

INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO



**GASES DE EFECTO INVERNADERO Y
CARBONO NEGRO**

2010

Inventario de emisiones de la Zona
Metropolitana del Valle de México, 2010

Gases de Efecto Invernadero y Carbono Negro

Marcelo Luis Ebrard Casaubon
JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

Martha Teresa Delgado Peralta
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL DISTRITO FEDERAL

J. Víctor Hugo Páramo Figueroa
DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Jorge Sarmiento Rentería
DIRECTOR DE PROGRAMAS DE CALIDAD DEL AIRE E INVENTARIO DE EMISIONES

INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO

COORDINADORES

Saúl Rodríguez Rivera

Subdirector de Inventario y Modelación

Ma. Cristina Ruiz Ramírez

Subdirectora de Planeación y Evaluación de Programas de Calidad del Aire.

EDICIÓN E INTEGRACIÓN DEL DOCUMENTO

Patricia Camacho Rodríguez

Petra Paz Ramírez

Saira Mendoza Pelcastre

Saúl Rodríguez Rivera

DESARROLLO TÉCNICO DE LA INFORMACIÓN

Francisco Hernández Ortega

María del Carmen Mendoza Pelcastre

María Cristina Ruiz Ramírez

María Magdalena Armenta Martínez

Miguel Ángel Flores Román

Patricia Camacho Rodríguez

Petra Paz Ramírez

Rosa Daniela Vázquez Samperio

Saira Mendoza Pelcastre

Saúl Pablo Siles Tapia

Saúl Rodríguez Rivera

Valeri Adriana Reyes Ramos

REVISIÓN: Jorge Sarmiento Rentería, Saúl Rodríguez Rivera, Patricia Camacho Rodríguez

DISEÑO DE PORTADA E INTERIORES: Ivalu Loya Moreno, Miguel Ángel Flores Román

D.R. © Secretaría del Medio Ambiente
Gobierno del Distrito Federal
Agricultura 21, 1er. Piso, Col. Escandón,
Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11800
www.sma.df.gob.mx/inventario_emisiones/
Primera edición 2012

Presentación	6
Agradecimientos	7
Introducción	9
Zona Metropolitana del Valle de México	11
1.1. Consumo energético	11
Sector industrial	12
Servicios y comercios	13
Sector habitacional	13
Fuentes móviles	14
Inventario de emisiones de GEI y carbono negro	15
2.1. Emisiones totales de GEI y carbono negro	16
Emisiones anuales de CO ₂ equivalente	18
Distribución espacial de emisiones	20
Emisiones de GEI y carbono negro por sector	23
3.1. Emisiones de GEI y carbono negro	23
3.2. Sector industrial	24
3.3. Sector comercios y servicios	26
3.4. Sector habitacional	27
3.5. Disposición y manejo de residuos	28
3.6. Fuentes móviles	29
Flota vehicular y emisiones de compuestos de efecto invernadero	29
Emisiones de gasolina y diesel por estrato tecnológico	31
Emisiones de las fuentes móviles por tipo de uso	32
Algunas estrategias de mitigación de emisiones de GEI	35
4.1. Principales fuentes emisoras de compuestos de efecto invernadero	35
4.2. Estrategias de mitigación de emisiones	37
Reducción de la generación de basura	37
Reducción del consumo de combustible en aseo personal	37
Uso de calentadores solares de agua	39
Equipamiento y consumo de energía eléctrica en el sector habitacional	40
Iluminación eficiente en las viviendas	41
Aplicación de la norma de aprovechamiento de energía solar	41
Alumbrado público eficiente	42
Semáforos	42

Conclusiones y Recomendaciones	43
5.1 Conclusiones	43
5.2 Recomendaciones	44
Bibliografía	45
Anexo I. Zona Metropolitana del Valle de México	
Anexo II. Sector industrial	
Anexo III. Fuentes móviles	

Presentación

El cambio climático es un problema ambiental que presenta un desafío a superar por la sociedad en general, pues a medida que aumentan las concentraciones de gases de efecto invernadero, los cambios en el clima se tornan más agresivos. Entre dichos cambios se pueden mencionar el aumento de la temperatura, sequías o lluvias intensas, disminución de la biodiversidad, daño en cultivos con sus respectivas consecuencias económicas y sociales, entre otros.

Se estima que en las ciudades se genera más del 70% de las emisiones mundiales de GEI (ICLEI y C40, 2012), por lo que los gobiernos locales han establecido una serie de estrategias para mitigar la generación de dichos gases.

Además de los GEI, existen contaminantes que conservan el calor en la atmósfera, como el carbono negro (CN)¹, el cual tiene un potencial de retención 460 veces mayor que el dióxido de carbono (CO₂), siendo parte importante en el calentamiento global.

El Gobierno del Distrito Federal, en el marco del Plan Verde, ha instrumentado el Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM) 2008-2012, el cual integra las principales acciones que se realizan en la Ciudad para reducir las emisiones de GEI. Asimismo, en el ámbito internacional, derivado del Pacto Climático Global de Ciudades (Pacto de la Ciudad de México), se ha comprometido a la reducción de las emisiones de GEI, al desarrollo de programas de adaptación al clima y a la promoción de la cooperación entre ciudades.

Para identificar las fuentes generadoras de estos compuestos y fortalecer la instrumentación de medidas que reduzcan sus emisiones, el Gobierno del Distrito Federal ha desarrollado el presente *Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Carbono Negro de la ZMVM del año 2010*.

Este documento presenta las emisiones de GEI y carbono negro generadas en la Zona Metropolitana del Valle de México, así como las emisiones en toneladas de CO₂ equivalente, además se muestra su distribución espacial y se analizan las emisiones por sector, destacando las categorías de mayor emisión.

MARTHA DELGADO PERALTA
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE

¹ Es un componente de las partículas, con importantes efectos en el cambio climático debido a su propiedad refractaria y a su capacidad de absorber luz para convertirla en calor.

Agradecimientos

La Dirección de Programas de Calidad del Aire e Inventario de Emisiones, adscrita a la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, agradece a las siguientes instituciones por sus aportes de información:

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) - Dirección General Adjunta de Finanzas y Operación– Subdirección de Operaciones ASA/Gerencia de Informática y Estadística,
- Cámara Nacional de la Industria de Artes Gráficas (CANAGRAF),
- Cámara Nacional de la Industria de Baños y Balnearios (CANAIBAL),
- Comisión Nacional Forestal – Regional Estado de México,
- Dirección Ejecutiva de Operación del Sistema de Aguas de la Ciudad de México,
- Dirección General del Heroico Cuerpo de Bomberos del Gobierno del Distrito Federal,
- Ferrocarril y Terminal del Valle de México, S.A. de C.V.-Dirección de Operación,
- PEMEX Refinación-Gerencia de Coordinación Comercial/Subgerencia de la Administración de la Demanda,
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica-Gerencia de Comercialización de Gas LP en la ZMVM/Subgerencia de Mercado Nacional,
- Planta de Asfalto del Gobierno del Distrito Federal,
- Red de Transporte de Pasajeros del Gobierno del Distrito Federal,
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Delegación Distrito Federal-Centro de Estadística Agropecuaria,
- Secretaría de Energía - Dirección de Enlace, Estadística y Asuntos Especiales de la Dirección General de Gas LP,
- Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal,
- Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal,
- Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México,
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal,
- Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros-Metrobús.

Introducción

La elaboración de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (GEI) ha adquirido importancia debido a la necesidad de realizar propuestas de mitigación de sus emisiones, ya que estos gases son los responsables del cambio climático, así mismo, a través de estos instrumentos técnicos se pueden identificar las fuentes generadoras y ubicar áreas de oportunidad para la reducción de emisiones.

Los inventarios de emisiones de GEI y los estudios de cambio climático se han enfocado a los principales gases, que son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Sin embargo, recientemente el carbono negro (CN) proveniente de las partículas suspendidas, se ha identificado como otro de los compuestos de alto potencial de calentamiento (Bond, T. C., 2007).

En la Cuarta Comunicación de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), las autoridades federales mexicanas informaron que nuestro país generó un total de 711.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el año 2006, que representan el 1.5% de las emisiones mundiales estimadas (SEMARNAT-INE, 2009).

Asimismo, con la finalidad de colaborar en el desarrollo de estos inventarios, el Gobierno de la Ciudad de México durante la Cumbre Climática Mundial de Alcaldes firmó voluntariamente el “Pacto de la Ciudad de México” comprometiéndose con ello a desarrollar y registrar su inventario de emisiones de GEI, así como su desempeño en cuanto a la reducción de las mismas en el Registro Climático de las Ciudades carbonⁿ®. Como respuesta a lo anterior, se desarrolló el primer inventario de emisiones de GEI para el Distrito Federal año 2010, en donde las emisiones se presentan en dos grandes apartados, en emisiones generadas por la comunidad y las generadas por el gobierno.

Para dar continuidad al desarrollo y actualización bianual de los inventarios de emisiones de GEI y carbono negro de la ZMVM, se elaboró el presente documento con información del año 2010, en el cual se reporta que las fuentes ubicadas dentro de la ZMVM, generan 54.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente y representan el 7.7% de las emisiones nacionales de GEI reportadas por la federación en la Cuarta Comunicación de México ante la UNFCCC.

Zona Metropolitana del Valle de México

Para este inventario de emisiones, la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), se consideró como la región integrada por 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios del Estado de México (GODF, 2006), en la cual se consumieron 706 Petajoules de energía para satisfacer las demandas de transporte y servicios de la población (ver Figura 1.1).

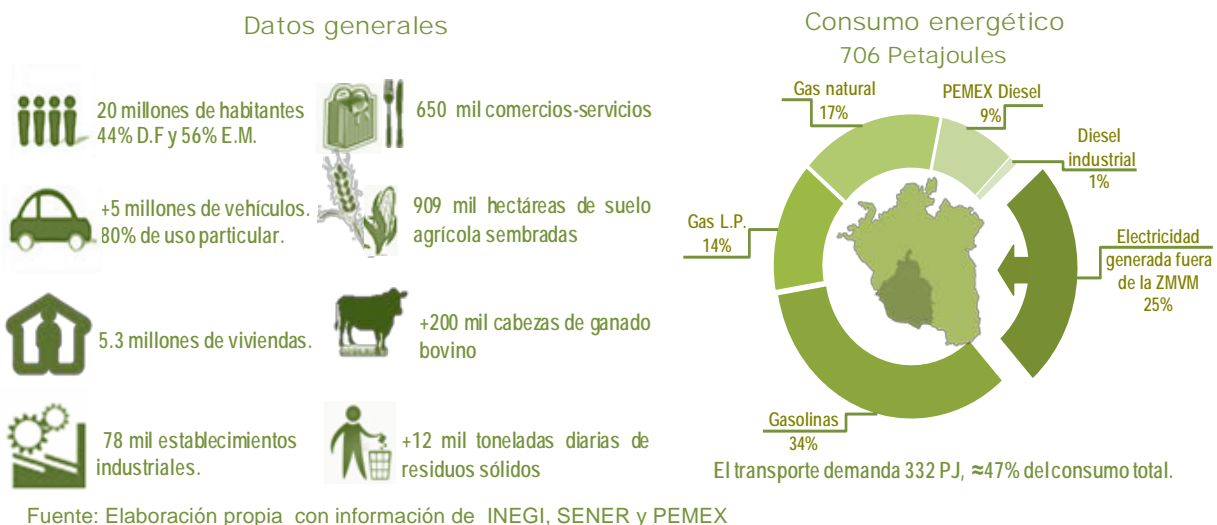


Figura 1.1 Aspectos generales de la ZMVM-2010

1.1. Consumo energético

Gran parte de la generación de emisiones de GEI y carbono negro en la ZMVM, está asociada con la transformación de combustibles fósiles en energía. En el año 2010, la quema de éstos generó 527 PJ, lo que equivale a un consumo promedio de 45 millones de litros de gasolina por día. Cabe mencionar que el transporte es el sector de mayor demanda, teniendo como insumos principales a las gasolininas y al diesel. Además, se utilizaron 179 PJ por concepto de electricidad, la cual proviene de otras regiones del país. Ver Tabla 1.1, donde se presenta el consumo energético para el año 2010.

Tabla 1.1 Consumo energético en la ZMVM-2010

Tipo de energético	Energía disponible	
	[PJ]	[%]
Gasolina Premium	19	3
Gasolina Magna	223	31
Diesel industrial bajo azufre	4	1
PEMEX Diesel	64	9
Gas natural*	117	17
Gas L.P.	100	14
Electricidad generada fuera de la ZMVM	179	25
Total ZMVM	706	100

Nota: No incluye turbosina, ya que la mayoría se consume fuera de la ZMVM y por encima de la capa de mezclado.

*Incluye 55 PJ de energía, utilizados por la industria de generación de electricidad en la ZMVM.

En la Figura 1.2 se representa el consumo energético de combustibles fósiles por sector, observándose que el transporte es el mayor consumidor de energía, en particular por la quema de gasolina y diesel. En el sector industrial predomina el uso de gas natural y de electricidad; en el caso de los sectores residencial y comercial, el consumo se satisface básicamente con electricidad y gas licuado de petróleo (gas L.P.).

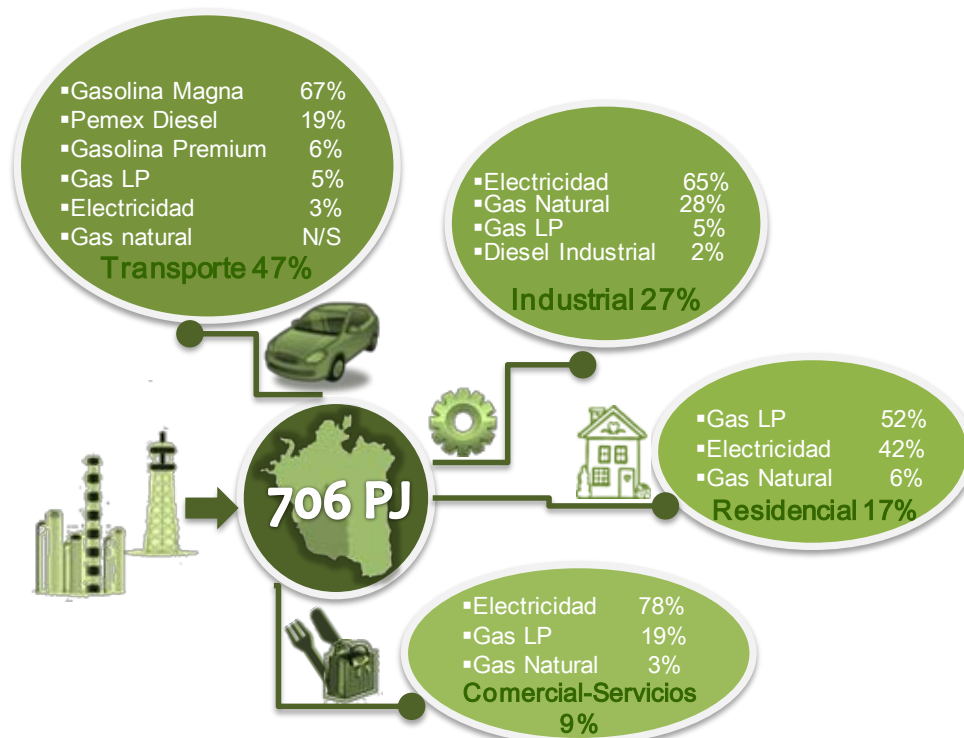


Figura 1.2 Consumo energético por sector, ZMVM-2010

Sector industrial

Debido a la problemática de calidad del aire que se presentaba en la década de 1980 en la Ciudad de México y su zona conurbada, el gobierno impulsó un proceso de descentralización de la actividad industrial para bajar los altos niveles de contaminación que se alcanzaron. No obstante, las emisiones de la industria ubicada en la ZMVM siguen impactando significativamente en la calidad del aire debido a su consumo energético, por lo cual genera emisiones considerables de compuestos de efecto invernadero. La Figura 1.3 muestra el consumo anual energético del sector industrial.

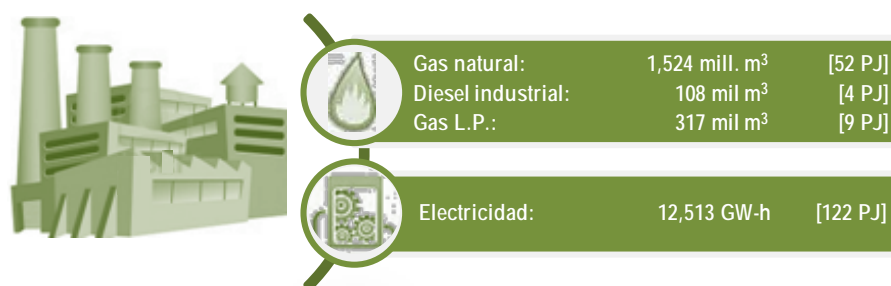


Figura 1.3 Consumo energético del sector industrial, ZMVM-2010

Servicios y comercios

Las actividades comerciales y de servicios tienen una participación cada vez mayor en la economía nacional, y se han concentrado esencialmente en las zonas urbanas. Con base en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) se sabe que al año 2010, la ZMVM concentraba poco más de 650 mil establecimientos agrupados en este sector, de los cuales, el 58% son comercios y el resto servicios.

En la Figura 1.4 se muestra el consumo de combustible y de electricidad de los comercios y servicios ubicados en la ZMVM, en la cual se observa que la demanda de energía es cubierta principalmente con electricidad y gas licuado de petróleo.

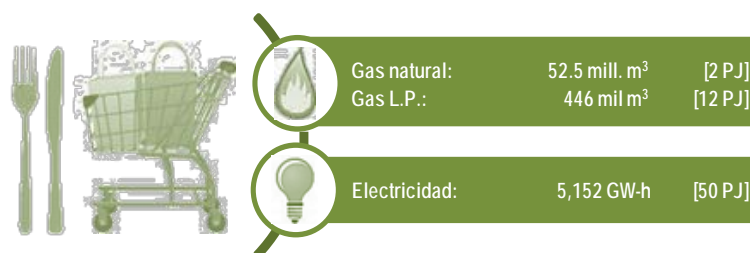


Figura 1.4 Consumo energético de los servicios y comercios, ZMVM-2010

Sector habitacional

Al año 2010, la ZMVM contaba con más de cinco millones de viviendas, de las cuales el 47% (2.4 millones) se ubican en el Distrito Federal y el resto en los 59 municipios conurbados del Estado de México (INEGI, 2011). Además de tener un lugar relevante en el desarrollo urbano de la ZMVM, la vivienda representa uno de los sectores con mayor consumo de gas licuado de petróleo, utilizado principalmente en actividades cotidianas como la cocción de alimentos y el calentamiento de agua, sumando a lo anterior, la demanda de grandes cantidades de energía eléctrica para la iluminación y el uso de electrodomésticos.

En promedio, el 98% de las viviendas ubicadas en la ZMVM cuenta con electricidad y consume algún tipo de combustible fósil para satisfacer sus necesidades. En la Figura 1.5 se muestran los consumos de combustibles y electricidad del sector habitacional.

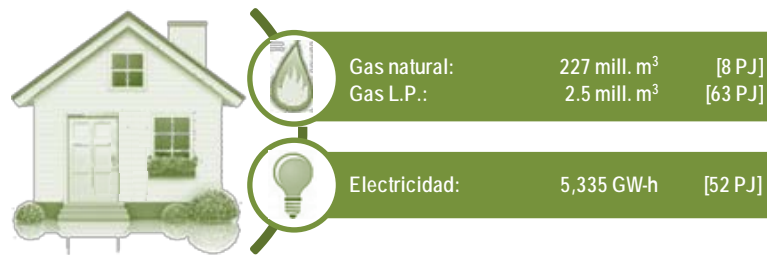


Figura 1.5 Consumo energético del sector habitacional, ZMVM-2010

Fuentes móviles

La problemática mundial de movilidad en las grandes ciudades en vías de desarrollo, se relaciona con la gran densidad poblacional, la creciente motorización y la falta de infraestructura vial (Casado, J. M., 2008). De acuerdo con la Encuesta Origen-Destino de la ZMVM 2007 (GDF, INEGI y GEM, 2007), cada día hábil se llevan a cabo 22 millones de viajes, de los cuales, 14.8 millones se realizan en transporte público y el resto en vehículos privados principalmente.

De los más de 5 millones de vehículos registrados en la ZMVM, los de uso particular representan el 80% y consumen principalmente gasolina. El 7% de la flota está constituida por unidades de transporte público de pasajeros y el resto de los vehículos son unidades de carga, los cuales utilizan diesel en su mayoría. En la Figura 1.6 se muestra el consumo de combustibles y de electricidad de las fuentes móviles que circulan por vialidades (sector transporte) y en la Tabla 1.2 el parque vehicular por tipo de combustible.

Tabla 1.2 Flota vehicular de la ZMVM por tipo de vehículo y combustible

Tipo de vehículo	Gasolina	Diesel	GLP	GN	ZMVM
Autos particulares	3,061,791	2,053	2,556	13	3,066,413
Camionetas particulares SUV	756,307	4,347	4,336	22	765,012
Taxis	200,557	204	8	0	200,769
Combis	44,062	1,581	144	14	45,801
Microbuses	15,097	1,681	14,351	496	31,625
Pick Up y camionetas de carga de hasta 3.8 t	407,772	11,081	6,437	7	425,297
Tractocamiones	N/A	69,782	N/A	N/A	69,782
Autobuses	964	45,346	698	1	47,009
Vehículos de carga pesados de más de 3.8 t	90,841	53,084	19,061	5	162,991
Motocicletas	209,686	N/A	N/A	N/A	209,686
Metrobús	N/A	233	N/A	N/A	233
Total	4,787,077	189,392	47,591	558	5,024,618

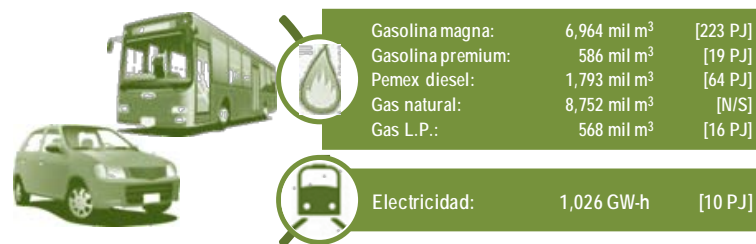


Figura 1.6 Consumo energético de las fuentes móviles que circulan por vialidades, ZMVM-2010

Inventario de emisiones de GEI y carbono negro

El presente inventario se ha enfocado a la estimación de emisiones de los principales gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso), así como a la estimación de carbono negro proveniente de las partículas finas. A continuación se describen brevemente los cuatro contaminantes antes mencionados.

Dióxido de Carbono (CO₂)

Aunque es generado de forma natural como parte de la descomposición de la materia vegetal y durante la respiración humana, las concentraciones de este gas en la atmósfera terrestre se han incrementado a nivel mundial, debido a las actividades realizadas dentro de las grandes ciudades, en particular por la quema de combustibles.

Metano (CH₄)

El metano es generado básicamente durante la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas, y en menor proporción, por la quema de combustibles fósiles. La capacidad de este gas para retener la radiación infrarroja y potenciar el efecto invernadero en la atmósfera, indica que 1 kilogramo de CH₄ es igual a 25 kilogramos de CO₂.

Óxido Nitroso (N₂O)

El óxido nitroso se genera por el desarrollo de actividades antropogénicas, tales como: la combustión de gas natural en las industrias, de gasolina y diesel en los motores de combustión interna y las actividades agropecuarias. El potencial de calentamiento para 1 kilogramo de N₂O es de 298 kilogramos de CO₂.

Carbono Negro (CN)

En los análisis de carbono negro existen diversas definiciones sobre las características que posee y su capacidad de contaminación. Sin embargo, se sabe que el carbono contenido en las partículas finas se puede encontrar en tres formas: el carbono orgánico (CO), un componente refractario conocido como carbono elemental (CE) y el ión carbonato ([CO₃]⁻²).

Inventario de emisiones de la ZMVM

Para el inventario de emisiones, el carbono negro se define como la fracción de las partículas que tiene la capacidad de absorber luz y se deduce que es equivalente al carbono elemental (Battye, W., *et al.*, 2002 y Reisinger, P., *et al.*, 2007). Se estima que el carbono negro tiene un potencial de calentamiento 460 veces mayor que el CO₂ (ICCT², 2009) y es considerado un aerosol primario, por lo que también presenta un forzamiento radiativo negativo (IPCC, 2007).

La generación de carbono negro se asocia principalmente a la quema de combustibles fósiles y de biomasa. En términos de ciencias atmosféricas, el carbono elemental también es conocido como la fracción de carbono que es oxidado durante los procesos de combustión y es referido como parte de las partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5), en ocasiones también se le llama hollín.

Metodología de cálculo

La metodología empleada para el cálculo de emisiones de GEI del presente inventario, se basó en la establecida por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) en los siguientes documentos:

- *Directrices para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006).*
- *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre, en los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2000).*

Las emisiones de carbono negro fueron estimadas con factores de emisión del modelo Mobile 6 México (U.S. EPA, 2003) y con perfiles de especiación de las PM2.5 (ARB, 2010, U.S. EPA, 2011 y Battye, W., *et al.*, 2002).

1.2. Emisiones totales de GEI y carbono negro

En el año 2010, la ZMVM generó 43.6 millones de toneladas de dióxido de carbono, casi 4 mil toneladas de óxido nítrico y un poco más de 2 mil toneladas de carbono negro, las cuales provienen en su mayoría de la quema de combustibles fósiles del sector industrial y de las fuentes móviles. Además, se estimaron más de 397 mil toneladas de metano asociadas básicamente a la descomposición de la materia orgánica. En la Tabla 2.1 se muestran las emisiones de GEI y carbono negro de los principales sectores contaminantes y en la Tabla 2.2 las emisiones desagregadas por subsector.

Tabla 2.1 Emisiones de GEI y carbono negro por sector, ZMVM-2010

Sector	Emisiones [t/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Industrial	11,899,876	497	15	165
Servicios y comercios	845,392	70	2	3
Habitacional	4,539,236	597	10	18
Fuentes móviles	22,428,222	2,558	1,520	1,535
Ganadería	N/A	13,150	40	N/A
Disposición de residuos	859,943	374,121	N/S	N/A
Otras fuentes	3,044,400	6772	2332	289
Total	43,617,069	397,765	3,919	2,010

N/S: No significativo N/A: No aplica

²The International Council on Clean Transportation. El valor de potencial de calentamiento es una estimación del IPCC, sin embargo no es oficial ya que no fue publicado.

Tabla 2.2 Emisiones de GEI y carbono negro desagregadas por subsector, ZMVM-2010

Sector/Subsector	Emisiones [t/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Industrial	11,899,876	497	15	165
Industria alimentaria	716,502	11	2	7
Industria de las bebidas y del tabaco	157,688	2	N/S	2
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	177,019	5	1	5
Fabricación de prendas de vestir	234,811	1	N/S	4
Industria del papel	718,029	12	1	14
Impresión e industrias conexas	61,468	1	N/S	1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	30,596	N/S	N/S	0
Industria química	811,668	20	2	14
Industria del plástico y del hule	257,597	4	1	2
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,983,334	29	2	47
Industrias metálicas básicas	2,018,485	343	N/S	7
Fabricación de productos metálicos	418,936	3	N/S	4
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	147,252	2	N/S	2
Fabricación de equipo de transporte	453,909	2	N/S	2
Fabricación de muebles, colchones y persianas	123,968	N/S	N/S	N/S
Otras industrias manufactureras	340,735	4	N/S	9
Generación de energía eléctrica	3,247,879	58	6	45
Servicios y comercios	845,392	70	2	3
Combustión	845,392	67	2	3
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	3	N/A	N/A
Habitacional	4,539,236	597	10	18
Combustión	4,539,236	548	10	18
Fugas en instalaciones a GLP	N/A	26	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de GLP	N/A	23	N/A	N/A
Fuentes móviles	22,428,222	2,558	1,520	1,535
Autos particulares	7,936,621	1,036	575	70
Camionetas particulares SUV	2,580,729	273	284	23
Taxis	2,506,975	256	187	25
Vagonetas y Combis	974,924	101	81	9
Microbuses	1,260,022	137	61	17
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 t	2,184,401	303	174	20
Tractocamiones	1,016,117	4	3	904
Autobuses	2,159,207	16	9	163
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	1,662,039	217	131	282
Motocicletas	117,794	215	15	18
Metrobús	29,393	N/S	N/S	4
Ganadería	N/A	13,150	40	N/A
Fermentación entérica	N/A	12,647	N/A	N/A
Manejo de estiércol	N/A	503	40	N/A
Disposición de residuos	859,943	374,121	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	859,943	313,416	N/A	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	60,705	N/S	N/A
Otras fuentes	3,044,400	6,772	2,332	289
Total	43,617,069	397,765	3,919	2,010

En la Tabla 2.2, N/S: No significativo, N/A: No aplica, HCNQ: Hidrocarburos no quemados.

Nota: Puede existir variación en el total, debido al redondeo de cifras

Inventario de emisiones de la ZMVM

En la Tabla 2.2 se observa que los grandes generadores de GEI son los vehículos de uso particular (autos y camiones SUV³), aportando anualmente 10.5 millones de toneladas de dióxido de carbono, así como los rellenos sanitarios con una emisión anual de 313 mil toneladas de metano. Referente a las 2,010 t/año de carbono negro que se generan en la ZMVM, la mayoría (1,350 t/año) proviene de tres categorías de fuentes móviles, los tractocamiones (45%), los vehículos de carga de más de 3.8 toneladas (14%) y los autobuses (8%); debido a esto, el control de carbono negro se puede dirigir a dichos vehículos, que consumen diesel principalmente.

Emisiones anuales de CO₂ equivalente

Con la finalidad de conjuntar las emisiones de los gases de efecto invernadero, en la Tabla 2.3 se presentan las emisiones de estos gases en unidades de CO₂ equivalente⁴, y se puede mencionar que las fuentes ubicadas dentro de la ZMVM, generan anualmente 54.7 millones de toneladas equivalentes de dióxido de carbono.

Según estimaciones de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, nuestro país emite 711.6 millones de toneladas de CO₂ equivalente (SEMARNAT-INE, 2009), lo que significa que la ZMVM aporta el 7.7% de estas emisiones.

Tabla 2.3 Emisiones equivalentes de GEI por sector, ZMVM-2010

Sector	Emisiones de GEI [toneladas de CO ₂ -equivalente/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Industrial	11,899,876	12,425	4,470	11,916,771
Servicios y comercios	845,392	1,755	596	847,743
Habitacional	4,539,236	14,925	2,980	4,557,141
Fuentes móviles	22,428,222	63,950	452,960	22,945,132
Ganadería	N/A	328,749	11,920	340,669
Disposición de residuos	859,943	9,353,025	N/S	10,212,968
Otras fuentes*	3,044,400	169,300	694,936	3,908,636
Total	43,617,069	9,944,129	1,167,862	54,729,060

*Las emisiones de GEI y CN por otras fuentes se presentan en el Anexo

Con la finalidad de ampliar el análisis conjunto de los gases de efecto invernadero, en la Tabla 2.4 se muestran las emisiones desagregadas en unidades de CO₂ equivalente. En esta tabla se puede observar que a diferencia de las emisiones de carbono negro, donde más del 50% de su generación lo aportan los camiones pesados que utilizan diesel como combustible, las emisiones de GEI son generadas por varias fuentes, las cuales son, en orden de importancia: los rellenos sanitarios, los autos particulares, la combustión habitacional y la generación de energía eléctrica, entre los principales.

³ Sport Utility Vehicle

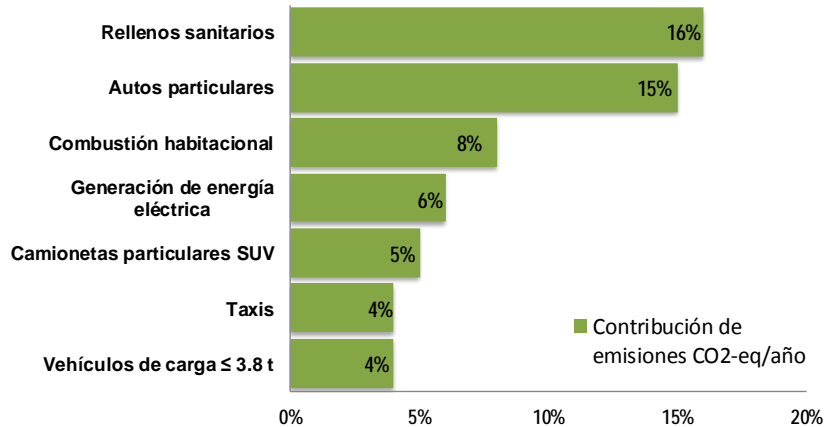
⁴ Para esto se utilizaron sus respectivos potenciales de calentamiento global: CO₂=1, CH₄=25 y N₂O=298

Tabla 2.4 Inventario de emisiones de GEI en toneladas de CO₂ equivalente, ZMVM-2010

Sector/Subsector	Emisiones [toneladas de CO ₂ equivalente/año]				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total	
Industrial	11,899,876	12,425	4,470	11,916,771	21.8%
Industria alimentaria	716,502	275	596	717,373	1.3%
Industria de las bebidas y del tabaco	157,688	50	N/S	157,738	0.3%
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	177,019	125	298	177,442	0.3%
Fabricación de prendas de vestir	234,811	25	N/S	234,836	0.4%
Industria del papel	718,029	300	298	718,627	1.3%
Impresión e industrias conexas	61,468	25	N/S	61,493	0.1%
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	30,596	N/S	N/S	30,596	0.1%
Industria química	811,668	500	596	812,764	1.5%
Industria del plástico y del hule	257,597	100	298	257,995	0.5%
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,983,334	725	596	1,984,655	3.6%
Industrias metálicas básicas	2,018,485	8,575	N/S	2,027,060	3.7%
Fabricación de productos metálicos	418,936	75	N/S	419,011	0.8%
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	147,252	50	N/S	147,302	0.3%
Fabricación de equipo de transporte	453,909	50	N/S	453,959	0.8%
Fabricación de muebles, colchones y persianas	123,968	N/S	N/S	123,968	0.2%
Otras industrias manufactureras	340,735	100	N/S	340,835	0.6%
Generación de energía eléctrica	3,247,879	1,450	1,788	3,251,117	5.9%
Servicios y comercios	845,392	1,755	596	847,743	1.5%
Combustión	845,392	1,680	596	847,668	1.5%
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	0	0.0%
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	75	N/A	75	0.0%
Habitacional	4,539,236	14,925	2,980	4,557,141	8.3%
Combustión	4,539,236	13,700	2,980	4,555,916	8.3%
Fugas en instalaciones a GLP	N/A	650	N/A	650	0.0%
HCNQ en la combustión de GLP	N/A	575	N/A	575	0.0%
Fuentes móviles	22,428,222	63,950	452,960	22,945,132	41.9%
Autos particulares	7,936,621	25,900	171,350	8,133,871	14.9%
Camionetas particulares SUV	2,580,729	6,825	84,632	2,672,186	4.9%
Taxis	2,506,975	6,400	55,726	2,569,101	4.7%
Vagonetas y Combis	974,924	2,525	24,138	1,001,587	1.8%
Microbuses	1,260,022	3,425	18,178	1,281,625	2.3%
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 t	2,184,401	7,575	51,852	2,243,828	4.1%
Tractocamiones	1,016,117	100	894	1,017,111	1.9%
Autobuses	2,159,207	400	2,682	2,162,289	4.0%
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	1,662,039	5,425	39,038	1,706,502	3.1%
Motocicletas	117,794	5,375	4,470	127,639	0.2%
Metrobús	29,393	N/S	N/S	29,393	0.1%
Ganadería	N/A	328,749	11,920	340,669	0.6%
Fermentación entérica	N/A	316,175	N/A	316,175	0.6%
Manejo de estiércol	N/A	12,574	11,920	24,494	0.0%
Disposición de residuos	859,943	9,353,025	N/S	10,212,968	18.7%
Rellenos sanitarios	859,943	7,835,400	N/A	8,695,343	15.9%
Tratamiento de aguas residuales	N/A	1,517,625	N/S	1,517,625	2.8%
Otras fuentes	3,044,400	169,300	694,936	3,908,636	7.1%
Total	43,617,069	9,944,129	1,167,862	54,729,060	100.0%

Inventario de emisiones de la ZMVM

La Gráfica 2.1 presenta las siete categorías de GEI más emisoras, que en conjunto aportan el 58% (32.1 millones de toneladas de CO₂ equivalente) de la emisión total. La mayor generación se debe a la descomposición de la materia orgánica en los rellenos sanitarios (16%) y en segundo lugar se encuentran los autos particulares con una contribución del 15% de las emisiones totales.



Gráfica 2.1 Principales categorías de emisión en CO₂ equivalente

Distribución espacial de emisiones

La distribución geográfica de las emisiones de GEI, indica que en la ZMVM, estas se generan particularmente en la áreas urbanas, siguiendo un patrón basado en la intensidad vehicular de las principales vialidades, pues la red vial es una de las variables que influyen en el establecimiento y movilización de la población y por consecuencia, en la distribución de emisiones. Además, se ha observado que los viajes son cada vez más largos y lentos, afectando no solo la red primaria, sino también las calles adyacentes. Otro factor importante en la distribución geográfica de las emisiones son los núcleos de trabajo, ya que son generadores y atractores de viajes, es por ello que se presentan algunas zonas con alta emisión asociada básicamente al sector industrial (Ver figura 2.1).

Con fines ilustrativos, en las Figuras 2.1 y 2.2 se presenta la distribución espacial de las emisiones totales de CO₂ equivalente y de carbono negro respectivamente, cada figura se complementa con una gráfica por entidad en donde se observan las categorías de mayor emisión.

En la Figura 2.1, se observa que en la región central de la ZMVM se concentra la mayor cantidad de emisiones de GEI, generadas principalmente por la intensa actividad vehicular e industrial de esta zona. Así mismo, destacan las emisiones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, localizado en la delegación Venustiano Carranza.

Algunas áreas aisladas (de color morado) que resaltan en el Estado de México, corresponden a emisiones generadas por el sector industrial. En particular, uno de los sectores de mayor emisión es el de generación de energía eléctrica que se ubica en los municipios de Acolman y Tultitlán. Las zonas de elevada emisión en la delegación Álvaro Obregón y en los municipios de La Paz y Nezahualcóyotl, corresponden a la ubicación de los rellenos sanitarios.

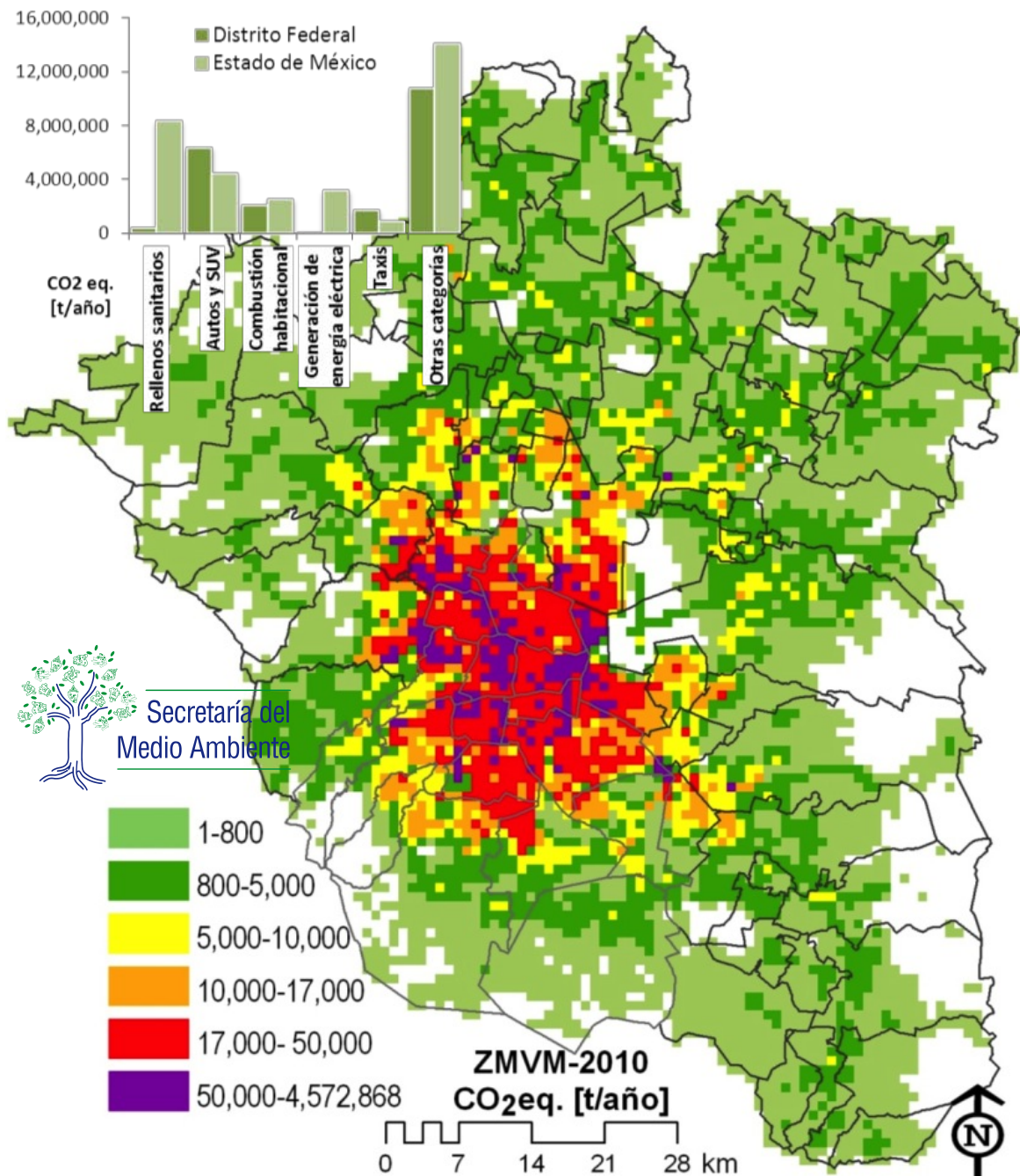


Figura 2.1 Distribución espacial de la generación de CO₂ equivalente

La Figura 2.2 presenta la distribución espacial de las emisiones de carbono negro, donde se puede observar que las mayores emisiones se originan en las vialidades primarias, que es por donde circulan gran parte de los vehículos pesados de carga y autobuses, importantes generadores de carbono negro por el tipo de combustible que utilizan (diesel). De acuerdo con estudios realizados en la atmósfera de la Ciudad de México⁵, en zonas de tráfico vehicular como las delegaciones Cuauhtémoc y Coyoacán, se ha encontrado que poco más del 10% de las emisiones de PM_{2.5} corresponden a carbono negro proveniente de los vehículos a diesel (Retama, A., et al., 2004).

⁵ Mediciones del ININ, SMA-GDF

Inventario de emisiones de la ZMVM

Al igual que el CO₂ equivalente, la concentración de emisiones de carbono negro en la delegación Venustiano Carranza se debe a la operación de aeronaves. En el Estado de México se pueden apreciar puntos de emisión relevante, en los municipios de Tlalnepantla y Acolman, que son atribuidos al sector industrial por los procesos de fabricación de productos minerales no metálicos y la generación de electricidad respectivamente.

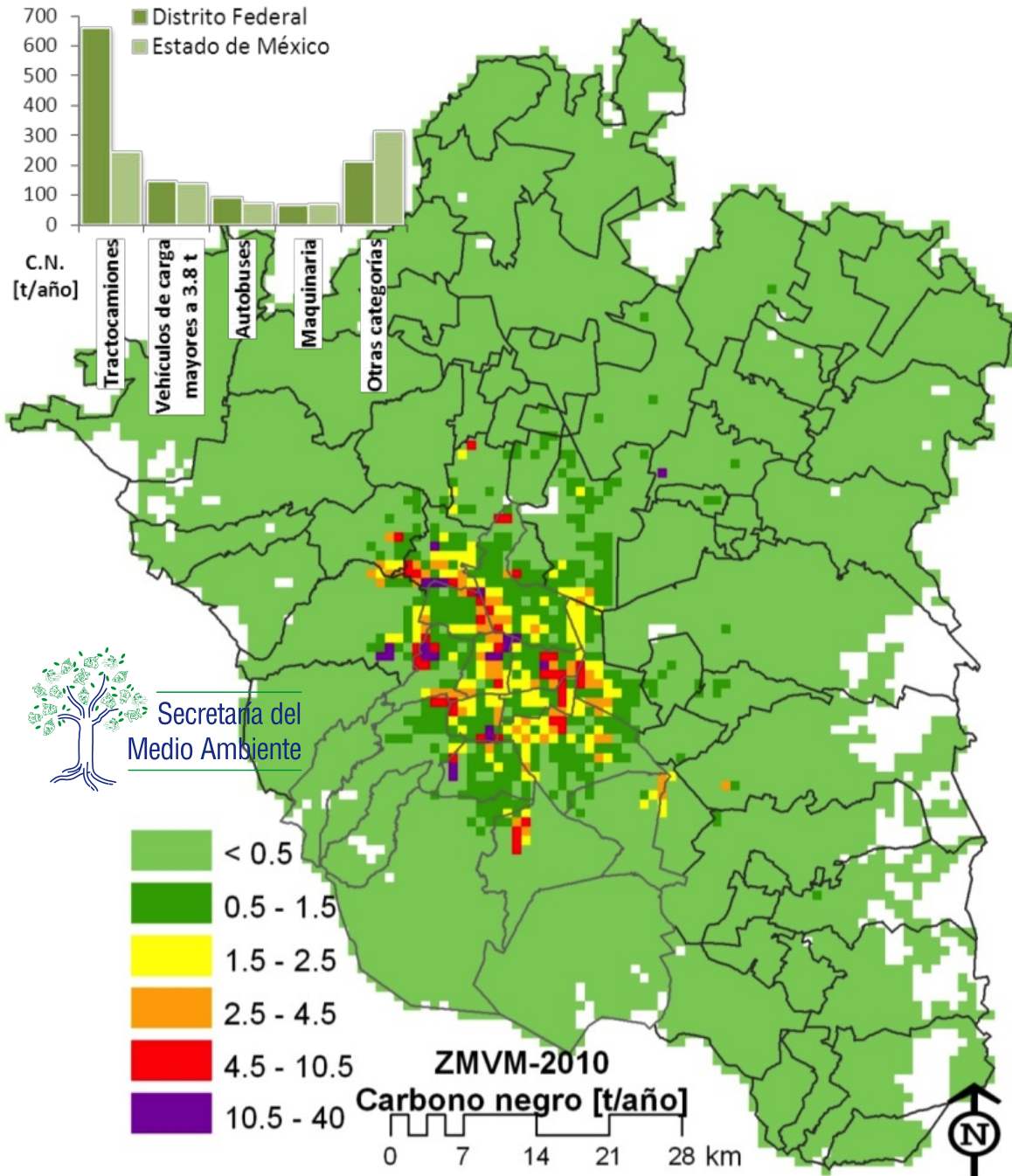


Figura 2.2 Distribución espacial de la generación de carbono negro

Emisiones de GEI y carbono negro por sector

3.1. Emisiones de GEI y carbono negro

El motor principal que permite el desarrollo de actividades y la funcionalidad dentro de las metrópolis, es la energía proveniente de los combustibles fósiles. En particular, la ZMVM en el año 2010, demandó 706 PJ de energía, de los cuales, 527 PJ se generaron dentro de ella por la quema de gasolina, diesel, gas natural y gas licuado de petróleo; los restantes 179 PJ corresponden a la energía eléctrica proveniente de otras zonas del país.

Para fines de este inventario, sólo se estimaron las emisiones relacionadas al aprovechamiento de la energía generada dentro de la ZMVM (527 PJ), de la cual, los vehículos que circulan por vialidades consumieron 322 PJ, principalmente por el consumo de gasolina y diesel; el sector industrial utilizó 120 PJ de energía, obtenida básicamente por la combustión de gas natural; en el caso de los sectores residencial y comercial-servicios, requirieron 71 PJ y 14 PJ de energía respectivamente, utilizando en su mayoría gas licuado de petróleo. Ver Figura 3.1.



Figura 3.1 Combustibles fósiles utilizados y suministrados directamente a la ZMVM-2010

Durante la combustión de estos energéticos, el carbón y el hidrógeno contenido en ellos reacciona con el oxígeno, transformando la energía química del combustible en calor, que posteriormente es convertido en energía mecánica o eléctrica; teniendo así que como producto de la combustión, se generaron 41 millones de toneladas de CO₂ equivalente y 1,898 toneladas de carbono negro, entre otros gases y partículas.

Inventario de emisiones de la ZMVM

Cabe destacar que el sector disposición residuos aporta una cantidad importante de emisiones de GEI (poco más de 10 millones de toneladas de CO₂ equivalente), generadas principalmente por la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios. A continuación se describirán con más detalle las emisiones de cada sector.

3.2 Sector industrial

El sector industrial es uno de los más significativos para la economía de ZMVM, pero también se considera dentro de los principales emisores de GEI, los gases se generan durante la producción de energía eléctrica y la manufactura de productos.

En el presente inventario se incluyeron 4,857 industrias, que han presentado su Licencia Ambiental Única (LAU) a las autoridades ambientales, mismas que generaron casi 12 millones de toneladas de CO₂ equivalente, provenientes del aprovechamiento de 120 PJ de energía, las cuales en su mayoría son resultado del consumo de gas natural.

Las emisiones del sector industrial representan el 22% de las emisiones totales de la ZMVM. En la Tabla 3.1, se muestran las emisiones de GEI y carbono negro del sector industrial, desglosadas por subsector y entidad.

Tabla 3.1 Emisiones de GEI y carbono negro del sector industrial, por entidad, ZMVM-2010

Clave	Categoría	Distrito Federal		Estado de México	
		GEI	CN	GEI	CN
		[t CO ₂ -eq/año]	[t/año]	[t CO ₂ -eq/año]	[t/año]
IA	Industria alimentaria	168,756	4	548,617	3
IB	Industria de las bebidas y del tabaco	138,751	2	18,987	N/S
FT	Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	38,654	1	138,788	4
PT	Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	21,447	N/S	2,608	N/S
FV	Fabricación de prendas de vestir	11,649	N/S	223,187	4
IM	Industria de la madera	5,797	N/S	21,490	1
IP	Industria del papel	144,931	3	573,696	11
IC	Impresión e industrias conexas	15,815	N/S	45,678	1
FC	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	20,030	N/S	10,566	N/S
IQ	Industria química	260,160	6	552,604	8
IH	Industria del plástico y del hule	88,923	N/S	169,072	2
MI	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	523,878	2	1,460,777	45
ME	Industrias metálicas básicas	161,974	3	1,865,086	4
PM	Fabricación de productos metálicos	65,572	1	353,439	3
MA	Fabricación de maquinaria y equipo	5,607	N/S	10,088	N/S
AE	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	16,270	N/S	131,032	2
ET	Fabricación de equipo de transporte	51,626	1	402,333	1
MU	Fabricación de muebles, colchones y persianas	117,032	N/S	6,936	N/S
OT	Otras industrias manufactureras	251,078	2	22,670	6
GE	Generación de energía eléctrica	107,203	2	3,143,914	43
	Total	2,215,153	27	9,701,568	138

N/S: No significativo. Nota: Por fugas de gas licuado de petróleo en instalación y accesorios, así como de hidrocarburos no quemados en la combustión (HCNQ), se producen pérdidas de combustible, las cuales generan a 2 toneladas de metano.

Los subsectores con mayor contribución de emisiones industriales en la ZMVM son: la generación de electricidad con el 27% de la emisión (3.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente), como resultado del uso de gas natural en las centrales termoeléctricas; en segundo y tercer lugar, están la industria metálica básica y la de transformación de minerales no metálicos, aportando 17% cada una. Ver Figura 3.2.

El Distrito Federal emite el 19% de las emisiones industriales de la ZMVM (2.2 millones de toneladas de CO₂ equivalente), principalmente por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, la industria química y la alimentaria; estos sectores en conjunto, contribuyen con aproximadamente 43% del total industrial de la entidad.

En lo que respecta a las emisiones generadas en el Estado de México (9.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente), la mayor cantidad proviene de la generación de energía eléctrica y de las industrias metálicas básicas, aportando entre ambas el 52% de las emisiones industriales de dicha entidad.

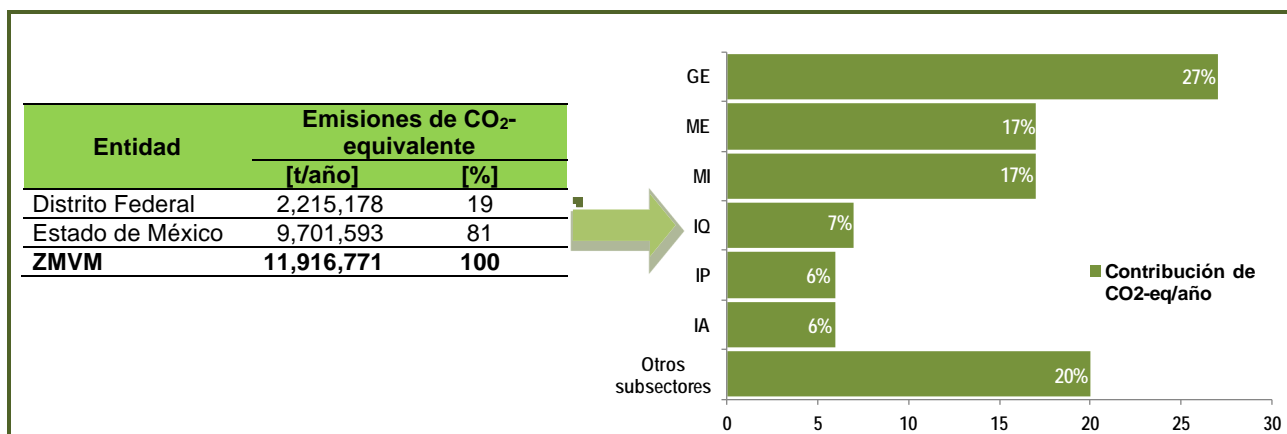


Figura 3.2 Contribución de emisiones de GEI del sector industrial, ZMVM-2010

Las plantas generadoras de electricidad ubicadas dentro de la ZMVM, utilizaron 1,635 millones de m³ de gas natural para producir 6 millones de MW-h (Megawatts/hora) de energía eléctrica. Es importante mencionar que la ZMVM no produce la suficiente energía eléctrica para satisfacer su demanda interna, por lo que en el año 2010, para cubrir esta necesidad energética (24 millones de MW-h), fue necesario traer de otras regiones del país 18 millones de MW-h de electricidad; por esta razón, se estima que se debieron de haber emitido 9.9 millones de toneladas de CO₂ equivalente en otras zonas del país, al producir este faltante.

Se puede suponer que en el caso de que la ZMVM fuera autosuficiente en su demanda de electricidad, las emisiones asociadas con la generación de energía eléctrica requerida, se incrementarían de 3.2 a 13.1 millones de toneladas de CO₂ equivalente (Ver Figura 3.3).

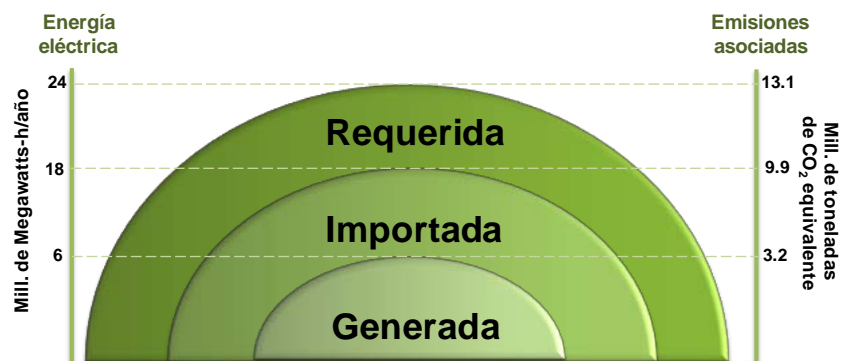


Figura 3.3 Emisiones asociadas por el consumo de energía eléctrica

Inventario de emisiones de la ZMVM

3.3. Sector comercios y servicios

Las actividades comerciales y de servicios tienen una participación cada vez mayor en la economía nacional y se concentran básicamente en las zonas urbanas. De acuerdo a la Clasificación Mexicana de Actividades y Productos (CMAP), este sector comprende la venta de bienes previamente procesados y manufacturados, así como los servicios realizados.

En la ZMVM en el año 2010, se estimó un consumo de combustible en el sector de comercios y servicios de 52.5 millones de m³ de gas natural y de 446,544 m³ del gas licuado de petróleo. En lo que se refiere al gas L.P., se calculó que por fugas en instalaciones y conexiones e hidrocarburos no quemados (HCNQ), se perdieron 7,008 m³ de combustible, por lo que el consumo real se redujo a 439,536 metros cúbicos (ver Figura 3.4).

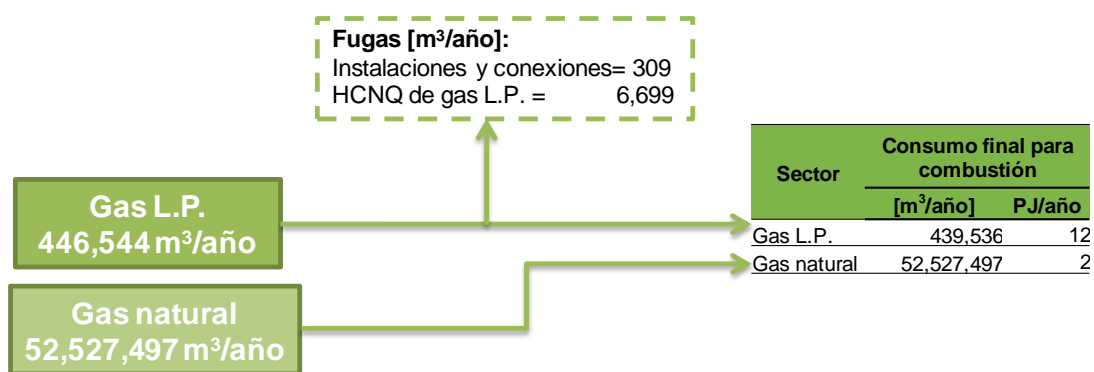


Figura 3.4 Consumo de gas L.P. y gas natural en el sector comercial y de servicios, ZMVM-2010

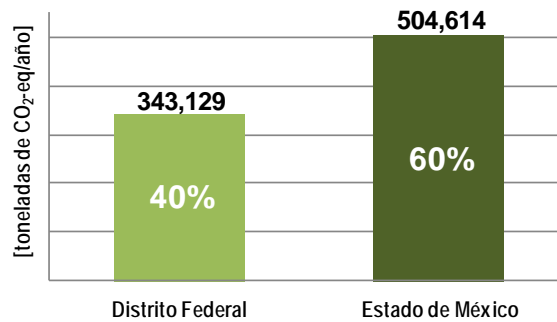
Las emisiones de GEI y carbono negro generadas por la combustión y fugas en instalaciones de los comercios y servicios de la ZMVM se presentan en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Emisiones de GEI y carbono negro en el sector comercial y de servicios, ZMVM-2010

Categorías	Emisiones [t/año]				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN	CO ₂ -eq
Combustión	845,392	67	2	3	847,668
Fugas en instalaciones e HCNQ de gas L.P.	N/A	3	N/A	N/A	75
Total	845,392	70	2	3	847,743

N/A.- No aplica

Como resumen del sector, en la Gráfica 3.1, se presentan las emisiones de GEI por el uso de combustibles, las cuales ascienden a 847 millones de toneladas de CO₂ equivalente. El Estado de México tiene la mayor contribución con el 60% del total.



Gráfica 3.1 Emisiones de GEI por entidad, sector comercial y de servicios

3.4. Sector habitacional

Respecto al consumo de combustible demandado por el sector habitacional de la ZMVM, fue de 227 millones de m³ de gas natural y 2.5 millones de m³ de gas licuado de petróleo. En lo que se refiere al gas L.P., se registró que por fugas en instalaciones y por hidrocarburos no quemados se perdieron 120,207 m³, dejando el consumo final para la combustión de casi 2.4 millones m³ (ver Figura 3.5).

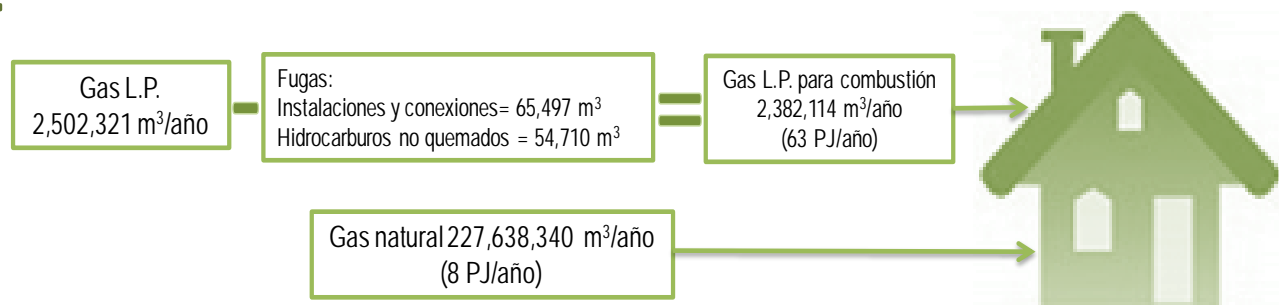


Figura 3.5 Consumo de gas L.P. y gas natural en el sector habitacional, ZMVM-2010

Las emisiones de GEI y carbono negro de este sector se muestran en la Tabla 3.3:

Tabla 3.3 Emisiones de GEI y carbono negro en el sector habitacional, ZMVM 2010

Categoría	Emisiones [t/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Combustión	4,539,236	548	10	18
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	26	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	23	N/A	N/A
Total	4,539,236	597	10	18

N/A: No aplica

Finalmente, las emisiones de GEI del sector habitacional ascienden a 4.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente y la mayor cantidad proviene del Estado de México (55% del total). Ver Tabla 3.4.

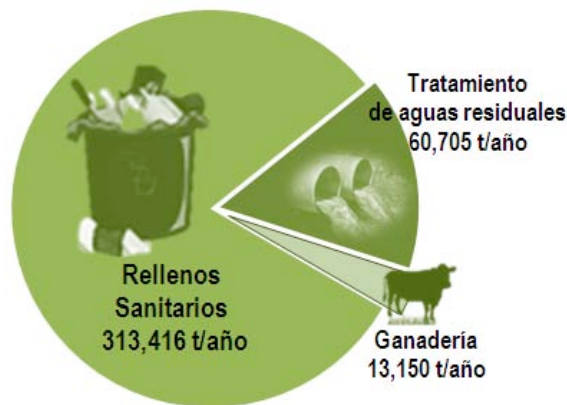
Tabla 3.4 Emisiones del sector habitacional, ZMVM 2010

Categoría	Emisiones [toneladas de CO ₂ -equivalente/año]		
	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
Combustión habitacional	2,050,162	2,505,754	4,555,916
Fugas en instalaciones de gas L.P.	300	350	650
HCNQ en la combustión de gas L.P.	250	325	575
Total	2,050,712	2,506,429	4,557,141

3.5. Disposición y manejo de residuos

Para el funcionamiento de la ZMVM, la gestión de disposición y manejo de residuos se considera un factor elemental, ya que se evita la exposición de la población a diversos agentes nocivos para la salud. Durante el tratamiento de aguas residuales y la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios, se generan emisiones considerables de GEI, en esta última, la emisión se debe básicamente al proceso de degradación de la materia orgánica en el sitio. Así mismo, los residuos provenientes de la ganadería también son generadores de este contaminante.

En la Gráfica 3.2, se observa que las mayores emisiones de metano (313 mil toneladas) se generaron en los rellenos sanitarios, donde se depositó por varios años la basura generada en la ZMVM.



Gráfica 3.2 Emisiones de metano generadas por residuos

Con base en la capacidad del metano para retener la radiación infrarroja y potenciar el efecto invernadero en la atmósfera, se estima que las emisiones totales de GEI por residuos, ascienden a 10.5 millones de toneladas de CO₂ equivalente, en donde los rellenos sanitarios aportan el 82% de las emisiones (8.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente), cabe mencionar que esta es la principal subcategoría emisora de GEI en la ZMVM, ya que contribuye con cerca del 16% del total.

En el Distrito Federal se localiza el relleno sanitario Prados de la Montaña, y aunque ya no se encuentra en operación, se estima que en el año 2010 emitió 356 mil toneladas de CO₂ equivalente. En el Estado de México, el relleno Santa Catarina ubicado en el municipio de La Paz, así como el relleno Bordo Poniente situado en el municipio de Nezahualcóyotl, emitieron 8.3 millones de toneladas de CO₂ equivalente. Ver Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Emisiones de GEI por manejo de residuos, ZMVM 2010

Sector	Emisiones [toneladas de CO ₂ -equivalente/año]		
	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM
Rellenos sanitarios	356,453	8,338,890	8,695,343
Bordo Poniente	N/A	6,857,372	6,857,372
Santa Catarina	N/A	1,481,518	1,481,518
Prados de la Montaña	356,453	N/A	356,453
Tratamiento de aguas residuales	591,250	926,375	1,517,625
Ganadería	20,494	320,175	340,669
Total	968,197	9,585,440	10,553,637

3.6 Fuentes móviles

Las emisiones provenientes de los vehículos registrados en la ZMVM, son parte importante del problema de contaminación del aire por PM10, PM2.5 y ozono; sin embargo, también tienen importantes aportaciones de gases de efecto invernadero y carbono negro. En el presente reporte se incluyen las emisiones de estos compuestos generados por más de 5 millones de vehículos automotores que circulan por las vialidades de la ZMVM.

Flota vehicular y emisiones de compuestos de efecto invernadero

En la Tabla 3.6 se muestra el parque vehicular de la ZMVM con sus respectivas emisiones de gases de efecto invernadero y carbono negro por tipo de vehículo; se puede mencionar que las emisiones de GEI generadas por los autos y camionetas SUV de uso particular son significativas, debido la cantidad de vehículos, en el caso de los taxis se debe a la intensidad de uso y en los tractocamiones por el consumo del diesel como combustible.

Las emisiones que aquí se presentan son resultado de la quema de combustibles fósiles en los automotores, incluyendo las generadas por el arranque en frío, mismas que están asociadas al tipo de tecnología vehicular.

Tabla 3.6 Flota vehicular y emisiones de GEI y carbono negro en la ZMVM-2010

Tipo de vehículo	Número de vehículos	Emisiones [t/año]			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Autos particulares	3,066,413	7,936,621	1,036	575	70
Camionetas particulares SUV	765,012	2,580,729	273	284	23
Taxis	200,769	2,506,975	256	187	25
Vagonetas y Combis	45,801	974,924	101	81	9
Microbuses	31,625	1,260,022	137	61	17
Pick Up y vehículos de carga hasta 3.8 t	425,297	2,184,401	303	174	20
Tractocamiones	69,782	1,016,117	4	3	904
Autobuses	47,009	2,159,207	16	9	163
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	162,991	1,662,039	217	131	282
Motocicletas	209,686	117,794	215	15	18
Metrobús	233	29,393	N/S	N/S	4
Total	5,024,618	22,428,222	2,558	1,520	1,535

N/S: no significativo

Inventario de emisiones de la ZMVM

La Figura 3.6 presenta la contribución porcentual a las emisiones de GEI, por tipo de vehículo y combustible. Cabe mencionar que la flota vehicular a gasolina es la más abundante (95% del parque vehicular) y por lo tanto, también es la que genera las mayores emisiones de GEI de las fuentes móviles (77%).

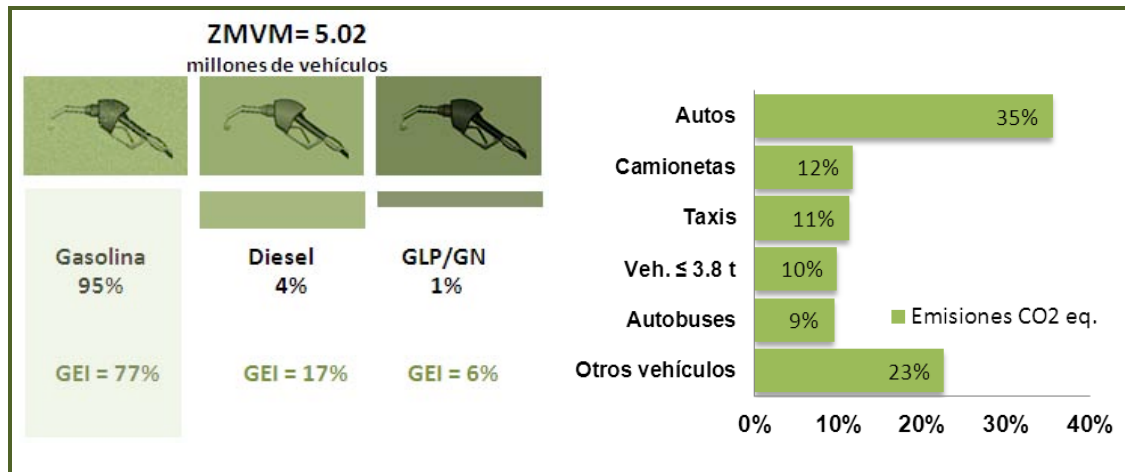


Figura 3.6 Flota vehicular y contribución porcentual a las emisiones de GEI

En la Tabla 3.7 se muestran las emisiones de CO₂ equivalente por entidad, donde se observa que las emisiones del Distrito Federal son ligeramente más elevadas, lo cual se puede atribuir a que esta entidad cuenta con un mayor número de vehículos registrados.

Tabla 3.7 Emisiones de GEI de las fuentes móviles, por entidad

Tipo de vehículo	Emisiones de CO ₂ -equivalente [t/año]			Contribución %
	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
Autos particulares	4,787,635	3,346,236	8,133,871	35.4%
Camionetas particulares SUV	1,559,845	1,112,341	2,672,186	11.6%
Taxis	1,682,992	886,109	2,569,101	11.2%
Vagonetas y Combis	101,793	899,794	1,001,587	4.4%
Microbuses	979,642	301,983	1,281,625	5.6%
Pick Up y vehículos de carga hasta 3.8 t	561,947	1,681,881	2,243,828	9.8%
Tractocamiones	744,129	272,982	1,017,111	4.4%
Autobuses	1,199,945	962,344	2,162,289	9.4%
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	645,196	1,061,306	1,706,502	7.4%
Motocicletas	98,178	29,461	127,639	0.6%
Metrobús	29,393	N/A	29,393	0.1%
Total	12,390,695	10,554,437	22,945,132	100%
Contribución %	54%	46%	100%	

Emisiones de gasolina y diesel por estrato tecnológico

El potencial de generación de emisiones de GEI depende del tipo de vehículo y del combustible que utiliza, como muestra de ello, se tiene que los autos particulares compactos que utilizan gasolina, emiten en promedio 215 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido, en cambio los que utilizan diesel emiten 193 g/km; para el caso de los vehículos pesados, las emisiones varían de 554 g/km para uno a gasolina a 646 g/km para uno a diesel.

Asimismo, las emisiones dependen del año modelo del vehículo, por ejemplo, un auto tipo sedán modelo 1990 emite 389 g/km y un modelo 2010 emite 174 g/km. Es importante mencionar que aunque el convertidor catalítico genera emisiones de CO₂, los vehículos de modelos recientes que cuentan con este sistema de control son menos emisores, debido a que el consumo de combustible es más bajo.

En la Tabla 3.8 se presentan las emisiones en toneladas de CO₂ equivalente de la flota vehicular a gasolina y a diesel, por ser los combustibles más significativos. Así mismo, en la Figura 3.7 se muestra la participación porcentual de la flota vehicular por estrato tecnológico para gasolina y diesel, así como su contribución a las emisiones de GEI.

Tabla 3.8 Emisiones de GEI de las fuentes móviles por tipo de combustible (gasolina y diesel)

Tipo de vehículo	Emisiones de CO ₂ -equivalente[t/año]		Total
	Gasolina	Diesel	
Autos Particulares	8,121,778	6,033	8,127,811
Camionetas particulares SUV	2,615,828	21,292	2,637,120
Taxis	2,567,749	1,258	2,569,008
Vagonetas y Combis	939,605	55,124	994,729
Microbuses	322,215	67,412	389,627
Pick Up y vehículos de carga hasta 3.8 t	2,091,163	80,697	2,171,860
Tractocamiones	N/A	1,017,111	1,017,111
Autobuses	43,940	2,100,515	2,144,455
Vehículos de carga mayores a 3.8 t	808,367	592,052	1,400,419
Motocicletas	127,639	N/A	127,639
Metrobús	N/A	29,393	29,393
Total	17,638,284	3,970,887	21,609,172

Aunque de manera individual los vehículos a gasolina con convertidor catalítico son menos emisores de GEI, la contribución de los vehículos de año modelo reciente es mayor debido a la cantidad de flota. Considerando el estrato tecnológico más abundante que ya cuenta con convertidor catalítico, se puede mencionar que las emisiones de los años modelo 2002 y posteriores (holograma cero y doble cero), ascienden a 10.5 millones de GEI y representan el 48% de las emisiones de los vehículos a gasolina.

De las unidades que utilizan diesel, el 32% son de años modelo 1993 y anteriores y son responsables del 17% de las emisiones de GEI. Aproximadamente el 7% son vehículos que pueden cumplir con los estándares EPA94 y aportan el 7% de las emisiones. La flota vehicular que ya cuenta con adecuaciones y/o tecnología de control de emisiones para cumplir los estándares EPA98 o posteriores, son los más abundantes y generan la mayor cantidad de emisiones (76%).

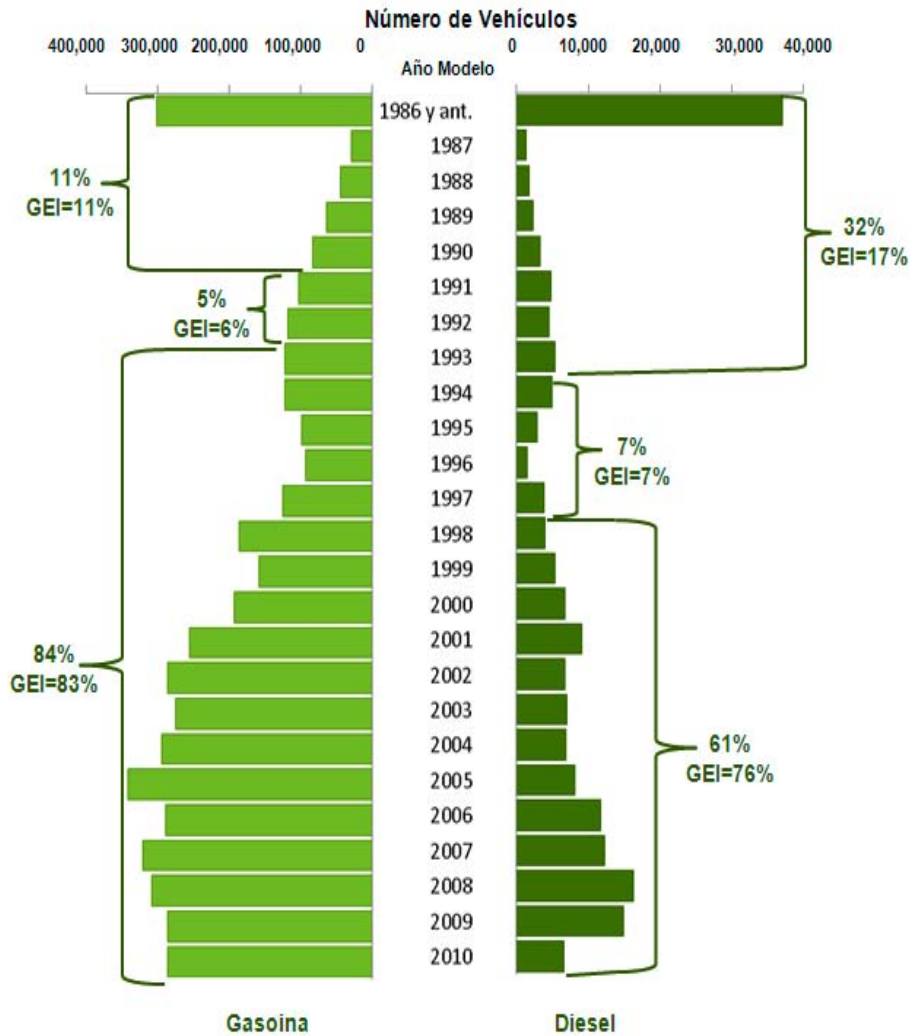


Figura 3.7 Flota por año modelo y emisiones de gasolina y diesel

Emisiones de las fuentes móviles por tipo de uso

De manera general, los vehículos de uso particular son los más abundantes con más de 4 millones de unidades, están conformados por autos tipo sedán, camionetas tipo SUV y motocicletas. Así mismo, generan las mayores emisiones de GEI de este sector, ya que aportan el 48% del total (aproximadamente 11 millones de toneladas de CO₂ equivalente), las cuales en su mayoría provienen de la quema de gasolina.

En la Figura 3.8 se presenta el porcentaje de la flota por modo de transporte (particular, pasaje y carga), así como sus emisiones y porcentaje de contribución a los GEI.

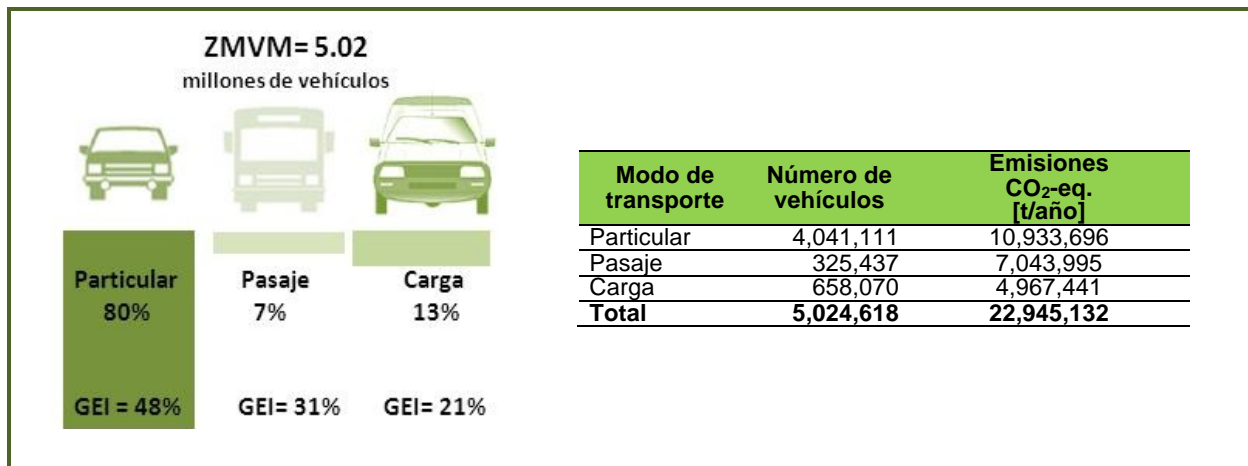


Figura 3.8 Modos de transporte y contribución porcentual a las emisiones de GEI

Respecto al transporte público de pasajeros, se tiene que éste representa sólo el 7% del parque vehicular y contribuye con más de 7 millones de toneladas de CO₂ equivalente (31% del total de fuentes móviles). Cabe mencionar que el aporte de emisiones de este tipo de vehículos (taxis, combis, microbuses y autobuses), se debe básicamente a su uso intensivo. En este rubro, las unidades que utilizan gasolina aportan más de la mitad de las emisiones de GEI (55%) y los vehículos a diesel emiten el 32% (ver Figura 3.9).

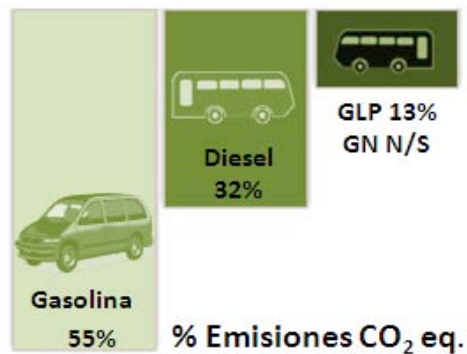


Figura 3.9 Contribución de GEI del transporte público de pasajeros

Las emisiones generadas por el transporte de mercancías, provienen de los vehículos de carga ligera, mediana y unidades pesadas, en general los tipos de vehículos son: pick up, camionetas, camiones y tractocamiones. En conjunto, estos vehículos generan el 21% de los GEI totales de las fuentes móviles y aun cuando la mayoría de éstos proviene de los vehículos a gasolina (que son los más abundantes), las unidades a diesel aportan un tercio de los GEI del transporte de carga (ver Figura 3.10).

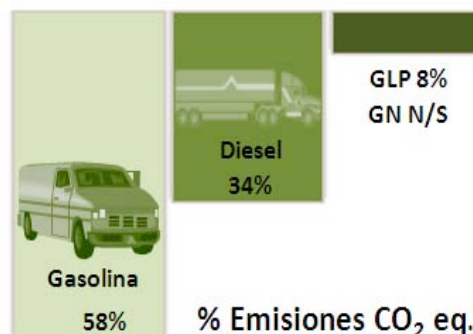
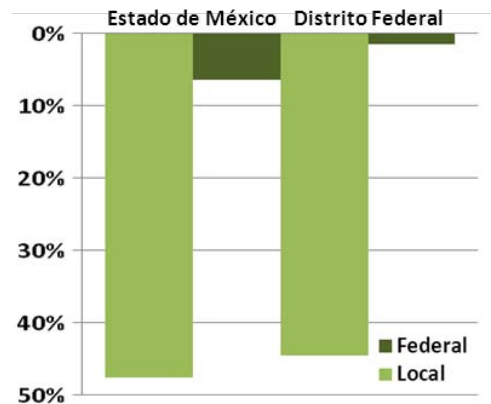


Figura 3.10 Contribución de GEI del transporte de carga

Inventario de emisiones de la ZMVM

Es importante clasificar las emisiones vehiculares atendiendo a la competencia gubernamental que le corresponde, ya sea de jurisdicción local del Distrito Federal o del Estado de México o bien, de jurisdicción Federal. El parque vehicular de jurisdicción local en el Distrito Federal es el más abundante y por lo mismo, el más emisor.

La flota de jurisdicción Federal participa sólo con el 8% de las emisiones totales que generan los vehículos registrados en la ZMVM. En la Tabla 3.9 y Gráfica 3.3 se presentan las emisiones por entidad y tipo de jurisdicción.



Gráfica 3.3 Contribución porcentual de emisiones por jurisdicción

Tabla 3.9 Emisiones de las fuentes móviles por jurisdicción ZMVM-2010

Entidad	Jurisdicción	Emisiones de CO ₂ -equivalente	
		[t/año]	[%]
Distrito Federal	D.F. Local	10,926,211	88
	Federal	1,464,484	12
	Total	12,390,695	100
Estado de México	E.M. Local	10,222,362	97
	Federal	332,075	3
	Total	10,554,437	100
ZMVM	Local	21,148,573	92
	Federal	1,796,559	8
	Total	22,945,132	100

Algunas estrategias de mitigación de emisiones de GEI

4.1 Principales fuentes emisoras de compuestos de efecto invernadero

El Gobierno del Distrito Federal a través del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012, ha implementado un conjunto de acciones para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, la Comisión Ambiental Metropolitana ha dado a conocer recientemente el nuevo Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020, el cual propone mediante un conjunto de estrategias y acciones, reducir los compuestos de efecto invernadero (GEI y carbono negro) y otros contaminantes.

Como una contribución al fortalecimiento de estos Programas, en la Tabla 4.1 se presentan las principales fuentes emisoras de GEI y carbono negro, de las cuales se puede obtener el mayor beneficio ambiental.

Tabla 4.1 Principales fuentes de emisión de compuestos de efecto invernadero, ZMVM-2010

Fuente emisora	GEI		Carbono negro	
	[t eq-CO ₂]	[%]	[t/año]	[%]
Rellenos sanitarios	8,695,343	16	N/A	N/A
Autos particulares sedan	8,133,871	15	70	4
Combustión habitacional	4,555,916	8	18	1
Generación de energía eléctrica	3,251,117	6	45	2
Camionetas particulares SUV	2,672,186	5	23	1
Taxis	2,569,101	5	25	1
Maquinaria	2,501,357	4	136	7
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 toneladas	2,243,828	4	20	1
Autobuses	2,162,289	4	163	8
Industrias metálicas básicas	2,027,060	4	7	N/S
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,984,655	4	47	2
Vehículos de carga mayores a 3 toneladas	1,706,502	3	282	14
Tratamiento de aguas residuales	1,517,625	3	N/A	N/A
Operación de aeronaves	1,301,998	2	25	1
Microbuses	1,281,625	2	17	1
Tractocamiones	1,017,111	2	904	45
Vagonetas y Combis	1,001,587	2	9	1
Otras fuentes	6,105,889	11	219	11
Total	54,729,060	100	2,010	100

N/A: no aplica N/S: no significativo

Inventario de emisiones de la ZMVM

Se puede mencionar que en la ZMVM existen 17 categorías que aportan el 89% de las emisiones de GEI, la mayor contribución (16%) se debe a los rellenos sanitarios, en segundo y tercer lugar se encuentran los autos particulares tipo sedán y la combustión habitacional, aportando 15% y 8% respectivamente; estas fuentes suman el 39% de los GEI totales. Referente a las emisiones de carbono negro, la principal fuente son los tractocamiones que aportan el 45% del total.

El suministro de electricidad en la ZMVM, es uno de los principales servicios que se brinda a la población, su relevancia radica en que no sólo constituye un bien de consumo final en el hogar, sino que es un insumo básico en el funcionamiento de maquinaria, equipo industrial y del sistema de transporte público de pasajeros más usado en la Ciudad de México, como lo es el STC-Metro.

La Figura 4.1 muestra el consumo de electricidad por sector, el cual nos indica que en el año 2010, la ZMVM consumió 234 PJ de este energético, es decir, 24,027 GigaWatts/hora (GW-h), que equivalen al 10% del consumo eléctrico nacional. Cabe destacar que la ZMVM sólo produce aproximadamente el 25% de su consumo eléctrico (6,000 GW-h), por lo que es necesario importar otros 18 mil GW-h para cubrir la demanda.

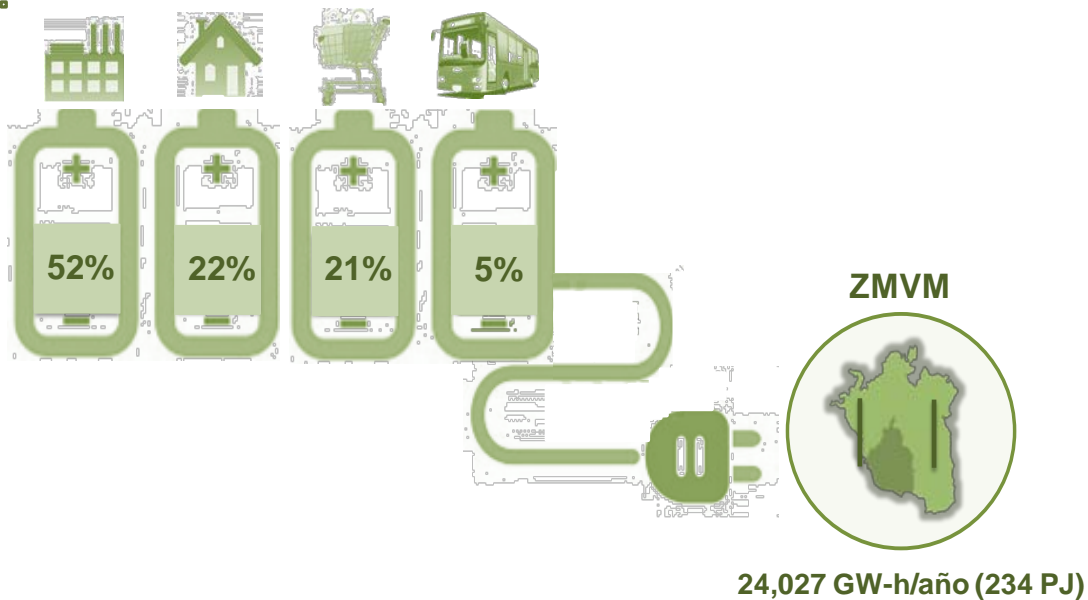


Figura 4.1 Consumo de electricidad por sector, ZMVM-2010

Al igual que las estadísticas nacionales, en la ZMVM el principal demandante de energía eléctrica es el sector industrial, con un consumo de 12,513GW-h/año. Otro sector de importancia que demandó poco más de 5 mil GW-h, es el sector residencial que utiliza la electricidad principalmente para la iluminación y funcionamiento de electrodomésticos.

Es importante mencionar que en este inventario solo están cuantificadas las emisiones que se generan dentro de la ZMVM, por lo que no se incluyen aquellas que se asocian al consumo real de electricidad, es decir, la cantidad proveniente de otras regiones del país. Si en la Tabla 4.1 se contabilizaran las emisiones reales por la demanda total de electricidad de la ZMVM, el subsector de generación de energía eléctrica, pasaría de una emisión de 3.2 a 13.1 millones de toneladas de CO₂ equivalente. Debido a esto, el mayor potencial de reducción de emisiones de GEI se tiene en el consumo de este energético.

4.2 Estrategias de mitigación de emisiones

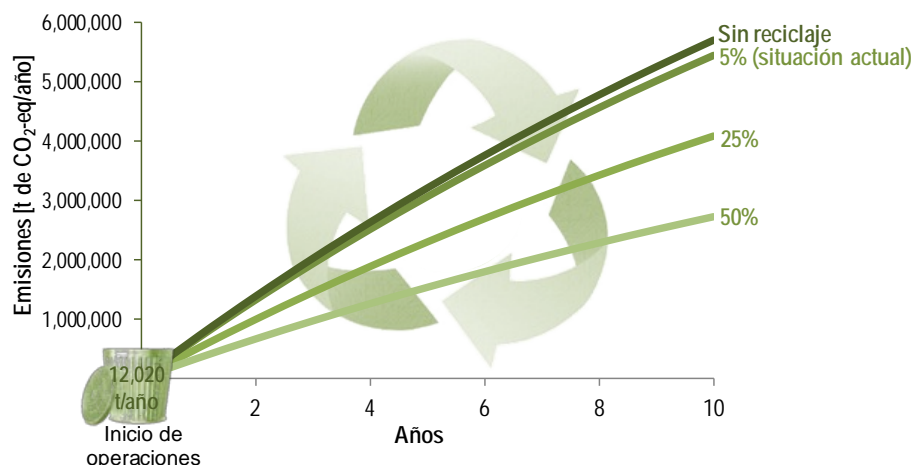
Para ilustrar la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, a continuación se presentan posibles escenarios de reducción, enfocados a disminuir la generación de basura, el consumo de electricidad y los combustibles fósiles, ya sea con el cambio de hábitos o en su caso, con la utilización de fuentes alternas de energía.

Reducción de la generación de basura

Los habitantes del Distrito Federal tienen una generación de residuos *per cápita* de 1.36 kg/día, de los cuales, el 44% son de tipo doméstico y el restante lo generan los sectores industrial, comercial y de servicios (SMA-GDF y USAID, 2010). La cantidad total de residuos generados en esta entidad es de 12,589 toneladas por día, de éstos, menos del 5% se recupera para reciclaje (SMA-GDF, 2011).

Considerando los datos anteriores, es posible reducir las emisiones de GEI generadas en los rellenos sanitarios, mediante la instrumentación de programas que promuevan la reducción en la generación de basura, la cultura del reciclaje y la reutilización de materiales, así como reforzar los sistemas de separación de residuos sólidos.

En la Gráfica 4.1 se esquematiza el potencial de reducción de emisiones que se conseguiría al generar menos basura en el Distrito Federal. Los resultados muestran que si se evitara la disposición del 25% de los residuos que llegan actualmente al relleno, en un periodo de 10 años se obtendría una reducción de 1.3 millones de toneladas de CO₂ equivalente, y si se evitara la disposición del 50% de los residuos, la mitigación de emisiones sería de 2.7 millones de toneladas de CO₂ equivalente, que representa aproximadamente el 5% de las emisiones totales de GEI que generadas en la ZMVM en el año 2010.



Gráfica 4.1 Potencial de reducción de GEI en rellenos sanitarios.

Reducción del consumo de combustible en aseo personal

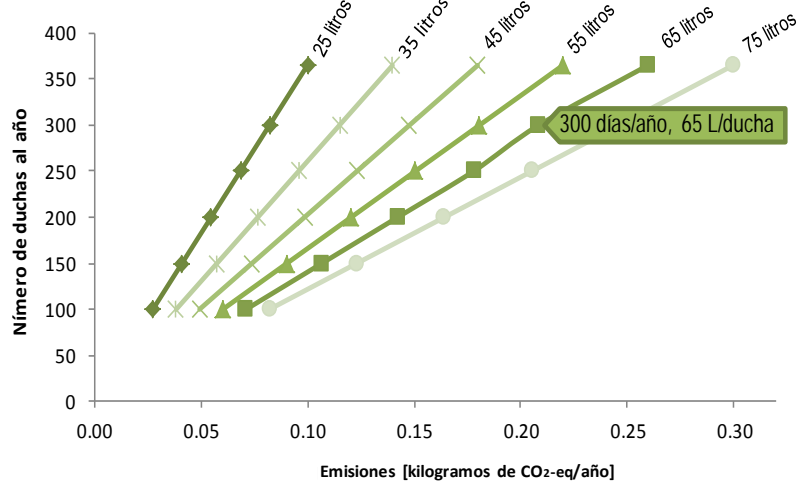
El consumo de combustible del sector residencial en la ZMVM es de 71 PJ, de los cuales, 33 PJ son utilizados en el calentamiento de agua para el aseo personal, ya que según la Asociación Nacional de Energía Solar, el 46% del consumo de combustible en este sector se destina al calentamiento de agua para las duchas (ANES, 2006). Lo anterior corresponde a un consumo *per cápita* de 1,654 GJ/persona-año y las emisiones promedio asociadas por dicho consumo son de 105 kg de CO₂ eq./persona-año.

Inventario de emisiones de la ZMVM

Estos 33 PJ utilizados para el calentamiento de agua, indican que en promedio un habitante se ducha 4 veces a la semana y emplea 45 litros de agua en cada ducha. Cabe mencionar que la estimación anterior sólo indica un valor promedio, por lo que el número de duchas y volumen de agua empleada para realizar esta actividad, depende principalmente de la disponibilidad del líquido, de los hábitos higiénicos y la formación ambiental de cada persona.

Para ilustrar la posible reducción de emisiones de GEI por esta actividad, se realizaron diversos escenarios de emisiones variando del agua utilizada en la ducha y el número de duchas al año (ver Gráfica 4.2), lo anterior considera un requerimiento de 175 kiloJoules (kJ) de energía para incrementar en 25°C la temperatura de cada litro de agua que se utiliza en una ducha⁶ (Procalsol, 2007).

Por ejemplo, si una persona se ducha 300 veces al año (promedio 6 días/semana) y emplea 65 litros de agua caliente en cada una, se le asocia una emisión de 208 kilogramos de CO₂ equivalente.



Gráfica 4.2 Número de duchas al año VS emisiones de CO₂ eq.

Tomando en cuenta la energía utilizada para el calentamiento de agua (33 PJ) y que los habitantes de la ZMVM en promedio se bañan 4 días a la semana con 45 litros de agua caliente. Se asume que si los habitantes tomaran duchas de 5 minutos y utilizaran regaderas eficientes (5 litros/minuto), se tendría un ahorro de agua caliente anual de 83.5 millones de m³ y se dejarían de emitir 922 mil toneladas de CO₂ equivalente, lo cual representa el 22% de las emisiones de GEI generadas por el sector habitacional. Ver Figura 4.2.

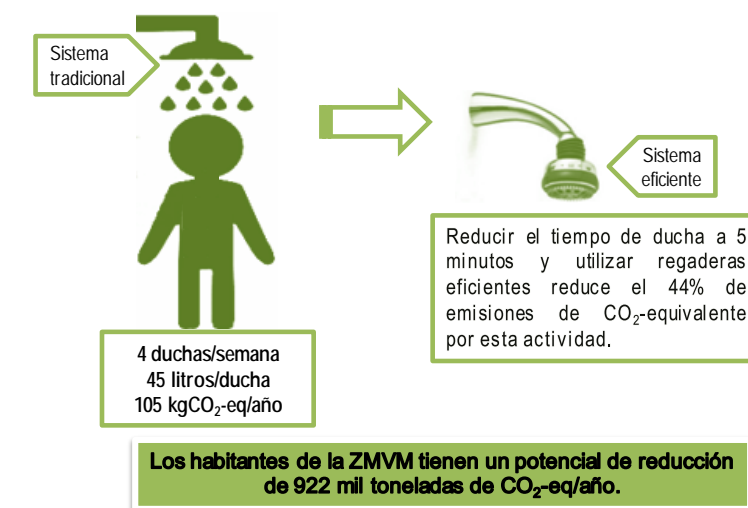


Figura 4.2 Reducción posible de emisiones de GEI en duchas, ZMVM

⁶ Se considera que la temperatura del agua proveniente de la red potable es de ≈15 °C (GODF, 2005) y la temperatura del agua de ducha oscila de ≈38 a 45 °C (TER, 2009)

Sin embargo, se sabe que existe variación con respecto al consumo de agua caliente que se utiliza para bañarse. Suponiendo que la sociedad económicamente activa se ducha en promedio 6 días a la semana, se plantean los siguientes escenarios para evitar la generación de emisiones de GEI.

- **Escenario 1:** Partiendo de que existen ciertos grupos de población que consumen hasta 225 litros de agua para bañarse, el tomar una ducha corta propiciaría un ahorro de agua de hasta 160 litros (SACM-GDF, s/f). Para una muestra de 500 mil habitantes que tuviera esos hábitos, se alcanzaría una reducción de 276 mil toneladas de CO₂ equivalente.
- **Escenario 2a:** En una ducha de 10 minutos se pueden consumir aproximadamente 132 litros de agua (SACM-GDF, 2009). Si dos millones de habitantes que se duchan en 10 minutos reducen su tiempo a la mitad, el consumo sería de 66 litros y se alcanzaría una reducción de 456 mil toneladas de CO₂ equivalente.
- **Escenario 2b:** Si los dos millones de habitantes que han reducido su consumo a 66 litros (escenario 2a) utilizaran regaderas eficientes, el consumo de agua caliente para ducharse pasaría a tan sólo 25 litros y la reducción total de emisiones sería de 740 mil toneladas de CO₂ equivalente.

Además de reducir la generación de emisiones de GEI con un consumo menor de agua caliente en la ducha, es posible potenciar esta reducción, utilizando métodos ecológicos para calentar el agua.

Uso de calentadores solares de agua

La Asociación Nacional de Energía Solar, informa que los Calentadores Solares de Agua pueden elevar la temperatura del líquido hasta 60 °C (ANES, 2006). Suponiendo que la temperatura del agua que se utiliza para bañarse es de 45 °C y que en promedio en la ZMVM los calentadores solares proporcionan agua caliente a 40° C (Procalsol, 2007), bajo estas condiciones el acoplamiento del sistema de calentamiento tradicional con calentadores solares en todas las viviendas de la ZMVM, propiciaría ahorros de energía y por consiguiente la reducción de 1.8 millones de toneladas de CO₂ equivalente, es decir, el 89% del total de GEI que se generan por esta actividad (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Reducción de emisiones por el uso de calentadores solares de agua

Porcentaje de viviendas propuestas para usar calentadores solares de agua [%]	Reducción de GEI	
	[t de CO ₂ -eq/año]	% de reducción
25	462,551	22
50	925,101	44
75	1,387,652	67
100	1,845,943	89

Cabe mencionar que el uso eficiente y masivo de calentadores solares de agua, puede llevarse a cabo mediante programas de promoción y financiamiento para su adquisición.

Otra alternativa para contribuir a la reducción del consumo de combustibles fósiles, es el uso de calentadores de gas licuado de petróleo llamados “de paso-instantáneos”, que son más eficientes en el consumo de gas y sólo encienden cuando se les demanda agua (ANES, 2006).

Equipamiento y consumo de energía eléctrica en el sector habitacional

La energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de los electrodomésticos y la iluminación de las viviendas, el uso eficiente de esta energía tiene implicaciones positivas en la reducción de su consumo y de las emisiones de GEI asociadas. En el año 2010 en la ZMVM, el sector habitacional consumió 5,335 GW-h de electricidad, equivalentes al 22% del consumo eléctrico total.

Para ilustrar el escenario de reducción, se plantea el equipamiento típico de una vivienda compuesta por lo siguiente:

6 focos incandescentes de 60W c/u	1 refrigerador de 16 ft ³
1 licuadora (mediana potencia)	1 TV color de 19"
1 videocasetera o DVD	1 estéreo
1 lavadora automática	1 plancha

Considerando el equipamiento y los consumos típicos de electricidad de los electrodomésticos, se estima que en una vivienda se generan 241 kilogramos de CO₂ equivalente asociados a un consumo bimestral de 369 KW-h de energía eléctrica (Ver Figura 4.3). Es importante resaltar que el mayor requerimiento de energía eléctrica lo demanda el uso del refrigerador (38%), le siguen en orden de importancia la iluminación (28%) y el uso de la plancha (13%).

Equipamiento	Tiempo de uso al día	Consumo bimestral	Emisiones
	[horas]	[KW-h]	[kg de CO ₂ -eq/bimestre]
Focos incandescentes (60W promedio)	5	105	69
Refrigerador (14-16 pies cúbicos)	8	140	91
Plancha	3 (2vec./sem)	48	31
TV color (19-21 pulg)	6	26	17
Lavadora automática	4 (2vec./sem)	26	17
Licuadora mediana potencia	0.17	4	3
Estéreo musical	4	18	12
Videocasetera o DVD	3 (4vec./sem)	2	1
Total		369	241

Fuente: Elaborada con datos de la Comisión Federal de Electricidad,

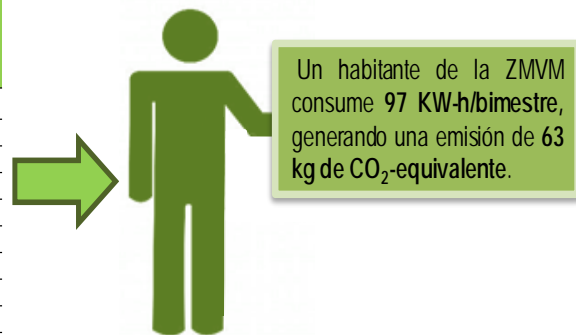


Figura 4.3 Equipamiento de una vivienda y emisiones generadas

La reducción de emisiones de GEI en este sector, es posible al fomentar el ahorro de energía utilizada para la iluminación de la vivienda y el funcionamiento de los equipos electrodomésticos; por ejemplo, se sabe que un refrigerador antiguo puede consumir hasta un 50% de la energía empleada para este uso (CFE, 2006) por lo que si se sustituye por uno más reciente, se tendría un ahorro del 30% del consumo eléctrico total en la vivienda y la misma proporción de reducción de emisiones de GEI.

Iluminación eficiente en las viviendas

En una vivienda, la electricidad utilizada para la iluminación supera el 25% del consumo total (SEMARNAT-INE, 2004), debido a esto, la sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes o de tipo LED (Light-Emitting Diode), es una estrategia que ayuda en gran medida a disminuir la generación de GEI. Este tipo de iluminación tiene un tiempo de vida útil mayor y brinda la misma intensidad lumínica con un consumo de electricidad menor: 69% con lámparas fluorescentes y 85% con luz LED. Ver Figura 4.4.

La reducción de energía por iluminación es importante, ya que aproximadamente un 14% de la demanda pico de electricidad es utilizada para dicho fin (*ídem*).

Consumo [Watts/h]	Emissiones [g CO ₂ -eq/h]	Reducción [%]
 100 Incandescente	65	N/A
 30 Fluorescente	20	69
 15 Light-emitting diode	10	85

Figura 4.4 Tipos de iluminación y emisiones de GEI

Considerando que cada vivienda tiene en promedio 6 focos incandescentes que son utilizados 5 horas al día (SE, s/f), se plantearon escenarios de reducción de emisiones de GEI, variando el porcentaje de viviendas con cambio de iluminación. Como resultado se obtuvo que: el reemplazo de 31 millones de focos en las 5 millones de viviendas de la ZMVM, lograría un ahorro mensual de 217 mil toneladas de CO₂ equivalente si se sustituyen con lámparas fluorescentes, y de 264 mil toneladas de CO₂ equivalente con la sustitución por lámparas LED (ver porcentajes de reducción en la Figura 4.4). La Tabla 4.3 muestra la reducción gradual de emisiones en relación al porcentaje de focos sustituidos.

Tabla 4.3 Potencial de reducción de emisiones en la iluminación

Viviendas con iluminación eficiente [%]	Focos sustituidos	Electricidad [MWh/mes]					Reducción de emisiones [t de CO ₂ -eq/mes]	
		Incandescente	Cambio a fluorescente		Cambio a LED		Fluorescente	LED
		Consumo	Consumo	Reducción	Consumo	Reducción		
20	6,343,517	95,153	28,546	66,607	14,273	80,880	43,495	52,815
40	12,687,034	190,306	57,092	133,214	28,546	161,760	86,990	105,631
60	19,030,550	285,458	85,637	199,821	42,819	242,640	130,485	158,446
80	25,374,067	380,611	114,183	266,428	57,092	323,519	173,980	211,261
100	31,717,584	475,764	142,729	333,035	71,365	404,399	217,475	264,076

Aplicación de la norma de aprovechamiento de energía solar

La Norma Ambiental para el aprovechamiento de la energía solar (NADF-008-AMBT-2005), dicta que los establecimientos comerciales y de servicios ubicados en el Distrito Federal que tengan más de 51 empleados y que para sus funciones utilicen sistemas de calentamiento de agua a base de combustibles fósiles, están obligados a reducir por lo menos el 30% de su consumo energético anual y ser abastecido por energía solar.

Al año 2010, los comercios y servicios ubicados en el Distrito Federal han instalado 4,615 colectores solares, teniendo como resultado una reducción de emisiones de GEI de 2,875 toneladas de CO₂ equivalente (SMA-GDF, 2011).

Inventario de emisiones de la ZMVM

En particular, para el servicios de hospedaje, algunos estudios de factibilidad para el uso de calentadores solares (Martínez, I., Segura, S. y Cuevas, P. en SMA-GDF, 2012), muestran que la reducción del 30% de energía para calentamiento de agua, equivale a dejar de consumir 5.4 millones de m³ de gas natural (205 TJ/año), con una mitigación de 11,437 toneladas de CO₂ equivalente. La conversión total del sistema tradicional de calentamiento por energía solar, lograría una reducción de 38 mil toneladas de CO₂ equivalente (ver Tabla 4.4).

Tabla 4.4 Potencial de reducción de emisiones en el sector hotelero por uso de CSA

Conversión del sistema de calentamiento de agua [%]	Reducción de emisiones [t de CO ₂ -eq/año]
30	11,437
50	19,061
75	28,592
100	38,122

Alumbrado público eficiente

En el año 2010, el Distrito Federal demandó 268 mil MW-h de electricidad por alumbrado público (CFE, 2011), equivalente al 26% de la electricidad utilizada en servicios públicos urbanos, por lo que la implementación de un sistema de iluminación eficiente reduciría significativamente las emisiones de GEI. Si se sustituye el sistema convencional de iluminación por lámparas fluorescentes de bajo consumo eléctrico, se alcanzaría un ahorro anual 188 mil MW-h (70% de reducción) y una mitigación de emisiones de 122,873 toneladas de CO₂ equivalente (ver Tabla 4.5).

Tabla 4.5 Reducción de emisiones en el alumbrado público

Conversión del sistema de alumbrado público [%]	Ahorro de electricidad [MW-h/año]	Reducción de emisiones [t de CO ₂ -eq/año]
25	47,041	30,718
50	94,082	61,436
75	141,123	92,155
100	188,164	122,873

Semáforos

El sistema de iluminación que utilizan los semáforos en el Distrito Federal es de tipo incandescente y de más de 20 años de antigüedad, esto ocasiona elevados consumos de electricidad y problemas de señalización vial. Por otra parte, se sabe que el uso de tecnología de iluminación LED en semáforos brinda ahorro de energía, mayor durabilidad y bajos costos de mantenimiento (CONUEE, 2006), tomando en cuenta lo anterior, la sustitución total de semáforos por los de iluminación LED conseguiría una reducción de electricidad de 18,547 MW-h/año (80% del consumo), asociada a una emisión anual de 12,112 toneladas de CO₂ equivalente. Ver Figura 4.5.

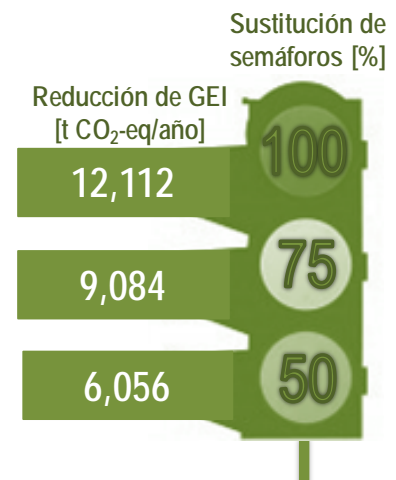


Figura 4.5 Reducción GEI por cambio de iluminación LED en semáforos

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

De manera general, se puede concluir que la quema de combustibles fósiles, el consumo de energía eléctrica y la generación de residuos, son las principales actividades que generan las emisiones de GEI en la Zona Metropolitana del Valle de México ZMVM.

Se estima que en el año 2010 dentro de la ZMVM, se generaron 43.6 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), 397 mil toneladas de metano (CH₄) y 3.9 mil toneladas de óxido nitroso (N₂O), que equivalen a 54.7 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente.

La mayor parte de las emisiones son resultado de la quema de combustibles fósiles, empleados para satisfacer una demanda de 527 PJ de energía, que equivale a un consumo promedio diario de 45 millones de litros equivalentes de gasolina. De esta energía, las fuentes móviles que circulan por vialidades consume el 44% y contribuye con el 42% (22.9 millones de toneladas de CO₂-eq) de las emisiones totales.

Una de las principales áreas de oportunidad para reducir la generación de GEI se identifica en las fuentes móviles que circulan por las vialidades, ya que la suma de las emisiones de los autos y camionetas particulares aportan cerca del 20% del CO₂-equivalente total emitido en la ZMVM.

El sector industrial contribuye con aproximadamente el 22% (11.9 millones de toneladas de CO₂-eq) de las emisiones totales en la ZMVM y la generación de energía eléctrica contribuye en mayor proporción, con el 27% de dicho sector.

Como subproducto de la quema de combustibles fósiles, se emitieron 2,010 toneladas de carbono negro; el 76% proviene de las fuentes móviles, principalmente de los tractocamiones y autobuses que utilizan diesel.

Por la degradación de la materia orgánica en rellenos sanitarios, se emitieron aproximadamente 8.7 millones de toneladas de CO₂-equivalente, que representan el 16% del total generado en la ZMVM.

Lo anterior demuestra la capacidad que tienen los habitantes de la ZMVM para disminuir emisiones mediante la reducción del consumo de energéticos y el control de emisiones.

5.2 Recomendaciones

Tal como se indicó en el inventario de emisiones de contaminantes criterio, es necesario destinar recursos económicos para la elaboración de estudios, con la finalidad de generar información local referente a las actividades desarrolladas dentro de la ZMVM. Como ejemplo de lo anterior, se puede mencionar la necesidad de conocer el rendimiento del combustible de los vehículos en circulación por año modelo y tipo de vehículo, para obtener factores de emisión de GEI y carbono negro, además de la determinación del contenido de carbono presente en los combustibles comercializados en la ZMVM.

Debido a que el consumo de combustibles fósiles y electricidad es el principal generador de emisiones de GEI, es indispensable instrumentar estrategias y acciones para reducir la dependencia a estos energéticos, además de promover el uso de fuentes alternas de energía.

Dado que los vehículos automotores son los principales generadores de GEI y carbono negro, las estrategias de reducción de emisiones inmediatas que recomendamos en este sector son:

- El desarrollo de una Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética.
- Incentivar la introducción de vehículos híbridos.
- Fortalecer los programas existentes para mantener en buenas condiciones mecánicas la flota vehicular antigua, e impulsar la renovación.
- Renovación de vehículos gubernamentales con unidades eficientes.
- Incrementar la oferta del transporte público de alta capacidad, con unidades modernas que cuenten con tecnologías de baja emisión.
- Fomentar el transporte no motorizado, como la bicicleta, en recorridos locales.
- Renovar la flota vehicular de tractocamiones, con unidades que cuenten con trampas de partículas.
- Inducir la incorporación de sistemas retrofit para el control de partículas.

Así mismo, se propone establecer campañas y programas de formación ambiental, para promover los beneficios económicos y ambientales que trae el cambio de hábitos en las actividades cotidianas de la población, como por ejemplo: la disminución del consumo de energéticos con el uso de calentadores solares, ahorro de agua caliente e iluminación eficiente en viviendas y oficinas.

Las estrategias para el aprovechamiento del metano de los rellenos sanitarios, deberán ir acompañadas de medidas enfocadas a disminuir la cantidad de basura que se genera, por lo que es necesario reforzar la campaña de separación de residuos y reciclaje.

Bibliografía

- ANES (2006). *¿Cómo varía mi consumo de gas utilizando un calentador de solar?* Asociación Nacional de Energía Solar A.C La Revista Solar. (57), 10-11. Consultado en mayo de 2012, de: http://www.anes.org/anes/formularios/Publicaciones/RevistaSolar/RS_572006.pdf
- ARB (29 de octubre de 2010). *California Emission Inventory and Reporting System (CEIDARS) – Particulate Matter and Gas Speciation Profiles* [Base de datos], USA. Consultado en 2008, de: <http://www.arb.ca.gov/ei/speciate/dnldopt.htm>
- ARB (diciembre de 2006). *OFFROAD MODEL V 2.0.1.2*. California Air Resources Board [Software de computadora], USA. Consultado en 2011, de: <http://www.arb.ca.gov/msei/offroad/offroad.htm>
- Arceo, J. (junio de 2010). *Eficiencia Energética en el Distrito Federal. Actualidad y Futuro. Presentación del foro de Energía II de la 12ª Conferencia de Economía Alemana para América Latina*. Consultado el 20 de mayo de 2010, de: http://www.sma.df.gob.mx/cclimatico/descargas/plan_accion_climatico/05_jaime_arceo.pdf
- AQMD (julio de 2009). *Road Construction Emissions Model V 6.3.2*. [Software de computadora], Sacramento Metropolitan Management District, USA. Consultado en 2011, de: <http://www.airquality.org/ceqa/index.shtml>
- ASA (2011). *Estadísticas de combustibles 2010*. Gerencia de Desarrollo Operativo, Aeropuertos y Servicios Auxiliares. Recibido mediante el oficio 031/0312/11.
- Battye, W. y Boyer, K. (2002). *Methods for Improving Global Inventories of Black Carbon and Organic Carbon Particulates*. Report No. 68-D-98-046, Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC, by EC/R Inc., Chapel Hill, NC. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.climatechangeinsights.com/uploads/file/additional%20information%20on%20inventories%20of%20US%20black%20carbon.pdf>
- Bond, T. C (2007). *Testimony for the Hearing on Black Carbon and Climate Change, U.S. House Committee on Oversight and Government*. Consultado en marzo de 2011, de: <http://oversight-archive.waxman.house.gov/documents/20071018110647.pdf>

Inventario de emisiones de la ZMVM

- Bond, T.C. y Sun, H. (2005) *Can reducing black carbon emissions counteract global warming?* Environmental Science and Technology (39), 5921-5926. Consultado en marzo 2011, de: <http://pubs.acs.org/doi/pdfplus/10.1021/es0480421>
- C40-ICLEI (2012). *Global Protocol for Community-Scale GHG Emission (GPC)*. Consultado en marzo de 2012, de: <http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/GPC%20v9%2020120320.pdf>
- Calderón, R., Arredondo, J.A., Gallegos, R. y Mayagoitia, F. (2011). *Reducción del Consumo Eléctrico y CO₂ Mediante Sistemas de Ahorro y de Aislamiento Térmico Aplicados a Viviendas en Zonas Áridas de México*. Información Tecnológica (22), 69-78. Consultado en abril 2012, de: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v22n2/art08.pdf>
- Calvillo, A. y Moncada, G. (2008). *Eficiencia del transporte público y privado*. Consultado en febrero de 2012, de: [http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_\(1\).pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/eficiencia_transporte_docto_(1).pdf)
- Casado, J. M (2008). *Estudios sobre movilidad cotidiana en México* en revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Scripta Nova, XII (273). Consultado en 2008, de: <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-273.htm>.
- Chow, J. C, et al. (2002). *Chemical composition of PM_{2.5} and PM₁₀ in Mexico City during winter 1997*. The Science of the Total Environment (287), 177- 201. Consultado en febrero de 2011, de: linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S135223100100164
- CFE (2011). *Estadísticas de ventas del Distrito Federal*. Comisión Federal de Electricidad. Consultado en mayo de 2011, de: <http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/PorTarifa.aspx>
- CONAFOVI (2006). *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. Consultado en abril de 2012, de: http://www.conavi.gob.mx/documentos/publicaciones/guia_energia.pdf
- CONAGUA (diciembre de 2009). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*. Consultado en 2011, de: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Inventario%20nacional%20de%20plantas%20municipales%202009.pdf>
- DGSU-GDF (s/f). *Clausura del relleno sanitario Prados de la Montaña: primera experiencia mexicana apegada a una rigurosa normatividad*. Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal. D. F., México. Consultado en febrero de 2009, de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03529e14.pdf>
- FAO (2010). *Forest and climate change working paper 6*. Woodfuels and Climate Change Mitigation. Case studies from Brazil, India and México. Consultado en agosto de 2011, de: <http://www.fao.org/docrep/012/i1639e/i1639e00.pdf>
- FERROVALLE, S. A de C. V (13 de enero de 2011). *Consumo de combustible diesel por el uso de locomotoras, 2009 y 2010 y longitud de vías de ferrocarril y terminal del Valle de México*. Recibido mediante el oficio DO-MASG-011/11.
- FIMEVIC (2012). *Problemas de movilidad en la Ciudad de México*. Diagnóstico de la movilidad de las personas en la Ciudad de México. Fideicomiso para el mejoramiento de las vías de comunicación del Distrito Federal. Consultado en 2012, de: <http://www.fimevic.df.gob.mx/problemas/1diagnostico.htm>.
- GDF, INEGI, GEM (2007). *Encuesta Origen Destino*. D.F., México.

Inventario de emisiones de la ZMVM

- GEM-SMA (2010).** *Cedula de Operación Anual* [Base de Datos], con información año base 2010. Estado de México, México.
- GODF (2006).** *Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México suscrita por el jefe de gobierno del Distrito Federal y el gobernador del Estado de México*, el 22 de diciembre de 2005 en el marco de la cuarta sesión plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana, publicado en Gaceta Oficial del Distrito Federal, D.F., México. Consultado en 2010, de: http://www.fundacion-christlieb.org.mx/zmvm/delimitacion_zmvm.pdf
- GODF (2011).** *Listado de establecimientos que no requieren tramitar la Licencia Ambiental Única (LAUDF)*, publicado en la Gaceta Oficial del Distrito federal. D.F., México. Consultado en 2011, de: http://www.sma.df.gob.mx/laudf/download/listado_que_no_requieren_LAUDF.pdf
- Heroico Cuerpo de Bomberos (2011).** *Incendios desglosados por inmueble en 2010*. Dirección General. Recibido mediante el oficio DG/0388/11
- ICCT (2009).** *A policy-relevant summary of black carbon climate science and appropriate emission control strategies*. Consultado en marzo de 2010, de: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/BCsummary_dec09.pdf
- ICLEI y C40 (2012).** *Local Government Operations Protocol For the quantification and reporting of greenhouse gas emissions inventories*. Consultado en marzo de 2010, de: http://www.arb.ca.gov/cc/protocols/localgov/archive/final_lgo_protocol_2008-09-25.pdf
- INEGI (2011).** *Censo de población y vivienda, 2010. Resultados definitivos*. Consultado el 25 de abril de 2011, de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302&s=est>
- INEGI (2011a).** *Sistema de cuentas nacionales de México. Producto interno bruto por entidad federativa 2006-2010. Año base 2003*. Consultado el 1 de enero de 2012, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/detalleSCNM.aspx?c=16877&upc=0&s=est&tg=54&f=2&pf=Cue>
- INEGI (2011b).** *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas 2011*. Consultado el 25 de abril de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/denue/default.aspx>
- INEGI (2010).** *Sistema de consulta para el cuaderno estadístico del Estado de México*. Consultado en 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/default.aspx?c=265&s=inegi&upc=702825001719&pf=Prod&ef=&f=2&cl=0&tg=1&pg=0>
- INEGI (2010a).** *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares*. Nueva construcción. Consultado en octubre de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/microdatos2/defaultenighncv.aspx>
- INEGI (2008).** *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2008*. Consultado en febrero de 2011, de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/microdatos2/defaultenighncv.aspx>
- INEGI, CONAPO y SEDESOL (2007).** *Delimitación de las zonas metropolitanas de México, 2005*. Consultado en febrero de 2011, de: http://www.conapo.gob.mx/work/models/CONAPO/zonas_metropolitanas/zm_2005.pdf
- IPCC (2007).** *Preguntas Frecuentes*. Del informe aceptado por el Grupo de Trabajo I Del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado en detalle. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-faqs-sp.pdf>

- IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- IPCC (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>
- IPCC (2000). *Good practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*. Consultado en marzo de 2011, de: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/spanish/gpgaum_es.html
- IPCC (1997). *Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad*. Informe especial del Grupo de trabajo II del IPCC. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-sp.pdf>
- Lahm, P (2009). *Black Carbon and Wildland Fire*. NWCG Smoke Committee (SmoC). Washington, DC. USA. Consultado en agosto de 2011, de: http://www.myfirecommunity.net/NeighborhoodPublic/Neighborhood279/SmoC_BlackCarbon_Whitepaper_final4.pdf
- Martínez, H., et, al. (2007). *Actividad y emisiones vehiculares de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Metodología de recolección de información y resultados. Reporte final*. Consultado en 2011 de: <http://www.ine.gob.mx/dica/543-calair-historico-estudios>
- Molina, M. (2009). *El cambio climático y el efecto del carbono negro*. Presentado en el taller internacional de carbono negro y cambio climático en Latinoamérica. D.F., México. Consultado en marzo de 2010, de: <http://www.theicct.org/sites/default/files/Molina.pdf>
- Páramo, V. H. (2009). *Estrategias de control de carbono negro en la ciudad de México*. D.F., México. Consultado en agosto de 2011, de: http://www.theicct.org/sites/default/files/Victor_Paramo.pdf
- PEMEX (1997). *Efecto de los componentes del gas licuado de petróleo en la acumulación de ozono*. Petróleos Mexicanos. D.F., México.
- PEMEX- Gas y Petroquímica Básica (31 de enero de 2011). *Volumen mensual en toneladas de las ventas de primera mano de gas L.P. realizadas a plantas de distribuidores ubicados en Distrito Federal y Estado de México en 2009-2010*. Recibido mediante el oficio SMA/DGGCA/DCPAIE/003/2011
- PEMEX- Refinación (18 de abril de 2011). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-331-2011.
- PEMEX- Refinación (15 de febrero de 2011). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-183-2011.
- PEMEX- Refinación (29 de septiembre de 2010). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-614-2010.
- PEMEX- Refinación (3 de mayo de 2010). *Estadísticas de Ventas de Petrolíferos de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Recibido mediante el oficio PXR-SC-GCC-289-2010.
- Procalsol (2007). *Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México*. D.F., México. Consultado en mayo de 2012, de: <http://www.conae.gob.mx/work/images/Procalsol.pdf>

Inventario de emisiones de la ZMVM

- Quintanilla, J. (2000). *Uso Masivo de la Energía Solar en Sustitución de Combustibles Fósiles en la Zona Metropolitana del Valle de México. Sectores Residencial, Hotelero, Hospitalario y de Baños Públicos*. Resumen Ejecutivo. Programa Universitario de Energía del Instituto de Ingeniería de la UNAM. D.F., México. Consultado en 2012, de: <http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/infejec2.pdf>
- Reisigner, P., et al. (2008) *Intercomparison of Measurement Techniques for Black or Elemental Carbon Under Urban Background Conditions in Wintertime: Influence of Biomass Combustion*. Environmental Science and Technology (42), 884-889. Consultado en marzo 2011, de: http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-tch_8662.pdf
- Retama, A. y Rivera, O. (2004). *Black carbon and fine particle PM2.5 elemental composition behavior in samples collected at two sampling sites in Mexico City*. D.F. México. Consultado el 11 de febrero de 2011, de: <http://pixe2004.ijs.si/proceedings/htm/pdf/0925.pdf>
- Rodríguez, J. I. (2003). *El impacto de eliminar los subsidios a la electricidad en México: implicaciones económicas y ambientales mediante un modelo de equilibrio general computable*. Tesis de maestría, Departamento de Economía. Escuela de Ciencias Sociales de la Universidad de las Américas. Puebla., México. Consultado el 25 de abril de 2012, de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mec/rodriguez_s_ji/capitulo1.pdf
- SACM-GDF (2011). *Caudal anual tratado 2010*, Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Recibido vía infomex Distrito Federal, el 25 de mayo de 2011.
- SACM-GDF (2011a). *Presupuesto 2010 importes por consumo de energía eléctrica*. Sistema de Aguas de la Ciudad de México. Recibido vía infomex Distrito Federal, el 7 de julio de 2011.
- SACM-GDF (10 de septiembre de 2009). *Programa emergente de abasto de agua en el Distrito Federal*. Sistema de Alerta del Servicio de Agua Potable. D.F., México. Consultado en mayo de 2012, de: http://www.agua.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=9676:programa-emergente-de-abasto-de-agua-en-el-df-sept-09&catid=1325:politicas-del-agua&Itemid=106
- SACM-GDF (s/f). *¿Cómo Ahorrar en el Consumo de Agua? Consejos prácticos de ahorro de agua*. D.F., México. Consultado en mayo de 2012, de: <http://www.sacm.df.gob.mx:8080/web/sacm/importanciadelagua>
- SACM-GDF (s/f a). *Dispositivos Ahorradores de Agua. Un beneficio para todos*. D.F., México. Consultado en mayo de 2012, de: <http://www.sacm.df.gob.mx:8080/web/sacm/dispositivosahorradoresdeagua>
- SAGARPA (2011). *Inventario Ganadero y Agrícola del Distrito Federal, 2010*. Enviado por la Delegación de SAGARPA en el Distrito Federal el 28 de febrero de 2011.
- SAGARPA-SIAP (29 de agosto de 2011). *Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON)* [Software de computadora], Consultado en octubre de 2011, de: http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426
- SAGARPA-SIAP (4 de Febrero de 2011). *Estadísticas de producción agrícola*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recibido mediante el oficio G00.02-005.
- Salcedo, D. et al. (2006). *Characterization of ambient aerosols in Mexico City during the MCMA-2003 campaign with Aerosol Mass Spectrometry: results from the CENICA Supersite*. Atmos. Chem. Phys., (6), 925–946. Consultado en marzo de 2011, de: <http://www.atmos-chem-phys.net/6/925/2006/acp-6-925-2006.html>

- SCT (2010). *Estadística Básica del Autotransporte Federal*. Subdirección del Transporte. Dirección General de Autotransporte Federal. D.F., México.
- SE (2010). *Sistema Nacional de Información de Mercados de la Secretaría de Economía*. Mercados Nacionales Agrícolas. Precios de insumos agrícolas. Consultado el 28 de octubre de 2010, de: <http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo/>
- SEDECO-DF (2009). *Indicadores de actividad industrial del D.F.* Secretaría de Desarrollo Económico del Distrito Federal. D. F., México. Consultado en marzo de 2010, de: <http://www.sedeco.df.gob.mx/programas/prioritarios/parques/indicadores.html>
- SEMARNAT-INE (Diciembre de 2009). *Wood burning for cooking: pilot project for evaluation of improved stoves and open fire emissions*. Expert meeting to further develop the Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan releases. Consultado en marzo de 2011, de: <http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-TOOLKIT.4-1-A4-BCardenas.English.pdf>
- SEMARNAT-INE (2009). *Cuarta comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. D.F., México. Consultado en 2010, de: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=615
- SEMARNAT-INE (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. D.F., México. Consultado en 2012, de: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/descarga.html?cv_pub=437&tipo_file=pdf&filename=437
- SE (s/f). *Comparativo de lámparas incandescentes contra fluorescentes*. Consultado en mayo de 2012 de: <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=2860>
- SENER (2011). *Estadísticas de Gas L.P. comercializado en la ZMVM*. Dirección General de Gas L.P. Recibido mediante el oficio 513.-DGGLP/034/11.
- SENER (2010). *Prospectiva de petrolíferos 2010-2025*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 28 de febrero de 2012, de: <http://www.sener.gob.mx/portal/publicaciones.html>.
- SENER (2010a). *Sistema de Información Energética (SIE)*. Consultado en Junio de 2011, de: <http://sie.energia.gob.mx/>
- SENER (2010b). *Prospectivas del mercado de gas natural 2010-2025*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/perspectiva_gas_natural_2010_2025.pdf
- SENER (2010c). *Prospectivas del mercado de gas licuado de petróleo 2010-2025*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/1791/Balance_Nacional_2009.pdf
- SENER (2010d). *Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 20 de abril de 2011, de: http://www.sener.gob.mx/res/1825/SECTOR_ELECTRICO.pdf
- SENER (2010e). *Balance nacional de energía 2010*. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Consultado el 1 de marzo de 2012, de: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energ%C3%ADa%202010_2.pdf

Inventario de emisiones de la ZMVM

- SIEM (2011). *Estadísticas, Estado, Tipo y Rango de Empleados*. Consultado el 23 de febrero de 2012, de: <http://www.siem.gob.mx/siem/estadisticas/muntamanoPublico.asp?qedo=15&p=1>
- SMA-GDF (2011). *Informe de Avances 2011 del Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. Consultado en abril de 2012, de: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/avances_paccm_2011.pdf
- SMA-GDF (2008). *Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012*. Consultado en agosto de 2011, de: http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/biblioteca/inventario_residuos_solidos_2009.pdf
- SMA-GDF (2005). *NADF-008-AMBT-2005*. Especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías. Gaceta Oficial del Distrito Federal. Consultado en mayo de 2012, de: <http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/nadf-008-ambt-2005.pdf>
- SMA-GDF, SAGARPA (2005). *Atlas de Vegetación y Uso del Suelo, 2005. Suelo de conservación del Distrito Federal*. Oficina Estatal de información para el desarrollo sustentable de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal. Consultado el 24 de febrero de 2012, de: <http://www.paot.org.mx/centro/variados/oeidrus/ms4w/oeidrus/vegetacion.html>
- STE (2011). *Consumo de energía eléctrica por sistema trolebús y tren ligero*. Recibido vía INFOMEX Distrito Federal, el 7 de julio de 2011.
- TÜV Rheinland de México S.A. de C.V (2000). *Programa para la Reducción y Eliminación de Fugas de gas L.P. en las Instalaciones Domésticas de la ZMVM. Reporte Final*. D.F., México.
- UNAM-CAM (2006). *Estudio Integral Metropolitano de Transporte de Carga y Medio Ambiente para el Valle de México (EIMTCA-MAVM). Proyecto de realización del estudio matriz origen-destino para el transporte de carga. Informe Final*. Instituto de Ingeniería de la UNAM. D.F., México.
- U.S. EPA (Septiembre de 2011). *SPECIATE V.4.2*. [Base de datos], USA. Consultado en 2011, de: <http://www.epa.gov/ttnchie1/software/speciate/>
- U.S. EPA (2008). *Landfill Gas Emissions Model, LandGEM (Versión 3.02)* [Software de computadora], United States Environmental Protection Agency. USA. Consultado en 2008, de: <http://www.epa.gov/ttnecat1/products.html>
- U.S. EPA (2003). *Mobile 6.2 México*. [Software de computadora], United States Environmental Protection Agency. USA.



Anexo I. Zona Metropolitana del Valle de México

Z
M
V
M

Tabla A.1 Emisiones de GEI y carbono negro en el Distrito Federal, 2010

Sector	Emisiones [toneladas /año]			
	Distrito Federal			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Industrial	2,213,659	24	3	27
Industria alimentaria	168,358	4	1	4
Industria de las bebidas y del tabaco	138,701	2	N/S	2
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	38,629	1	N/S	1
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	21,447	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	11,649	N/S	N/S	N/S
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	781	N/S	N/S	1
Industria de la madera	5,797		N/S	N/S
Industria del papel	144,856	3	N/S	3
Impresión e industrias conexas	15,815	N/S	N/S	N/S
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	20,030	N/S	N/S	N/S
Industria química	259,712	6	1	6
Industria del plástico y del hule	88,575	2	1	N/S
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	523,853	1	N/S	2
Industrias metálicas básicas	161,949	1	N/S	3
Fabricación de productos metálicos	65,572	N/S	N/S	1
Fabricación de maquinaria y equipo	5,607	N/S	N/S	N/S
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	1,373	N/S	N/S	N/S
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	16,270	N/S	N/S	N/S
Fabricación de equipo de transporte	51,601	1	N/S	1
Fabricación de muebles, colchones y persianas	117,032	N/S	N/S	N/S
Otras industrias manufactureras	248,899	1	N/S	1
Generación de energía eléctrica	107,153	2	N/S	2
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	1	N/A	N/A
Servicios y comercios	342,126	28	1	1
Combustión	342,126	27	1	1
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	1	N/A	N/A
Habitacional	2,043,570	238	4	8
Combustión	2,043,570	216	4	8
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	12	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	10	N/A	N/A
Fuentes móviles	12,132,819	1,232	762	997
Autos particulares	4,669,331	584	348	41
Camionetas particulares SUV	1,507,473	140	164	14
Taxis	1,642,588	150	123	16
Vagonetas y Combis	99,159	10	8	1
Microbuses	972,578	68	18	5
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 t	546,218	57	48	5
Tractocamiones	743,458	3	2	661
Autobuses	1,198,901	6	3	91
Vehículos de carga mayores a 3 t	633,243	49	36	145
Motocicletas	90,477	165	12	14
Metrobuses	29,393	N/S	N/S	4
Ganadería	N/A	784	3	N/A
Fermentación entérica	N/A	734	N/A	N/A
Manejo de estiércol	N/A	50	3	N/A
Disposición de residuos	35,253	36,498	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	35,253	12,848	N/A	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	23,650	N/S	N/A
Otras fuentes	2,456,923	6,703	2,316	141
Quemas agrícolas	1,130	8	N/E	3
Incendios forestales	7,702	21	N/E	3

Sector	Emisiones [toneladas /año]			
	Distrito Federal			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Combustión de equipos agrícolas	5,931	N/S	N/S	N/S
Operación de aeronaves	1,291,045	9	36	25
Locomotoras (foráneas/ patio)	3,801	N/S	2	1
Maquinaria	1,143,052	6,663	2,278	66
Terminales de autobuses	4,262	1	N/A	1
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	1	N/A	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	8
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	1
Incendios en estructuras	N/A	N/A	N/A	5
Asados al carbón	N/A	N/A	N/A	27
Construcción	N/A	N/A	N/A	1
Total	19,224,350	45,507	3,089	1,174

Tabla A.2 Emisiones de GEI y carbono negro en el Estado de México, 2010

Sector	Emisiones [toneladas /año]			
	Estado de México			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Industrial	9,686,217	471	12	138
Industria alimentaria	548,144	7	1	3
Industria de las bebidas y del tabaco	18,987	N/S	N/S	N/S
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	138,390	4	1	4
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	2,608	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	223,162	1	N/S	4
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	2,986	N/S	N/S	6
Industria de la madera	21,465	1	N/S	1
Industria del papel	573,173	9	1	11
Impresión e industrias conexas	45,653	1	N/S	1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	10,566	N/S	N/S	N/S
Industria química	551,956	14	1	8
Industria del plástico y del hule	169,022	2	N/S	2
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,459,481	28	2	45
Industrias metálicas básicas	1,856,536	342	N/S	4
Fabricación de productos metálicos	353,364	3	N/S	3
Fabricación de maquinaria y equipo	10,088	N/S	N/S	N/S
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	1,161	N/S	N/S	N/S
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	130,982	2	N/S	2
Fabricación de equipo de transporte	402,308	1	N/S	1
Fabricación de muebles, colchones y persianas	6,936	N/S	N/S	N/S
Otras industrias manufactureras	18,523	N/S	N/S	N/S
Generación de energía eléctrica	3,140,726	56	6	43
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	1	N/A	N/A
Servicios y comercios	503,266	42	1	2
Combustión	503,266	40	1	2
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	2	N/A	N/A
Habitacional	2,495,666	359	6	10
Combustión	2,495,666	332	6	10
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	14	N/A	N/A

Sector	Emisiones [toneladas /año]			
	Estado de México			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	13	N/A	N/A
Fuentes móviles	10,295,403	1,326	758	538
Autos particulares	3,267,290	452	227	29
Camionetas particulares SUV	1,073,256	133	120	9
Taxis	864,387	106	64	9
Vagonetas y Combis	875,765	91	73	8
Microbuses	287,444	69	43	12
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	1,638,183	246	126	15
Tractocamiones	272,659	1	1	243
Autobuses	960,306	10	6	72
Vehículos de carga mayores a 3 t.	1,028,796	168	95	137
Motocicletas	27,317	50	3	4
Metrobuses	N/A	N/A	N/A	N/A
Ganadería	N/A	12,366	37	N/A
Fermentación entérica	N/A	11,913	N/A	N/A
Manejo de estiércol	N/A	453	37	N/A
Disposición de residuos	824,690	337,623	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	824,690	300,568	N/A	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	37,055	N/S	N/A
Otras fuentes	587,477	69	16	148
Quemas agrícolas	N/A	21	N/E	11
Incendios forestales	4,938	25	N/E	2
Combustión de equipos agrícolas	26,565	2	N/S	N/S
Operación de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A
Locomotoras (foráneas/ patio)	43,513	2	16	8
Maquinaria	512,461	17	N/S	70
Terminales de autobuses	N/E	N/E	N/E	N/E
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	2	N/A	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	7
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	17
Incendios en estructuras	N/A	N/A	N/A	1
Asados al carbón	N/A	N/A	N/A	32
Construcción	N/A	N/A	N/A	N/S
Total	24,392,719	352,256	830	836

Tabla A.3 Emisiones de GEI y carbono negro en la ZMVM, 2010

Sector	Emisiones [toneladas/año]			
	ZMVM			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Industrial	11,899,876	497	15	165
Industria alimentaria	716,502	11	2	7
Industria de las bebidas y del tabaco	157,688	2	N/S	2
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	177,019	5	1	5
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	24,055	N/S	N/S	N/S
Fabricación de prendas de vestir	234,811	1	N/S	4
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	3,767	N/S	N/S	7
Industria de la madera	27,262	1	N/S	1
Industria del papel	718,029	12	1	14
Impresión e industrias conexas	61,468	1	N/S	1
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	30,596	N/S	N/S	N/S
Industria química	811,668	20	2	14
Industria del plástico y del hule	257,597	4	1	2
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,983,334	29	2	47
Industrias metálicas básicas	2,018,485	343	N/S	7
Fabricación de productos metálicos	418,936	3	N/S	4
Fabricación de maquinaria y equipo	15,695	N/S	N/S	N/S
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	2,534	N/S	N/S	N/S
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	147,252	2	N/S	2
Fabricación de equipo de transporte	453,909	2	N/S	2
Fabricación de muebles, colchones y persianas	123,968	N/S	N/S	N/S
Otras industrias manufactureras	267,422	1	N/S	1
Generación de energía eléctrica	3,247,879	58	6	45
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	2	N/A	N/A
Servicios y comercios	845,392	70	2	3
Combustión	845,392	67	2	3
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	3	N/A	N/A
Habitacional	4,539,236	597	10	18
Combustión	4,539,236	548	10	18
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	26	N/A	N/A
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	23	N/A	N/A
Fuentes móviles	22,428,222	2,558	1,520	1,535
Autos particulares	7,936,621	1,036	575	70
Camionetas particulares SUV	2,580,729	273	284	23
Taxis	2,506,975	256	187	25
Vagonetas y Combis	974,924	101	81	9
Microbuses	1,260,022	137	61	17
Pick up y veh. de carga hasta 3.8 t.	2,184,401	303	174	20
Tractocamiones	1,016,117	4	3	904
Autobuses	2,159,207	16	9	163
Vehículos de carga mayores a 3 t.	1,662,039	217	131	282
Motocicletas	117,794	215	15	18
Metrobuses	29,393	N/S	N/S	4
Ganadería	N/A	13,150	40	N/A
Fermentación entérica	N/A	12,647	N/A	N/A
Manejo de estiércol	N/A	503	40	N/A
Disposición de residuos	859,943	374,121	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	859,943	313,416	N/A	N/A

Sector	Emisiones [toneladas/año]			
	ZMVM			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
Tratamiento de aguas residuales	N/A	60,705	N/S	N/A
Otras fuentes	3,044,400	6,772	2,332	289
Quemas agrícolas	1,130	29	N/E	14
Incendios forestales	12,640	46	N/E	5
Combustión de equipos agrícolas	32,496	2	N/S	N/S
Operación de aeronaves	1,291,045	9	36	25
Locomotoras (foráneas/ patio)	47,314	2	18	9
Maquinaria	1,655,513	6,680	2,278	136
Terminales de autobuses	4,262	1	N/E	1
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	3	N/A	N/A
Vialidades pavimentadas	N/A	N/A	N/A	15
Vialidades sin pavimentar	N/A	N/A	N/A	18
Incendios en estructuras	N/A	N/A	N/A	6
Asados al carbón	N/A	N/A	N/A	59
Construcción	N/A	N/A	N/A	1
Total	43,617,069	397,765	3,919	2,010

Tabla A.4 Emisiones de GEI en toneladas de CO₂-equivalente, ZMVM-2010

Sector	Emisiones [toneladas de CO ₂ -equivalente/año]			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	TOTAL
Industrial	11,899,876	12,425	4,470	11,916,771
Industria alimentaria	716,502	275	596	717,373
Industria de las bebidas y del tabaco	157,688	50	N/S	157,738
Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles	177,019	125	298	177,442
Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir	24,055	N/S	N/S	24,055
Fabricación de prendas de vestir	234,811	25	N/S	234,836
Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	3,767	N/S	N/S	3,767
Industria de la madera	27,262	25	N/S	27,287
Industria del papel	718,029	300	298	718,627
Impresión e industrias conexas	61,468	25	N/S	61,493
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	30,596	N/S	N/S	30,596
Industria química	811,668	500	596	812,764
Industria del plástico y del hule	257,597	100	298	257,995
Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	1,983,334	725	596	1,984,655
Industrias metálicas básicas	2,018,485	8,575	N/S	2,027,060
Fabricación de productos metálicos	418,936	75	N/S	419,011
Fabricación de maquinaria y equipo	15,695	N/S	N/S	15,695
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	2,534	N/S	N/S	2,534
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	147,252	50	N/S	147,302
Fabricación de equipo de transporte	453,909	50	N/S	453,959
Fabricación de muebles, colchones y persianas	123,968	N/S	N/S	123,968
Otras industrias manufactureras	267,422	25	N/S	267,447
Generación de energía eléctrica	3,247,879	1,450	1,788	3,251,117
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/S
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	50	N/A	50
Servicios y comercios	845,392	1,755	596	847,743
Combustión	845,392	1,680	596	847,668
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	N/S	N/A	N/S
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	75	N/A	75
Residencial	4,539,236	14,925	2,980	4,557,141
Combustión	4,539,236	13,700	2,980	4,555,916
Fugas en instalaciones a gas L.P.	N/A	650	N/A	650
HCNQ en la combustión de gas L.P.	N/A	575	N/A	575
Fuentes móviles	22,428,222	63,950	452,960	22,945,132
Autos particulares	7,936,621	25,900	171,350	8,133,871
Camionetas particulares SUV	2,580,729	6,825	84,632	2,672,186
Taxis	2,506,975	6,400	55,726	2,569,101
Vagonetas y Combis	974,924	2,525	24,138	1,001,587
Microbuses	1,260,022	3,425	18,178	1,281,625
Pick up y vehículos de carga hasta 3.8 t	2,184,401	7,575	51,852	2,243,828
Tractocamiones	1,016,117	100	894	1,017,111
Autobuses	2,159,207	400	2,682	2,162,289
Vehículos de carga mayores a 3 t	1,662,039	5,425	39,038	1,706,502
Motocicletas	117,794	5,375	4,470	127,639
Metrobuses	29,393	N/S	N/S	29,393
Ganadería	N/A	328,749	11,920	340,669
Fermentación entérica	N/A	316,175	N/A	316,175
Manejo de estiércol	N/A	12,574	11,920	24,494
Disposición de residuos	859,943	9,353,025	N/S	10,212,968
Rellenos sanitarios	859,943	7,835,400	N/A	8,695,343
Tratamiento de aguas residuales	N/A	1,517,625	N/S	1,517,625
Otras fuentes	3,044,400	169,300	694,936	3,908,636
Quemas agrícolas	1,130	725	N/E	1,855
Incendios forestales	12,640	1,150	N/E	13,790
Combustión de equipos agrícolas	32,496	50	N/S	32,546
Operación de aeronaves	1,291,045	225	10,728	1,301,998
Locomotoras (foráneas/ patio)	47,314	50	5,364	52,728
Maquinaria	1,655,513	167,000	678,844	2,501,357
Terminales de autobuses	4,262	25	N/E	4,287
Distribución y almacenamiento de gas L.P.	N/A	75	N/A	75
Total	43,617,069	9,944,129	1,167,862	54,729,060

Anexo II. Sector industrial

ZMVM

2010

CO₂

Tabla A.5 Subsectores y ramas industriales por SCIAN, ZMVM-2010

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
		Industria alimentaria
311	3111	Elaboración de alimentos para animales
	3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas
	3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares
	3114	Conservación de frutas, verduras y alimentos preparados
	3115	Elaboración de productos lácteos
	3116	Matanza, empaqueo y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles
	3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos
	3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas
	3119	Otras industrias alimentarias
		Industria de las bebidas y del tabaco
312	3121	Industria de las bebidas
	3122	Industria del tabaco
		Fabricación de insumos textiles y acabado de textiles
313	3131	Preparación e hilado de fibras textiles, y fabricación de hilos
	3132	Fabricación de telas
	3133	Acabado de productos textiles y fabricación de telas recubiertas
		Fabricación de productos textiles, excepto prendas de vestir
314	3141	Confección de alfombras, blancos y similares
	3149	Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir
		Fabricación de prendas de vestir
315	3151	Fabricación de prendas de vestir de punto
	3152	Confección de prendas de vestir
	3159	Confección de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte
		Curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
316	3161	Curtido y acabado de cuero y piel
	3162	Fabricación de calzado
	3169	Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos
		Industria de la madera
321	3211	Aserrado y conservación de la madera
	3212	Fabricación de laminados y aglutinados de madera
	3219	Fabricación de otros productos de madera
		Industria del papel
322	3221	Fabricación de pulpa, papel y cartón
	3222	Fabricación de productos de cartón y papel
		Impresión e industrias conexas
323	3231	Impresión e industrias conexas
		Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
324	3241	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón
		Industria química
325	3251	Fabricación de productos químicos básicos
	3252	Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas
	3253	Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos
	3254	Fabricación de productos farmacéuticos
	3255	Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos
	3256	Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador
	3259	Fabricación de otros productos químicos
		Industria del plástico y del hule
326	3261	Fabricación de productos de plástico
	3262	Fabricación de productos de hule

Inventario de emisiones de la ZMVM

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
327	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	
	3271	Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios
	3272	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
	3273	Fabricación de cemento y productos de concreto
	3274	Fabricación de cal, yeso y productos de yeso
3279	Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos	
331	Industrias metálicas básicas	
	3311	Industria básica del hierro y del acero
	3312	Fabricación de productos de hierro y acero
	3313	Industria básica del aluminio
	3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio
3315	Moldeo por fundición de piezas metálicas	
332	Fabricación de productos metálicos	
	3321	Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados
	3322	Fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos
	3323	Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería
	3324	Fabricación de calderas, tanques y envases metálicos
	3325	Fabricación de herrajes y cerraduras
	3326	Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes
	3327	Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos
	3328	Recubrimientos y terminados metálicos
3329	Fabricación de otros productos metálicos	
333	Fabricación de maquinaria y equipo	
	3331	Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva
	3332	Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica
	3333	Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios
	3334	Fabricación de equipo de aire acondicionado, calefacción, y de refrigeración industrial y comercial
	3335	Fabricación de maquinaria y equipo para la industria metalmecánica
	3336	Fabricación de motores de combustión interna, turbinas y transmisiones
3339	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	
334	Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	
	3341	Fabricación de computadoras y equipo periférico
	3342	Fabricación de equipo de comunicación
	3343	Fabricación de equipo de audio y de video
	3344	Fabricación de componentes electrónicos
	3345	Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico
3346	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos	
335	Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica	
	3351	Fabricación de accesorios de iluminación
	3352	Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico
	3353	Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica
3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	
336	Fabricación de equipo de transporte	
	3361	Fabricación de automóviles y camiones
	3362	Fabricación de carrocerías y remolques
	3363	Fabricación de partes para vehículos automotores
	3364	Fabricación de equipo aeroespacial
	3365	Fabricación de equipo ferroviario
	3366	Fabricación de embarcaciones
3369	Fabricación de otro equipo de transporte	
337	Fabricación de muebles, colchones y persianas	
	3371	Fabricación de muebles, excepto de oficina y estantería

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Descripción
	3372	Fabricación de muebles de oficina y estantería
	3379	Fabricación de colchones, persianas y cortineros
	Otras industrias manufactureras	
339	3391	Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos
	3399	Otras industrias manufactureras
	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	
221	2211	Generación de energía eléctrica

Inventario de emisiones de la ZMVM

Tabla A.6 Emisiones de GEI y CN por rama industrial, ZMVM-2010

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Nombre	Numero de Industrias	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
221	2211	Generación de energía eléctrica	7	3,247,879	58.0	5.8	45.0
			7	3,247,879	58.0	6.0	45.0
311	3111	Elaboración de alimentos para animales	21	19,600	N/S	N/S	N/S
	3112	Molienda de granos y de semillas y obtención de aceites y grasas	35	155,902	4.0	0.5	3.0
	3113	Elaboración de azúcares, chocolates, dulces y similares	60	21,412	1.0	0.1	N/S
	3114	Conservación de frutas, verduras y alimentos preparados	20	6,407	N/S	N/S	1.0
	3115	Elaboración de productos lácteos	43	33,808	1.0	0.1	N/S
	3116	Matanza, empaçado y procesamiento de carne de ganado, aves y otros animales comestibles	89	31,020	1.0	0.1	N/S
	3117	Preparación y envasado de pescados y mariscos	2	381	N/S	N/S	N/S
	3118	Elaboración de productos de panadería y tortillas	49	64,787	1.0	0.1	1.0
	3119	Otras industrias alimentarias	101	383,185	3.0	0.3	2.0
			420	716,502	11.0	1.2	7.0
312	3121	Industria de las bebidas	57	154,857	2.0	0.3	2.0
	3122		1	2,831	N/S	N/S	N/S
			58	157,688	2.0	0.3	2.0
313	3131	Preparación e hilado de fibras textiles, y fabricación de hilos	145	128,655	4.0	0.6	4.0
	3132	Fabricación de telas	32	46,153	1.0	0.2	1.0
	3133	Acabado de productos textiles y fabricación de telas recubiertas	12	2,211	N/S	N/S	N/S
			189	177,019	5.0	0.8	5.0
314	3141	Confección de alfombras, blancos y similares	12	22,150	N/S	N/S	N/S
	3149	Fabricación de otros productos textiles, excepto prendas de vestir	22	1,905	N/S	N/S	N/S
			34	24,055	N/S	N/S	N/S
315	3151	Fabricación de prendas de vestir de punto	25	12,322	N/S	N/S	N/S
	3152	Confección de prendas de vestir	138	222,111	1.0	0.3	4.0
	3159	Confección de accesorios de vestir y otras prendas de vestir no clasificados en otra parte	5	378	N/S	N/S	N/S
			168	234,811	1.0	0.3	4.0
316	3161	Curtido y acabado de cuero y piel	17	886	N/S	N/S	N/S
	3162	Fabricación de calzado	30	1,698	N/S	N/S	7.0
	3169	Fabricación de otros productos de cuero, piel y materiales sucedáneos	6	1,183	N/S	N/S	N/S
			53	3,767	N/S	N/S	7.0
321	3211	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	1	N/S	N/S	N/S	N/S
	3212	Fabricación de laminados y aglutinados de madera	12	17,440	1.0	0.1	1.0
	3219	Fabricación de otros productos de madera	140	9,822	N/S	N/S	N/S
			153	27,262	1.0	0.1	1.0
322	3221	Fabricación de pulpa, papel y cartón	62	469,822	7.0	0.7	6.0
	3222	Fabricación de productos de cartón y papel	122	248,207	5.0	0.5	8.0
			184	718,029	12.0	1.2	14.0
323	3231	Impresión e industrias conexas	312	61,468	1.0	N/S	1.0
			312	61,468	1.0	N/S	1.0
324	3241	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	49	30,596	N/S	N/S	N/S
			49	30,596	N/S	N/S	N/S
325	3251	Fabricación de productos químicos básicos	138	408,179	11.0	0.8	5.0
	3252	Fabricación de resinas y hules sintéticos, y fibras químicas	66	135,024	3.0	0.4	3.0
	3253	Fabricación de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos	28	10,761	N/S	N/S	N/S
	3254	Fabricación de productos farmacéuticos	207	92,984	3.0	0.3	1.0

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Nombre	Numero de Industrias	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
	3255	Fabricación de pinturas, recubrimientos y adhesivos	109	17,359	N/S	N/S	1.0
	3256	Fabricación de jabones, limpiadores y preparaciones de tocador	127	130,580	3.0	0.3	4.0
	3259	Fabricación de otros productos químicos	82	16,781	N/S	N/S	N/S
			757	811,668	20.0	1.8	14.0
326	3261	Fabricación de productos de plástico	332	160,007	2.0	0.2	1.0
	3262	Fabricación de productos de hule	107	97,590	2.0	0.3	1.0
			439	257,597	4.0	0.5	2.0
	3271	Fabricación de productos a base de arcillas y minerales refractarios	28	112,460	1.0	N/S	1.0
	3272	Fabricación de vidrio y productos de vidrio	49	650,662	8.0	0.8	7.0
	3273	Fabricación de cemento y productos de concreto	106	1,123,632	8.0	1.5	39.0
	3274	Fabricación de cal, yeso y productos de yeso	11	90,293	N/S	N/S	N/S
	3279	Fabricación de otros productos a base de minerales no metálicos	22	6,287	12.0	N/S	N/S
			216	1,983,334	29.0	2.3	47.0
	3311	Industria básica del hierro y del acero	11	1,637,026	338.0	0.1	1.0
	3312	Fabricación de productos de hierro y acero	26	9,420	N/S	N/S	N/S
	3313	Industria básica del aluminio	47	93,845	1.0	0.1	2.0
	3314	Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio	84	170,052	2.0	0.1	2.0
	3315	Moldeo por fundición de piezas metálicas	99	108,142	2.0	0.1	2.0
			267	2,018,485	343.0	0.4	7.0
	3321	Fabricación de productos metálicos forjados y troquelados	79	25,372	N/S	N/S	N/S
	3322	Fabricación de herramientas de mano sin motor y utensilios de cocina metálicos	57	11,166	N/S	N/S	N/S
	3323	Fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería	41	10,501	N/S	N/S	N/S
	3324	Fabricación de calderas, tanques y envases metálicos	53	17,788	N/S	N/S	N/S
	3325	Fabricación de herrajes y cerraduras	19	2,184	N/S	N/S	N/S
	3326	Fabricación de alambre, productos de alambre y resortes	36	33,048	1.0	N/S	1.0
	3327	Maquinado de piezas metálicas y fabricación de tornillos	44	184,772	N/S	N/S	N/S
	3328	Recubrimientos y terminados metálicos	167	81,529	1.0	N/S	1.0
	3329	Fabricación de otros productos metálicos	136	52,576	1.0	N/S	2.0
			632	418,936	3.0	N/S	4.0
	3331	Fabricación de maquinaria y equipo agropecuario, para la construcción y para la industria extractiva	22	3,439	N/S	N/S	N/S
	3332	Fabricación de maquinaria y equipo para las industrias manufactureras, excepto la metalmecánica	38	1,413	N/S	N/S	N/S
	3333	Fabricación de maquinaria y equipo para el comercio y los servicios	1	N/S	N/S	N/S	N/S
	3334	Fabricación de equipo de aire acondicionado, calefacción, y de refrigeración industrial y comercial	9	3,504	N/S	N/S	N/S
	3339	Fabricación de otra maquinaria y equipo para la industria en general	36	7,339	N/S	N/S	N/S
			106	15,695	N/S	N/S	N/S
	3341	Fabricación de computadoras y equipo periférico	7	1,280	N/S	N/S	N/S
	3342	Fabricación de equipo de comunicación	3	840	N/S	N/S	N/S
	3343	Fabricación de equipo de audio y de video	1	88	N/S	N/S	N/S
	3344	Fabricación de componentes electrónicos	3	202	N/S	N/S	N/S
	3345	Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico	5	109	N/S	N/S	N/S
	3346	Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos	6	15	N/S	N/S	N/S
			25	2,534	N/S	N/S	N/S

Inventario de emisiones de la ZMVM

Subsector (SCIAN)	Rama (SCIAN)	Nombre	Numero de Industrias	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CN
335	3351	Fabricación de accesorios de iluminación	24	15,389	N/S	N/S	N/S
	3352	Fabricación de aparatos eléctricos de uso doméstico	39	76,277	1.0	N/S	1.0
	3353	Fabricación de equipo de generación y distribución de energía eléctrica	12	316	N/S	N/S	N/S
	3359	Fabricación de otros equipos y accesorios eléctricos	76	55,270	1.0	N/S	1.0
			151	147,252	2.0	N/S	2.0
336	3361	Fabricación de automóviles y camiones	4	4,581	N/S	N/S	N/S
	3362	Fabricación de carrocerías y remolques	33	18,286	N/S	N/S	N/S
	3363	Fabricación de partes para vehículos automotores	159	414,441	2.0	N/S	2.0
	3365	Fabricación de equipo ferroviario	1	68	N/S	N/S	N/S
	3366	Fabricación de embarcaciones	4	4,033	N/S	N/S	N/S
	3369	Fabricación de otro equipo de transporte	25	12,500	N/S	N/S	N/S
			226	453,909	2.0	N/S	2.0
337	3372	Fabricación de muebles de oficina y estantería	102	16,875	N/S	N/S	N/S
	3379	Fabricación de colchones, persianas y cortineros	7	107,093	N/S	N/S	N/S
			109	123,968	N/S	N/S	N/S
339	3391	Fabricación de equipo no electrónico y material desechable de uso médico, dental y para laboratorio, y artículos oftálmicos	19	2,232	N/S	N/S	N/S
	3399	Otras industrias manufactureras	283	265,190	1.0	0.1	1.0
			302	267,422	1.0	0.1	1.0
Total			4,857	11,899,876	495	15	165

Nota: Por fugas en conexiones a Gas L.P. e HCNQ, se emiten 2 toneladas de metano

Anexo III. Fuentes móviles

ZMVM

2010

CO₂

Tabla A.7 Flota por año modelo de la ZMVM-2010

Año Modelo	Número de vehículos												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V ≤ 3.8 t	TRA	AUT	V > 3.8 t	MC	Metrobús	
1986 y ant.	194,584	1,082	28,229	2,355	527	54,538	1,917	22,311	3,808	31,916	9,805	N/A	351,072
1987	15,909	171	3,729	495	50	6,851	165	947	182	1,229	1,681	N/A	31,409
1988	24,549	236	4,313	458	133	11,223	117	1,128	210	1,939	2,192	N/A	46,498
1989	38,082	298	6,217	428	611	13,654	261	1,463	347	3,107	3,531	N/A	67,999
1990	52,888	544	7,406	1,031	3,166	14,399	415	1,435	631	4,352	3,833	N/A	90,100
1991	62,634	1,076	11,314	1,175	7,448	17,621	384	1,949	1,253	6,442	2,553	N/A	113,849
1992	73,522	1,654	14,829	1,730	8,905	16,726	396	1,908	1,624	6,938	1,598	N/A	129,830
1993	68,020	1,951	22,374	2,111	4,369	18,076	470	1,825	1,823	6,995	1,851	N/A	129,865
1994	73,532	2,279	20,588	1,706	751	17,874	349	1,744	1,424	6,153	2,264	N/A	128,664
1995	48,339	1,510	28,537	1,186	242	12,702	295	1,153	625	3,848	3,639	N/A	102,076
1996	33,218	904	42,251	1,083	62	10,326	249	471	493	1,944	4,438	N/A	95,439
1997	61,510	1,328	35,113	555	96	18,027	564	1,428	1,283	3,869	6,577	N/A	130,350
1998	110,885	2,875	43,628	697	157	17,105	904	1,857	955	4,790	8,695	N/A	192,548
1999	100,302	4,546	28,026	933	214	11,864	732	1,907	1,160	6,863	9,187	N/A	165,734
2000	134,368	7,764	21,308	1,025	245	12,286	1,081	2,414	2,360	7,282	11,318	N/A	201,451
2001	180,277	12,814	23,189	1,636	300	13,211	862	2,820	4,224	6,969	19,219	N/A	265,521
2002	199,637	17,485	28,767	2,004	242	13,271	1,078	1,528	3,263	6,655	19,941	N/A	293,871
2003	183,330	18,833	33,308	2,493	256	10,435	1,564	2,210	2,956	6,100	21,557	N/A	283,042
2004	207,268	20,235	37,631	3,161	271	13,464	1,609	1,652	2,456	5,115	8,853	N/A	301,715
2005	235,852	19,375	57,655	2,601	506	14,350	2,378	2,300	2,360	6,309	6,731	88	350,505
2006	184,565	16,997	53,745	3,025	357	16,138	1,865	2,634	3,232	7,094	11,462	10	301,124
2007	200,574	14,108	64,746	2,480	526	19,386	2,233	3,587	2,599	6,553	16,077	6	332,875
2008	188,330	18,708	55,764	4,989	811	17,544	3,497	4,257	2,761	11,596	15,916	122	324,295
2009	176,232	22,693	47,998	4,177	829	19,680	3,249	3,090	2,643	5,903	15,092	7	301,593
2010	218,006	11,303	44,347	2,267	551	7,525	387	1,764	2,337	3,030	1,676	N/A	293,193
Total	3,066,413	200,769	765,012	45,801	31,625	398,276	27,021	69,782	47,009	162,991	209,686	233	5,024,618

N/A: No aplica

AP: Autos particulares

SUV: camionetas particulares SUV

CO: Combis

MIC: Microbuses

PU: Pick Up

V≤3.8t: Vehículos de carga hasta 3.8 toneladas

TRA: Tractocamiones

V>3.8t: Vehículos de carga mayores a 3.8 toneladas

AUT: Autobuses

MC: Motocicletas

Inventario de emisiones de la ZMVM

Tabla A.8 Flota vehicular a diesel y a gasolina por año modelo, ZMVM-2010

Año modelo	Flota a Gasolina	% Gasolina	Flota a Diesel	%Diesel
1986 y ant.	301,196	6.3	37,088	19.6
1987	29,849	0.6	1,381	0.7
1988	44,481	0.9	1,701	0.9
1989	64,822	1.4	2,379	1.3
1990	83,967	1.8	3,283	1.7
1991	103,056	2.2	4,761	2.5
1992	118,534	2.5	4,573	2.4
1993	122,025	2.6	5,400	2.9
1994	122,294	2.6	4,906	2.6
1995	98,441	2.1	2,880	1.5
1996	93,442	2.0	1,513	0.8
1997	125,045	2.6	3,782	2
1998	186,426	3.9	4,021	2.1
1999	158,330	3.3	5,399	2.9
2000	192,495	4.0	6,798	3.6
2001	255,188	5.3	9,068	4.8
2002	285,725	6.0	6,800	3.6
2003	274,977	5.7	7,086	3.7
2004	294,378	6.2	6,812	3.6
2005	341,882	7.1	8,088	4.3
2006	288,991	6.0	11,742	6.2
2007	320,460	6.7	12,215	6.4
2008	307,750	6.4	16,316	8.6
2009	286,694	6.0	14,863	7.8
2010	286,629	6.0	6,537	3.5
Total	4,787,077	100	189,392	100

Tabla A.9 Kilómetros recorridos anuales por tipo de vehículo, ZMVM-2010

Año Modelo	Millones de Kilómetros recorridos al año (KRV) en la ZMVM												Total
	AP	TAX	SUV	CO	MIC	PU	V ≤ 3.8 t	TRA	AUT	V > 3.8 t	MC	Metrobús	
1986 y ant.	1,362	64	196	138	31	647	38	293	63	480	242	N/A	3,554
1987	114	10	26	29	3	80	3	12	3	20	42	N/A	342
1988	173	14	30	27	7	131	2	15	4	32	54	N/A	490
1989	372	18	60	25	36	182	5	19	8	52	87	N/A	866
1990	516	32	72	60	188	193	8	19	16	70	95	N/A	1,269
1991	610	65	110	70	446	236	8	26	29	105	63	N/A	1,767
1992	715	99	144	103	533	224	8	25	41	114	39	N/A	2,045
1993	685	117	225	125	260	245	9	24	30	114	46	N/A	1,880
1994	758	137	211	102	44	244	7	23	28	98	56	N/A	1,707
1995	520	91	306	69	13	177	6	15	16	60	90	N/A	1,363
1996	361	54	460	64	4	144	5	6	16	31	110	N/A	1,254
1997	670	80	382	32	5	254	11	19	53	61	163	N/A	1,729
1998	1,210	173	475	41	8	240	18	24	17	77	215	N/A	2,497
1999	1,097	273	305	55	11	165	15	25	29	110	227	N/A	2,313
2000	1,466	467	233	55	13	172	22	32	65	118	280	N/A	2,921
2001	2,105	770	269	97	17	198	19	37	148	120	475	N/A	4,253
2002	2,619	1,052	376	117	14	215	25	20	153	116	494	N/A	5,202
2003	2,405	1,133	435	145	15	169	37	29	121	107	534	N/A	5,131
2004	2,727	1,218	492	187	16	222	38	22	117	90	219	N/A	5,347
2005	3,114	1,166	754	154	31	230	56	31	103	109	167	7	5,922
2006	2,437	1,223	704	207	25	259	43	35	149	128	284	1	5,494
2007	2,645	1,016	849	169	35	312	51	47	118	112	398	0.4	5,754
2008	2,509	1,349	753	348	57	290	80	56	128	207	394	10	6,182
2009	2,364	1,641	640	289	59	329	74	41	131	99	374	1	6,042
2010	2,888	817	588	160	40	124	8	23	133	47	42	N/A	4,869
Total	36,441	13,081	9,092	2,868	1,913	5,681	597	917	1,718	2,675	5,188	19	80,191

N/A: No aplica

Inventario de emisiones de la ZMVM

Tabla A.10 Factores de emisión de N₂O para vehículo en marcha

Año modelo	Factores de emisión de N ₂ O para vehículo en marcha [g/km]										
	Gasolina				Diesel		GLP		GN		
	AP TAX	SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t/TRA AUT	MC	AP/TAX SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t/TRA AUT	AP/TAX SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3	V>3.8t/TRA AUT	AP/TAX SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3 TRA	AUT
1986 y ant.	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1987	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1988	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1989	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1990	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1991	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1992	0.008	0.009	0.021	0.004	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1993	0.020	0.026	0.055	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1994	0.020	0.026	0.055	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1995	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1996	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1997	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1998	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
1999	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2000	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2001	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2002	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2003	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2004	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2005	0.026	0.043	0.088	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2006	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2007	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2008	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2009	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101
2010	0.009	0.025	0.052	0.003	0.001	0.003	0.005	0.093	0.0485	0.185	0.101

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Tabla A.11 Factores de emisión de CH₄ para vehículo en marcha

Año modelo	Factores de emisión de CH ₄ para vehículo en marcha [g/km]										
	Gasolina				Diesel		GLP		GN		
	AP TAX	SUV/CO /PU/MIC/ V ≤ 3.8t	V>3.8t/ /TRA/ AUT	MC	AP/TAX /SUV /CO/PU /MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t/TRA /AUT	AP/TAX SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t /TRA AUT	AP/TAX SUV/CO/ PU/MIC/ V ≤ 3	V>3 TRA	AUT
1986 y ant.	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1987	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1988	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1989	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1990	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1991	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1992	0.101	0.116	0.263	0.053	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1993	0.082	0.081	0.111	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1994	0.082	0.081	0.111	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1995	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1996	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1997	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1998	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
1999	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2000	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2001	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2002	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2003	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2004	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2005	0.039	0.039	0.121	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2006	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2007	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2008	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2009	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715
2010	0.007	0.014	0.015	0.04	0.001	0.004	0.024	0.067	0.47	5.983	7.715

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Inventario de emisiones de la ZMVM

Tabla A.12 Factores de emisión de N₂O y CH₄ para encendido en frío

Año Modelo	Encendido en frío de vehículos a gasolina [g/encendidas]							
	N ₂ O				CH ₄			
	AP/TAX	SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t/TRA AUT/MB	MC	AP/TAX	SUV/CO/PU MIC/V ≤ 3.8t	V>3.8t/TRA AUT/MB	MC
1986 y ant.	0.0280	0.0320	0.0740	0.0150	0.0620	0.0710	0.1620	0.0330
1987	0.0280	0.0320	0.0740	0.0150	0.0620	0.0710	0.1620	0.0330
1988	0.0280	0.0320	0.0740	0.0150	0.0620	0.0710	0.1620	0.0330
1989	0.0280	0.0320	0.0740	0.0150	0.0620	0.0710	0.1620	0.0330
1990	0.0280	0.0320	0.0740	0.0150	0.0620	0.0710	0.1620	0.0330
1991	0.0720	0.0930	0.1940	0.0120	0.0090	0.0990	0.2150	0.0240
1992	0.0720	0.0930	0.1940	0.0120	0.0090	0.0990	0.2150	0.0240
1993	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1994	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1995	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1996	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1997	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1998	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
1999	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
2000	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
2001	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
2002	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
2003	0.0920	0.1530	0.3130	0.0120	0.0340	0.0720	0.1830	0.0240
2004	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2005	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2006	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2007	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2008	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2009	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240
2010	0.1130	0.2000	0.4090	0.0120	0.0550	0.0820	0.1630	0.0240

Fuente: Elaborada con datos de: IPCC (2006). Guidelines for National Emission Inventories (vol. 2. Energy), Consultado en 2011 de: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Tabla A.13 Factores de emisión de CO₂ por tipo de vehículo a gasolina

Año Modelo	Factores de emisión para CO ₂ [g/km]													
	Gasolina													
	AP	TAX	SUV-PU 1 (0-1.7t)	PU 2 (1.8-2.3t)	CO	V≤3.8t PU3 (2.4-2.6t)	PICK 4 (2.7-3.6t)	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	AUT	MC
1986 y ant.	328.71	324.36	297.33	274.64	386.89	434.99	438.16	143.26	276.57	225.98	820.32	522.50	626.35	6.71
1987	337.10	324.36	334.80	298.26	434.43	468.12	473.15	143.26	276.57	502.05	820.63	540.83	626.35	6.71
1988	370.35	324.36	388.44	365.07	497.51	519.76	522.06	143.26	276.57	502.05	820.94	688.01	626.35	6.71
1989	382.66	324.36	420.32	400.37	530.08	549.91	551.65	173.83	300.25	502.05	822.44	715.16	653.08	6.71
1990	389.25	324.36	424.30	406.40	534.93	554.69	556.12	205.22	333.25	545.25	822.56	759.85	548.17	6.71
1991	352.02	324.36	391.80	376.69	497.27	515.97	517.71	329.40	374.27	545.25	839.84	771.16	721.75	6.71
1992	239.65	210.88	358.67	345.18	452.39	473.40	475.08	333.19	375.51	545.25	839.90	771.22	726.91	6.71
1993	228.96	199.56	278.93	265.57	347.23	369.24	371.10	370.23	405.28	556.18	841.14	803.85	779.49	6.71
1994	213.61	182.29	268.92	257.68	329.83	354.82	356.68	364.20	402.61	556.18	845.37	802.11	771.66	6.71
1995	212.62	180.30	270.04	260.66	335.05	361.40	362.96	367.56	403.79	549.66	844.19	792.11	776.45	6.71
1996	216.28	183.22	264.82	254.44	303.67	330.76	332.63	365.57	399.56	543.94	841.89	775.08	777.44	6.71
1997	219.45	183.47	269.55	260.47	304.23	334.99	336.17	358.55	390.55	545.31	845.18	775.33	782.35	6.71
1998	219.52	184.34	274.08	264.95	309.38	339.03	339.40	361.65	391.73	546.61	845.18	775.57	788.01	6.71
1999	219.39	188.56	276.63	268.18	315.41	341.45	341.45	364.95	392.91	547.98	845.18	775.76	786.76	6.71
2000	220.01	193.41	277.19	269.73	319.76	342.45	342.39	368.30	394.16	549.16	845.18	776.32	793.29	6.71
2001	220.01	196.71	278.06	271.47	324.05	343.57	343.75	371.85	395.53	550.53	839.53	745.56	787.26	11.87
2002	220.88	200.31	274.52	268.18	292.23	309.57	309.45	357.36	378.81	551.90	839.53	746.24	794.16	16.97
2003	221.57	203.60	275.08	269.86	295.40	310.38	310.25	361.03	380.24	553.26	839.59	746.92	800.75	22.13
2004	222.19	206.71	275.70	271.16	298.38	311.00	311.00	364.76	381.67	554.69	839.47	747.55	807.52	27.22
2005	193.54	180.48	276.38	271.97	301.37	311.87	311.87	368.30	382.91	555.94	839.53	748.04	814.67	32.32
2006	194.16	183.90	277.00	273.03	304.66	312.62	312.80	372.59	384.34	557.30	839.53	748.54	821.57	37.48
2007	194.53	187.38	277.32	273.77	307.83	313.55	313.49	376.76	385.71	558.73	841.08	748.97	823.43	42.57
2008	194.84	190.80	277.69	274.21	311.06	314.23	313.98	381.04	387.20	560.16	841.08	749.41	828.90	47.73
2009	174.02	173.09	275.20	272.34	280.17	280.24	278.68	385.52	388.63	561.53	841.14	749.84	830.70	52.83
2010	174.27	175.89	275.45	273.83	282.97	278.43	278.68	388.88	389.68	562.59	845.87	750.09	835.24	56.74

Fuente: Corrida Mobile 6.2 México

Inventario de emisiones de la ZMVM

Tabla A.14 Factores de emisión de CO₂ por tipo de vehículo a diesel

Año Modelo	Factores de emisión para CO ₂ [g/km]								
	Diesel								
	MIC	V > 3.8t (4.6-6.3t)	V > 3.8t (6.4-11.7t)	V > 3.8t (11.8-14.9t)	V > 3.8t (15-27.2t)	TRA	AUT	AUT ESC	MB
1986 y ant.	587.13	599.44	633.93	820.32	1,038.10	1,169.24	2,003.11	1,261.72	N/A
1987	587.57	599.69	620.70	820.63	1,038.84	1,169.73	2,003.54	1,261.96	N/A
1988	588.19	599.88	620.70	820.94	1,039.47	1,170.11	2,003.92	1,281.04	N/A
1989	589.68	601.06	620.70	822.44	1,041.70	1,172.16	2,005.72	1,301.37	N/A
1990	590.80	601.37	616.35	822.56	1,042.08	1,172.34	1,879.24	1,237.54	N/A
1991	618.96	623.56	627.41	839.84	1,069.11	1,199.13	1,918.33	1,260.72	N/A
1992	619.20	623.62	627.41	839.90	1,076.38	1,208.02	1,918.40	1,276.63	N/A
1993	620.76	623.06	623.99	841.14	1,073.15	1,204.47	1,912.12	1,295.90	N/A
1994	627.04	627.97	623.99	845.37	1,076.01	1,207.64	1,903.92	1,319.70	N/A
1995	619.02	619.89	619.70	844.19	1,066.75	1,186.82	1,903.92	1,336.61	N/A
1996	604.10	604.91	615.48	841.89	1,045.12	1,149.22	1,907.15	1,354.01	N/A
1997	602.98	603.67	613.98	845.18	1,051.03	1,155.75	1,928.46	1,357.80	N/A
1998	603.05	603.67	614.05	845.18	1,051.15	1,155.87	1,221.26	858.73	N/A
1999	603.11	603.67	614.05	845.18	1,051.21	1,156.00	1,221.26	858.67	N/A
2000	603.17	603.67	614.11	845.18	1,051.27	1,156.06	1,221.26	858.73	N/A
2001	574.70	575.26	614.11	839.53	1,015.16	1,085.27	1,221.26	858.92	N/A
2002	574.83	575.26	614.17	839.53	1,015.23	1,085.33	1,177.25	827.91	N/A
2003	574.89	575.26	614.17	839.59	1,015.23	1,085.33	1,177.25	828.03	N/A
2004	574.89	575.20	614.11	839.47	1,015.16	1,085.27	1,174.95	826.85	N/A
2005	574.95	575.26	614.11	839.53	1,015.16	1,085.27	1,174.95	826.97	1,572
2006	575.02	575.26	614.17	839.53	1,015.23	1,085.33	1,174.95	827.10	1,572
2007	575.57	575.26	614.73	841.08	1,016.22	1,086.39	1,174.95	829.02	1,572
2008	575.64	575.26	614.79	841.08	1,016.22	1,086.45	1,174.95	829.15	1,572
2009	575.70	575.26	614.79	841.14	1,016.22	1,086.45	1,174.95	829.34	1,572
2010	579.18	575.26	618.83	845.87	1,022.68	1,093.54	1,184.15	835.30	N/A

Fuente: Corrida Mobile 6.2 México, N/A: No aplica

N₂
CO
CH₄



CO_2

CH_4

N_2O

CN

Debido a la necesidad de mitigar el cambio climático, relacionado con el aumento de las emisiones de contaminantes y Gases de Efecto Invernadero, la elaboración de los inventarios de emisiones de estos gases ha adquirido importancia, ya que como instrumentos de gestión, permiten identificar las fuentes generadoras y ubicar áreas de oportunidad de reducción de emisiones.

Es importante destacar que los productos del presente inventario de emisiones y sus futuras actualizaciones, son uno de los insumos básicos para el seguimiento del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMVM 2011-2020.