ganado bovino, etc. Entre las alteraciones más importantes del ciclo del C 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 anaerobias de descomposición puede emitir grandes cantidades de metano (CH_4) 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 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 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 fuentes significativas de emisión de óxido nitroso (N_2O). En la tabla 1 se presenta un resumen de las emisiones de gases de efecto invernadero por el sector de residuos en la República Argentina.

Emisiones de Metano por residuos sólidos

Métodos

Las emisiones anuales netas de metano (Gg) fueron calculadas en base a la metodología propuesta por 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 maneras diferentes para el Gran Buenos Aires (GBA) y el Resto del País (RP). Los criterios utilizados para esta división fueron: (1) Las cantidades totales de residuos sólidos depositados en RS en el GBA se conocen con precisión desde el año 1981. (2) La población del GBA (12045698 Hab. Para el año 1997) comprende el 41% de la población urbana total del país. (3) 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 solo VA.

Para el GBA se aplicó la siguiente fórmula (IPCC 1966 Revised):

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

Donde:

EANM = Emisiones Anuales Netas de Metano

RSU_T = estadísticas detalladas sobre el Total Anual de Residuos Sólidos Urbanos depositados en los vertederos pertenecientes al CEAMSE (Coordinación Ecológica del Area 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_F = 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_T se calculó con los datos de la población urbana (INDEC 1998) multiplicada por la tasa diaria per cápita promedio de disposición de residuos para los diferentes municipios del GBA (0,76 kg/capita/día) (Hoja de Trabajo 6-1B (Suplementaria) de IPCC y ANEXO R4). La fracción de Carbono

Orgánico Degradable (0,14) fue calculado 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 (Anexo 6R) (Bingmer y Crutzen 1987).

Se revisaron los resultados del inventario de metano para los años 1990 y 1994 para los cuales, si bien se respetó la división del país igual que para el año 1997 (GBA y RP), para todos los cálculos se utilizaron los valores por defecto del IPCC (1996 Revisados).

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 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.

De los 617 Gg de CH₄ emitidos por los residuos sólidos en el año 1997, el 65% correspondieron al GBA (Fig. 2), esta zona concentra el 41% de la población urbana del país (Fig. 3) y produce el 49% de los residuos sólidos, los cuales se depositan totalmente en rellenos sanitarios (Fig. 4).

Si consideramos las emisiones totales de CH₄ del sector los residuos sólidos contribuyen con el 85% mientras que sólo el 15% corresponden a los provenientes de los residuos líquidos (Figura 5).

Para las emisiones totales de CH₄ en la República Argentina, considerando los datos de 1990 y 1994 (Proyecto Arg/95/g/31-PNUD-SECYT), las emisiones producidas por los residuos, tanto sólidos como líquidos, sólo representan el 11% (1990) y el 16% (1994) del total, correspondiendo la mayor parte de ellas a las producidas por la fermentación entérica del ganado bovino.

Fuentes de Datos

La fuente principal de datos Correspondientes a los residuos sólidos provienen de la empresa que realiza la gestión de residuos sólidos (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 proviene del Censo de población del año 1991 y sus correspondientes proyecciones, realizadas por el INDEC (1998).

Incertidumbre

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 CH₄ 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.

Emisiones de metano por residuos en líquidos domésticos

Metodología

Las emisiones de metano para los residuos en líquidos municipales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto de IPCC (1996 Revisada). Para cada año del inventario se multiplicó la población urbana por la tasa de producción de DBO de residuos per cápita para obtener el DBO total producido. Se consideró que la DBO de los residuos producidos por persona por día fue 0,04 kilogramos y que el 32 % del DBO de los residuos del agua son digeridos anaeróbicamente. Esta proporción de DBO fue multiplicada por un factor de emisión de 0,08 Kg de CH₄ por Kg de DBO.

Resultados

Los resultados se muestran en la Tabla 1. Las diferencias anuales reflejan solamente el crecimiento estimado de la población urbana basada en las proyecciones a partir del censo de 1991.

Fuentes de Datos

Los datos de la población urbana así como la proporción de la misma cubierta con sistema de desagües cloacales proviene del censo de población del año 1991 y sus proyecciones (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, Revisado).

Incertidumbre

La fuente principal de incertidumbre en la estimación de estas emisiones proviene de la falta de información cierta sobre la magnitud de las condiciones anaerobias 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.

Emisiones de metano por residuos en líquidos industriales

Metodología

Las emisiones de metano para los residuos en líquidos industriales fueron estimadas utilizando la metodología por defecto de IPCC (1996 Revisada). Se multiplicaron los valores de producción en tn/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.

Resultados

Los resultados obtenidos se indican en la tabla 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.

Fuentes de Datos

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.

Incertidumbre

Las fuentes principales de incertidumbre ya fueron mencionadas en resultados y derivan de la falta de investigación sobre los volúmenes de agua utilizada y vertida a los cuerpos de agua por las industrias así como sus contenidos de materia orgánica.

Emisiones de N₂O por las aguas residuales domésticas

Metodología

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 11R). La fracción de nitrógeno en las proteínas se obtuvo de las tablas de alimentos y el factor de emisión es el dato por defecto.

Resultados

Los resultados se muestran en la tabla 1. El aumento que se produjo durante los años del inventario se deben tanto al crecimiento de la población como al incremento de consumo de proteínas durante el período considerado.

Fuentes de Datos

Los datos de la población provienen del censo de población del año 1991 y sus proyecciones (INDEC 1998). 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 revisado).

Incertidumbre

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, pero existen establecimientos no controlados y algún tipo de evasión entre los controlados que alcanzaría al 30% en productos lácteos, 20% en carnes de todo tipo y más del 60% en huevos. Estos porcentajes fueron considerados en el cálculo.

Comparación con las emisiones calculadas en el inventario argentino de 1998

Los resultados calculados de las emisiones totales de CH₄ para los años 1990 y 1994 del inventario de 1998 resultaron menores que los del presente informe (Tabla 2). La diferencia más importante se registró en las emisiones provenientes de los residuos líquidos tanto municipales como industriales. En los municipales 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 del inventario de 1998 se utilizó como fracción de los residuos tratados anaeróbicamente el valor por defecto del IPCC (10%) debido a que en el momento de realizar el informe no se contaba con la información del país. En el presente informe el valor utilizado fue 39.8% que representa el porcentaje de la población del país con servicios cloacales según el censo de población de 1991 (INDEC 1998).

Las diferencias en los valores de las emisiones producidas por las aguas industriales se debieron principalmente a que en el presente informe se contó con una mayor cantidad de información sobre la producción industrial de los años 1990 y 1994 que no estaba publicada en el momento de la realización del inventario anterior.

Las emisiones calculadas para los residuos sólidos en el presente informe fueron mayores que las del inventario anterior pero las diferencias fueron pequeñas, sobre todo para el año 1990, y se debieron a que los datos de residuos del Resto del País resultaron ser algo mayores de los que se habían considerado por los datos obtenidos para el informe de 1998. Las diferencias entre los valores se debieron a que la información utilizada anteriormente provino de datos puntuales informados por los organismos encargados de la gestión de los residuos sólidos en las ciudades del interior del país en las que se pudieron obtener datos luego de visitar la mayor parte de las provincias, en cambio los cálculos del presente informe se basaron en toda la población urbana del resto del país. En los dos casos todos los cálculos se realizaron utilizando los valores por defecto del IPCC (1996).

Bibliografía

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. Director Vicente Barros.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 1997. SENASA. Anuario 1997. Ed. SENASA. 177 pg.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. 1999. Alimentos Argentinos. N° 10: 60-77.

Gas/Fuente	1990	1994	1997
CH₄	395.8	662.4	728.2
Residuos Sólidos	315	574	617
Residuos Líquidos Municipales	32.5	34.7	36
Residuos Líquidos Industriales	48.3	53.7	75.2
N₂O	2.5	2.8	3.2
Residuos Humanos	2.5	2.8	3.2

Tabla 1: Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de residuos para la República Argentina (Gg)

Gas/Fuente	1990	1994
CH₄	309.2	510.5
Residuos Sólidos	300	500.5
Residuos Líquidos Municipales	9	9.7
Residuos Líquidos Industriales	0.20	0.25

Tabla 2: Emisiones de gases de efecto invernadero del sector de residuos para la República Argentina (Gg) informados en el 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.

Figura 1: Emisiones de CH₄ por el tratamiento de residuos sólidos en la República Argentina

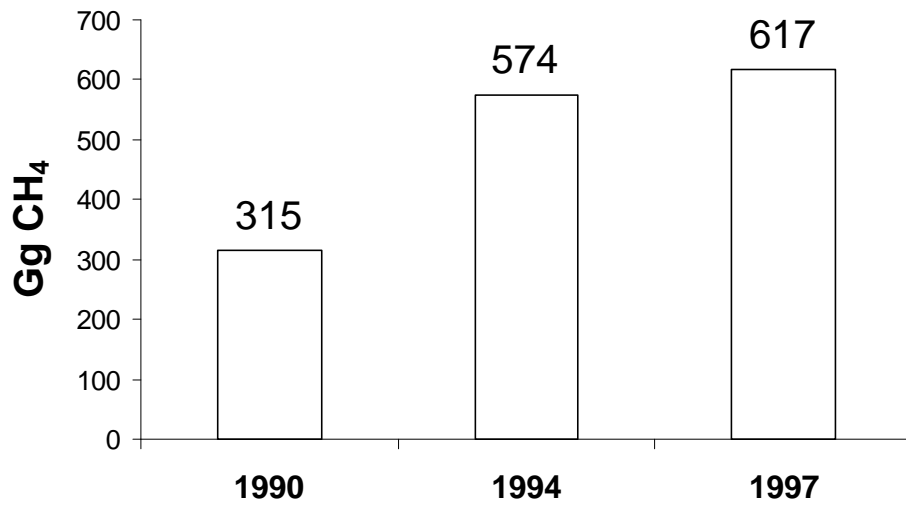


Figura 2: Proporción de emisiones de CH₄ correspondientes a las regiones consideradas de la República Argentina.

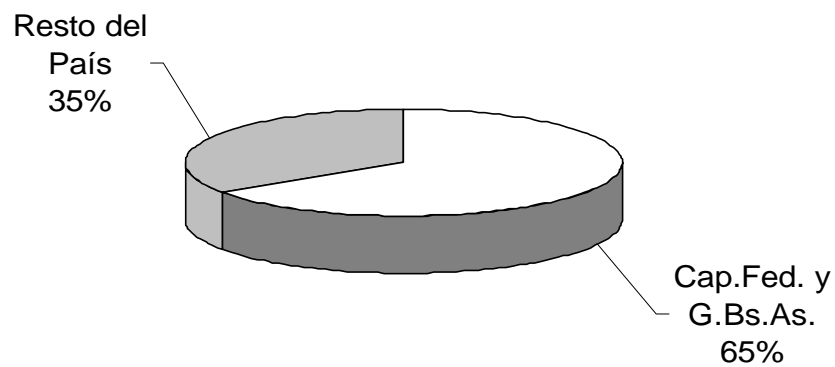


Figura 3: Población urbana de la República Argentina dividida según los sectores considerados en el cálculo de la emisión de metano por los residuos sólidos

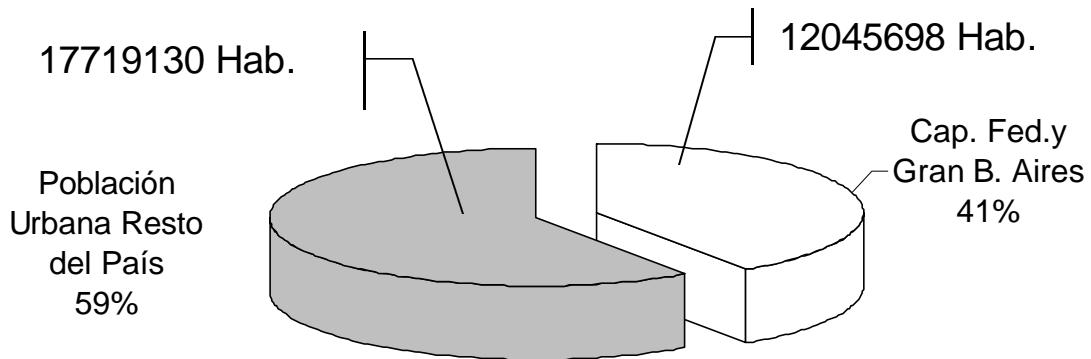


Figura 4: Residuos sólidos dispuestos en distintos tipos de depósitos en los distintos sectores considerados para el cálculo de las emisiones de CH₄ en la República Argentina (los correspondientes a Cap. Fed. y Gran Bs. As. Se depositan en rellenos sanitarios)

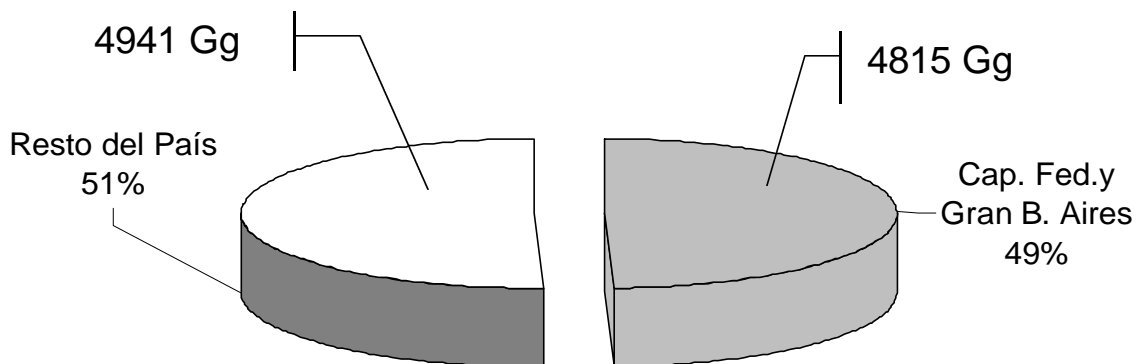
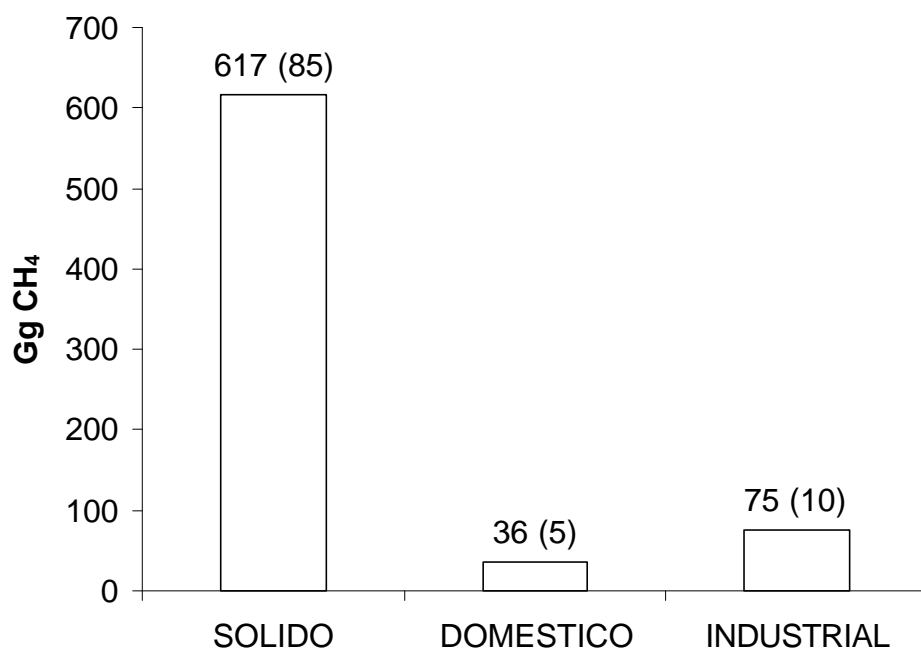


Figura 5: Emisiones de CH₄ por sectores y porcentaje (entre paréntesis) para el año 1997 en la República Argentina.





**Secretaría
de Desarrollo
Sustentable y
Política Ambiental**