

DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero. Sector Desperdicios

Año 2011

2014

AUTOR: JUAN CARLOS BACA

Contenido

1	Antecedentes	3
2	Introducción.....	5
3	Objetivos	9
3.1	Objetivo general.....	9
3.2	Objetivos específicos	9
4	Metodología.....	9
4.1	Marco Metodológico.....	9
4.2	Información utilizada	12
4.3	Software de cálculo	16
5	Resultados de las Emisiones GEI Sector Desperdicios del DMQ, año base 2011	16
5.1	Emisiones GEI Sector Desperdicios DMQ, año base 2011	16
5.2	Emisiones CH ₄ aguas industriales.....	19
5.3	Emisiones de GEI en el Sector Desperdicios, ton CO ₂ eq. Año 2011.....	21
6	Análisis de las variaciones de las emisiones GEI en el Sector Desperdicios, 2003-2011... ..	22
6.1	Variaciones en las emisiones totales del Sector Desperdicios, 2003, 2007 y 2011	22
6.2	Tendencias en el crecimiento de las emisiones del Sector Desperdicios, a nivel DMQ, nacional e internacional.....	23
7	Conclusiones y recomendaciones.....	25
7.1	Conclusiones obtenidas en base a los objetivos planteados	25
7.2	Conclusiones generales	27
7.3	Recomendaciones.....	27
	Bibliografía	29

1 Antecedentes

El efecto invernadero es un fenómeno natural que mantiene la tierra a una temperatura adecuada para soportar la vida. Este efecto es causado por los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, entre otros). Estos gases se encuentran en la atmósfera y retienen parte de la radiación solar que entra y genera calor dentro del planeta. Naturalmente, parte de esta radiación se escapa al espacio. Sin embargo, debido al aumento de las concentraciones de estos gases en la atmósfera se ha producido a escala planetaria un fenómeno conocido como calentamiento global. El calentamiento global está alterando el clima a nivel global y aún son inciertos los cambios que se van a dar en el clima; el conjunto de variaciones climáticas asociadas al calentamiento global se lo conoce como cambio climático.

La variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y las variaciones de la cubierta terrestre y de la radiación solar, alteran el equilibrio energético del sistema climático (IPCC, 2007c)

Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004.

El dióxido de carbono (CO₂) es el GEI más importante. Sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004.

Los aumentos de la concentración mundial de CO₂ se deben principalmente a la utilización de combustibles de origen fósil y, en una parte apreciable pero menor, a los cambios de uso del suelo.

El aumento de la concentración de N₂O procede principalmente de la agricultura (IPCC, 2007a)

Con un grado de confianza muy alto se puede concluir que el efecto neto del aumento de las actividades humanas desde 1750 ha sido un aumento de la temperatura a escala global. La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado en las concentraciones de GEI antropógenos. Es probable que se haya experimentado un calentamiento apreciable en los últimos cincuenta años (IPCC, 2007c)

Es difícil pronosticar los efectos del cambio climático, aunque los científicos advierten de probables impactos tales como: el derretimiento de los glaciares, estiajes prolongados, inundaciones, aumento en los incendios, entre otros impactos. Los países en vías de desarrollo como el Ecuador y aquellos países que están ubicados en zonas tropicales, a pesar de que se caracterizan por concentrar la mayor diversidad biológica del planeta, poseen un alto índice de pobreza, lo que los convierte en países mucho más vulnerables frente al cambio climático.

En base a lo indicado, se puede concluir que el cambio climático es un fenómeno mundial originado por el aumento de gases de efecto invernadero (GEI), debido al uso de combustibles fósiles, la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas, entre otros. En el 2009 Ecuador declaró como Política de Estado la adopción de medidas de adaptación y mitigación del cambio climático.

Dentro de este contexto, la Secretaría de Ambiente del DMQ, en su calidad de ente rector ambiental distrital, determinó la necesidad de contratar la consultoría “INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DMQ 2011, INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO DMQ 2011, Y ACTUALIZACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DEL DMQ”, cuyo objetivo principal es la obtención de información e indicadores clave para la gestión ambiental.

El 4 de noviembre del 2013 se firmó el contrato para la realización de la consultoría “INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DMQ 2011, INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO DMQ 2011, Y ACTUALIZACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA DEL DMQ”, la cual tiene una duración de 270 días. Este estudio permitirá obtener información clave, así como desarrollar indicadores adecuados para la medición de los objetivos planteados en la Agenda Ambiental de Quito. La consultoría se compone de 5 productos, los cuales se detallan a continuación:

1. **Producto 1:** Plan de Trabajo, a los 7 días de iniciado el estudio
2. **Producto 2:** Inventario de Emisiones GEI 2011, a los 4 meses (120 días)
3. **Producto 3:** Inventario de Emisiones Contaminantes Criterio 2011, a los 7 meses (210 días)
4. **Producto 4:** Actualización de la Huella Ecológica del DMQ, a los 7 meses (210 días)
5. **Producto 5:** Documentos finales de sistematización, a los 9 meses (270 días)

El Producto 1 fue entregado el 7 de noviembre del 2013 y aprobado mediante memorando por parte del Administrador de Contrato. El Plan de Trabajo contiene los detalles sobre los contenidos, la metodología de cálculo, el alcance, el cronograma de trabajo y las actividades a realizarse para la entrega de los productos 2-5 de la consultoría. El Producto 2 “Inventario de Emisiones GEI 2011” incluye las siguientes actividades:

- Recopilación de información y cálculo de las emisiones GEI para los sectores 1.Energía, 2.Procesos Industriales, 3.Agricultura, 4.USCUSS y5. Desechos
- **Elaboración y entrega de cinco (5) informes sectoriales GEI**
- Cálculo de las emisiones totales GEI, en base a los resultados de las emisiones sectoriales

- Elaboración y entrega del informe de publicación del Inventario GEI 2011
- Talleres de capacitación para técnicos de la Secretaría de Ambiente sobre Software IPCC, metodología de cálculo e información utilizada para cinco (5) inventarios sectoriales GEI
- Socialización de los resultados del Inventario GEI 2011, a través de un taller con técnicos de la Secretaría de Ambiente

Bajo este antecedente, el presente documento se enmarca dentro de la actividad “Elaboración y entrega de cinco (5) informes sectoriales GEI” y constituye la versión final del *Inventario de Emisiones GEI DMQ 2011, Sector Desperdicios*. Este estudio incluye los siguientes contenidos: estudios preliminares, metodología de cálculo, fuentes de información utilizadas, resultados de las emisiones de GEI, comparación con resultados anteriores, conclusiones y recomendaciones. Dichos contenidos se desarrollarán en detalle a lo largo del documento y permitirán cuantificar el estado de las emisiones GEI para el conjunto del DMQ

2 Introducción

El Inventario de Emisiones GEI DMQ 2011, Sector Desperdicios, se enfoca en la cuantificación de las emisiones totales de GEI procedentes de los desperdicios generados en el Distrito Metropolitano de Quito, para el año base 2011. De acuerdo a las Directrices del IPCC, las emisiones totales del sector desperdicios se componen de cinco categorías: disposición de desechos sólidos; tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales; efluentes y lodos industriales; óxido nitroso procedente de excretas humanas; incineración de desperdicios.

A nivel mundial el sector desperdicios representa un porcentaje pequeño respecto al total de las emisiones de GEI. De acuerdo a las últimas estimaciones realizadas por el IPCC, las emisiones asociadas al manejo de los desperdicios alcanzan un valor cercano al 3% del total, lo cual equivale a 1,3Gton CO₂eq. (IPCC, 2007b). Dentro del sector desperdicios, las mayores contribuciones provienen del manejo de residuos sólidos, seguido por las emisiones asociadas a las aguas residuales. Por otro lado, entre 1990 y 2005 las emisiones totales de GEI aumentaron en alrededor del 22,8%, observándose el aumento porcentual más grande durante este periodo en el subsector de aguas residuales.

El aumento de las emisiones durante este periodo está asociado principalmente al crecimiento poblacional y a mayores niveles de consumo. Según estudios a nivel internacional, mientras que en países con ingresos económicos bajos la tasa de generación de residuos se encuentra en valores alrededor de 0.1ton/cap/año, en los países con ingresos económicos altos esta tasa puede alcanzar valores cercanos a 0.8ton/cap/año. (IPCC, 2007b). Este dato refleja la correlación entre niveles de consumo y generación de desperdicios.

A nivel nacional la situación del sector desperdicios tiene un peso relativo similar a lo observado a nivel internacional. De acuerdo a los cálculos realizados para el año base 2006, el aporte del sector desperdicios en el Ecuador alcanzó un valor de alrededor del 2% de las emisiones totales GEI contabilizadas. De las emisiones totales los subsectores con mayor contribución fueron: manejo de desechos sólidos y emisiones ocasionadas por las aguas industriales. Por otro lado, en el periodo 1990-2006 se observó un aumento de las emisiones GEI de desperdicios del 74,5%, pasando de 4.653,38 kton CO₂eq a 8.104,73 kton CO₂eq (MAE, 2011)

En el caso del DMQ se cuenta con estudios detallados acerca de la situación del sector Desperdicios en el conjunto de las emisiones de GEI de la ciudad. En el año 2011 se publicaron los Inventarios de Emisiones para el DMQ, año base 2003 y 2007. De acuerdo a los últimos resultados obtenidos, las emisiones del sector Desperdicios alcanzan un 21% del total generado en el DMQ al año 2007 (MDMQ, 2011b), lo cual es un aporte considerablemente mayor en comparación a lo observado en el sector desperdicios a nivel nacional e internacional. Sin embargo, se considera que para el inventario 2007 puede existir una sobreestimación en los resultados del sector desperdicios (focalizado en las emisiones de aguas residuales), puesto que en el año 2003 el aporte al total de las emisiones del sector desperdicios no superó el 7%, valor más cercano a las tendencias observadas a nivel nacional e internacional.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados de los Inventarios GEI 2003 y 2007 se observa una tendencia creciente en las emisiones del sector Desperdicios. Entre los años 2003 y 2007 se observó un crecimiento de alrededor del 37% en las emisiones totales de este sector¹. Se trata de un crecimiento en las emisiones con un rango similar a lo observado a nivel nacional. Este incremento está relacionado principalmente con el crecimiento poblacional y con un nuevo sistema de disposición de los desechos sólidos, así como con un aumento en la generación de desechos, tanto sólidos como líquidos.

A nivel de los subsectores de las emisiones GEI Desperdicios, el mayor porcentaje corresponde al subsector aguas residuales comerciales y domésticas, con el 33.7% de las emisiones totales, seguido de los subsectores desechos sólidos (32,6%) y aguas industriales (32,2%). Los otros dos subsectores representan menos del 2% de las emisiones GEI totales². Estos resultados reflejan la importancia del manejo de residuos a nivel DMQ, tanto para los desechos sólidos, como para las descargas líquidas.

Respecto al manejo de los desechos de residuos sólidos, su disposición final se la realiza bajo un sistema centralizado de gestión. La Empresa Pública Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS) tiene a su cargo el Relleno Sanitario “El Inga”, mismo que se encuentra ubicado a 45km de la zona centro de Quito y se encuentra en funcionamiento a partir del año 2003. Dicho Relleno Sanitario cuenta con 3 zonas (Inga I, II y III) diseñadas para una disposición final técnica y controlada de los desechos

¹ Para este análisis se excluyeron los datos de emisiones de aguas industriales, debido a que se observó la existencia de una sobreestimación en este subsector

² Estos datos hacen referencia a los valores calculados para el Inventario DMQ, año base 2003

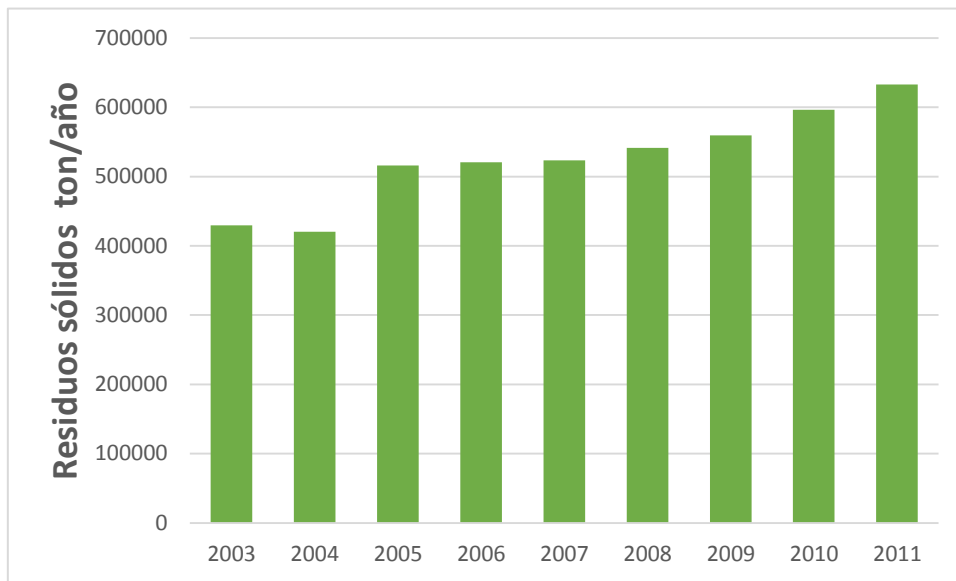
sólidos generados en el DMQ (EMGIRS, 2013). Bajo este sistema centralizado, la Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito (EMASEO) está a cargo de la recolección de los residuos generados en la ciudad, los cuales son transportados hacia las estaciones de transferencia para su disposición final en “El Inga”.

De acuerdo a datos de la EMASEO entre 2003 y 2011 la cantidad de residuos depositados en el Inga ha aumentado desde 429.731ton hasta 633.038ton (EMASEO, 2011), lo cual equivale a una tasa de crecimiento anual en la disposición de desechos de alrededor del 5%. Esto se debe principalmente a dos factores: el crecimiento poblacional y el aumento en la producción per cápita de residuos. Según estudios locales, la producción per cápita de desechos sólidos en el DMQ aumentó de 0,793 kg/hab/día en el 2001 hasta 0.849 kg/hab/día en el 2008, con una constante tendencia al crecimiento de este indicador (MDMQ, 2009). Esto implica que se deben establecer metas claras respecto a la reducción en la generación de residuos, así como propuestas para el manejo óptimo de los mismos en el área asignada para su disposición final. La tabla 1 y el gráfico 1 resumen los datos presentados.

Tabla 1. Tasa Generación RSU per cápita, DMQ 2001-2008

Año	RSU per cápita (kg/hab/día)
2001	0,793
2002	0,801
2003	0,809
2004	0,817
2005	0,826
2006	0,833
2007	0,841
2008	0,849

Fuente: (FLACSO, 2011). Elaboración propia

Gráfico 1. Disposición final de residuos “El Inga”, 2003-2011

Fuente: (EMGIRS, 2013). Elaboración propia

Por otro lado, en el campo de las aguas residuales, según datos a nivel local, en el año 2008 el aporte per cápita de DBO para aguas residuales e industriales era de 50,5 g DBO/hab/día. Este valor se encuentra en los rangos observados para diversos países de la región (MDMQ, 2011a). De la carga orgánica total observada, alrededor del 80% corresponde a aguas residuales y únicamente un 20% aguas industriales. Esto demuestra que en el DMQ el sector residencial sigue siendo el de mayor contribución a las emisiones generadas por agua residuales.

A diferencia de la situación de los residuos sólidos de la ciudad, hasta el año 2011 no existía un sistema centralizado de manejo de las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. De acuerdo a planes actualmente en ejecución, en los próximos años se implementará un sistema centralizado de tratamiento de aguas residuales, el cual permitirá mejorar la calidad de agua en los ríos de la ciudad. Este sistema generará variaciones respecto a las emisiones del subsector aguas residuales, puesto que las mismas dependen del tratamiento al cual son sometidas para la reducción de su carga contaminante.

En términos generales, si bien el sector desperdicios no se encuentra dentro de los sectores de mayor aporte al conjunto de las emisiones GEI del DMQ, el análisis de sus emisiones es sumamente importante para la autoridad ambiental de la ciudad, puesto que el manejo de los desechos sólidos y de las aguas residuales es competencia directa de empresas públicas pertenecientes al Municipio de Quito. Con la implantación de una planta de tratamiento de aguas residuales las emisiones GEI se modificarán, por lo cual es importante contar con una línea base acerca del estado de las emisiones asociadas a las aguas residuales e industriales. El presente estudio permitirá obtener información actualizada acerca del estado de las emisiones del sector desperdicios en su conjunto, así

como analizar de manera detallada los subsectores más contaminantes y las posibles medidas de mitigación.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar el Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el sector Desperdicios del Distrito Metropolitano de Quito año base 2011, siguiendo la metodología del IPCC, versión revisada 1996.

3.2 Objetivos específicos

Cuantificar el aporte de los distintos subsectores del sector Desperdicios a nivel de emisiones de Gases del Efecto Invernadero del Distrito Metropolitano de Quito, año base 2011

Contar con datos cuantitativos que permitan comparar los niveles de Emisión de Gases del Efecto Invernadero del Sector Desperdicios en el Distrito Metropolitano de Quito, frente a las tendencias existentes a nivel nacional e internacional

Analizar las tendencias temporales de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero del Sector Desperdicios en el Distrito Metropolitano de Quito, a través de la comparación de los resultados del año 2011 frente a los años 2003 y 2007.

4 Metodología

4.1 Marco Metodológico

Por acuerdo de los países miembros de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la metodología de cálculo para Inventarios Nacionales GEI deberá responder a investigaciones y metodologías que promueva y apruebe la Conferencia de las Partes (ONU, 1992). Siguiendo estos acuerdos, el Grupo de Trabajo I del IPCC, a partir del año 1991, estuvo a cargo del desarrollo de una metodología unificada para el cálculo de Inventarios GEI. Como resultado de este trabajo se obtuvieron las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada de 1996”, mismas que fueron aprobadas y constituyen la guía para el desarrollo de Inventarios GEI para todos los países miembros de la convención.

Así, y de acuerdo a lo planteado en el Plan de Trabajo para el desarrollo de la consultoría “INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DMQ 2011, INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES CRITERIO DMQ 2011, Y ACTUALIZACIÓN DE LA

HUELLA ECOLÓGICA DEL DMQ”, la metodología de cálculo a ser empleada en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero será la descrita en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada de 1996. Libro de Trabajo (Volumen 2)”, que establece inventarios parciales en los siguientes sectores: a) Energía, b) Procesos Industriales, c) Agricultura, d) Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS), y e) Desperdicios (IPCC, 1997)

Dentro de la metodología de cálculo del IPCC se considera la cuantificación de GEI directos e indirectos. Los GEI directos³ son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Los GEI indirectos considerados son: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), halocarburos (HFC, PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆), y dióxido de azufre (SO₂).

En el caso de Sector Desperdicios, la metodología del IPCC considera el cálculo de las emisiones de 5 subsectores: disposición de desechos sólidos; tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales; efluentes y lodos industriales; óxido nitroso procedente de excretas humanas; incineración de desperdicios. Para cada uno de estos subsectores los cálculos se los realizó en base al Nivel de Análisis 1 (Tier 1) el cual permite obtener las emisiones asociadas a desperdicios para un año específico. El Método de Referencia calcula las emisiones de CH₄ de la disposición de desechos, siguiendo los siguientes pasos:

- Estimación de la cantidad de Desechos Sólidos generados (en el caso del DMQ se cuenta con datos de campo de la cantidad de residuos depositados en “El Inga”)
- Cálculo de la Fracción de Carbono Orgánico Degradable, la cual depende de la cantidad de materia orgánica presente en los desechos sólidos
- Estimación de la cantidad de CH₄ recuperado en el Relleno Sanitario (para el DMQ se cuenta con la cantidad anual de CH₄ recuperado a través de la quema de biogás).
- Cálculo de las emisiones anuales de CH₄, a través de la aplicación de diversos factores de corrección

La ecuación de cálculo es la siguiente:

Ecuación 1:

$$E_{sólidos} = (RSU \cdot FCM \cdot COD \cdot COD_F \cdot F \cdot \frac{16}{12} - R) \cdot (1 - OX)$$

³ Los GEI directos son aquellos que tienen largo tiempo de residencia en la atmósfera, alto potencial de calentamiento global y son importantes fuentes directas e indirectas de emisiones en actividades humanas; mientras que los GEI indirectos presentan las características contrarias a las presentadas en los GEI directos.

Dónde:

$E_{\text{sólidos}}$: Emisiones del subsector Disposición de Desechos Sólidos (Gg CH_4)

RSU: Cantidad de Residuos Sólidos Urbanos (Gg)

FCM: Factor de Corrección de Metano (fracción)

COD: Carbono Orgánico Degradable (fracción)

COD_F : Fracción de Carbono Orgánico Degradable asimilado

F: Fracción de CH_4 en el gas de vertedero

R: CH_4 recuperado (Gg)

16/12: Factor Estoquiométrico C a CH_4

OX: Factor de oxidación (fracción)

Para el cálculo de las emisiones de CH_4 de los subsectores aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales, la metodología de cálculo es similar, y para la misma se debe aplicar el siguiente procedimiento:

- Cálculo de la carga orgánica de las aguas residuales generadas por parte del sector doméstico e industrial. En el caso del sector doméstico esto se lo realiza en base a la población y a la carga orgánica que se genera en promedio por habitante/día. Para las industrias este dato se lo calcula en base a los volúmenes de efluentes según tipo de industria y su carga orgánica, según unidad de volumen
- Cálculo del factor de emisión, de acuerdo al tipo de aguas residuales y su carga orgánica
- Estimación de las emisiones de CH_4 recuperados por sistemas de reducción de emisiones
- Cálculo de las emisiones de CH_4 , en base a la carga orgánica total, el factor de emisión y la cantidad de metano recuperado.

La ecuación utilizada se presenta a continuación⁴:

Ecuación 2:

$$E_{\text{descargas}} = \frac{\sum i (COR_i \cdot FE_i - R)}{1000000}$$

⁴ En el caso de ciudades o países en los cuales los lodos son tratados de manera separada, se deberá calcular el porcentaje de lodos separados de las aguas residuales. Este no es el caso para el DMQ

Dónde:

$E_{descargas}$: Emisiones de los subsectores aguas domésticas/aguas industriales (Gg CH₄)

COR_i : Carga orgánica del tipo de aguas residuales i (kg DBO para aguas domésticas y kg DQO para aguas industriales)

FE_i : Factor de emisión para el tipo de aguas residuales i (kgCH₄/kgDBO para aguas domésticas y kgCH₄/kgDQO para aguas industriales)

R: CH₄ recuperado (Gg)

Como un subsector adicional se calculan las emisiones de N₂O provenientes de las excretas humanas, para lo cual se aplica la ecuación 3, en la que se relaciona la población del DMQ, el consumo promedio de proteína per cápita y el factor de emisión de N₂O.

Ecuación 3:

$$E_{excretas} = \frac{Proteína \cdot Pob \cdot FRAC_{NP} \cdot FE_6}{1000000}$$

Dónde:

$E_{excretas}$: Emisiones del subsector excretas humanas (Gg N₂O)

Proteína: Consumo anual de proteína (kg/hab/año)

Pob: Población total (número habitantes)

$FRAC_{NP}$: Fracción de Nitrógeno en la proteína

FE_6 : Factor de emisión N₂O (kgN₂O/kgN)

Finalmente, para el cálculo de las emisiones de GEI por incineración de desechos se aplican las mismas ecuaciones que en el Sector Energía⁵. El cálculo de este subsector permite obtener información adicional acerca de los gases asociados a la quema de residuos. Sin embargo, este subsector no es contabilizado en las emisiones totales del Sector Desechos, puesto que, de acuerdo a las Guías IPCC, únicamente desechos de origen fósil deben incluirse en la contabilización total.

4.2 Información utilizada

De acuerdo a las ecuaciones presentadas en la sección anterior, los principales datos requeridos para el cálculo de las emisiones de GEI del Sector Desperdicios son: generación total de desechos sólidos, población del DMQ, carga orgánica de aguas

⁵ Para mayores detalles, revisar el Informe Sectorial *Inventario de Emisiones GEI DMQ 2011, Sector Energía*

residuales y aguas domésticas, volumen total de aguas residuales, porcentaje de metano recuperado, consumo de proteína de la población y diversos factores de emisión.

Los factores de emisión provienen principalmente del Libro de Trabajo del Sector Desperdicios de las Directrices del IPCC, mientras que el resto de datos provienen de estudios realizados a nivel nacional o local. Las principales fuentes de información para la elaboración del Inventario de Emisiones GEI del DMQ, Sector Desperdicios son las siguientes:

- EMASEO: Datos sobre recolección de residuos sólidos
- EMGIRS: Disposición de Desechos Sólidos en el Relleno Sanitario “El Inga”/ Porcentaje de CH₄ recuperado a través de quema de biogás
- Secretaría de Ambiente: Caracterización de los Residuos Sólidos del DMQ/ Reporte de descargas líquidas de industrias en el DMQ
- INEC: Población del DMQ
- FAO: Consumo de proteína a nivel mundial

A nivel de desechos sólidos y aguas residuales domésticas se obtienen datos de alta calidad a nivel DMQ. Para el caso de las aguas industriales existe cierta incertidumbre sobre el volumen de las descargas totales y su carga orgánica, puesto que los reportes existentes se basan en mediciones puntuales, no continuas. El archivo de “*fuentes_datos_desperdicios.xlsx*” presenta de manera detallada los datos utilizados en el cálculo del Inventario, así como las fuentes de las cuales provienen y los factores de conversión utilizados. Además de esto, a continuación se presenta una matriz resumen, en la cual se describen las fuentes de información principales, el tipo de procesamiento realizado y la forma de presentación de los resultados.

Matriz Resumen. Fuentes de Información utilizadas, Inventario GEI DMQ Sector Agricultura

Subsector	Tipo de información	Fuente de Información	Espacialidad de la información	Tratamiento de la información
Disposición de desechos sólidos	Cantidad de residuos sólidos generados en el DMQ (Gg/año)	EMASEO	Datos a nivel DMQ	<ol style="list-style-type: none"> Se utiliza el reporte de EMGIRS para el total de residuos depositados. El dato de EMASEO permite corroborar la validez de este dato. En base a la caracterización de los residuos se determina el porcentaje de materia orgánica degradable en los desechos Se aplican los distintos factores de corrección para obtener el resultado final (emisiones en Gg) Se reduce de las emisiones totales la cantidad de CH4 recuperado
	Cantidad de residuos sólidos depositados en el Relleno Sanitario (Gg/año)	EMGIRS	Datos a nivel DMQ	
	Caracterización de residuos sólidos (ton según tipo de desecho)	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	
	Cantidad de CH4 recuperado (Gg CH4)	EMGIRS	Datos a nivel DMQ	
	Factores de corrección varios: FCM, COD, F, OX	IPCC	Valores por defecto	
Aguas residuales residenciales	Población DMQ (1000 personas)	INEC	Datos a nivel DMQ	<ol style="list-style-type: none"> Se multiplica la población total del DMQ por la carga orgánica promedio, para obtener la carga orgánica total de aguas residuales De acuerdo al tratamiento existente para las aguas residuales, se obtiene la cantidad de metano que se puede generar en función de la carga orgánica Se aplica el Factor de Emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Carga Orgánica (kgDBO/1000 personas/año)	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	
	Tipo de tratamiento de aguas residuales	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	
	Factor de Conversión de Metano según tipo de tratamiento: FCM	IPCC	Datos a nivel nacional	
	Factor de Emisión Metano: FE (kgCH4/kgDBO)	IPCC	Valores por defecto	
Aguas residuales industriales	Volumen de aguas residuales, según tipo de industria (m3/año)	Secretaría de Ambiente / INEC	Datos a nivel DMQ	<ol style="list-style-type: none"> El volumen de aguas residuales se lo obtiene de los reportes de descargas de regulados de la Secretaría de Ambiente. Para las industrias que no se incluyen en este reporte, se utiliza la información sobre producción anual de la Encuesta de Manufactura y Minería del INEC y se aplican factores de relación aguas residuales (m3)/producción (ton) Se multiplica el volumen de aguas residuales, según tipo de industrias, por su carga orgánica. Este valor proviene del Reporte de Regulados de la Secretaría de Ambiente De acuerdo al tratamiento existente para las
	Carga Orgánica, según tipo de industria (kgDQO/m3)	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	
	Tipo de tratamiento de aguas residuales	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	

Inventario de Emisiones GEI DMQ, Sector Desperdicios

	Factor de Conversión de Metano según tipo de tratamiento: FCM	IPCC	Valores por defecto	aguas residuales, se obtiene la cantidad de metano que se puede generar en función de la carga orgánica 4. Se aplica el Factor de Emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Factor de Emisión Metano: FE (kgCH ₄ /kgDQO)	IPCC	Datos a nivel nacional	
N ₂ O excretas humanas	Población DMQ (número de habitantes)	INEC	Datos a nivel DMQ	1. Se multiplica la población total del DMQ por el consumo per cápita de proteína, para obtener la proteína consumida en un año 2. Se calcula la cantidad de nitrógeno en función de la cantidad de proteína consumida 3. Se aplica el Factor de Emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Consumo proteína per cápita (kg _{proteína} /hab/año)	FAO	Datos a nivel nacional	
	Cantidad de nitrógeno en proteína (kgN/kgproteína)	IPCC	Valores por defecto	
	Factor de Emisión N ₂ O (kgN ₂ O/kgN)	IPCC	Valores por defecto	
Incineración de residuos	Cantidad de residuos incinerados (ton)	Secretaría de Ambiente	Datos a nivel DMQ	1. Se aplican los distintos factores de conversión para obtener la cantidad de carbono en los desechos incinerados 2. Se aplica el Factor de Emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Factores de conversión varios: Contenido carbono, Fracción de Carbono Fósil, Eficiencia combustión)	IPCC	Valores por defecto	
	Factor de emisión (Gg/ton)	IPCC	Valores por defecto	

Elaboración propia

Esta matriz permite observar las interacciones existentes entre las distintas fuentes de información utilizadas en el presente inventario sectorial. Por otro lado, se observa que la mayoría de la información base ha sido obtenida a un nivel de desagregación que corresponde al cantonal: en este caso para el DMQ. Esto implica que no se han requerido de transformaciones ni aproximaciones para aplicar la información existente, lo cual asegura una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

4.3 Software de cálculo

De acuerdo a la decisión 17/CP.8, se recomienda a los países no Anexo 1 de la Convención sobre Cambio Climático (entre los que se encuentra Ecuador) incluir dentro de sus inventarios nacionales los resultados de las tablas sectoriales, hojas de trabajo y seguir de manera detallada las Guía de Trabajo Revisadas IPCC 1996 para todos los cálculos a realizarse (UNFCCC, 2007). Para facilitar este objetivo, la UNFCCC ha desarrollado un software que permite calcular de manera sistemática las Emisiones de GEI, para cada uno de los sectores contemplados en los Inventarios Nacionales. Se trata de un software desarrollado en ambiente Excel, que permite ingresar la información base y los factores de emisión y calcula de manera automática los resultados, de acuerdo a la metodología de cálculo.

El software “UNFCCC non-Annex I Greenhouse Gas Inventory Software” ha sido utilizado en el cálculo del Inventario GEI Sector Agricultura del DMQ, año base 2011. Las matrices finales de cálculo pueden encontrarse en el archivo de respaldo “*prueba_desperdicios2011.xlsx*”. Además de esto, el Documento “Guía de Cálculo, Inventarios Sectoriales GEI” presenta una guía paso a paso acerca de la forma en que deben ser completadas las matrices de cálculo, así como los datos que deben ingresarse y los campos que no deben ser modificados. Mediante esta guía de cálculo se busca generar capacidades internas dentro de la Secretaría de Ambiente y asegurar la replicabilidad del Inventario GEI en el tiempo.

5 Resultados de las Emisiones GEI Sector Desperdicios del DMQ, año base 2011

5.1 Emisiones GEI Sector Desperdicios DMQ, año base 2011

De acuerdo a lo mencionado en secciones anteriores, dentro del Sector Desperdicios se consideraron los siguientes subsectores para el cálculo de emisiones GEI: disposición de residuos sólidos, aguas residuales domésticas e industriales, excretas humanas e incineración de residuos. Para el Inventario DMQ 2011 se obtuvieron datos para los siguientes GEI: CO₂, CH₄ y N₂O. Las emisiones totales para el año 2011 fueron las siguientes: 11,05Gg CO₂, 50,61 CH₄ y 0,12Gg N₂O, siendo el CH₄ el GEI con el aporte

más importante. La tabla 2 detalla los resultados para cada una de las fuentes consideradas

Tabla 2. Emisiones GEI Sector Desperdicios DMQ, año base 2011

Sector	Emisiones CO₂ en Gg/año	Emisiones CH₄ en Gg/año	Emisiones N₂O en Gg/año
Desechos Sólidos	-	36,81	-
Aguas Domésticas	-	12,40	-
Aguas industriales	-	1,41	-
Excretas Humanas	-	-	0,12
Incineración	11,05	-	0,0004
Desperdicios Total	11,05	50,61	0,12

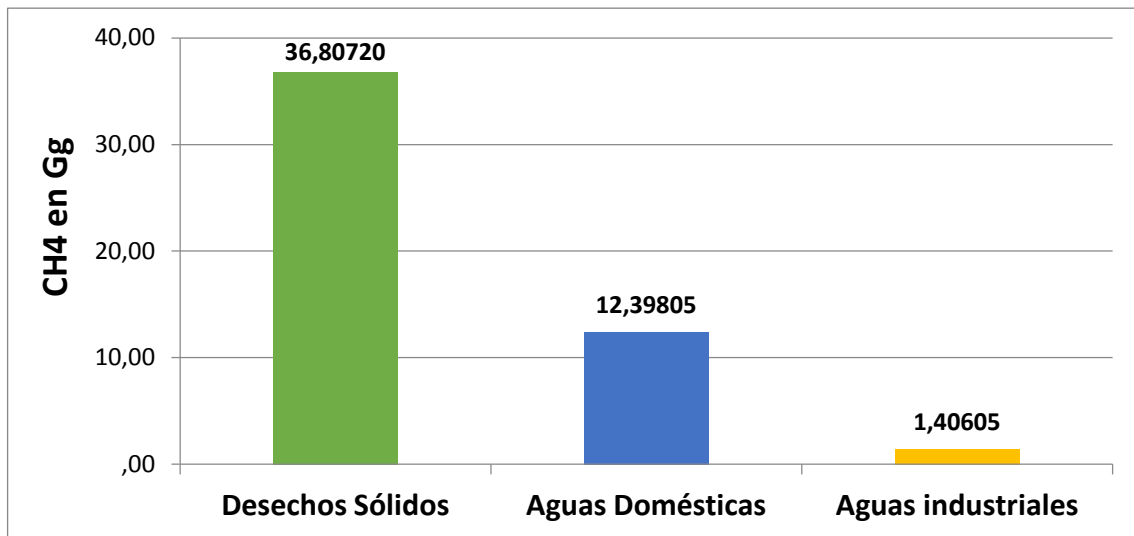
Elaboración propia

Como se puede observar en los datos presentados, el subsector Desechos sólidos cuenta con el máximo aporte en cuanto a emisiones de CH₄, mientras que las emisiones principales de N₂O provienen de las excretas humanas y el total de las emisiones de CO₂ se encuentran asociadas a la incineración de Residuos. La tabla 3 y el gráfico 3 presentan un mayor detalle acerca de las emisiones de CH₄

Tabla 3. Emisiones CH₄ Sector Desperdicios DMQ, año base 2011

Fuente	Emisiones CH₄ en Gg/año	Emisiones CH₄ en %
Desechos Sólidos	36,81	73%
Aguas Domésticas	12,40	24%
Aguas industriales	1,41	3%
Desperdicios Total	50,61	100%

Elaboración propia

Gráfico 2. Emisiones CH₄ Sector Desperdicios DMQ, año base 2011

Elaboración propia

La disposición de residuos sólidos aporta con el 73% de las emisiones de CH₄, seguido por las aguas residuales domésticas, que alcanzan el 24% de las emisiones. Este resultado ratifica la importancia de aplicar medidas de reducción de emisiones GEI en el relleno sanitario “El Inga”. Respecto a este tema, a partir del 2011 se encuentra operativo en El Inga un sistema de captación de biogás, el cual tiene como objetivo reducir las emisiones de metano del relleno sanitario y, en un futuro potencial, generar energía a partir del biogás (EMGIRS, 2012).

Durante el año 2011 se evitó la emisión de 0,6 Gg CH₄ a través del funcionamiento de dicho sistema, lo cual equivale a un valor menor al 2% de las emisiones totales. Sin embargo, hasta el 2011 el proyecto de captación de biogás no se encontraba a pleno funcionamiento. De acuerdo a las estimaciones realizadas, durante el 2011 se hubiesen podido reducir 180.059 ton CO₂eq⁶ (aprox. 8,6Gg CH₄) si el sistema hubiese funcionado a su máximo potencial, lo cual significaría una reducción del 23% de las emisiones del relleno sanitario y 17% de las emisiones totales de CH₄. Estos resultados demuestran la importancia de activar el sistema de captación de biogás a su máxima capacidad, lo que permitirá una reducción notoria de las emisiones GEI del Sector Desperdicios del DMQ.

Por otro lado, las emisiones de N₂O del Sector Desperdicios provienen prácticamente en su totalidad de las excretas humanas, en función del consumo de proteínas de la población. Más del 99,6% de estas emisiones provienen de este subsector, por lo cual se considera que el aporte de la incineración de residuos resulta insignificante respecto al GEI N₂O. En relación a la cantidad de proteínas consumidas por la población del DMQ,

⁶ Ton CO₂eq es una medida métrica utilizada para comparar diversos GEI, de acuerdo al Potencial de Calentamiento Global de cada uno de ellos. En el caso del Metano, su Potencial de Calentamiento Global es de 21 (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Glossary:CO2_equivalent)

no se cuenta con estudios a nivel local. Para contar con datos más exactos en este campo resultaría importante generar estudios locales al respecto y determinar si cualquier tipo de proteína (vegetal / animal) contribuye de igual manera a la generación de N₂O. Esto permitiría obtener información adicional acerca del rol de la alimentación en los impactos sobre el medio ambiente.

Finalmente, el 100% de las emisiones de CO₂ provienen de la incineración de residuos, con un valor total de 11,05Gg. Para poder dimensionar de mejor manera este valor, se puede recurrir a las emisiones del Sector Energía. La emisiones totales de dicho sector alcanzan 4.909.2 Gg CO₂, lo cual significa que las emisiones de la incineración de residuos alcanzan un valor menor al 0.3% de las emisiones totales GEI por quema de combustibles, por lo cual se considera que la incineración de residuos resulta insignificante en las emisiones totales de CO₂. Además de esto, de acuerdo a la metodología IPCC las emisiones por incineración de residuos no se incluyen en la contabilidad total de los Inventarios GEI, ya que éstos únicamente incluyen las emisiones asociadas con la quema de residuos o combustibles de origen fósil.

5.2 Emisiones CH₄ aguas industriales

A pesar de que las emisiones asociadas a aguas residuales industriales representan un porcentaje bajo en las emisiones totales de CH₄ (1,41%) es importante analizar este sector de manera detallada, para determinar qué tipo de industrias contribuyen en un mayor porcentaje al total, tanto por un volumen alto de generación de aguas residuales, como debido a cargas orgánicas altas generadas por el tipo de procesos de producción. Esta información puede ser utilizada por la secretaría de Ambiente para analizar medidas de mitigación de emisiones en conjunto con el sector industrial.

De acuerdo a la metodología del IPCC y a las industrias activas en el DMQ, se consideraron para el cálculo de emisiones GEI de aguas residuales industriales 10 categorías de industrias, de las cuales la mayoría (8) pertenecen a la elaboración de alimentos y bebidas. La tabla 4 presenta un resumen de las industrias consideradas, su aporte en cuanto a volumen de aguas residuales y su carga orgánica y la contribución a las emisiones GEI totales.

Tabla 4. Emisiones CH₄ Subsector Aguas Industriales DMQ, año base 2011

Tipo de industria	Aguas residuales (m ³ /año)	Carga Orgánica (kgDQO/m ³)	Emisiones CH ₄ en Gg/año	Emisiones CH ₄ en %
Lácteos	22.511,2	3,23	0,01	0,8%
Cárnicos/ Aves/ Embutidos	634.772,5	2,08	0,20	14,1%
Cerveza	260.526,8	0,09	0,003	0,2%
Bebidas alcohólicas	132.666,1	0,09	0,002	0,1%
Bebidas no alcohólicas	174.729,9	2,00	0,05	3,7%
Productos de molinería (snacks)	28.759,2	5,98	0,03	1,8%

Aceites y grasas vegetales	18.059,4	0,85	0,002	0,2%
Otros (alimentos)	1.626.443,6	3,89	0,95	67,6%
Textiles	656.559,2	0,56	0,06	4,0%
Farmacéuticos	494.870,0	1,43	0,11	7,5%
Total	4.049.897,9	2,3	1,41	100,0%

Elaboración propia

De acuerdo a los resultados presentados, la industria con mayores aportes a las emisiones CH₄ es la que describe como “Otros”, la cual representa el 67,6% de las emisiones. Esta es una categoría que incluye producción de pan, levadura y pienso para animales, principalmente. Este resultado tiene que ver con el volumen máximo de aguas residuales y la segunda carga orgánica más alta de todas las categorías. Otra industria de interés es la de Cárnicos/Aves/Embutidos (14,1% de las emisiones), en la cual se manejan volúmenes de aguas residuales de más de 600.000m³/año y cuya carga orgánica presenta valores cercanos al promedio (2,08kgDQO/m³). Finalmente las emisiones de las empresas farmacéuticas aportan con el 7,5% de las emisiones de este subsector, lo cual está relacionado con un volumen alto de descargas y una carga orgánica mayor que la mayoría de industrias alimenticias.

Estos resultados permiten observar la importancia de realizar mayores investigaciones acerca del caudal y la carga orgánica de industrias clave en el DMQ, especialmente las más contaminantes (cárnicos, farmacéuticas, “Otros”). Actualmente estos valores se los calcula en base a los reportes de la Secretaría de Ambiente de descargas líquidas, en el cual se incluyen datos sobre el volumen promedio de descargas y la carga orgánica encontrada en las aguas residuales. Para algunas de las industrias contempladas no existen reportes detallados acerca de los volúmenes que se maneja, por lo cual se tuvo que obtener dicho valor a partir de los datos de producción de las industrias, lo cual no permite obtener datos con un alto nivel de confiabilidad. Para mejorar la calidad de estos resultados se debería establecer sistemas de monitoreo continuo, tanto de los caudales de descarga que se manejan como de la carga orgánica presente en las aguas residuales.

Finalmente, para obtener un criterio más amplio de los resultados de emisiones de aguas industriales, se ha decidido comparar los resultados de este subsector frente a las emisiones de aguas residenciales. La tabla 5 presenta una comparación entre estos valores

Tabla 5. Comparación emisiones CH₄ aguas residuales domésticas e industriales

Fuente	Emisiones CH ₄ en Gg/año	Emisiones CH ₄ en %	Relación Domésticas / Industriales
Aguas Domésticas	12,40	90%	8,8:1
Aguas Industriales	1,41	10%	
Total	13,80	100%	

Elaboración propia

Los cálculos del Inventario GEI DMQ 2011 muestran que el aporte del sector doméstico es 8,8 veces más grande que el del sector industrial. Esto se encuentra dentro de los parámetros esperados, puesto que, a pesar del carácter industrial del DMQ, la mayor contribución a la contaminación de los ríos se genera por actividades domésticas, debido a los altos volúmenes que se manejan. Según estudios de la Secretaría de Ambiente, de la carga orgánica total encontrada en los ríos (50,5g DBO/hab/día), 40,4g DBO/hab/día corresponde al aporte del sector doméstico y 10,1g DBO/hab/día al aporte del sector industrial (MDMQ, 2011a). Esto significa una relación entre el aporte doméstico e industrial a la carga orgánica total de 4:1.

Comparado con la relación entre las emisiones de CH₄ de las aguas domésticas e industriales, se podría asumir que existe una subestimación en las emisiones calculadas para las aguas residuales industriales. Sin embargo, los resultados aquí presentados permiten obtener una noción clara acerca de las industrias más contaminantes, sobre las cuales deberían centrarse los esfuerzos para obtener datos más detallados y de mejor calidad.

5.3 Emisiones de GEI en el Sector Desperdicios, ton CO₂eq. Año 2011

Una vez realizado un análisis exhaustivo acerca de las emisiones del Sector Desperdicios, a continuación se presenta un resumen sobre las emisiones GEI para cada uno de los sectores incluidos en el cálculo, utilizando la medida ton CO₂eq. Esto permite comparar de manera absoluta el aporte de cada subsector a las emisiones totales GEI del Sector Desperdicios.

Tabla 6. Emisiones GEI Sector Desperdicios DMQ, año base 2011 (ton CO₂eq)

Fuente	CO₂ (ton CO₂eq)	CH₄ (ton CO₂eq)	N₂O (ton CO₂eq)	Total GEI (ton CO₂eq)	Total GEI (%)
Desechos Sólidos	-	772.951,1	-	772.951,1	69,6%
Aguas Domésticas	-	260.358,9	-	260.358,9	23,4%
Aguas Industriales	-	29.527,0	-	29.527,0	2,7%
Excretas Humanas	-	-	37.318,0	37.318,0	3,4%
Incineración	11.050,4	-	124,1	11.174,5	1,0%
Desperdicios Total	11.050,4	1.062.837,0	37.442,0	1.111.329,5	100%

Elaboración propia

El total de emisiones GEI del Sector Desperdicios es de 1.111.329,9 ton CO₂eq. Los subsectores con mayor contribución a las emisiones totales son Desechos Sólidos (69,6%) y Aguas Domésticas (23,4%). Los demás subsectores muestran aportes muy inferiores. Los presentes resultados ratifican la importancia de optimizar el sistema de captación y quema de biogás del Relleno Sanitario “El Inga”. Debido a su peso frente a las emisiones totales, una reducción importante del subsector Desechos Sólidos

generará reducciones totales significativas en las emisiones GEI del DMQ, correspondientes al Sector Desperdicios.

6 Análisis de las variaciones de las emisiones GEI en el Sector Desperdicios, 2003-2011

Como se ha explicado anteriormente, la Secretaría de Ambiente ha desarrollado previamente los Inventarios de Emisiones GEI para el DMQ, años base 2003 y 2007. Una vez que se cuenta con resultados para el año 2011 resulta importante observar las variaciones (incremento o disminución) en las emisiones que se han generado durante este periodo, para de esta manera contar con información acerca de los posibles escenarios que la ciudad tendrá a futuro, respecto a sus niveles de emisión. Esta información resulta clave para la adopción de políticas públicas encaminadas a la reducción y el control de emisiones en el Sector Desperdicios. Este análisis se lo realizará para el GEI CH₄ debido a que se trata del gas más importante para el sector desperdicios y permite observar de manera clara las variaciones ocurridas.

6.1 Variaciones en las emisiones totales del Sector Desperdicios, 2003, 2007 y 2011

Al analizar de manera detallada los resultados de los años 2003 y 2007, se observaron variaciones irreales en las emisiones totales de CH₄ del Sector Desperdicios. Mientras que para el año 2003 se reportan emisiones totales de 63,29 Gg CH₄, en el 2007 las emisiones totales alcanzaron 323,48Gg CH₄, lo que equivale a un aumento porcentual de más del 400% (50% anual). Evidentemente existe un error en estos resultados, pues es imposible que las emisiones hayan aumentado de manera tan significativa en el lapso de únicamente 4 años.

En el proceso de cálculo del Inventario Sectorial Desperdicios DMQ 2011 se observó que los cálculos de los Inventarios 2003 y 2007 presentaban errores en las emisiones asignadas a aguas industriales. Estos errores están básicamente relacionados a los volúmenes que se utilizaron para las descargas de aguas industriales y al contenido de carga orgánica asignado a las aguas domésticas, el cual está sobredimensionado. Por esta razón, se hizo un nuevo cálculo de las emisiones totales de CH₄, a través de la corrección de los resultados de aguas domésticas. Los resultados de aguas industriales no pudieron ser corregidos, por lo cual no se utilizaron los datos de este subsector para la comparación temporal. La tabla 7 presenta los resultados corregidos y las variaciones observadas

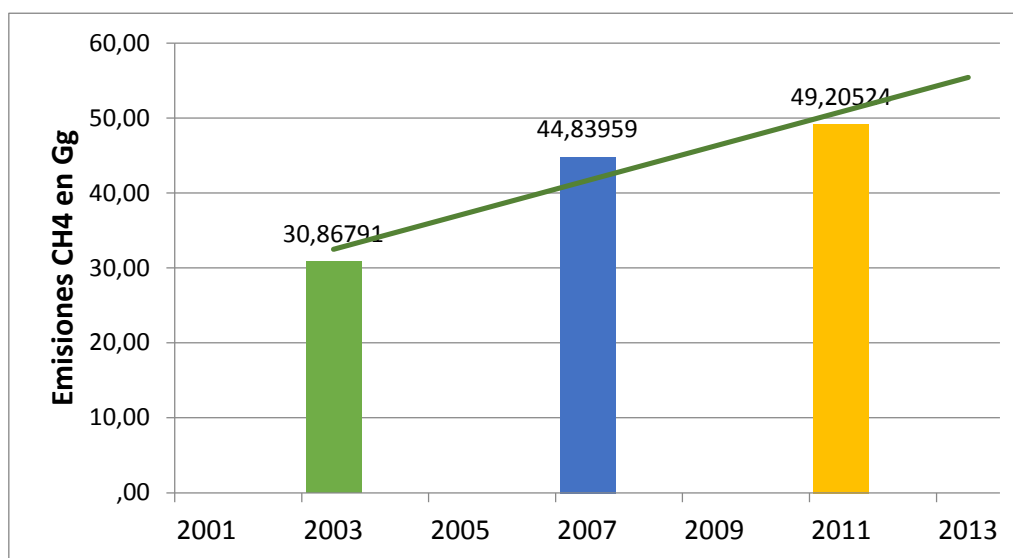
Tabla 7. Comparación emisiones CH₄ Sector Desperdicios, Inventarios 2003,2007 y 2011

	Emisiones CH ₄ Gg	Variación frente a Inventario anterior (Gg)	Variación frente a Inventario anterior (%)
2003	30,87		
2007	44,84	13,97	45,3%
2011	49,21	4,37	9,7%

Elaboración propia

Los resultados muestran un incremento de las emisiones del 9,7% entre los años 2011 y 2007, lo cual responde a un aumento poblacional y una mayor generación de residuos. En el periodo 2003-2007 el aumento alcanza un 45,3%, lo cual supera ampliamente al periodo posterior. Sin embargo, se debe recordar que en el año 2003 el Relleno “El Inga” se encontraba en las primeras fases de funcionamiento, por lo cual su capacidad para disposición de residuos aún no era completa. Entre el 2003 y 2007 hubo un aumento en la disposición de residuos de más de 100.000ton. Este comportamiento va disminuyendo en el tiempo, ya que los rellenos sanitarios se van estabilizando, por lo cual a largo plazo las emisiones aumentarán de manera leve o incluso disminuirán, en el caso de aplicarse mecanismos de mitigación como la captación de biogás. El Gráfico 3 permite observar las variaciones en las emisiones de CH₄

Gráfico 3. Tendencia Emisiones CH₄ Sector Desperdicios, 2003-2011



Elaboración propia

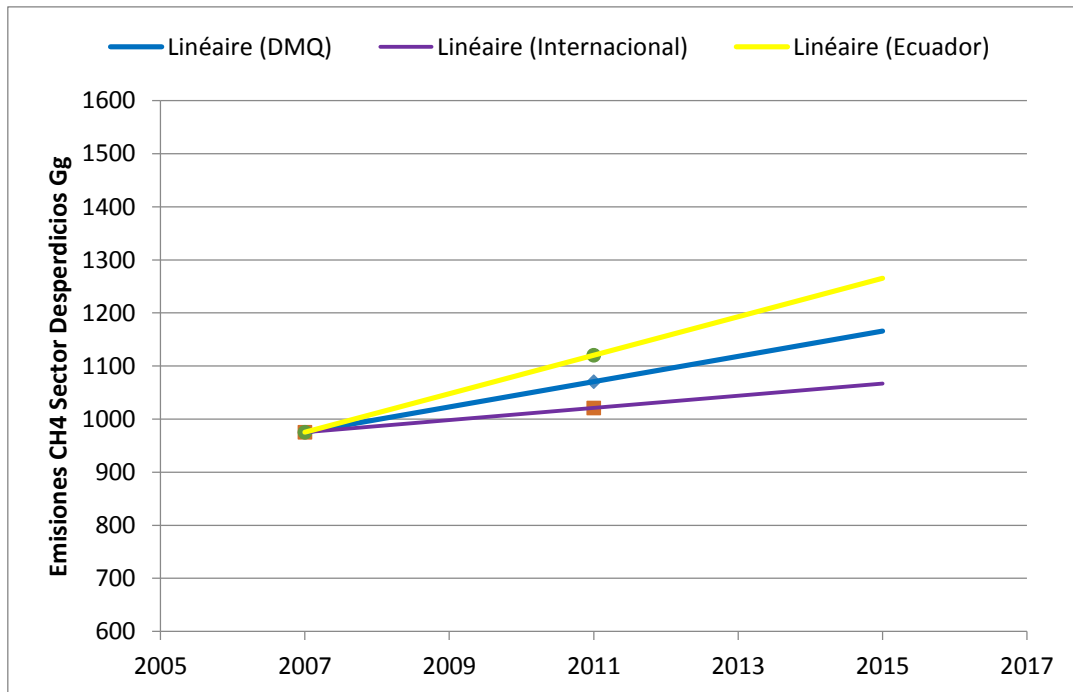
6.2 Tendencias en el crecimiento de las emisiones del Sector Desperdicios, a nivel DMQ, nacional e internacional

En la sección anterior se pudo observar que existe una tendencia al aumento de las emisiones GEI del Sector Desperdicios en el DMQ. Sin embargo, esta tendencia se ha

reducido durante los últimos años, observándose un aumento menor de dichas emisiones. Para tener una noción más adecuada de la situación de Quito, se ha decidido comparar las tendencias observadas en el DMQ frente a los resultados registrados a nivel nacional e internacional.

Para realizar este análisis se han tomado los valores de los Inventarios 1990 y 2006, tanto a nivel nacional como internacional (MAE, 2011) (IPCC, 2007b) y se han calculado las Posteriormente se han comparado estas tasas de crecimiento frente a la tasa existente en el DMQ, para el periodo 2007-2011 (datos con mayor confiabilidad), para observar la tendencia existente en el DMQ frente a lo observado a nivel nacional e internacional. El Gráfico 4 presenta los resultados alcanzados.

Gráfico 6. Tendencias emisiones GEI Sector Desperdicios, DMQ, Ecuador, Internacional



Elaboración propia

Al analizar el gráfico se observa que la tendencia de crecimiento de GEI en el DMQ en el Sector Desperdicios es menor a la del Ecuador y mayor a la del promedio mundial. Esta tendencia concuerda con lo esperado, ya que, de acuerdo a investigaciones del IPCC, la tasa de crecimiento de emisiones asociadas a desperdicios es mayor en países en vías de desarrollo (no Anexo 1) que el promedio mundial, el cual está principalmente marcado por las emisiones de los países Anexo 1. La explicación para este fenómeno radica en que en los países desarrollados las emisiones del Sector Desperdicios se van estabilizando paulatinamente, a causa de mejores rellenos sanitarios, proyectos de reducción de emisiones, sistemas centralizados de recolección y disposición final de desechos, sistemas de reciclaje y tratamiento óptimo de las aguas residuales (IPCC, 2007b).

Al observar la comparativa entre las tendencias de Ecuador y el DMQ se podría afirmar que se produce el mismo fenómeno que cuando se comparan países desarrollados frente a países en vías de desarrollo. El DMQ cuenta con un sistema centralizado de recolección de desechos, cuya disposición final se la realiza en un relleno técnicamente diseñado. Además de esto, a partir del 2011 se encuentra en funcionamiento el sistema de captación de biogás, que permitirá reducir significativamente las emisiones de CH₄ cuando alcance su capacidad máxima de reducción de emisiones. Finalmente, en los próximos años se inaugurará la planta de tratamiento de aguas residuales del DMQ, lo cual permitirá reducir la carga orgánica de las aguas residuales. Este tipo de sistemas permiten que las emisiones del DMQ crezcan en un grado menor que a nivel Nacional.

Como resumen de las observaciones de este gráfico se puede concluir que las emisiones GEI del Sector Desperdicios en el DMQ crecen en un menor grado que las emisiones del Ecuador, pero a un nivel superior que el promedio mundial. Además de esto resulta fundamental avanzar con la implementación completa del sistema de captación de biogás del Relleno “El Inga”, con lo cual en los próximos años las emisiones GEI del Sector Desperdicios se estabilizarán y, en un escenario óptimo, alcanzarán una disminución neta.

7 Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones obtenidas en base a los objetivos planteados

Una vez obtenidos los resultados finales del Inventario de Emisiones, es importante determinar las principales conclusiones alcanzadas a través de la realización del estudio y el análisis de los datos obtenidos. Para esto se analizará el objetivo general y los objetivos específicos presentados para el presente inventario sectorial.

Objetivo General

Desarrollar el Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el sector Energía del Distrito Metropolitano de Quito año base 2011, siguiendo la metodología del IPCC, versión revisada 1996.

En el presente estudio se han calculado las emisiones GEI totales del Sector Desperdicios para el DMQ, año base 2011, siguiendo la metodología IPCC 1996. A continuación se presentan los resultados para los GEI considerados: CO₂ (11,1Gg); CH₄ (50,6Gg); N₂O (0,12Gg)

Cuantificar el aporte de los distintos subsectores del sector Desperdicios a nivel de emisiones de Gases del Efecto Invernadero del Distrito Metropolitano de Quito, año base 2011

Se ha obtenido información detallada acerca del aporte de cada uno de los subsectores considerados dentro de la metodología IPCC para el Sector Desperdicios. La

disposición de desechos sólidos constituye el subsector más importante, con el 69,6% de las emisiones, seguido por el subsector aguas residuales domésticas, que alcanza el 23,4%. Los otros subsectores que aportan a las emisiones totales son: aguas residuales industriales (2,7%), excretas humanas (3,4%) e incineración de residuos (1,0%).

A través de estos resultados se evidencia que las políticas de reducción de emisiones del Sector Desperdicios deberían focalizarse en la disposición de desechos sólidos. Esto coincide con proyectos de reducción de emisiones en el Relleno “El Inga”, cuya primera fase entró en operación en el 2011. A medida que la captación y quema de biogás alcancen su capacidad máxima, se observarán reducciones significativas de las emisiones GEI de este sector.

Contar con datos cuantitativos que permitan comparar los niveles de Emisión de Gases del Efecto Invernadero del Sector Energía en el Distrito Metropolitano de Quito, frente a las tendencias existentes a nivel nacional e internacional

A través de los datos de emisiones de GEI Sector Desperdicios del DMQ, así como de la información de estudios para el Ecuador y la comunidad internacional, se ha realizado un análisis comparativo sobre las tendencias de crecimiento de las emisiones en el tiempo. Se ha determinado que las tendencias del DMQ son inferiores al promedio nacional y superiores al promedio mundial. Esto coincide con las diferencia en el manejo de los desperdicios. A medida que se van optimizando los procesos de manejo de residuos sólidos y líquidos, las emisiones GEI tienden a estabilizarse o inclusive comienzan a disminuir.

Analizar las tendencias temporales de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero del Sector Desperdicios en el Distrito Metropolitano de Quito, a través de la comparación de los resultados del año 2011 frente a los años 2003 y 2007.

Se realizó un análisis basado en los resultados del 2011, frente a lo observado en los años 2003 y 2007. De acuerdo a los resultados alcanzados, en el periodo 2007-2011 las emisiones GEI del Sector Desperdicios aumentaron a un nivel menor que en el periodo 2003-2007. La tasa de crecimiento anual de las emisiones se redujo de un 45,3% (2003-2007) a un 9,7% (2007-2011) Este fenómeno responde principalmente al aumento en las emisiones generadas por la disposición de desechos sólidos, ya que entre el 2003-2007 hubo un aumento muy importante (100.000ton) en la cantidad de desechos depositados en el Relleno Sanitario.

Si bien se pudo observar una disminución en el ritmo de crecimiento de las emisiones GEI del Sector Desperdicios, este comportamiento únicamente podrá mantenerse o mejorarse si el sistema de captación de biogás del Relleno “El Inga” alcanza su nivel de operación óptimo.

7.2 Conclusiones generales

En base a la revisión de los objetivos planteados para el presente estudio, se puede afirmar que éstos han sido cumplidos a satisfacción. A partir de este análisis las principales conclusiones alcanzadas son:

- En el DMQ, la principal contribución a las emisiones GEI del Sector Desperdicios proviene de la disposición de desechos sólidos, seguido por el subsector aguas domésticas residenciales
- En el periodo 2007-2011 se ha reducido la tasa de incremento anual de las emisiones GEI del Sector Energía, en relación al periodo 2003-2007
- Las tendencias temporales de crecimiento de emisiones GEI del Sector Energía del DMQ son inferiores a las observadas a nivel nacional y superiores al promedio mundial
- Para los cálculos de las emisiones GEI del Sector Desperdicios existe la información base necesaria para obtener resultados con un alto nivel de confiabilidad en los Subsectores Desechos Sólidos y Aguas Residuales Domésticas. Instituciones de carácter municipal como EMGIRS, EMASEO y Secretaría de Ambiente generan de manera continua datos con la adecuada desagregación temporal y espacial para la elaboración de Inventarios de Emisiones locales. Sin embargo, no existe información con el suficiente nivel de confiabilidad para aguas residuales industriales. Para mejorar los cálculos de este subsector se deberían establecer monitoreos continuos de las descargas de las empresas más contaminantes
- La información obtenida en base al presente inventario permitirá a la Secretaría de Ambiente contar con información clave para el seguimiento de los efectos de diversos proyectos, desde una perspectiva ambiental

7.3 Recomendaciones

Los Inventarios de Emisiones GEI locales son una importante herramienta de análisis y seguimiento para las entidades rectoras en materia ambiental, en este caso la Secretaría de Ambiente del DMQ. Por esta razón resulta fundamental contar con datos actualizados, basados en una correcta aplicación de la metodología utilizada a nivel internacional. Las principales recomendaciones para próximos estudios se detallan a continuación:

- Mantener una periodicidad adecuada en el cálculo de Inventarios de Emisiones: Actualmente el Inventario de Emisiones GEI DMQ se actualiza cada cuatro años. La Secretaría de Ambiente debería analizar si requiere resultados con un lapso temporal menor y, de ser este el caso, la viabilidad de actualizar los Inventarios de Emisiones cada 2-3 años.
- Sistematización de la información base: Un punto fundamental en el cálculo de Inventarios de Emisiones es el manejo adecuado de la información base. Por esta razón se recomienda sistematizar de manera adecuada la información utilizada

en los inventarios 2003, 2007 y 2011, así como la que se utilice para próximos inventarios.

- Factores de Emisión locales: En el Ecuador no existen Factores de Emisión locales para la generación de metano. Si bien esta no es una responsabilidad directa de la Secretaría de Ambiente, sería importante generar alianzas con instituciones como MAE y EMGIRS para desarrollar investigaciones dirigidas a la obtención de dichos factores.
- Utilización de los Inventarios para evaluación de proyectos: Los Inventarios Sectoriales de Emisiones GEI deben convertirse en una herramienta de análisis de los proyectos de manejo de desperdicios que se implementen en la ciudad. A partir del escenario base (Inventario 2011) se pueden realizar proyecciones y plantear escenarios para analizar el impacto de proyectos que ya se encuentran actualmente operativos (captación de biogás) o que en los próximos años entrarán en funcionamiento (planta de tratamiento de aguas residuales).

Bibliografía

- EMASEO, Empresa Pública Metropolitana de Aseo de Quito. 2011. Depósito desechos Inga-Zámbiza.
- EMGIRS, Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos. 2012. Informe de Análisis Técnico, Económico y Empresarial para la Ontención y Quema o Aprovechamiento de Biogás.
- EMGIRS, Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Disposición Final de Residuos Sólidos* 2013 [cited 2014.01.20. Available from <http://emgirs.gob.ec/index.php/component/content/article/8-proyectos/13-disposicion-final-de-residuos-solidos>.
- FLACSO, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. 2011. *ECCO Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: FLACSO.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 1997. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. Volumen 2 Libro de Trabajo. edited by L.G. Meira Filho J.T. Houghton, B. Lim., K. Tréanton, I. Mamaty, Y. Bonduki, D.J. Griggs y B.A. Callander. Bracknell, Reino Unido: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC).
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007a. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: IPCC.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007b. *Climate Change 2007 - Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Nueva York, EE.UU: Cambridge University Press
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007c. *Climate Change 2007 - The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC* Edited by Dahe Qin Susa Solomon, Martin Manning, Melinda Marquis, Kristen Averyt, Melinda Tignor, Henry Miller and Zhenlin Chen. Nueva York, EE.UU: Cambridge University Press.
- MAE, Ministerio del Ambiente. 2011. *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ecuador 2011*: Ministerio del Ambiente.
- MDMQ, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. 2009. *Atlas Ambiental del Distrito Metropolitano de Quito*. Quito, Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- MDMQ, Secretaría de Ambiente. 2011a. Programa para la Descontaminación de los Ríos de Quito. Estudios de Factibilidad. Quito-Ecuador.
- MDMQ, Secretaría de Ambiente -. 2011b. Inventario de Emisiones de Gases del Efecto de Invernadero en el Distrito Metropolitano de Quito. Año 2007. Quito, Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

ONU, Organización de las Naciones Unidas. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. edited by Naciones Unidas. Nueva York, EE.UU.

UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. 2007. UNFCCC non-Annex I Greenhouse Gas Inventory Software Bonn, Alemania: UNFCCC.