

DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO
SECRETARÍA DE AMBIENTE

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

Año 2011

2014

AUTOR: JUAN CARLOS BACA

Contenido

1	Antecedentes	4
2	Introducción	6
3	Objetivos	8
3.1	Objetivo general.....	8
3.2	Objetivos específicos.....	8
4	Metodología	8
4.1	Marco Metodológico.....	8
4.2	Información utilizada	11
4.3	Software de cálculo.....	15
5	Resultados de las Emisiones GEI Sector Energía del DMQ, año base 2011	15
5.1	Emisiones CO ₂ Sector Energía DMQ, año base 2011	15
	Elaboración propia	18
5.2	Emisiones de otros gases provenientes de la combustión en fuentes estacionarias	18
	Elaboración propia	19
5.3	Emisiones de otros gases provenientes de la combustión de combustibles fósiles de fuentes móviles	19
	Elaboración propia	20
5.4	Emisiones de biomasa quemada para obtener energía.....	20
	Elaboración propia	21
5.5	Emisiones totales gases diferentes al CO ₂ , Sector Energía DMQ 2011.....	21
5.6	Las emisiones de GEI en el Sector. Año 2011.....	23
	Elaboración propia	23
6	Análisis de las variaciones de las emisiones GEI en el Sector Energía, 2003-2011	23
6.1	Variaciones en las emisiones totales del Sector Energía, 2003, 2007 y 2011.....	23

6.2	Variaciones en las emisiones totales de los Subsectores Transporte e Industrias/Residencial, 2003, 2007 y 2011	25
6.3	Tendencias en el crecimiento de las emisiones del Sector Energía, a nivel DMQ, nacional e internacional	27
7	Conclusiones y recomendaciones	29
7.1	Conclusiones obtenidas en base a los objetivos planteados	29
7.2	Conclusiones generales	30
7.3	Recomendaciones	31
	Bibliografía	33

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 Energía*. 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 Energía, se enfoca en la cuantificación de las emisiones totales de GEI procedentes de actividades energéticas a nivel del Distrito Metropolitano de Quito, para el año base 2011. De acuerdo a las Directrices del IPCC, las emisiones totales del sector energía se componen de dos categorías: quema de combustibles fósiles y emisiones fugitivas asociadas a las actividades extractivas (ej. extracción de petróleo o gas natural). En el caso del DMQ, al no existir extracción de hidrocarburos dentro de su territorio, no se considerarán las emisiones fugitivas.

A nivel mundial el sector energía es el de mayor contribución al total de las emisiones de GEI. De acuerdo a las últimas estimaciones realizadas por el IPCC, las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles alcanzan un valor del 56,6% del total, lo cual equivale a más de 27Gton CO₂eq. (IPCC, 2007b). Por otro lado, entre 1990 y 2004, las emisiones totales de GEI aumentaron en alrededor del 24%, a pesar de las continuas discusiones existentes a nivel mundial sobre el fenómeno del Cambio Climático y los compromisos adquiridos en la Convención Marco. Los aumentos más grandes durante este periodo se produjeron en los sectores de generación eléctrica y transporte, lo cual ratifica la importancia del sector energía para el conjunto de las emisiones de GEI.

A nivel nacional la situación del sector energía con respecto a las emisiones totales de GEI difiere frente a las tendencias mundiales. Este fenómeno se reproduce en varios países en vías de desarrollo, en los cuales las mayores niveles de emisiones GEI se observan en sectores como USCUS o Agricultura (Höhne, 2008). En el caso del Ecuador, para el año 2006 la aportación total del sector energía fue del 6,5% del total, mientras que el sector Agricultura fue el más importante, con un 51%. Sin embargo,

resulta interesante observar que el mayor incremento en emisiones GEI en el periodo 1990-2006 corresponde precisamente al sector Energía, con un incremento porcentual del 109,8%. (MAE, 2011b). Esto revela un considerable aumento en la quema de combustibles fósiles a nivel nacional, posiblemente asociado al aumento en el parque vehicular, el incremento de la demanda energética a nivel residencial y un mayor nivel de producción industrial.

En el caso del DMQ se cuenta con estudios detallados acerca de la situación del sector Energía 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 Energía alcanzan un 15% del total generado en el DMQ, al año 2007 (MDMQ, 2011), lo cual es un aporte considerablemente mayor en comparación a lo observado en el sector energía a nivel nacional. Este mismo comportamiento se observó para el año base 2003, lo cual demuestra que en el DMQ el sector de Energía es de manera constante un sector con alto impacto en el conjunto de las emisiones.

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 Energía. En el año 2003 el total de emisiones de GEI directos para el sector en cuestión fue de 2.132,9kton CO₂-eq, mientras que en el año 2007 las emisiones totales de GEI directos alcanzaron los 3083,3kton CO₂-eq. Esto representa un incremento porcentual cercano al 45%. Se trata de un crecimiento muy importante, que está principalmente asociado al incremento en el parque vehicular y al aumento de la demanda energética, tanto para actividades industriales como para el consumo residencial.

A nivel de los subsectores de las emisiones GEI Energía, el mayor porcentaje corresponde al subsector transporte, con el 68,2% de las emisiones totales, seguido del subsector industrias con el 16,5%. Estos resultados reflejan la importancia capital del sector transporte en las emisiones totales GEI del DMQ. De acuerdo a estudios realizados a nivel local, el parque vehicular aumentó entre el año 2003-2007 en un 55%, alcanzando los 374.000 vehículos (CORPAIRE, 2009). Debido a este comportamiento, el subsector transporte se ha constituido en el principal generador de emisiones GEI en el DMQ en cuanto a quema de combustibles fósiles, por lo cual a nivel distrital se han implementado varias medidas encaminadas a reducir su impacto. Algunas de las más importantes son la potenciación del sistema de transporte público Metrobus-Q, la instauración de la medida de restricción vehicular pico y placa o el fomento a transportes alternativos como la bicicleta. En el corto y mediano plazo se espera observar los efectos positivos de estas medidas en una reducción de las emisiones totales

En términos generales, el sector energía aporta de manera considerable a las emisiones totales de GEI del DMQ y, de acuerdo a los estudios existentes, presenta una tendencia de incremento acelerado relacionado con la demanda de energía y transporte de la población. El presente estudio permitirá obtener información actualizada acerca del

estado de las emisiones de este sector, 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 Energía 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 Energía 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 Energía 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 Energía 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 (USCUISS), y e) Desperdicios (IPCC, 1997)

Dentro de la metodología de cálculo del IPCC se considera la cuantificación de GEI directos e indirectos. Los GEI directos¹ 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).

La metodología del IPCC considera dos enfoques: el de Referencia y el de Categoría de Fuente de Emisiones. El Método de Referencia calcula las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) procedentes de la combustión de combustibles de la ciudad, en seis pasos:

- Estimación del consumo aparente de combustibles en unidades originales, haciendo una diferenciación entre los primarios (petróleo crudo y gas natural) y los secundarios como las gasolinas, diesel, GLP, etc.
- Conversión a una unidad común de energía (TJ)
- Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono
- Cálculo de carbono almacenado
- Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado
- Conversión del carbono oxidado a emisiones de CO₂

La ecuación general de cálculo es la siguiente:

Ecuación 1:

$$E_{energía} = \frac{\sum_{j=1}^n (CC_j \cdot VCN_j \cdot FEC_j - \text{Carbono almacenado}_j) \cdot FCO_j \cdot 44/12}{1000}$$

Dónde:

E_{energía}: Emisiones del sector Energía (Gg CO₂)

CC_j: Consumo del combustible j (10³ton)

VCN_j: Valor Calórico Neto del combustible j (TJ/10³ton)

¹ 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.

FEC_j: Factor de Emisión de Carbono del combustible j (ton C/TJ)

FEC_j: Factor de Emisión de Carbono del combustible j (ton C/TJ)

Carbono almacenado_j: Carbono almacenado del combustible j (ton C)

44/12: Factor de Conversión C a CO₂

El proceso de cálculo se repite para un nivel de desagregación mayor, en el cual se contemplan diferentes sectores de consumo de combustibles. De acuerdo con el Método de Categorías de Fuente de Emisiones, se utilizan datos del consumo de combustibles para los siguientes sectores: Industrias de la Energía, Industrias Manufactureras y Construcción, Transporte, Comercial/Institucional, Residencial, Agricultura/Silvicultura /Pesca, Otras. Con este enfoque, se estima el CO₂ y otros gases distintos como el CH₄, N₂O, NO_x, CO y COVNM a partir de un ámbito sectorial. Las estimaciones del CO₂ procedente de la quema de combustible por categoría de fuente en el nivel 1, se ejecutan en seis pasos:

- Estimación del consumo de combustibles por sector, en unidades originales.
- Conversión a una unidad común de energía (TJ)
- Multiplicación por los factores de emisión para calcular el contenido de carbono
- Cálculo de carbono almacenado
- Corrección para dar cuenta del carbono no oxidado
- Conversión del carbono oxidado a emisiones de CO₂

La ecuación de cálculo se deriva de la Ecuación 1, aplicada a cada uno de los sectores mencionados

Ecuación 2:

$$E_{energía} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (CC_{ij} \cdot VCN_j \cdot FEC_j - \text{Carbono almacenado}_j) \cdot FCO_j \cdot 44/12}{1000}$$

Dónde:

E_{energía}: Emisiones del sector Energía, para cada uno de sus sectores i (Gg CO₂)

CC_j: Consumo del combustible j en el sector i (10³ton)

VCN_j: Valor Calórico Neto del combustible j (TJ/10³ton)

FEC_j: Factor de Emisión de Carbono del combustible j (ton C/TJ)

FEC_j: Factor de Emisión de Carbono del combustible j (ton C/TJ)

Carbono almacenado_j: Carbono almacenado del combustible j (ton C)

44/12: Factor de Conversión C a CO₂

Para el caso de los gases de efecto invernadero distintos del CO₂, el procedimiento se basa en Factores de Emisión para los gases analizados. El cálculo consta de 3 pasos principales:

- Estimación del consumo anual de combustible por sector en unidades de energía
- Estimación de los factores de emisión para cada combustible por sector
- Estimación de las emisiones de cada tipo de gas

La ecuación general de cálculo es la siguiente:

Ecuación 3:

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n CC_j \cdot VCN_j \cdot FE_{ij}}{1000000}$$

Dónde:

E_i: Emisiones del Gas i (Gg)

CC_j: Consumo del combustible j (10³ton)

VCN_j: Valor Calórico Neto del combustible j (TJ/10³ton)

FE_{ij}: Factor de Emisión del Gas i para el combustible j (kg/TJ)

Los pasos 2 y 3 se repiten para cada gas que se incluye en los cálculos (CH₄, N₂O, NO_x, CO y COVNM)

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 Energía son: consumo de combustibles según tipo de subsector (transporte, residencial, industrial, etc.) y diversos factores de emisión.

Los factores de emisión provienen principalmente del Libro de Trabajo del Sector Energía de las Directrices del IPCC, mientras que los datos de consumo de combustible se basan en estudios realizados a nivel nacional o local. Las principales fuentes de información para la elaboración del Inventario de Emisiones GEI del DMQ Sector Energía son las siguientes:

- CONELEC: Datos sobre generación termoeléctrica
- Centrales Termoeléctricas: Reportes de generación termoeléctrica en el DMQ

- EEQ: Consumo residencial de luz eléctrica
- EPPetroecuador: Despacho de combustibles de estaciones de servicio; Despacho de combustibles de los centros de despacho; características de los combustibles
- Secretaría de Ambiente: Consumo de combustibles en industrias reguladas
- Secretaría de Movilidad: Información sobre parque vehicular del DMQ

Todas las fuentes de información mencionadas permiten obtener datos de alta calidad a nivel DMQ, por lo cual se recalca la importancia del proceso de recopilación de la misma y su confiabilidad. El archivo de respaldo “*fuentes_datos_energía*” 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 Energía

Sector	Tipo de información	Fuente de Información	Espacialidad de la información	Tratamiento de la información
Industrias de la Energía	Consumo de combustibles de las centrales termoeléctricas del DMQ (gal/año)	CONELEC	Datos a nivel DMQ	1. En base al consumo de combustibles de las termoeléctricas, multiplicado por sus factores de conversión y el FEC, se obtienen las emisiones totales de energía generada en el DMQ (emisiones en Gg) 2. En base al consumo eléctrico del DMQ y al Factor de Emisión del SNI se obtienen las emisiones totales de energía consumida en el DMQ (emisiones en Gg)
	Consumo eléctrico en el DMQ MWh/año	EEQ	Datos a nivel DMQ	
	Factores de conversión: densidad (kg/gal), VCN (TJ/kton)	EPPetroecuador; IPCC	Datos a nivel nacional	
	Factor de emisión del SNI (ton CO2/MWh)	MAE/CONELEC	Datos a nivel nacional	
	Factor de emisión: FEC (tonC/TJ)	IPCC	Datos a nivel nacional	
Industrias Manufactureras y de la Construcción	Consumo de combustibles de las industrias y comercios regulados en el DMQ (gal/año)	Secretaría de Ambiente DMQ	Datos a nivel DMQ	1. Se aplican los factores de conversión al total de combustibles utilizados en el sector, para obtener los consumos totales de combustibles en una unidad energética única (TJ) 2. Se aplica el factor de emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Factores de conversión: densidad (kg/gal), VCN (TJ/kton)	EPPetroecuador; IPCC	Datos a nivel nacional	
	Factor de emisión: FEC (tonC/TJ)	IPCC	Datos a nivel nacional	
Transporte	Número de vehículos según tipo y año modelo Actividad vehicular según tipo y año modelo (km/año) Rendimiento de vehículos según tipo y año modelo (km/gal)	Secretaría de Movilidad (Reportes RTV)	Datos a nivel del DMQ	1. En base al número de vehículos según tipo y año modelo y a las ventas observadas en el año 2011 se define el parque vehicular del DMQ 2. En base al rendimiento de los vehículos y a los balances de despachos se obtiene el consumo total del parque vehicular, tanto para gasolina como para diesel 3. Se aplican los factores de conversión para obtener los consumos totales de combustibles en una unidad energética única (TJ) 4. Se aplica el factor de emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
	Número de vehículos vendidos al año	AEADE	Datos a nivel de Pichincha	
	Despacho de combustibles de gasolineras (gal/año)	EPPetroecuador	Datos a nivel del DMQ	
	Despacho de combustibles de centros de despacho (gal/año)		Datos a nivel del DMQ	
	Factores de conversión: densidad (kg/gal), VCN (TJ/kton)	EPPetroecuador; IPCC	Datos a nivel nacional	
	Factor de emisión: FEC (tonC/TJ)	IPCC	Datos a nivel nacional	
Residencial	Consumo de GLP residencial en el DMQ (gal/año)	Eppetroecuador	Datos a nivel DMQ	1. Se aplican los factores de conversión al total de GLP utilizado a nivel residencial, para obtener los consumos totales de combustibles en una unidad energética única (TJ)
	Factores de conversión: densidad (kg/gal), VCN (TJ/kton)	EPPetroecuador; IPCC	Datos a nivel nacional	

Inventario de Emisiones GEI. DMQ, Sector Energía

	Factor de emisión: FEC (tonC/TJ)	IPCC	Datos a nivel nacional	2. Se aplica el factor de emisión para obtener el resultado final (emisiones en Gg)
--	----------------------------------	------	------------------------	---

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 Energía del DMQ, año base 2011. Las matrices finales de cálculo pueden encontrarse en el archivo de respaldo “*prueba_energía2011.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 Energía del DMQ, año base 2011

5.1 Emisiones CO₂ Sector Energía DMQ, año base 2011

De acuerdo a lo mencionado en secciones anteriores, dentro del Sector Energía se consideraron los siguientes subsectores para el cálculo de emisiones GEI: transporte, residencial, industrial y generación eléctrica. En el Distrito Metropolitano de Quito se alcanzaron en el año 2011 emisiones totales iguales a 4.902,2 Gg CO₂, lo cual representa una quema de combustibles fósiles equivalente a 58558.8 TJ de Energía². El

² TJ es la unidad de energía que se utiliza para el cálculo de emisiones GEI en el Sector de Energía. Cada combustible tiene diversos Valores Calóricos Netos, los cuales determinan la cantidad de Energía generada por unidad de combustible quemado. Para dimensionar de mejor manera lo que implica un TJ de Energía, se puede decir que un tanque de GLP de 25kg, al ser combustionado, genera 0.012TJ de Energía

subsector con el mayor aporte a las emisiones GEI del DMQ es el de transporte, con 2.469,0 Gg CO₂, lo cual corresponde al 50.4% del total. Le siguen en importancia las Industrias de la Energía, subsector Residencial e Industrias Manufactureras y de la Construcción. En la tabla 1 se presenta el detalle del consumo de combustibles y las emisiones de CO₂ para cada uno de los subsectores mencionados.

Tabla 1 Consumo de combustibles (TJ) y Emisiones CO₂ en el DMQ, 2011

FUENTES	Detalle fuentes	Consumo de combustibles		Emisión CO ₂	
		(TJ)	Porcentaje	Gg	Porcentaje
Industrias de la Energía	Energía eléctrica consumida en el DMQ. Reporte de Facturación de energía eléctrica en el DMQ, EEQ	9933.3	17.0%	1564.2	31.9%
Industrias Manufactureras y de la Construcción	Consumo combustibles industrias y comercios. Caracterización de Emisiones de Entes regulados, Secretaría de Ambiente DMQ	4080.2	7.0%	278.8	5.7%
Transporte Terrestre	Consumo de combustibles de vehículos públicos y privados, Secretaría de Movilidad DMQ/ EPPetroecuador	35140.0	60.0%	2469.0	50.4%
Residencial	Consumo de GLP doméstico en el DMQ, EPPetroecuador	9405.4	16.1%	590.2	12.0%
Total		58558.8	100%	4902.2	100%

Elaboración propia

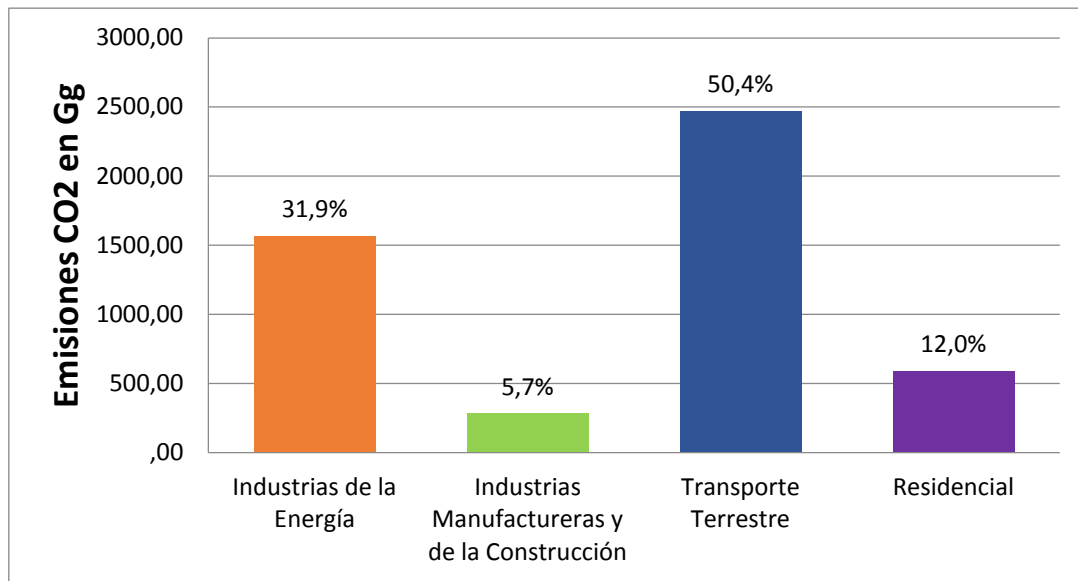
Al observar el nivel de consumo de combustibles y las Emisiones de CO₂ se observa que, a pesar de que las Industrias de la Energía presentan un porcentaje de consumo de combustibles del 17%, las emisiones de CO₂ alcanzan el 31,9%. Esto se explica debido a que, para este subsector, las emisiones no se calcularon en base al nivel de consumo de combustibles de las industrias Termoeléctricas del DMQ, sino en base al consumo total de energía eléctrica de su población (9933.3TJ). Este valor fue multiplicado por el factor de emisión del Sistema Nacional Interconectado, el cual fue calculado para el Ecuador para el año base 2011 (MAE, 2011a). Este factor de Emisión de CO₂ permite calcular con un alto grado de confiabilidad la cantidad de CO₂ emitido por cada unidad de energía eléctrica generada. No contempla únicamente la cantidad de combustibles consumidos para la generación, sino también las emisiones de CO₂ asociadas a la construcción de las centrales hidroeléctricas o termoeléctricas. Por esta razón se puede considerar que las emisiones calculadas bajo este método tienen un alto grado de confiabilidad.

En cuanto al subsector transporte, al igual que en los inventarios GEI Energía 2003 y 2007 sigue manteniéndose como el de mayor contribución a las emisiones de CO₂. Esto se debe al aumento constante del parque vehicular. De acuerdo a las estimaciones realizadas para el presente inventario, hasta finales del 2011 el parque vehicular del

DMQ alcanzaba los 440.000 vehículos, de los cuales más del 85% correspondía a vehículos privados. Considerando estos factores, a partir del año 2010 se instauró la medida de restricción vehicular Pico y Placa, la cual ha permitido reducir la tasa de crecimiento de emisiones de CO₂ en el subsector transporte. Dicho análisis se lo presentará más detalladamente en la sección “Variaciones de las Emisiones”. De cualquier manera, resulta evidente la necesidad de implementar medidas que permitan reducir las emisiones del subsector transporte y alivianen otros problemas como el tráfico vehicular. En este sentido la inauguración del Metro de Quito debería generar cambios importantes en las emisiones totales de CO₂ del DMQ.

Además de los subsectores transporte y energía eléctrica, los cuales corresponden a más del 82% del total de las emisiones, resalta el aporte del subsector Residencial, con 12% de las emisiones de CO₂. Esto corresponde básicamente al consumo de GLP a nivel doméstico, el cual ha aumentado constantemente en los últimos años, debido al crecimiento poblacional y a una mayor utilización de esta fuente de combustión (para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua). Desde esta perspectiva resulta sumamente interesante la política del Gobierno Nacional de reemplazar paulatinamente las cocinas a gas por cocinas eléctricas. Los inventarios de Emisiones GEI locales pueden ser un instrumento importante para analizar el efecto de esta política desde una perspectiva ambiental.

Finalmente, el subsector Industrias contribuye únicamente con el 5,7% de las emisiones totales del sector Energía. Esto ratifica que, actualmente, las políticas de reducción de emisiones del DMQ deberían focalizarse principalmente en los subsectores transporte (Metro de Quito, sistemas de transporte alternativo, medidas de restricción vehicular), energía (cambio de la matriz energética) y residencial (sustitución de fuentes de energía). El Gráfico 1 presenta las emisiones totales de CO₂ para cada subsector.

Gráfico 1. Emisiones CO₂ Sector Energía DMQ, año base 2011

Elaboración propia

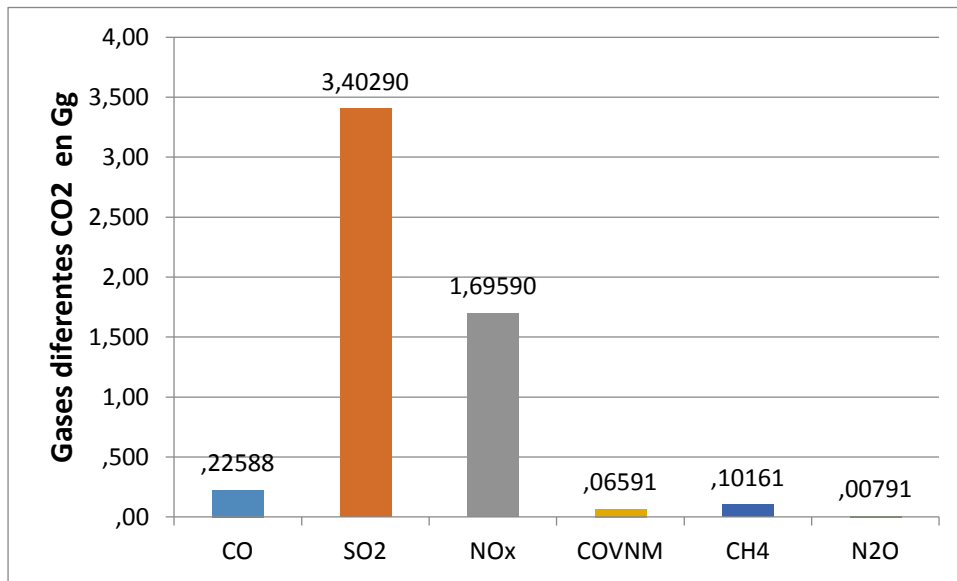
5.2 Emisiones de otros gases provenientes de la combustión en fuentes estacionarias

En razón de la desagregación de los datos utilizados para este inventario, se considera que las Industrias de la Energía, Industrias de Manufactura y Construcción y el subsector Residencial son consideradas como fuentes estacionarias, mientras que el transporte aparece como una fuente móvil.

Bajo este considerando, las fuentes estacionarias marcaron un consumo de 15.332,5 TJ que representa el 30,4% del consumo total en el DMQ³. En este sentido, estas fuentes estacionarias generaron emisiones de Monóxido de Carbono CO (0,23Gg), Dióxido de Azufre SO₂ (3,4Gg) Óxidos de Nitrógeno NO_x (1,70Gg), Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos COVNM (0,07Gg), Metano CH₄ (0,1Gg) y Óxido Nitroso N₂O (0,01Gg) (Gráfico 2).

³ Para los gases diferentes del CO₂ se utilizan los datos de consumo de combustibles de las industrias termoeléctricas del DMQ, debido a que no existen Factores de Emisión que permitan calcular estos valores en base al consumo de energía eléctrica

Gráfico 2. Emisiones de Otros Gases diferentes del CO₂ por fuentes estacionarias. DMQ, 2011



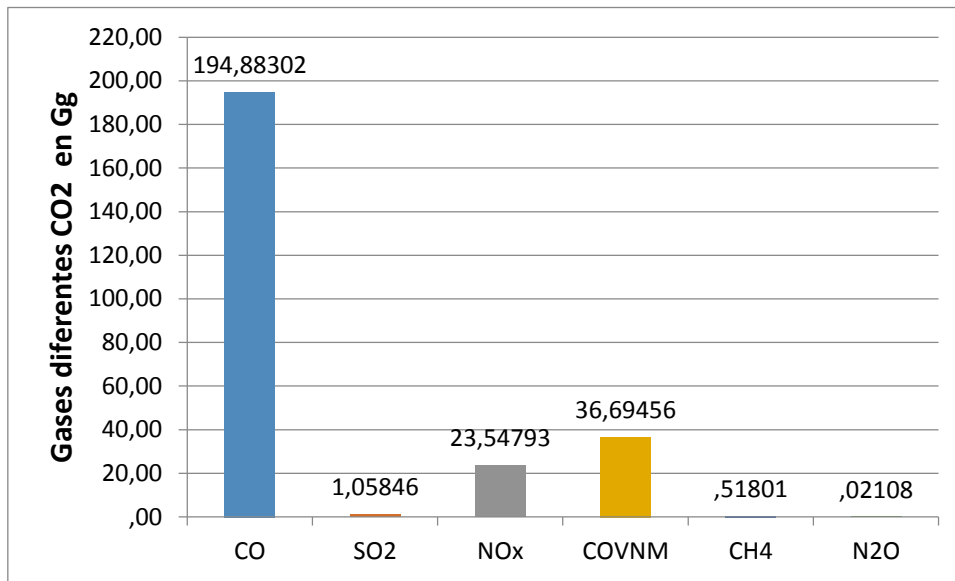
Elaboración propia

5.3 Emisiones de otros gases provenientes de la combustión de combustibles fósiles de fuentes móviles

El transporte, como fuente móvil, reporta un consumo de 23.029,2 TJ durante el año 2003. Este consumo generó emisiones de Monóxido de Carbono CO (194,88Gg), Dióxido de Azufre SO₂ (1,06Gg), Óxidos de Nitrógeno NO_x (23,55Gg), Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos COVNM (36,69Gg), Metano CH₄ (0,52Gg) y Óxido Nitroso N₂O (0,02Gg).

El Gráfico 3 ilustra la prevalencia de las emisiones de CO y, en menor porcentaje, de los COVNM, SO₂ y NO_x

Gráfico 3. Emisiones de Otros gases diferentes del CO₂ por fuentes móviles. DMQ, 2011



Elaboración propia

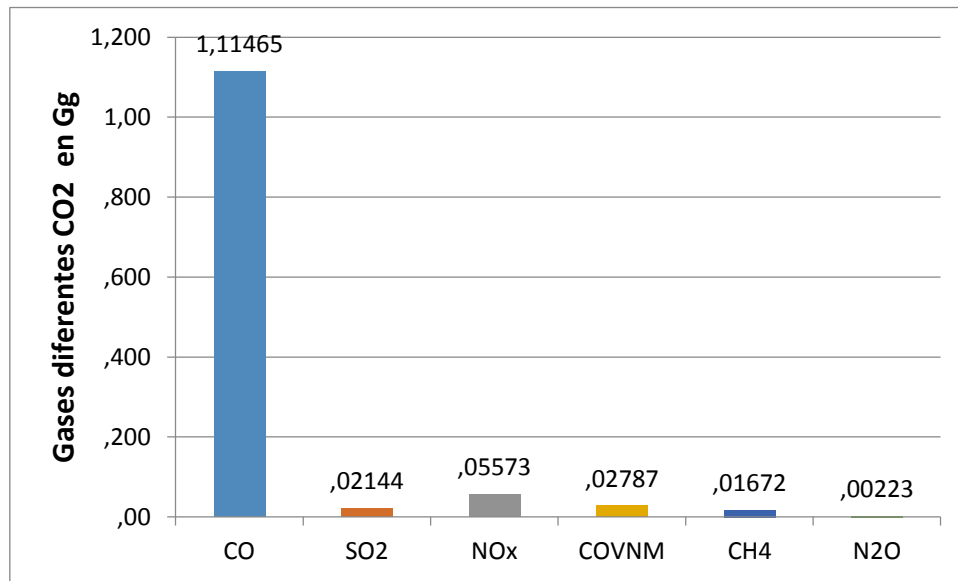
5.4 Emisiones de biomasa quemada para obtener energía

De acuerdo con la metodología utilizada para las estimaciones de las emisiones para el Distrito Metropolitano de Quito, las emisiones de CO₂ generadas por la quema de la biomasa no son incluidas en el inventario total. Esta situación es explicada por cuanto la regeneración anual de la biomasa es igual al consumo. Los datos son únicamente para información.

Con relación al enfoque de categoría de fuentes, el consumo de la madera durante el año 2011 fue de 557,3 TJ que corresponden a 31,16 Gg de emisiones CO₂. Las emisiones de los otros gases diferentes del CO₂ fueron: Monóxido de Carbono CO (1,11Gg), Dióxido de Azufre SO₂ (0,02Gg) Óxidos de Nitrógeno NO_x (0,06Gg), Compuestos Orgánicos Volátiles no Metánicos COVNM (0,03Gg), Metano CH₄ (0,02Gg) y Óxido Nitroso (0,002Gg)

El Gráfico 4 ilustra los resultados de las emisiones de gases distintos al CO₂ provenientes de la quema de biomasa, para el año 2011.

Gráfico 4. Emisiones de Otros gases diferentes del CO₂ por quema de biomasa. DMQ, 2011

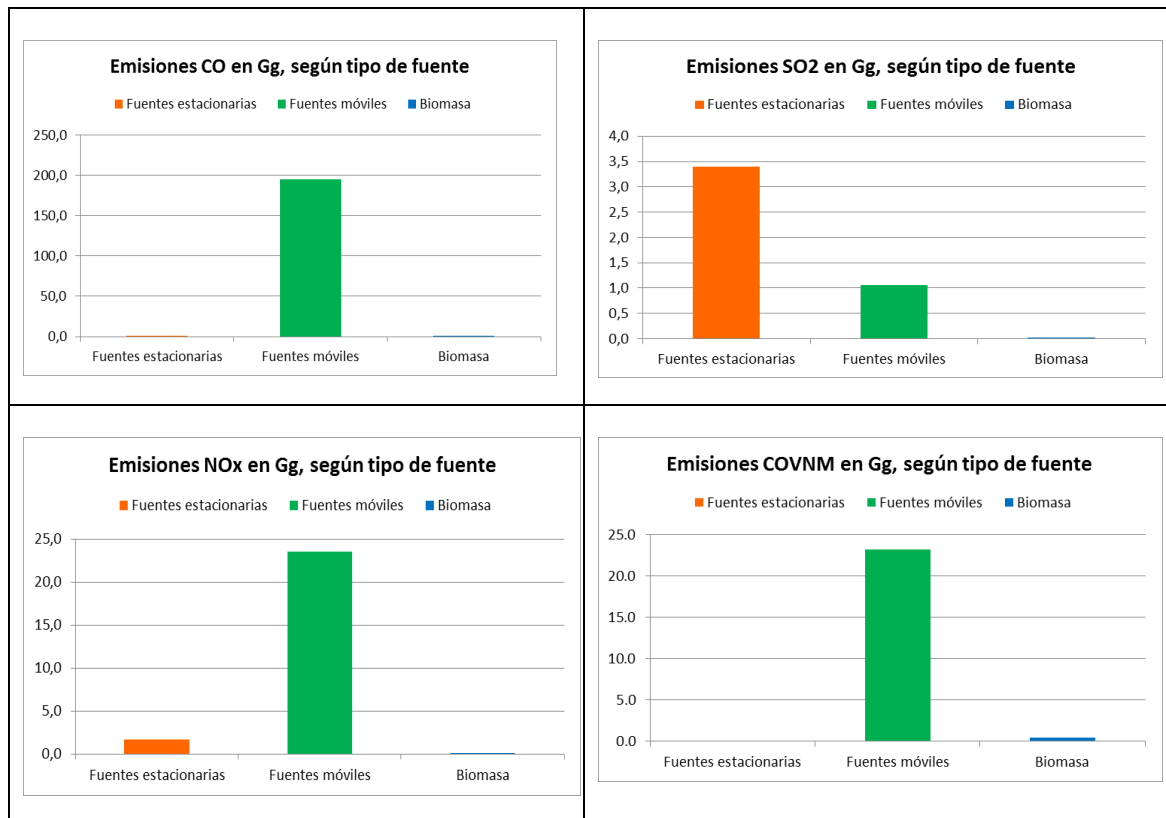


Elaboración propia

5.5 Emisiones totales gases diferentes al CO₂, Sector Energía DMQ 2011

Si bien las emisiones de Gases diferentes al CO₂ en el Sector Energía resultan prácticamente insignificantes respecto a las emisiones de CO₂ desde una perspectiva de potencial de calentamiento global, contaminantes como el CO son de suma importancia en análisis relacionados con calidad del aire y salud ambiental. Por esta razón, a continuación se presenta un gráfico comparativo de los contaminantes más importantes (CO, SO₂, NO_x, COVNM) para las fuentes analizadas, el cual permite observar de mejor manera qué sectores son los más contaminantes (Gráfico 5)

Gráfico 5. Emisiones de CO, SO₂, CH₄ y COVNM, según tipo de fuente



Como se observa en el gráfico 5, para todos los contaminantes analizados, con excepción del SO₂, la fuente más importante de emisión corresponde a las fuentes móviles. Esto resulta especialmente claro en el caso del CO, contaminante para el cual el aporte de las fuentes móviles es más de 100 veces más grande que el de las fuentes estacionarias o la quema de la biomasa, debido al tipo de combustión que se produce en los motores de los automóviles.

Por otro lado, en el caso del SO₂ la fuente principal de emisión son las fuentes estacionarias. Esto está directamente relacionado con el porcentaje de azufre que tienen los combustibles utilizados en procesos de combustión en industrias. Mientras que en el sector transporte el Diesel Premium tiene porcentajes de azufre menores a 500ppm (0.05%), el Diesel utilizado en las industrias tiene valores de alrededor de 0.35% y el Bunker, otro combustible utilizado en industrias, tiene porcentajes de azufre de alrededor del 1.9%. Esto explica el aporte de las fuentes estacionarias al total de las emisiones de SO₂, para el año 2011

En cualquier caso, los datos presentados ratifican la importancia de aplicar medidas de reducción de las emisiones totales de gases GEI provenientes de fuentes móviles. El gráfico 5 también muestra que, exceptuando las emisiones de SO₂, la segunda fuente en importancia corresponde a las fuentes estacionarias, principalmente asociada a los procesos de combustión en el sector residencial.

5.6 Las emisiones de GEI en el Sector. Año 2011

Durante el año 2011, el sector energético del Distrito Metropolitano de Quito registró un consumo de 58.558,8 TJ generando una emisión de 4.902,2 Gg de dióxido de carbono, del cual el 50,4 % corresponde al transporte terrestre y el 31,9% corresponde a la generación eléctrica. La Tabla 2 resume la distribución de las emisiones de todos los gases del efecto de invernadero considerados para el Inventario del Distrito Metropolitano de Quito.

Tabla 2 Emisiones de GEI en el Sector Energía, DMQ 2011

FUENTES	Emisiones GEI (directos e indirectos) del Sector Energía, DMQ 2011 en Gg/año						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVNM	SO ₂
Quema de combustibles	4902,2	0,6	0,03	25,7	196,3	36,8	4,5
Industrias de la Energía	1564,2	0,0	0,00	0,4	0,0	0,0	1,9
Industrias Manufactureras y de la Construcción	278,8	0,0	0,00	0,8	1,2	0,0	1,5
Transporte Terrestre	2469,0	0,5	0,02	23,5	194,9	36,7	0,0
Residencial	590,2	0,1	0,01	0,9	0,2	0,0	1,1

Elaboración propia

6 Análisis de las variaciones de las emisiones GEI en el Sector Energía, 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 Energía. Este análisis se lo realizará para el GEI CO₂ debido a que se trata del gas más importante para el sector energía y permite observar de manera clara las variaciones ocurridas.

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

El primer nivel de análisis que se ha aplicado se basa en la comparación de las emisiones totales de CO₂ del Sector Energía, para los años para los cuales se cuenta con resultados. A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos y las variaciones observadas.

Tabla 3. Comparación emisiones CO₂ Sector Energía, Inventarios 2003,2007 y 2011

	Emisiones CO₂ Gg	Variación frente a Inventario anterior (Gg)	Variación frente a Inventario anterior (%)
2003	2116,3		
2007	3063,0	946,7	44,7%
2011	4902,2	1839,1	60,0%

Elaboración propia

Al observar los resultados se observa un incremento de las emisiones del 60% entre los años 2011 y 2007, lo cual supera al 44,7% del periodo anterior. Sin embargo, este incremento no concuerda con el aumento que se produjo en este periodo en el consumo de combustibles fósiles. Este aumento se debe a que en los Inventarios 2007 y 2003 el Subsector Industrias de la Energía se calculó en base al consumo de combustibles fósiles en las centrales termoeléctricas del DMQ, mientras que en el 2011 se utilizaron los datos de consumo total de energía multiplicados por el factor de emisión de CO₂, lo cual permite obtener datos mucho más cercanos a la realidad, considerando el impacto que el consumo de energía eléctrica de la población de Quito tiene sobre la generación de emisiones GEI. Sin embargo, con fines comparativos, la tabla 4 presenta las emisiones totales de los años 2003, 2007 y 2011, considerando para el subsector Industrias de la Energía únicamente las emisiones de quema de combustibles en centrales termoeléctricas.

Tabla 4. Comparación emisiones CO₂ Sector Energía, Inventarios 2003,2007 y 2011 corregido

	Emisiones CO₂ Gg	Variación frente a Inventario anterior (Gg)	Variación frente a Inventario anterior (%)
2003	2116.3		
2007	3063.0	946.7	44.7%
2011	3501.7	438.7	14.3%

Elaboración propia

La presente tabla permite analizar de mejor manera las tendencias en el crecimiento de los GEI en el DMQ. Entre el 2007 y 2011 el aumento en las emisiones totales de CO₂ ha sido bastante inferior frente al periodo anterior (14,3% vs. 44,7%). Esto podría indicar una tendencia hacia una disminución en los porcentajes de crecimiento anual de las emisiones. Para determinar en qué subsectores se ha alcanzado estas disminuciones, en la siguiente sección se presenta un análisis comparativo de los subsectores de interés.

6.2 Variaciones en las emisiones totales de los Subsectores Transporte e Industrias/Residencial, 2003, 2007 y 2011

De acuerdo a lo descrito en el presente documento, el subsector Transporte es el de mayor aporte a las emisiones totales de CO₂. Además de esto, los subsectores Industrias de la Energía, Industrias de la Manufactura y Construcción y Residencial presentan valores relativamente estables de emisiones de CO₂⁴. Por esta razón, se ha decidido utilizar estos dos subsectores para realizar una comparativa sobre las variaciones observadas en el periodo 2003-2011. La tabla 5 presenta los resultados alcanzados.

Tabla 5. Tasas de crecimiento anual CO₂ para el Sector Energía, Periodos 2003-2007 y 2007-2011

Subsector	Emisiones CO ₂ en Gg/año			Tasa crecimiento anual Emisiones CO ₂ %	
	2003	2007	2011	2003-2007	2007-2011
Industrias Energía, Residencial Manufactura/Construcción	495.3	974.7	1032.7	18.4%	1.5%
Transporte	1621.0	2088.3	2469.0	6.5%	4.3%
Total	2116.3	3063.0	3501.7	9.7%	3.4%

Elaboración propia

Los resultados de la tabla 5 muestran una tendencia decreciente en el aumento de las emisiones de CO₂ de los subsectores analizados. En el caso de Industrias Energía, Manufactura/Construcción y Residencial se puede asumir que en el año 2003 existió una subestimación en los cálculos, ya que un crecimiento del 18,4% anual en las emisiones de CO₂ no se corresponde con la realidad. Para el periodo 2007-2011 se obtiene una tasa de crecimiento anual de las emisiones del 1,5%, lo cual se ajusta a la tasa de crecimiento poblacional en el DMQ. Esto significa que el aumento en este subsector está asociado básicamente al crecimiento de la población y al consiguiente incremento en la demanda de bienes y servicios.

Mientras tanto, en el subsector transporte se observa un fenómeno interesante. La tasa de crecimiento anual de las emisiones de CO₂ disminuyó del 6,5% (periodo 2003-2007) al 4,3% (periodo 2007-2011), a pesar de que la tasa de crecimiento del parque vehicular se mantiene alrededor del 5-6% (MDMQ, 2013). Por lo tanto, la disminución en este campo no está asociada a una menor compra de vehículos, sino que debe estar relacionada con medidas impuestas al tráfico vehicular; en este caso la medida de restricción vehicular pico y placa.

⁴ Estos 2 grupos de industrias (Energía y Manufactura/Construcción) y el subsector Residencial son analizadas dentro de un único grupo, ya que en el año 2003 parte del consumo de industrias de la energía se lo asignó a industrias de la Manufactura/Construcción. Para el 2011 se toma el dato de quema de combustibles en centrales termoeléctricas

Esta medida impide que, en horarios definidos en la mañana (7:00-9:30) y tarde (16:00-19:30), un 20% de los vehículos privados circule dentro de la zona urbana del DMQ, con lo cual se obtiene, además de una disminución en el tráfico vehicular, un descenso en las emisiones potenciales de CO₂. Para cuantificar esta disminución se han calculado las potenciales emisiones de CO₂ correspondientes al subsector transporte, de no existir la medida Pico y Placa. A continuación se presentan las tasas anuales de crecimiento en las emisiones, bajo las consideraciones descritas.

Tabla 6. Tasa de crecimiento anual CO₂ para el Sector Energía, Periodos 2003-2007 y 2007-2011 (sin medida de restricción vehicular Pico y Placa)

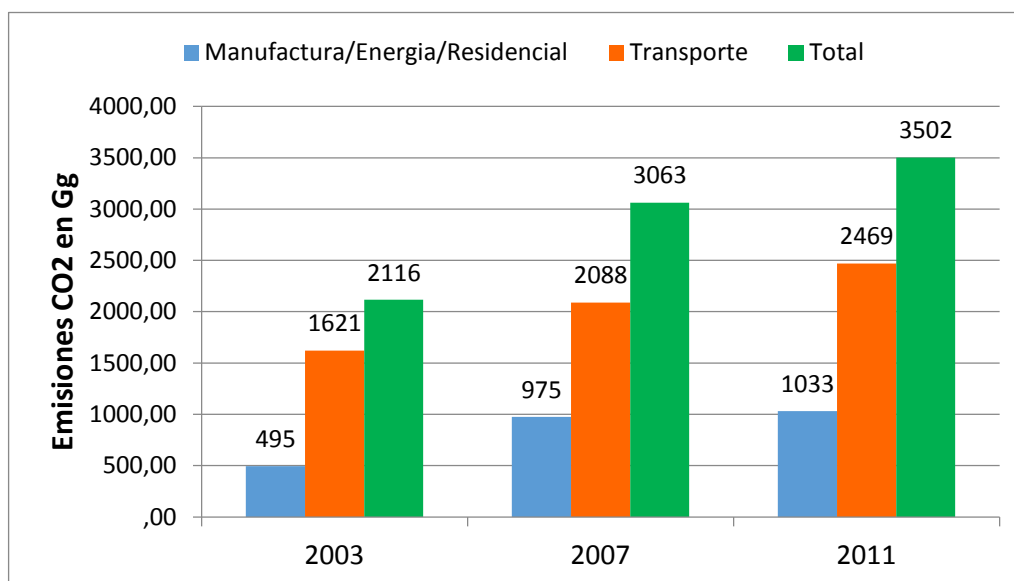
Subsector	Emisiones CO ₂ en Gg/año			Tasa crecimiento anual Emisiones CO ₂ %	
	2003	2007	2011	2003-2007	2007-2011
Industrias Energía, Residencial Manufactura/Construcción	495.3	974.7	1032.7	18.4%	1.5%
Transporte	1621.0	2088.3	2597.4	6.5%	5.6%
Total	2116.3	3063.0	3630.1	9.7%	4.3%

Elaboración propia

Como se observa en la tabla 6, de no haberse implementado la medida pico y placa la tasa de crecimiento anual de las emisiones de CO₂ del transporte se mantendría alrededor del 5,6%, correspondiente al crecimiento del parque vehicular. Esto muestra que se ha producido una disminución efectiva en las emisiones de CO₂ en este subsector. Sin embargo, esta tendencia puede invertirse en el tiempo, debido a un aumento en la compra de vehículos. Por esta razón es indispensable complementar esta medida con el fomento a transportes alternativos, el reemplazo del transporte privado por el transporte público y la reducción en los tiempos de viaje. En cualquier caso, este análisis muestra que los Inventario de Emisiones GEI locales son un excelente mecanismo para evaluar medidas asociadas al tráfico, desde una perspectiva ambiental.

Finalmente, cabe resaltar que, si bien los porcentajes de crecimiento en las emisiones anuales de CO₂ del Sector Energía han sufrido reducciones, esto no significa que se ha alcanzado un nivel de disminución neta de emisiones. Para alcanzar este ambicioso objetivo se deberán aplicar en el corto y mediano plazo medidas estructurales de mitigación del Cambio Climático, como son: cambio de la matriz energética (hacia una energía limpia y sustentable), utilización de sistemas de transporte urbano sustentable (como el proyecto Metro de Quito) y, principalmente, un cambio en los patrones de consumo, que fomenten la reducción del consumo de energía y materiales. Como resumen del análisis realizado en esta sección, el gráfico 6 presenta las emisiones de CO₂ para el Sector Energía en el DMQ, años base 2003, 2007 y 2011

Gráfico 6. Comparación Emisiones CO₂ Sector Energía DMQ, años base 2003, 2007 y 2011



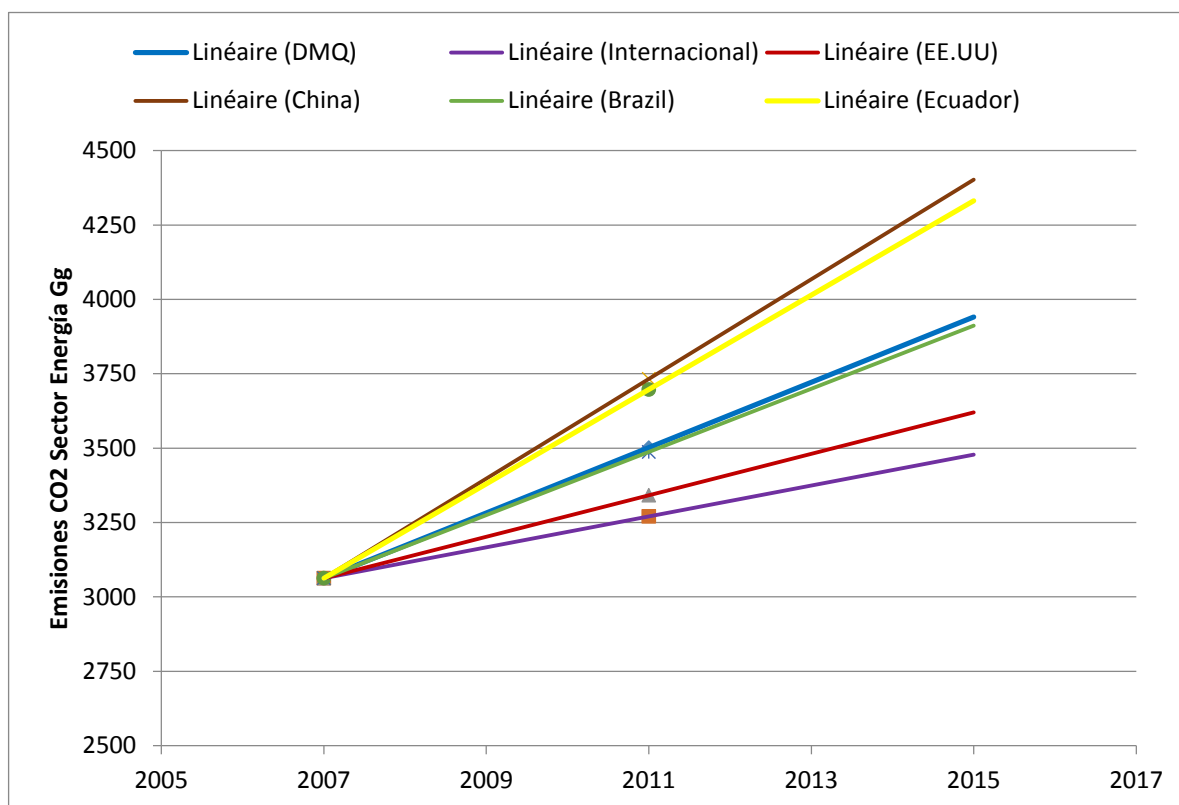
Elaboración propia

6.3 Tendencias en el crecimiento de las emisiones del Sector Energía, 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 Energía 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 y se han calculado las tasas de crecimiento anual de las emisiones GEI para este periodo. A continuación 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 7 presenta los resultados alcanzados.

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



Fuente: (IPCC, 2007b), (MAE, 2011b). Elaboración propia

Para este gráfico se han tomado valores de algunos países de interés como EE.UU y China (principales emisores de GEI a nivel mundial) y Brasil (economía emergente latinoamericana), así como el promedio mundial. De la misma manera, en el gráfico 7 se presentan las tendencias de Ecuador y el DMQ.

Al analizar el gráfico se observa que la tendencia de crecimiento de GEI en Ecuador en el Sector Energía es mayor a la del DMQ y similar a lo observado en China. Por otro lado, la tendencia del DMQ es mayor que la de EE.UU y la comunidad internacional. Sin embargo, al respecto se debe aclarar que los países en vías de desarrollo aumentan sus niveles de GEI más rápido que los países desarrollados, pero su contribución porcentual es muy pequeña respecto al total mundial. Las emisiones de GEI de Latinoamérica en el sector Energía alcanzaron menos del 4% del total (IPCC, 2007a). Por otro lado, las tendencias observadas en el DMQ se asemejan claramente a los resultados de Brasil. El DMQ tiene una tasa de crecimiento anual de las emisiones del 3,4%, frente al 3,3% en Brasil.

Como resumen de las observaciones de este gráfico se puede concluir que las emisiones GEI del Sector Energía en el DMQ crecen al nivel de una economía latinoamericana emergente como Brasil y, al mismo tiempo, son ligeramente inferiores a lo observado en el conjunto del Ecuador, cuyo comportamiento se asemeja a la tendencia de China.

Finalmente, la tendencia del DMQ es mayor que el promedio mundial, mismo que está definido principalmente por las emisiones totales de los países desarrollados (especialmente EE.UU y la Unión Europea).

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 específico 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 Energía para el DMQ, año base 2011, siguiendo la metodología IPCC 1996. A continuación se presentan los resultados para lo GEI considerados: CO₂ (4.902,2Gg); CH₄ (0,64Gg); N₂O (0,03Gg); CO (196,3Gg); SO₂ (4,5Gg); NO_x (25,7Gg) y COVNM (36,8Gg)

Cuantificar el aporte de los distintos subsectores del sector Energía 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 Energía. El transporte constituye el subsector más importante, con el 50,4%, seguido por la generación eléctrica, que alcanza el 31,9% de las emisiones. Los otros subsectores que aportan a las emisiones totales son el residencial (12%) y las industrias (5.7%).

A través de estos resultados se evidencia que las políticas de reducción de emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles deberían focalizarse en el transporte y la generación eléctrica. Esto coincide con políticas nacionales y locales planificadas para los próximos años, como son la construcción del Metro de Quito o el cambio de la matriz energética hacia energías más limpias y sustentables, a través de la construcción de Megaproyectos Hidroeléctricos y el fomento de Energías Alternativas

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 GEI del Sector Energía 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 ligeramente inferiores al promedio nacional, cuya tendencia resulta similar a la observada en un país como China. Por otro lado, la tendencia del DMQ coincide en un alto porcentaje con lo observado para una economía emergente como Brasil. Finalmente, el crecimiento de las emisiones GEI del DMQ es superior al promedio mundial, mismo que está marcado fundamentalmente por las emisiones totales de países desarrollados, principalmente EE.UU y la Unión Europea.

Este análisis permite determinar la situación del DMQ frente a realidades globales. Se debe tomar en cuenta que, en términos generales, las emisiones de CO₂ de los países en desarrollo aumentan más rápidamente que las de los países desarrollados. Sin embargo, su contribución a las emisiones totales a nivel mundial sigue siendo muy reducida.

Analizar las tendencias temporales de Emisiones de Gases del Efecto Invernadero del Sector Energía 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 Energía aumentaron a un nivel menor que en el periodo 2003-2007. La tasa de crecimiento anual de las emisiones se redujo de un 9,7% (2003-2007) a un 3,4% (2007-2011) Este fenómeno se observó de manera especialmente clara en el subsector transporte, principal emisor dentro del Sector Energía. En este subsector la tasa de crecimiento anual de las emisiones se redujo de un 6,5% (2003-2007) a un 4,3% (2007-2011), lo cual se debió principalmente a la aplicación de la medida de restricción vehicular pico y placa.

Si bien se pudo observar una disminución en el ritmo de crecimiento de las emisiones GEI del Sector Energía, no se puede asegurar que este comportamiento se mantenga en los próximos años. Esto dependerá de la aplicación y el cumplimiento de políticas públicas de reducción de emisiones GEI en los sectores de mayor aporte (transporte, generación eléctrica).

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 Energía proviene del transporte, seguido por el consumo de energía eléctrica

- 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 Energía existe la información base necesaria para obtener resultados con un alto nivel de confiabilidad. Instituciones tanto de carácter municipal (Secretaría de Ambiente, Secretaría de Movilidad) como estatal (EPPetroecuador, CONELEC), generan de manera continua datos con la adecuada desagregación temporal y espacial para la elaboración de Inventarios de Emisiones locales
- 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 diversas políticas públicas, 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 de Carbono locales, con excepción del Factor de Emisión del SNI. Si bien esta no es una responsabilidad directa de la Secretaría de Ambiente, sería importante generar alianzas con instituciones nacionales como MAE o EPPetroecuador para desarrollar investigaciones dirigidas a la obtención de dichos factores.
- Utilización de los Inventarios para evaluación de políticas públicas: Los Inventarios Sectoriales de Emisiones GEI deben convertirse en una herramienta de análisis de las políticas públicas ambientales 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 diversas políticas en la reducción neta de emisiones GEI en el sector Energía.

Bibliografía

- CORPAIRE, Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito. 2009. Inventario de Emisiones Del Distrito Metropolitano de Quito 2007. Quito, Ecuador: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- Höhne, Michel den Elzen and Niklas. 2008. "Reductions of greenhouse gas emissions in Annex I and non-Annex I countries for meeting concentration stabilisation targets." *Climate Change* no. 91:249-274.
- 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. 2011a. Fatcor de Emisión de CO2 del Sistema Interconectado del Ecuador al Año 2011. Quito, Ecuador.
- MAE, Ministerio del Ambiente. 2011b. *Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ecuador 2011*: Ministerio del Ambiente.
- MDMQ, Secretaría de Ambiente. 2013. Cálculo de Emisiones de Fuentes Vehiculares.
- MDMQ, Secretaría de Ambiente -. 2011. 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.