

Resultados del Sector Residuos

*Sergio González Martineaux
Paola Arata Zapico
Roxana Tessada Sepúlveda*

1. ASPECTOS GENERALES

El Sector “Residuos” incluye las emisiones que, como resultado de procesos microbiológicos predominantemente anaeróbicos, se producen desde las materias residuales tanto urbanas (dominantemente, domiciliarias y orgánicas) como de sitios industriales.

Las emisiones de CO₂ desde las materias residuales orgánicas, si bien ocurren, no son contabilizadas ya están en equilibrio con los procesos de captura. En consecuencia, este sector contabiliza las emisiones de gases no-CO₂, principalmente metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) desde sitios de acopio de aguas y sólidos residuales. En el caso específico de Chile, se contabiliza:

- emisión de metano (CH₄), desde sitios de:
 - disposición confinada (vertederos, rellenos sanitarios) de residuos sólidos, y
 - tratamiento de aguas residuales, tanto domiciliarias como industriales ^A,
- emisión de óxido nitroso (N₂O), por la escorrentía de aguas servidas no tratadas ^B, y
- emisión de gases no-CO₂ (CH₄, N₂O, CO, NO_x), por la incineración de residuos sólidos.

^A Incluye las emisiones desde las fases acuosas y sólidas (lodos)

^B Según el PICC, deberían ser contabilizadas en “Agricultura”

2. EMISIONES SECTORIALES

La **Figura 7.1.** muestra que las emisiones del sector vienen manifestando una tendencia creciente, a lo largo del período estudiado, aunque hubo una caída hacia el año 1997, justificada por una menor emisión desde sitios de disposición de residuos sólidos. También, es posible observar que las emisiones desde sitios de disposición final de residuos sólidos representan más del 95% de las emisiones del sector.

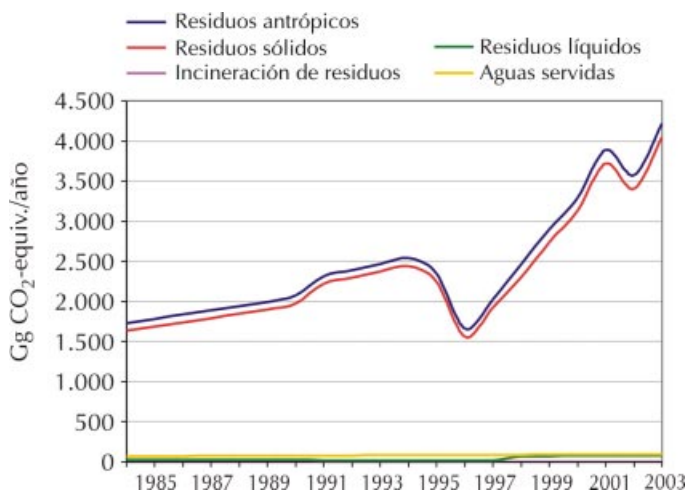


Figura 7.1. Evolución de las emisiones de gases invernadero del Sector Residuos

Las **figuras 7.2.** y **7.3.** muestran el comportamiento de las categorías menores, como fueron el tratamiento de residuos líquidos, otros (emisión por escorrentía de aguas servidas) e incineración de residuos sólidos. Se trata de categorías que aportan, individualmente, hasta el 2,2% de las emisiones del sector; en su conjunto, acumulan el 4% de las emisiones del sector, en 2003.

Por su parte, según la **Figura 7.4.**, el tratamiento de los residuos sólidos concentra, tradicionalmente, más del 98% del metano emitido, en tanto que el restante es emitido desde los sitios de tratamiento de residuos líquidos. A su vez, el óxido nítrico es emitido, íntegramente, por la escorrentía de las aguas servidas no tratadas (clasificado como "Otros").

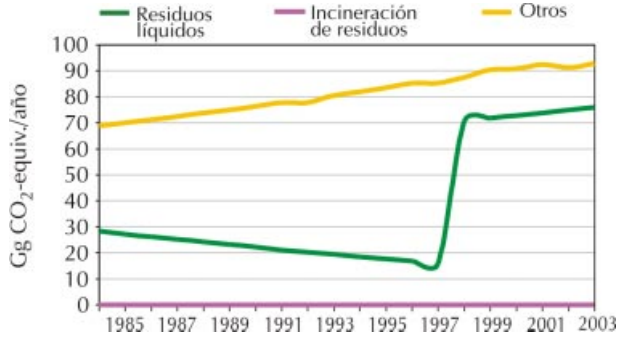


Figura 7.2. Evolución de las emisiones de gases invernadero, desde categorías menores del Sector Residuos

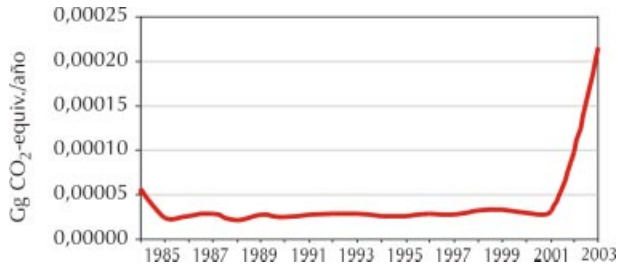


Figura 7.3. Evolución de las emisiones de gases invernadero, por la incineración de residuos sólidos

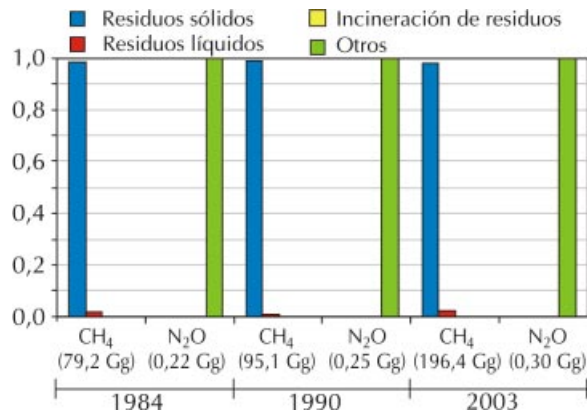


Figura 7.4. Contribución por categoría a las emisiones de CH₄ y N₂O, provenientes del Sector Residuos

Entre 1984 y 2003, las emisiones de gases invernadero del sector aumentan un 144%, lo que se debe, fundamentalmente, a un proceso de creciente dotación en infraestructura y/o cambios tecnológicos, iniciado durante la segunda mitad de los años 90's. Ello explica las particularidades observadas en las curvas de las emisiones, generadas desde los sitios de disposición de residuos sólidos, de tratamiento de aguas residuales y de incineración de residuos sólidos.

Debido a que las emisiones sectoriales están directamente vinculadas a la masa de residuos generados, es evidente que las cantidades de gases emitidas van a estar asociadas linealmente a la población humana. Por ello, no es de extrañar la distribución regional de las emisiones que, para tres años de la serie temporal, se muestran en la **Figura 7.5**, ya que están condicionadas, en primer lugar, por el nivel poblacional regional y, en segundo lugar, por el grado de cobertura de los sistemas de tratamiento de residuos sólidos y aguas cloacales.

Por otra parte, se observa una alta similitud entre las curvas regionales de los años 1984 y 1990 y una importante diferencia en la del 2003, lo que es debido, principalmente, a la mayor cobertura de los sistemas de tratamiento de residuos en regiones distintas de la Metropolitana. Así, no obstante continuar siendo la mayor emisora, la Región Metropolitana baja significativamente hacia el 2003 su peso relativo, en tanto que las regiones II, VII y IX suben significativamente. Otras regiones presentan cambios de menor envergadura.

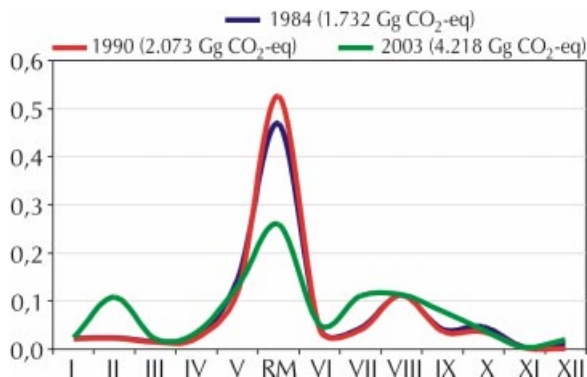


Figura 7.5. Distribución regional de las emisiones de gases invernadero del Sector Residuos

3. ANÁLISIS POR CATEGORÍA

3.1. Emisión de metano desde sitios de disposición de residuos sólidos

Esta categoría contabiliza las emisiones desde sitios de disposición final controlada de residuos urbanos, incluyendo fundamentalmente residuos domiciliarios y comerciales, con algún aporte de residuos industriales. No se cuenta con estadísticas de sitios de disposición exclusiva de residuos industriales, por lo que no fue posible incorporarlos al inventario.

Prácticamente, la totalidad de los residuos urbanos es dispuesta en sitios controlados, siendo mínima la disposición en sitios no controlados; si bien ella existe, tampoco se cuenta con estadísticas que permitan incorporarlos al inventario, aunque se estima que las emisiones de metano desde ellos debiera ser mínima por mantenerse bajo condiciones aeróbicas dominantes.

La curva temporal de la emisión de metano, por esta categoría (incluida en la Figura 7.1.), muestra los siguientes dos hechos:

- una tendencia creciente sostenida, que se explica por la creciente recepción de residuos sólidos en los sitios controlados de disposición final, y
- una brusca caída transitoria de las emisiones, entre 1996 y 1997, que se explica por un cambio en la tecnología de tratamiento de los residuos en los sitios de confinamiento.

Entre estos años, entraron en funcionamiento nuevos sitios de disposición de residuos sólidos, gestionados con una tecnología más moderna. En otras palabras, se pasó de los vertederos a los rellenos sanitarios lo que se tradujo en menores tasas unitarias de emisión, lo que explica la caída de las emisiones; su posterior recuperación se debe a la mayor carga de residuos.

3.2. Emisión de metano, desde sitios de tratamiento de residuos líquidos

El inventario contabiliza las emisiones de metano, por tratamiento de las aguas residuales bajo condiciones anaeróbicas -tanto servidas como industriales- en plantas específicas. A su vez, el inventario desagrega las emisiones entre las generadas en la fase líquida y en la fase sólida (lodos). Cabe señalar que, de las dos grandes plantas de tratamiento de aguas servidas, existentes en la Región Metropolitana, solo se incluyó la Planta El Trenal ya que La Farfana inició su marcha blanca, solo a fines del 2003.

La **Figura 7.6.** indica que la emisión de metano, en esta categoría, subió un 169% en el período 1984/2003, reflejando con ello el incremento de la cobertura de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Otra evidencia de lo mismo es la creciente participación de la fase sólida o lodos, inexistentes al año 1984, y que, al 2003, participa con un 21% de las emisiones de metano de la categoría. En la actualidad, con la Planta La Farfana, en pleno funcionamiento y tratando el 50% de las aguas servidas del Gran Santiago, las emisiones son mayores a las estimadas para el 2003 y la participación relativa de las aguas servidas debe ser también mayor.

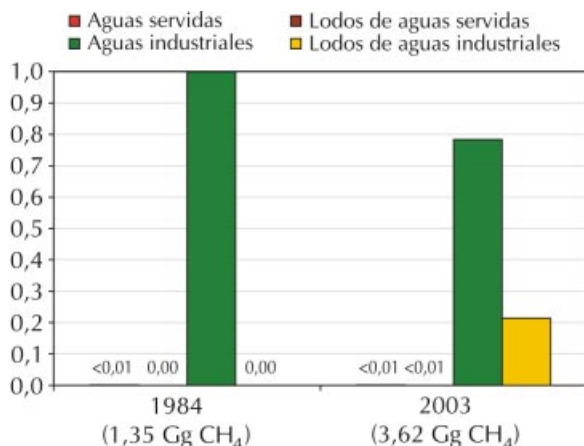


Figura 7.6. Participación de las categorías en las emisiones de gases invernadero, por tratamiento de las aguas residuales

La curva de emisiones anuales de las emisiones de metano de esta categoría, que está incorporada a la Figura 7.2., muestra un comportamiento singular, con un alza pronunciada entre los años 1997 y 1998. Ello se debe a los supuestos con que se trabajó y a la disponibilidad de datos de actividad para las aguas residuales, principal componente de la categoría. Se cuenta con datos publicados, a contar de 1998, año en que se promulgó el Decreto Supremo N° 609, del Ministerio de Obras Públicas, conteniendo la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Se trabajó con el supuesto que la generación de lodos, en las plantas industriales, se inició ese mismo año, situación que se sabe no es efectiva; sin embargo, con anterioridad al año 1998, el país no cuenta con estadísticas sobre aguas residuales.

La comparación de la distribución regional, entre los dos años extremos (Figura 7.6.), entrega algunos elementos interesantes. Lo más resaltante es el crecimiento relativo de la Región Metropolitana (**Figura 7.7.**) que, en 2003, es la región con mayor aporte de metano, por tratamiento de aguas residuales; ello refleja el avance significativo de la infraestructura para la depuración de las aguas servidas en una región que concentra, prácticamente, la mitad de la población nacional y que acapara gran parte de los emplazamientos industriales del país. Al año 1990, la situación fue muy similar a la de 1984.

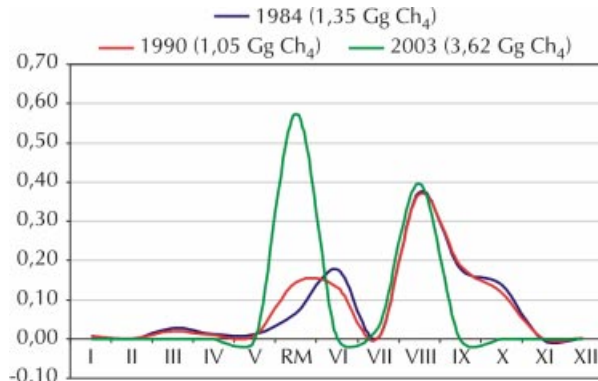


Figura 7.7. Distribución regional de las emisiones de CH₄ por tratamiento de las aguas residuales

Otro hecho relevante es el incremento de la importancia de la VIII Región del Bío-Bío aunque, en 2003, queda relegada al segundo lugar en aportes de metano. Un tercer hecho relevante es la escasa participación, tenida en 2003, por las regiones V, VI, VII, IX y X, lo que es un reflejo tanto de su escaso desarrollo industrial como de la baja cobertura de los sistemas de depuración de las aguas servidas.

3.3. Emisión de óxido nitroso, desde aguas servidas

La riqueza de nitrógeno de las aguas servidas domésticas es el principal condicionante, para transformarse en fuentes de emisión de óxido nitroso (N_2O) a la atmósfera. Si las condiciones de las aguas son predominantemente anaeróbicas, una parte importante del nitrógeno contenido en las aguas es emitido como óxido nitroso y otra parte, como amoníaco (NH_3).

En esta categoría, las aguas servidas deben desagregarse en tratadas y no tratadas, de forma que las emisiones estimadas para las no tratadas puedan ser contabilizadas bajo el Sector Agricultura. Sin embargo, tratándose de una categoría de bajo impacto en el total de las emisiones nacionales, se prefirió informarlas en el Sector Residuos.

De acuerdo a la Figura 3.8. (en Capítulo 3), al año 2003, un 50% de las aguas servidas del país recibía tratamiento en plantas anaeróbicas, manteniéndose el restante 50% sin tratamiento y escurriendo libremente por la red de escorrentía superficial. El sistema de tratamiento de aguas servidas empezó a ser implementado desde 1992, lo que significa una cobertura prácticamente nula a 1984.

La curva de las emisiones anuales de óxido nitroso de las aguas servidas, que se muestra en la Figura 7.2., indica una tendencia sostenidamente creciente, la que se explica por la mayor generación de aguas servidas, producto del crecimiento poblacional. La **Figura 7.8**, indica que la proporción entre las regiones administrativas, en términos de emisión de óxido nitroso por esta categoría, tiende a mantenerse a lo largo del período estudiado, con las diferencias propias de los cambios en los niveles poblacionales a nivel regional.

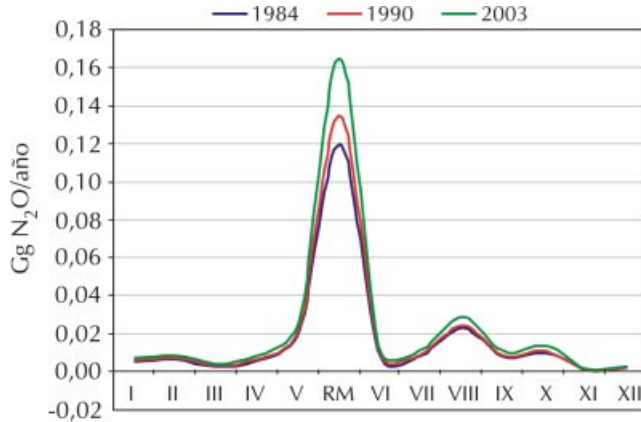


Figura 7.8. Distribución regional de la emisión de N₂O, desde las aguas servidas

3.4. Emisión de gases no-CO₂, por incineración de residuos

De todas las posibles fuentes emisoras de gases no-CO₂, por incineración de residuos sólidos, sólo fue posible coleccionar datos de actividad por la incineración de cadáveres, en la Región Metropolitana. En todo caso, sería posible, sobre la base de las relaciones de población, hacer una inferencia de las posibles emisiones desde cada una de las regiones. Este ejercicio –que no se hizo- habría duplicado las emisiones de esta categoría.

De acuerdo a la Figura 7.3., se trata de una fuente de mínima importancia, con emisiones anuales, fluctuantes entre 5×10^{-5} y 3×10^{-4} Gg CO₂-equivalente. Su contribución a las emisiones de gases invernadero del Sector Residuos, es < 1 por mil. Por la misma razón tenida para el Sector Agricultura y la Categoría Gestión de Residuos Forestales, las emisiones de anhídrido carbónico no son contabilizadas, aunque ocurren físicamente.

Debido a que el PICC no proporciona un factor de emisión de metano por defecto para la incineración, se asumió un valor equivalente a 1/100 del correspondiente a la quema abierta de biomasa. Este supuesto

fue aplicado, debido a que los factores de emisión de los otros gases involucrados, proporcionados por defecto, mantienen esa relación con los correspondientes a quema abierta de biomasa.

Las emisiones de esta categoría aumentan drásticamente en los dos últimos años de la serie temporal analizada. Ello se debe a la inclusión, a contar del año 2002, de los residuos incinerados, por una de las dos empresas, emplazadas en la Región Metropolitana, autorizadas para tal fin. Para la segunda empresa, no fue posible coleccionar datos de actividad, por lo que no pudo ser incorporada al inventario; se trata de una unidad funcionando desde 1998.

4. CONCLUSIONES

En relación a las emisiones de gases de efecto invernadero desde el Sector Residuos, la elaboración del inventario y análisis de los resultados, condujo a las siguientes conclusiones:

- se trata de un sector con evidente debilidad en los datos de actividad estadísticos, con áreas con vacío de información, como por ejemplo, los residuos sólidos industriales, generación y tratamiento de las aguas residuales servidas e industriales, e incineración de residuos sólidos,
- de la misma manera, por falta de información publicada, se trabajó con datos de actividad paramétricos por defecto y otros generados por juicio de expertos; se trata de un área que el país debiera fortalecer con estudios propios,
- el área con datos de actividad con la mayor fortaleza corresponde al de la disposición de residuos sólidos domiciliarios, justamente la categoría que más aporta a las emisiones de gases invernadero del sector,
- expresadas las emisiones como CO₂-equivalente, las emisiones de CH₄ desde los sitios de disposición de residuos sólidos equivalieron al 94 y 96%, en 1984 y 2003, respectivamente, de las emisiones anuales totales del sector; analizada en función del gas emitido, esta categoría aporta el 98% del CH₄ emitido por el sector, sin aportes de N₂O,

- las emisiones de gases invernadero, por el manejo de los residuos de origen antrópico, están vinculadas estrechamente tanto al nivel poblacional como a la infraestructura de disposición final de los residuos sólidos o depuración de las aguas residuales, y
- las emisiones de gases invernadero, desde el Sector Residuos, son crecientes más allá del incremento poblacional, lo que refleja la creciente infraestructura de disposición y depurativa con que cuenta el país, a partir de los inicios de los años 90.

