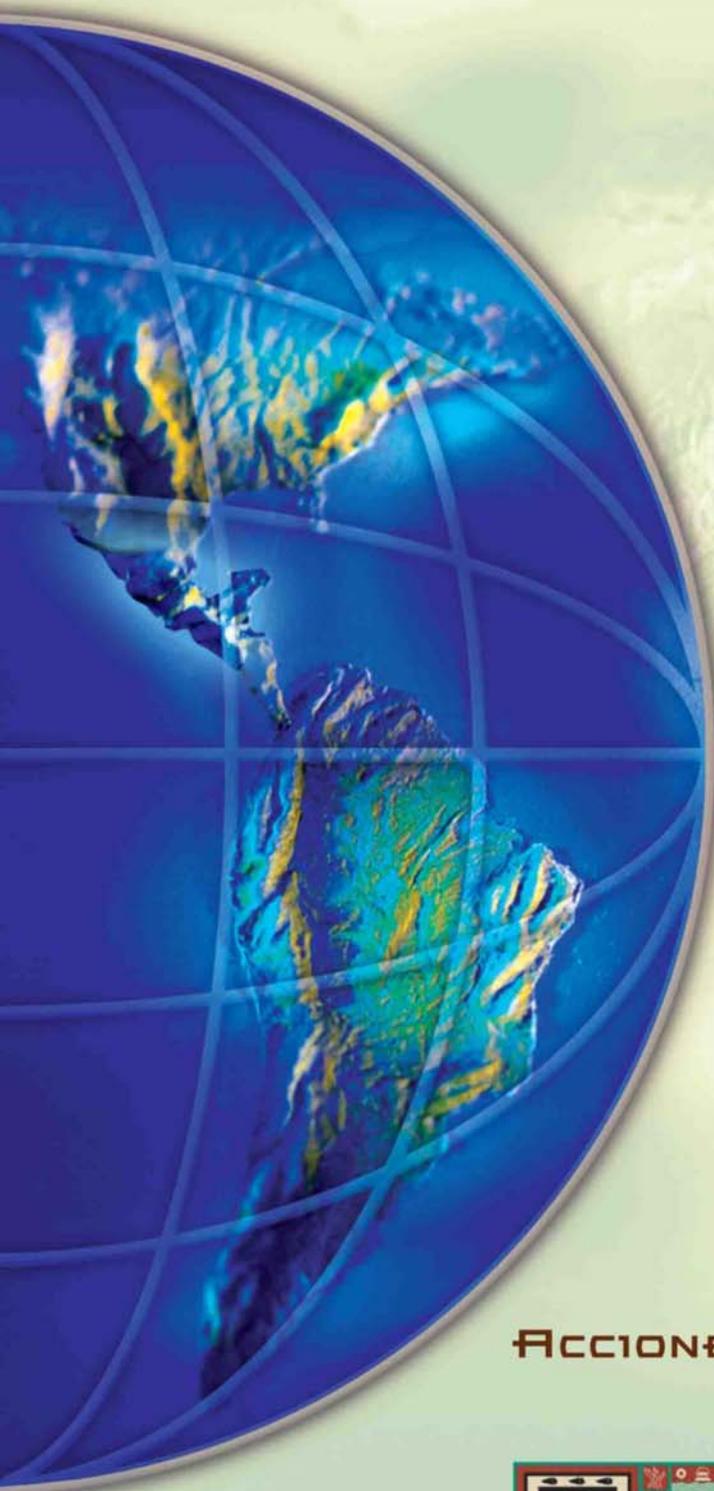


**"ESTRATEGIA LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA  
DE LA CIUDAD DE MÉXICO"**

**"LOCAL CLIMATE ACTION STRATEGY MEXICO CITY"**



# Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal

Julio 2004

**ACCIONES LOCALES, LOGROS GLOBALES**



**GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL**  
México • La Ciudad de la Esperanza  
Secretaría de Medio Ambiente





**ANDRÉS MANUEL LÓPEZ OBRADOR**  
JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

**CLAUDIA SHEINBAUM PARDO**  
SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE DEL DISTRITO FEDERAL

**JESÚS MANUEL ALBERTO LÓPEZ PÉREZ**  
DIRECTOR EJECUTIVO DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL E  
INTEGRACIÓN DE POLÍTICAS

**COORDINADOR**  
OSCAR VÁZQUEZ MARTÍNEZ

## **AUTORES**

Butrón Madrigal Ligia  
Del Valle Cárdenas Beatriz  
Escandón Calderón Jorge  
Gutiérrez Guzmán Berta  
López Pérez Manuel  
Magaña Rueda Víctor  
Martínez Gaytán Inti  
Medrano García Judith  
Rivero Borrel Escobedo Enrique  
Rodríguez Gutiérrez Daniel  
Rosas Flores Dionicio  
Sanginés Sayavedra Yutsil  
Sheinbaum Pardo Claudia  
Trujillo Bolio Ernesto  
Vázquez Martínez Oscar

Se reconocen las contribuciones en la preparación del documento de Jesús Carrasco Gómez, Arisbeth Yolanda García Aguirre, Fernando Islas Sosa, Ángel Joaquín Lara Calderón, Francisco Javier López Saldivar, Gustavo Montiel García, Ismael Noguerón Vázquez, Patricia Padilla Martínez, Oscar Navarrete Guillén. Este trabajo contó con el apoyo de Joel Bernardo Pérez, proporcionando información sobre la vulnerabilidad del Distrito Federal, los comentarios de Carolina Neri y Ernesto Caetano fueron de gran valía.



# ESTRATEGIA LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA

## CONTENIDO

### PRESENTACIÓN

### **I CAMBIO CLIMÁTICO Y PROTOCOLO DE KIOTO 1**

- 1.1 La Ciencia y el Cambio Climático 1
- 1.2 Protocolo de Kioto 6

### **II DISTRITO FEDERAL: UNA ESTRATEGIA LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA 14**

- 2.1 México y el Protocolo de Kioto 14
- 2.2 El Distrito Federal y el Cambio Climático 15
- 2.3 Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal 18

### **III INVENTARIO DE EMISIONES 23**

- 3.1 Sector Energético 24
- 3.2 Suelo de Conservación 45
- 3.3 Residuos Sólidos 48

### **IV VULNERABILIDAD 51**

- 4.1 Introducción 51
- 4.2 La Vulnerabilidad de la Ciudad de México ante el Cambio Climático 54

### **V TENDENCIAS EN LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO ESCENARIOS MEDIO, ALTO Y BAJO AL 2012 61**

- 5.1 Sector Energético 61
- 5.2 Suelo de Conservación 74
- 5.3 Residuos Sólidos 77

### **VI ADAPTABILIDAD 79**

- 6.1 Adaptabilidad ante los Efectos del Cambio Climático en el Distrito Federal 80
- 6.2 Medidas de Adaptación en el DF 81



**VII MITIGACIÓN DE EMISIONES 85**

7.1 Opciones de Mitigación	85
7.2 Normatividad	91

**VIII ESTRATEGIAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN 95**

8.1 Programas y Proyectos en	95
8.2 Estudio de Caso: Comercialización de la Reducción de Emisiones de GEI Obtenida por la Implantación de los Corredores de Transporte Público Masivo de Pasajeros en las Avenidas Insurgentes y Eje 8 Sur	106
8.3 Metodología para la Jerarquización de Proyectos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en la Ciudad de México	111

**IX ANEXOS**

Anexo 1	Metodología del Contenido de Carbono en los Bosques del Suelo de Conservación del DF
Anexo 2	Metodología para Estimar las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Actividades Agropecuarias en el Suelo de Conservación del DF
Anexo 3	Metodología para estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero por incendios forestales en el suelo de conservación del Distrito Federal
Anexo 4	Fichas técnicas de los proyectos
Anexo 5	Metodología para la estimación de emisiones en el Sistema de Corredores de Transporte
Anexo 6	Hoja de cálculo para la jerarquización de proyectos de mitigación de Gases de Efecto Invernadero
Anexo 7	Inventario de Emisiones y Línea Base 2000-2012 de la ZMVM
Anexo 8	Inventario de Emisiones y Línea Base 2000-2012 del DF
Anexo 9	Metodología para elaborar el inventario y la línea base de emisiones de GEI producidas por el consumo y la generación de la energía



## Presentación

Una gran diversidad de pensadores, analistas y personalidades que reflexionan sobre nuestro mundo y nuestro momento, afirma que el siglo XXI despunta con una serie de desafíos para la sobrevivencia y convivencia humanas, entre los que destaca el desafío ambiental. Esta afirmación no es más que una referencia a la gravedad que han alcanzado los problemas ambientales a escala global y nacional, que crecen aparejados con la necesidad de reordenar colectivamente los códigos de convivencia, que nos permitan vivir los seres humanos entre sí y nosotros mismos con lo que llamamos “naturaleza”.

El cambio climático global es uno de esos graves problemas ambientales, que reflejan cómo “*el avance del progreso*” se ha conseguido a costa de modificar radicalmente la naturaleza y someterla sin miramientos a lo que llamamos necesidades humanas inmediatas, en particular las de aquellos grupos sociales o países interesados en obtener la mayor de las ganancias en el menor de los plazos.

La modificación del clima del planeta, producto del consumo desmedido de combustibles fósiles y de la deforestación, es muestra también de la inequidad social y mundial, cuyos efectos más graves redundarán en todo el planeta, pero en particular en los habitantes con menos recursos.

Como parte de los países en desarrollo, México no ha adquirido compromisos internacionales para disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero, como es el caso de la mayoría de los países industrializados inscritos en el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). Sin embargo, como lo establece dicha convención, la mitigación de los efectos negativos de un cambio potencial en el clima de la Tierra requerirá de acciones precisas y coordinadas por la comunidad internacional, de acuerdo con sus responsabilidades “*comunes pero diferenciadas*”.

Se estima que el 75% de las emisiones de gases de efecto invernadero que se han acumulado en la atmósfera en los últimos 50 años se han generado en países industrializados, donde se encuentra el 20% de la población mundial. El 25% restante de las emisiones se ha producido en países en desarrollo, que albergan el 80% restante de la población. México contribuye con cerca del 2% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero y se ubica en el decimotercer lugar de los países que emiten más bióxido de carbono a la atmósfera del planeta. De continuar la tendencia actual del consumo de energía, se estima que para el año 2010, México estará emitiendo cerca del doble de lo que actualmente emite (Sheinbaum C., Maser O, 2001).

Dentro del marco del Protocolo de Kioto, es clave para los países en desarrollo, que como México no forman parte del Anexo I de la CMNUCC, examinar cuidadosamente la factibilidad de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. No sólo por el compromiso internacional de evitar el acelerado incremento de la temperatura media del planeta, sino también por las propias oportunidades que se establecen a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio.



Asimismo, es indispensable que las opciones de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, los acuerdos internacionales y los propios mecanismos financieros derivados de dichos acuerdos, no se visualicen u orienten como estrategias contrapuestas al desarrollo sustentable del país, sino que por el contrario, se coordinen e inclusive contribuyan en el avance de las prioridades de desarrollo de la nación. Es en este marco que se inscribe la Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal.

La presente Estrategia responde a una política de compromiso del Gobierno del Distrito Federal con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, en sinergia con las políticas locales de reducción de emisiones de contaminantes en la ciudad, así como de aprovechamiento de oportunidades en el marco del Protocolo de Kioto, del Mecanismo de Desarrollo Limpio y de otros instrumentos que se están generando en el ámbito mundial, en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Esta iniciativa concentra diversas acciones del Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006 de la Secretaría del Medio Ambiente, particularmente del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (PROAIRE) y del Programa de Restauración Ecológica del Suelo de Conservación del Distrito Federal, aunque también plantea acciones propias.

Partiendo del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el Distrito Federal y de la línea base de emisiones, las diversas acciones comprendidas en la Estrategia son congruentes con las políticas ambientales de regulación ambiental de la industria, de mejoramiento de la calidad del aire y de manejo sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, entre otras; a la vez que establece un marco fundamental para la configuración de proyectos susceptibles de incorporarse al Mecanismo de Desarrollo Limpio.

La Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal que se presenta, ha sido desarrollada atendiendo a los principios de la CMNUCC y bajo las directrices establecidas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

Se estima que como una acción novedosa en el país, en la que por vez primera un gobierno local asume el compromiso y responsabilidad por el cambio climático, se ponen en marcha iniciativas y proyectos que beneficiarán a la población que habita tanto en el Distrito Federal como en el resto del mundo.

**Claudia Sheinbaum Pardo**  
**Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal**



## **I Cambio Climático y Protocolo de Kioto**

### **1.1 La Ciencia y el Cambio Climático**

#### **Antecedentes**

Bajo la equivocada idea de que las poblaciones tenían la posibilidad de tener un crecimiento soportado por medios ilimitados y recursos naturales renovables inagotables, durante el siglo pasado en muchos países se aplicaron y promovieron modelos de desarrollo que con el tiempo han rebasado las capacidades de sustento del medio ambiente y ocasionado su deterioro de forma paulatina.

La problemática asociada con el abastecimiento de agua potable, la contaminación atmosférica, del agua y del suelo, la generación de residuos, la deforestación, la erosión del suelo y la desertificación del territorio, así como la disminución de la diversidad biológica, son algunas de las manifestaciones del proceso de deterioro ambiental.

Las contribuciones del conocimiento científico, como elemento fundamental para la comprensión de los procesos ambientales, comenzaron a generarse desde el siglo XIX, con los trabajos y observaciones de especialistas en distintas materias y países, que durante la primera mitad del siglo XX se centraron en la contaminación atmosférica ocasionada por las actividades industriales.



**Recuadro 1. Antecedentes del conocimiento científico sobre el cambio climático**

1896. El químico y físico sueco Svante Arrhenius descubre que las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la combustión del carbón, intensificarían el efecto de invernadero en la atmósfera, conduciendo a un aumento en la temperatura global.

1913. El físico francés Charles Fabry descubre que existe una capa de ozono en la atmósfera superior.

1924. Lotka, físico estadounidense, predice que la actividad industrial podría duplicar la cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico en 500 años.

1949. G.S. Callendar, científico inglés, establece que la creciente concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera derivada de las actividades humanas estaba provocando el calentamiento global.

1954. Hutchingson, biólogo de la Universidad de Yale, sugiere que la deforestación haría aumentar el nivel de CO<sub>2</sub> atmosférico.

1957. Científicos del Instituto Scripps de Oceanografía demuestran que los océanos no absorben tantas emisiones de CO<sub>2</sub> como se creía. En el siguiente año, Keeling, del mismo instituto, hace las primeras mediciones confiables de la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera desde el Observatorio de Mauna Loa, en Hawaii.

1967. Con base en la primera simulación realizada por computadora, se indica que la temperatura media del planeta aumentaría 2°C cuando los niveles de CO<sub>2</sub> duplicaran a los de la época preindustrial.

1971. Algunos científicos opinan que el enfriamiento de la atmósfera por partículas de la combustión del carbón podría ser más significativo que el calentamiento provocado por los GEI. (Esta opinión se refutó en 1976 indicando que el efecto de enfriamiento era muy pequeño para ser representativo en los efectos globales).

1976. Se identifica a los clorofluorocarbonos (CFCs, de propelentes o aerosoles y circuitos refrigerantes), al metano (fermentaciones) y al óxido nitroso (en gases de motores y automóviles) como principales gases de efecto invernadero.

1977 Se descubre que los CFCs usados como refrigerantes y propelentes destruyen la capa atmosférica de ozono.

1985. En una conferencia auspiciada por el Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, la Organización Meteorológica Mundial y el Consejo Internacional de Uniones Científicas, se logra el consenso de la comunidad científica internacional sobre el cambio climático.

1987. Con el análisis de una muestra de hielo de la Antártica, científicos demuestran que existe una relación entre las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> y la temperatura de la Tierra en los últimos 100,000 años.

1988. La Asamblea General de las Naciones Unidas se refiere al cambio climático por primera vez y aprueba una resolución reconociendo que *“el cambio climático es una preocupación común de la humanidad, ya que el clima es una condición esencial que sostiene la vida en la Tierra”*.

Se crea el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), compuesto por expertos de todo el mundo, para evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relacionada con el cambio climático.

1990. El IPCC publica su Primer Informe de Evaluación del Cambio Climático en el que concluye que las temperaturas globales promedio pueden aumentar en 0.3°C si las emisiones de CO<sub>2</sub> no decrecen y recomienda la iniciación de negociaciones para un acuerdo sobre cambio climático.

En la segunda mitad del siglo pasado, estudios realizados en diferentes países aportaron amplia información sobre los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente y comenzaron a utilizarse los conceptos de calentamiento global y cambio climático global.



A partir de 1980, con la integración e intercambio de información científica, facilitada por la conformación de los grupos y organismos internacionales, comenzó a reconocerse y documentarse con mayor certidumbre que el crecimiento acelerado y desordenado de la población, así como el desarrollo de patrones de consumo y producción no sustentables, son causantes del deterioro del medio ambiente y los recursos naturales, con efectos diversos que, en la medida de su persistencia y magnitud, van más allá del contexto local y se manifiestan espacialmente en escalas de alcance regional y global.

En 1988 la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, establecieron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en Inglés<sup>1</sup>), integrado con especialistas de numerosos países con el mandato de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica sobre el cambio climático que se generara y difundiera a nivel mundial.

En el Primer Informe de Evaluación del IPCC, publicado en 1990, se concluyó sobre la existencia de suficientes bases científicas en torno a las preocupaciones relativas al cambio climático; hecho que condujo a los gobiernos de los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas, a establecer el Comité Intergubernamental de Negociación, que en 1992 adoptó la CMNUCC, y que quedó abierta a la adopción de los países en la Cumbre para la Tierra celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992.

### **Bases científicas del cambio climático**

El clima en la Tierra siempre se ha modificado de manera paulatina y dinámica<sup>2</sup> y el cambio climático es un fenómeno natural del planeta que ha existido aun antes de la aparición del ser humano como especie. Sin embargo, debido a que la diversidad de factores que naturalmente inciden en los procesos de cambio han sufrido modificaciones por las actividades antropogénicas de los últimos dos siglos, el cambio climático se ha acelerado y tornado cada vez más intenso y errático.

La temperatura del planeta y las condiciones que han favorecido la vida son el resultado de la presencia de ciertos gases en la capa más baja de la atmósfera, conocida como tropósfera. La composición química de la tropósfera y la estratósfera –capa de la atmósfera superior a la tropósfera- es un factor importante en la determinación de la temperatura media de la superficie del planeta y, por tanto, de su clima.

De manera natural, la tropósfera está compuesta por vapor de agua, nitrógeno (N<sub>2</sub>), oxígeno (O<sub>2</sub>), bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). De esos gases, los tres últimos, junto con los clorofluorocarburos (CFC), también resentes aunque como resultado de las actividades humanas, son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI).

De la gran cantidad de energía solar que diariamente recibe la Tierra, sólo el 70 % pasa a través de la atmósfera y calienta la superficie terrestre; el 30% restante es

---

1. IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

2. En el periodo interglaciar (“caliente”) en el que vivimos ahora, las temperaturas medias de la superficie de la tierra en los últimos 10,000 años han fluctuado moderadamente de 0.5 a 1° C, durante periodos de 200 años. (G. Tiller Miller, Jr, 1992).



inmediatamente reflejada al espacio. La superficie de la Tierra calentada por el sol emite radiaciones infrarrojas en todas direcciones, ese calor es atrapado en la tropósfera en un proceso natural llamado Efecto de Invernadero (G. Tiller Miller, Jr, 1992), esencial dentro del sistema climático.

Los GEI y el vapor de agua, son los responsables de la retención del calor reflejado en la tropósfera y de que la Tierra mantenga una temperatura relativamente constante; ahí el calor es transportado por las corrientes de aire y las nubes, hasta que eventualmente escapa al espacio. De acuerdo con los expertos en cambio climático, la ausencia de estos gases ocasionaría que la temperatura promedio del planeta fuera de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Figura 1.1 Efecto Invernadero



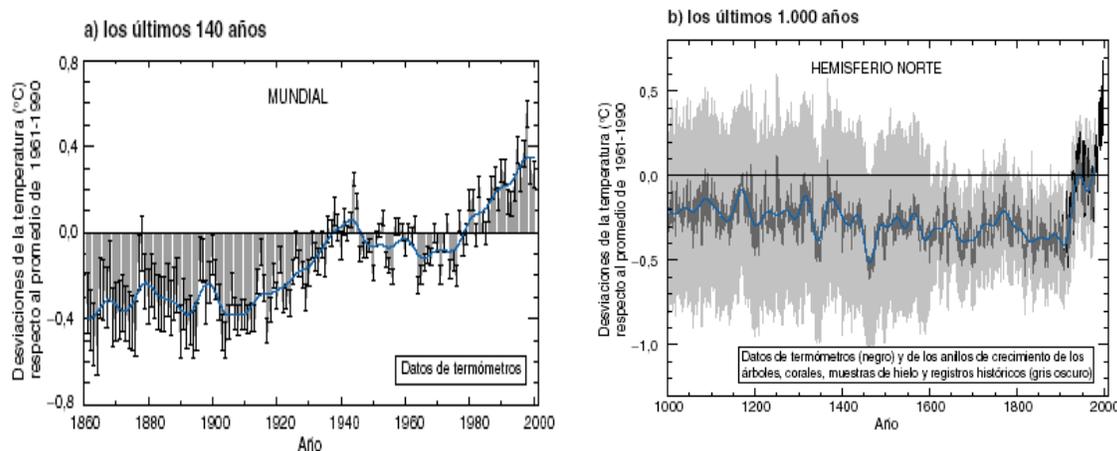
Los cambios en el clima de la Tierra son el resultado de la propia variabilidad interna dentro del sistema climático y del efecto de factores externos, mismos que pueden ser de origen natural o inducido por las actividades humanas (antropogénicos).

Al modificarse la composición química de la tropósfera debido a que las actividades humanas están incrementando la concentración de GEI, se altera en consecuencia la intensidad del efecto de invernadero, ya que la atmósfera incrementa su temperatura y se genera el calentamiento global, con el consecuente cambio climático de la Tierra.



De acuerdo con los expertos reunidos en el IPCC, desde la época preindustrial el sistema climático mundial experimenta una alteración de naturaleza antropogénica, ya que las actividades humanas han incrementado las concentraciones de los GEI y aerosoles en la atmósfera y por tanto se han producido aumentos significativos en la temperatura, con respecto a los siglos anteriores, véase Gráfica 1.1.

Gráfica 1.1 Variaciones en la temperatura de la superficie de la Tierra hasta el año 2000



Fuente: Organización Meteorológica Mundial, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Cambio climático 2001, La base científica; Tercer Informe de Evaluación; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2001.

Las emisiones de GEI proceden del manejo y utilización de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica, en las industrias manufacturera, de la construcción y del transporte; de los procesos de la industria química, de la producción de metales y de la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre; de la utilización de disolventes; de las emisiones fugitivas de combustibles sólidos, petróleo y gas natural; del manejo, eliminación tratamiento e incineración de desechos sólidos; y de las prácticas y actividades agrícolas y el cambio del uso de suelo que conlleva a la deforestación.

El efecto que tienen los factores externos en el clima, se conoce como *forzamiento radiativo*; éste es un índice de la importancia del factor como mecanismo potencial de cambio climático y mide la influencia que tiene un factor determinado en la alteración del balance de la energía entrante y saliente en el sistema de la atmósfera terrestre. La unidad de medida del forzamiento radiativo se expresa en watts por metro cuadrado ( $W/m^2$ ) y sus valores pueden ser positivos (+), como los que se producen por el incremento en la concentración de GEI, que ocasionan el calentamiento de la superficie terrestre; o bien, negativos (-), como los que surgen a partir del incremento de algunos tipos de aerosoles, que ocasionan el enfriamiento de la superficie terrestre.

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC, dado a conocer en el año 2001, indica que de continuar el mismo ritmo de crecimiento de las emisiones y concentraciones atmosféricas de los GEI, la temperatura de la atmósfera terrestre podría elevarse entre 1.4 y 5.8 grados Celsius durante este siglo. Como consecuencia del calentamiento de la superficie terrestre y de la disminución de las superficies nevadas y las capas de hielo, el nivel



medio del mar podría elevarse entre 13 y 94 centímetros y se generarían cambios en los patrones climáticos, con posibles efectos catastróficos en diversas zonas del planeta incluidas mermas en la producción agrícola, aumento de la cobertura de enfermedades tropicales, inundación de zonas costeras, cambio en los patrones de lluvias, alteración de la cobertura de bosques y amplitud de zonas desérticas. Algunos científicos afirman, que los recientes acontecimientos de aumento de precipitación pluvial y mayor intensidad y número de huracanes, son parte de los efectos del cambio climático mundial.

### Recuadro 2. Visión general sobre el cambio climático

Las actividades humanas están incrementando la concentración natural de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, lo que está provocando un incremento sin precedentes en su temperatura promedio, más allá de lo que de manera natural suele suceder, generando así el calentamiento global y el cambio climático global.

Los principales GEI son: bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitido principalmente por el consumo de combustibles fósiles; metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) emitidos principalmente por las actividades agrícolas, el cambio del uso del suelo y la combustión; y algunos químicos artificiales como los hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) utilizados en los procesos industriales.

El CO<sub>2</sub> es el gas más abundante. Su concentración atmosférica ha aumentado en 31% desde el inicio de la revolución industrial en 1750, la del CH<sub>4</sub> en 151% y la del N<sub>2</sub>O en 17%, a partir del mismo año.

Del total de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> el 75% proviene de la utilización de combustibles fósiles en la industria, en el transporte, en la generación de electricidad, en el comercio y en los hogares. El 25% de las emisiones restantes se debe predominantemente a los cambios en el uso del suelo y especialmente a la deforestación.

En la actualidad se sabe que la temperatura promedio de la atmósfera (TPA) se incrementó en 0.60C durante el siglo XX y que en las últimas cuatro décadas de ese siglo las temperaturas se han elevado en los 8 kilómetros inferiores de la atmósfera. Los años de 1990 a 1999 representaron la década de mayor temperatura desde 1861, siendo 1998 el año con mayor temperatura.

La extensión de la cubierta de nieve y hielo ha disminuido, el contenido de calor oceánico se ha incrementado y en el siglo XX el nivel promedio global del mar se elevó entre 10 y 20 centímetros.

Desde 1970, los episodios de calentamiento asociados con el fenómeno conocido como El Niño, han sido más frecuentes, persistentes e intensos, que en los últimos 100 años; y en algunas regiones del planeta se han incrementado las sequías.

**Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Enero de 2001**

Se considera que los cambios en el clima afectarán de manera diferenciada a las diversas regiones y ecosistemas del planeta, pero es previsible que sean las regiones menos desarrolladas y más pobladas las más vulnerables ante este fenómeno.

## 1.2 Protocolo de Kioto

### Antecedentes

El IPCC se constituyó en el año de 1988, con el precedente de una resolución aprobada en ese año por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en la que se reconoció que “el cambio climático es una preocupación común de la humanidad, ya que el clima es una condición esencial que sostiene la vida en la Tierra”.



Con la creación del IPCC como un órgano intergubernamental de asesoramiento y evaluación de la información científica, técnica y socioeconómica que se produce mundialmente en relación con el cambio climático, la comunidad internacional dio el primer paso para la conformación de una plataforma de integración científica que ha servido de base para la definición de consensos internacionales sobre el cambio climático.

El IPCC quedó integrado por tres grupos de trabajo y un equipo especial sobre inventarios nacionales de los gases de efecto invernadero. El Grupo de Trabajo I se encarga de evaluar los aspectos científicos del sistema y del cambio climático. El Grupo de Trabajo II aborda aspectos relativos a la vulnerabilidad de seres humanos y sistemas naturales al cambio climático, sus consecuencias negativas y positivas, y las posibilidades de adaptación a esos cambios. El Grupo de Trabajo III examina las posibilidades de limitar la emisión de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático, e igualmente plantea aspectos económicos vinculados a las medidas propuestas.

Otro evento de importancia en 1988, fue la Conferencia sobre Cambio Atmosférico celebrada en Toronto, Canadá, en la que delegados de 46 países hicieron un llamado para la reducción al año 2005 de las emisiones globales de bióxido de carbono en un 20 % de los niveles de 1988.

Un año más tarde, en 1989, en Noordwijk, Países Bajos se realizó la primera reunión ministerial de alto nivel enfocada al cambio climático y se hizo un llamado para que los países industrializados estabilizaran sus emisiones de GEI tan pronto como ello fuera posible. Asimismo, en la Cumbre de La Haya se hace un llamado al desarrollo de una nueva autoridad institucional para combatir el calentamiento global.

En 1990 el IPCC publicó su Primer Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático, en el que se concluye que la temperatura global promedio de la Tierra podría aumentar en 0.3°C si las emisiones de CO<sub>2</sub> no disminuían. Con la confirmación de la existencia de suficientes bases científicas en torno al cambio climático, ese informe llevó a los gobiernos a establecer el Comité Intergubernamental de Negociación, el cual adoptó la CMNUCC en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992. En dicho evento, 155 naciones suscribieron la Convención y ésta quedó abierta para la firma y adhesión posterior por parte de otros países.



### Recuadro 3. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 1992

**Objetivo:** lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Reconociendo que la mayoría de las emisiones de GEI del mundo han provenido de los países desarrollados, la cooperación de los países y su participación estará acorde con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, sus capacidades respectivas y sus condiciones sociales y económicas.

La CMNUCC reconoce que los países en desarrollo, necesitan tener acceso a recursos necesarios para lograr un desarrollo económico y social sostenible, aumentando su consumo de energía, teniendo en cuenta las posibilidades de lograr una mayor eficiencia energética y de controlar las emisiones de GEI en general, entre otras cosas, mediante la aplicación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que esa aplicación sea económica y socialmente rentable.

Algunos principios para las Partes, dictados en el Artículo 3 de la Convención, son:

- Tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos.
- Derecho al desarrollo sostenible y deber de promoverlo.
- Cooperar en la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio que conduzca al crecimiento económico y desarrollo sostenibles de todas las Partes, particularmente de los países en desarrollo, permitiéndoles hacer frente en mejor forma a los problemas del cambio climático.

Entre los compromisos que asumen las Partes de la Convención destacan los siguientes:

- Elaborar, actualizar periódicamente y publicar inventarios nacionales de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal.
- Formular, aplicar, publicar y actualizar regularmente programas nacionales y, según proceda, regionales, que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático.
- Promover y apoyar con su cooperación:
  - El desarrollo, aplicación y difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos, que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones de GEI en todos los sectores pertinentes: energía, transporte, industria, agricultura, silvicultura y residuos.
  - La investigación científica, tecnológica, técnica, socioeconómica, la observación sistemática y el establecimiento de archivos de datos relativos al sistema climático, con el propósito de facilitar la comprensión del CC y de las consecuencias económicas y sociales de las distintas estrategias de respuesta.
  - La educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del CC y estimular la participación más amplia posible en ese proceso, incluida la de las ONG.

Los países incluidos en el Anexo I se comprometen a: adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes de mitigación del CC, limitando sus emisiones de GEI y protegiendo y mejorando sus sumideros<sup>3</sup> y depósitos de GEI. Estos países deberán ayudar a los países en desarrollo –sobre todo los más vulnerables– con los recursos que entrañe su adaptación a los efectos adversos del CC.

A partir de que la CMNUCC entró en vigor en 1994, los países que la integran se reúnen periódicamente en las Conferencias de las Partes (COP, por sus siglas en inglés) para revisar la ejecución del convenio y para proseguir con las negociaciones y debates sobre cómo hacer frente de la mejor manera al cambio climático.

<sup>3</sup> Sumideros: Cualquier proceso, actividad o mecanismo que retira de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol, o un precursor de gases de efecto invernadero (Glosario de Términos. IPCC, 2001)



En la primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP-1) de la CMCC, celebrada en la ciudad de Berlín en 1995, el IPCC presentó su *Informe Especial 1994*, en el cual se incluyó información particular sobre el forzamiento radiativo del cambio climático, una evaluación actualizada de los escenarios de emisiones, así como las directrices técnicas para la realización de los inventarios nacionales de los GEI, para evaluar los impactos del cambio climático y las estrategias de adaptación.

Un año más tarde, en 1996, en la segunda reunión de la Conferencia de las Partes (COP-2) de la CMNUCC realizada en Ginebra, Suiza, se presentó a consideración de las naciones el *Segundo Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático (1995)* del IPCC. Dicho documento, preparado y revisado por alrededor de dos mil científicos de todo el mundo, incluyó los informes de los tres grupos de trabajo, y aportó la información científica y técnica que sirvió de soporte para las negociaciones que en 1997 concluyeron en la formulación y adopción del *Protocolo de la Convención de Kioto*.

### **Protocolo de Kioto**

El Protocolo de Kioto (PK), formalizado en diciembre de 1997 en la tercera reunión de la Conferencia de las Partes (COP-3) realizada en la ciudad de Kioto, Japón, es el acuerdo más completo de la comunidad internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, toda vez que el Protocolo de Montreal (1997), que controla el uso y producción de sustancias que destruyen la capa de ozono, no incluye a todas las sustancias que ocasionan el efecto invernadero.

El PK establece la necesidad de que las naciones contribuyan a la reducción en la emisión de GEI, incluyendo por primera vez compromisos obligatorios para los países industrializados (enlistados en su Anexo I), con el fin de que reduzcan un promedio del 5.2% de sus emisiones con respecto de sus niveles en el año 1990. El Protocolo abre también la posibilidad de transferir la reducción de emisiones entre los países del Anexo I y los países en vías de desarrollo (también denominados No-Anexo I) a través del llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Cuando el PK se aprobó, los países industrializados (pertenecientes al Anexo I) y los países con economías de transición, aceptaron diversos compromisos generales para mitigar el cambio climático. Algunos puntos en los que estuvieron de acuerdo los Estados participantes incluían: tomar en cuenta el cambio climático en sus políticas sociales, económicas y ambientales relevantes, adoptar programas nacionales para prevenir las emisiones de GEI, promover la transferencia tecnológica, conservar y fomentar el manejo sostenible de los sumideros y reservorios de GEI, cooperar en asuntos científicos, técnicos y educativos, además de promover la conciencia pública e intercambio de información relacionada con el CC.



#### Recuadro 4. Protocolo de Kioto de la CMNUCC, 1997

Los países desarrollados, incluidos en el Anexo I, deberán asegurarse, de manera individual o conjunta, de que sus emisiones antropógenas globales de GEI no controlados por el Protocolo de Montreal, expresadas en bióxido de carbono equivalente, no excedan de las cantidades calculadas para cada país, con el objetivo de reducirlas, en el período de compromiso de 2008 al 2012, a un nivel inferior que no sea menor al 5 % del valor calculado para esa nación en el año 1999.

Los países del Anexo I que adopten el Protocolo deberán aplicar y elaborar políticas y medidas con las mínimas repercusiones sociales, ambientales y económicas adversas para los países en desarrollo, tales como:

- Fomento a la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional.
- Protección y mejora de los sumideros y depósitos de GEI, promoción de prácticas sostenibles de gestión forestal, forestación y reforestación.
- Promoción de modalidades agrícolas sostenibles a la luz de las consideraciones del cambio climático.
- Investigación, promoción, desarrollo y aumento del uso de formas nuevas y renovables de energía, de tecnologías de secuestro de CO<sub>2</sub> y de tecnologías avanzadas ecológicamente racionales.
- Limitación y/o reducción de las emisiones de metano mediante su recuperación y utilización en la gestión de los desechos así como en la producción, el transporte y la distribución de energía.

La Conferencia de las Partes examinará periódicamente el Protocolo a través de informaciones y estudios científicos sobre el CC y sus repercusiones y de la información técnica, social y económica pertinente. La revisión incluirá los compromisos de las partes que señala la CMNUCC.

Cualquier país del Anexo I podrá transferir a cualquier otro, o adquirir de él, las unidades de reducción de emisiones que resulten de la ejecución de proyectos encaminados a reducir las emisiones antropógenas de las fuentes de GEI o a reducir su absorción por los sumideros en cualquier sector de la economía.

Todas las partes, teniendo en cuenta sus responsabilidades comunes pero diferenciadas, así como las prioridades, objetivos y circunstancias particulares de su desarrollo nacional y regional, deberán:

- Formular programas nacionales y regionales para mejorar la calidad de los factores de emisión, datos de actividad y/o modelos locales que sean eficaces en relación con el costo y que reflejen las condiciones socioeconómicas de cada Parte para la realización y la actualización periódica de los inventarios nacionales de las emisiones por fuente y la absorción por los sumideros de los GEI;
- Formular, aplicar, publicar y actualizar periódicamente programas nacionales y, en su caso, regionales que contengan medidas para mitigar el CC y facilitar una adaptación adecuada a éste;
- Cooperar en la promoción, desarrollo, aplicación y difusión de tecnologías, conocimientos especializados, prácticas y procesos ecológicamente racionales en lo relativo al CC, y adoptar todas las medidas viables para promover, facilitar y financiar, según corresponda, la transferencia o acceso a los recursos, en particular en beneficio de los países en desarrollo;
- Cooperar en investigaciones científicas y técnicas y participar en actividades, programas y redes internacionales e intergubernamentales de investigación y observación sistemática;
- Cooperar en el plano internacional, recurriendo a órganos existentes, en la elaboración y la ejecución de programas de educación y capacitación.

Se define un Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), con el propósito de ayudar a las partes no incluidas en el Anexo I (países no desarrollados), a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo de la CMNUCC, así como ayudar a las partes del Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones.

El Protocolo entrará en vigor cuando al menos 55 Partes en la Convención hayan depositado sus instrumentos de ratificación, aceptación, aprobación o adhesión, y cuyas emisiones totales representen por lo menos el 55% del total de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las Partes del Anexo I.

Para 2005 las Partes del Anexo I deberán demostrar un avance concreto en el cumplimiento de los compromisos contraídos al ratificar el Protocolo y establecer, un año antes del comienzo del primer período de compromiso, un sistema nacional que permita la estimación de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de los GEI. Para el periodo de compromiso 2008-2012, deberán haber reducido sus emisiones GEI al menos 5% de las que emitían en 1990.



El Protocolo establece límites de emisiones de seis GEI, para 38 países clasificados en el Anexo I; sin embargo, el documento inicial no estableció reglas precisas para cumplir con dichas metas. La reducción de emisiones se establece con base en las registradas por cada país en 1990 y se calculan en proporciones diferentes según el Estado: el 8% para la Unión Europea, 7% para Estados Unidos y 6% para Japón; otros países como Ucrania, Nueva Zelanda y Rusia debían mantener sus emisiones respecto de las de 1990. El PK debió haber entrado en vigor en el año 2002 y las reducciones aplicarían para el período de 2008 a 2012.

En las distintas Conferencias de las Partes y reuniones colaterales de la CMNUCC que se han celebrado desde la COP-3 de 1997 en la que se aprobó el Protocolo, se han abordado los aspectos relativos al funcionamiento y operatividad de este instrumento.

#### Recuadro 5. Conferencias de las Partes de la CMNUCC posteriores al Protocolo de Kioto

**Cuarta Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-4), Buenos Aires, Argentina, 1998:** se aprobó el *Plan de Acción de Buenos Aires*, en el que se establecieron fechas límite antes del año 2000 para llegar a un acuerdo en algunos puntos sobresalientes del PK, como las reglas de funcionamiento de los mecanismos flexibles o “mecanismos de Kioto” que son la implementación conjunta, el MDL y el Comercio internacional de emisiones.

**Quinta Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-5), Bonn, Alemania, 1999:** se diversificaron las propuestas y puntos de vista con respecto a dichos mecanismos; sin embargo el único acuerdo logrado consistió en ratificar el Protocolo en la Cumbre de Johannesburgo que se realizaría en el año 2002.

**Sexta Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-6), La Haya, Holanda, 2000:** se polarizaron más las opiniones, con respecto a cómo determinar los métodos de reducción de la emisión de GEI y cómo contabilizar su absorción por parte de los sumideros. El resultado fue el rompimiento del diálogo entre la Unión Europea y Estados Unidos y la continuidad de la reunión se difirió hasta julio de 2001, en Bonn, Alemania, donde se convino el *Acuerdo de Bonn*.

En febrero de 2001, el IPCC publicó su *Tercer Informe de Evaluación*, en el que confirmaron los riesgos y peligros del calentamiento global. Un mes después, en una reunión de ministros de medio ambiente, Estados Unidos se comprometió a continuar en el PK; sin embargo, unos días después, ese país se retractó y anunció su salida del Protocolo.

**Séptima Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-7) Marrakech, 2001:** Estados Unidos participó únicamente como observador en las negociaciones. De dicha conferencia resultó un convenio, en el que se definieron cinco puntos principales: compromisos legalmente vinculantes para países desarrollados; métodos de implementación del Protocolo diferentes de la reducción de emisiones (implementación conjunta); minimización de impactos en países en desarrollo (incluyendo asistencia en diversificar sus economías); reportes y revisiones por un equipo de expertos y cumplimiento evaluado por un comité.

Los acuerdos de Marrakech establecieron una serie de condiciones generales donde los sumideros tendrían un papel relevante para los países industrializados del Anexo I, y se otorgaron concesiones a Rusia, Japón y Canadá, ante la negativa de Estados Unidos de ratificar el Protocolo. Los países del Anexo I quedaron con la posibilidad de escoger opciones que involucran: reforestación/aforestación/reducción de la deforestación, manejo forestal, regeneración de la vegetación, manejo de pastizales y manejo de cultivos.

Para los países No Anexo I, en donde se localizan México y demás países de Latinoamérica, se estableció que las únicas alternativas elegibles serían la aforestación/reforestación. Asimismo, los proyectos relativos al uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura no podrían rebasar del 1% de las emisiones de los países del Anexo I, con lo que, en la práctica, se establece un candado de 33 MtonC/año (o un total de 166 MtonCO<sub>2</sub>/año) para estas alternativas, en el primer periodo de compromisos.



**Recuadro 5. Conferencias de las Partes de la CMNUCC posteriores al Protocolo de Kioto  
continuación...**

**Octava Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-8), Nueva Delhi, India, 2002:** surgió la *Declaración de Delhi sobre Cambio Climático y Desarrollo Sostenible*, en la que se reafirma el desarrollo y la erradicación de la pobreza como prioridades superiores en los países en desarrollo y se reconocen las responsabilidades comunes pero diferenciadas de las Partes. En esa reunión se esperaba la ratificación de Rusia al PK, en un período corto.

**Novena Reunión de la Conferencia de las Partes (COP-9), Milán, Italia, 2003:** Rusia no ratificó, y Estados Unidos mantuvo su firme oposición al PK, no obstante que varios de sus estados están adoptando autónomamente políticas de reducción de emisiones.

A más de seis años que se aprobó el Protocolo de Kioto en la COP-3, hasta el 15 de abril de 2004, contaba con la firma de 84 países y la ratificación de 122, cuyas emisiones suman el 44.2%<sup>4</sup> del total de emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, esta cantidad no es aún suficiente para que el Protocolo entre en vigor, dado que en el documento se estipuló que para ello se requiere que las emisiones de CO<sub>2</sub> de los países ratificantes del Anexo I sumen el 55%.

A pesar de las dificultades para instrumentar el Protocolo de Kioto, la comunidad internacional espera que se llegue a un consenso, ya que su cumplimiento coadyuvaría a revertir la tendencia a incrementar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera en plazos razonables, dado que asigna a cada país límites de obligatorio cumplimiento y el establecimiento de sanciones en caso de incumplirlos.

Recientemente Rusia anunció que firmará el PK, por lo que se espera que firme el documento en este año. Tal acción será consecuencia de las negociaciones que este país ha establecido con la Unión Europea, la cual le da su respaldo para poder ingresar a la Organización Mundial de Comercio.

Las principales limitaciones para cumplir con el Protocolo de Kioto consisten en que la reducción de las emisiones de los GEI significa fuertes inversiones, cambios tecnológicos, sustitución de combustibles y uso de fuentes renovables de energía, como la solar y la eólica. Además del uso racional de la energía y de los recursos naturales, como los bosques y las zonas verdes, que entre otras funciones cumplen la de capturar el carbono atmosférico. También requiere que los gobiernos de las grandes urbes tomen conciencia de la gravedad del problema y planteen políticas locales, para evitar que se siga incrementando la presencia de estos gases en la atmósfera.

Si bien se reconoce que las reducciones en las emisiones que se establecen en el Protocolo para los países Anexo I, resultarían aún insuficientes para revertir el cambio climático, también se coincide en que la puesta en marcha del Protocolo de Kioto sería un buen inicio para ir aminorando las consecuencias climáticas negativas, asociadas con el excedente de GEI en la atmósfera.

4. Página electrónica de la CMNUCC. Termómetro de Ratificación



## **Otros Instrumentos**

Colateralmente al Protocolo de Kioto, cada vez más gobiernos, organismos y empresas promueven esfuerzos encaminados a la reducción de emisiones GEI y la apertura de mercados y programas para su comercialización.

La Unión Europea ha iniciado la conversión del Protocolo en una ley para varios de sus miembros y diversos países europeos han implementado acciones en favor de la reducción de emisiones GEI, como el establecimiento de impuestos a las emisiones de CO<sub>2</sub> y al consumo energético, que ya se aplica en Dinamarca, Austria, Holanda, Finlandia, Noruega, Inglaterra, Suecia, entre otros.

En el mercado de reducción de emisiones, algunos países latinoamericanos, como Costa Rica, han realizado ya ventas de certificados de emisiones. El *Prototype Carbon Fund* (PCF) del Banco Mundial –financiado por 6 países y 17 empresas, principalmente de Europa y Japón– ha aportado recursos para la ejecución de proyectos en 20 países, varios de ellos latinoamericanos, por más de 100 millones de dólares.

En la *Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte*, derivada de la firma del *Tratado de Libre Comercio de América del Norte*, a la que México pertenece junto con Estados Unidos y Canadá, se aborda el tema del calentamiento global y los proyectos de venta de certificados de reducción de emisiones o bonos de carbono.



## II Distrito Federal: Una Estrategia Local de Acción Climática

### 2.1 México y el Protocolo de Kioto

Atendiendo a lo establecido en la CMNUCC, en 1997 el Gobierno de México publicó la *Primera Comunicación Nacional Ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*.

En esta publicación, resultado de una serie de estudios, cursos, talleres y conferencias, así como de publicaciones sobre vulnerabilidad y estudios de emisiones de GEI, se dio a conocer una visión general de las circunstancias nacionales en relación con el cambio climático, así como los estudios que para entonces se habían desarrollado y las medidas adoptadas al respecto.

En 2001 México hizo pública la *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. En este documento se presentó por primera vez a escala nacional, un inventario de emisiones de los gases que ocasionan el efecto invernadero, relacionados con las principales actividades antropogénicas que los generan. Así mismo, se establecieron las políticas que habría que adoptar en las distintas áreas, enfocadas tanto a la mitigación de las emisiones como a la reducción de los GEI.

La Segunda Comunicación manifiesta un incremento paulatino en las emisiones de GEI en correlación con el consumo de hidrocarburos y energía. De acuerdo con indicadores desarrollados para el período de 1990 a 1998, particularmente en el sector transporte (20% en el período), se observaron tendencias constantes a la alza. De igual forma, se describen algunos programas y acciones encaminadas a la mitigación de las concentraciones atmosféricas de los GEI, principalmente en los sectores forestal, agropecuario, industrial y energético. Se desarrolla un panorama con una planificación integral y un establecimiento de metas en plazos definidos.

En julio de 2001, en las sesiones de la sexta Conferencia de las Partes (COP-6) de la CMNUCC, celebradas en Bonn, Alemania, el Gobierno de México ratificó el Protocolo de Kioto y reafirmó su compromiso de darle cumplimiento bajo el principio de responsabilidad común pero diferenciada. Los objetivos que el gobierno federal planteó para el país fueron:

- Reafirmar su apoyo al Protocolo de Kioto como el acuerdo internacional idóneo para desarrollar las respuestas multilaterales al problema.
- Ubicar a la vulnerabilidad como el tema principal de la cooperación internacional al ponerse en marcha el Protocolo de Kioto.
- Promover que en las decisiones de la Conferencia de Bonn se incorporara un claro compromiso político de los países desarrollados para aportar recursos financieros, predecibles y suficientes, necesarios para realizar las actividades de mitigación y adaptación indispensables para hacer frente al cambio climático.



- Vigilar que los mecanismos de flexibilidad que comprende el Protocolo de Kioto contribuyan al cumplimiento de las metas de estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero.

A diferencia de los países industrializados que conforman el Anexo I de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, México, como parte de los países en desarrollo, no adquirió compromisos para disminuir sus emisiones de GEI al suscribir su incorporación al Protocolo de Kioto.

Sin embargo, dentro de los compromisos que México adquiere, de acuerdo con el artículo 4 de la CMNUCC destacan, entre otros, la realización de inventarios nacionales de emisiones y programas nacionales que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático; la promoción y apoyo a la transferencia, de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones de GEI; tomar en cuenta las consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas y medidas sociales, económicas y ambientales; dar promoción y apoyo a la educación y la capacitación y sensibilizar al público respecto al cambio climático.

Con la finalidad de participar en proyectos dentro del MDL que establece el Protocolo de Kioto, en enero de 2004 el gobierno federal constituyó el *Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero*, que fungirá como la Autoridad Nacional designada ante la CMNUCC y su Protocolo de Kioto, para revisar y aprobar los proyectos que se integren al MDL.

El Comité está integrado por las Secretarías de: Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; y Comunicaciones y Transportes; y tiene por objeto identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de GEI.

## 2.2 El Distrito Federal y el Cambio Climático

El Distrito Federal (DF) alberga actualmente a más de 8.6 millones de habitantes y concentra el 22.7% del Producto Interno Bruto del país. Su área urbana ocupa solamente el 41% de su territorio, mientras que el 59% de la superficie restante, localizada al sur de la ciudad, está catalogada como zona rural, bajo la categoría de "suelo de conservación", y aún se realizan en ella diversas actividades agrícolas, forestales y pecuarias.

Durante las últimas dos décadas, en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que desde 1986 incluye a las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal, 58 municipios conurbados del Estado de México y 1 municipio del Estado de Hidalgo, se ha manifestado una dinámica funcional con patrones desordenados de urbanización, consumo y producción, que han contribuido al deterioro ambiental y de la calidad de vida en la Ciudad de México. La atención de esa compleja problemática requiere necesariamente del diseño y aplicación de políticas metropolitanas coordinadas que integren de manera congruente los temas ambientales, económicos y sociales.

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, desde hace más de diez años se han realizado esfuerzos en diferentes ámbitos para frenar el deterioro ambiental y de los recursos naturales, con la generación de resultados que actualmente dan la posibilidad de



avanzar, de una agenda de trabajo enfocada a revertir el deterioro ambiental, hacia la elaboración de una agenda de políticas integrales que favorezcan una buena calidad ambiental y un desarrollo equitativo y sustentable (Sheinbaum, C. y Riojas, J.).

De acuerdo con estudios recientes, la ZMVM contribuye con el 7.8 % de las emisiones de gases de efecto invernadero del país. Con 18.6 millones de habitantes, cerca de 35 mil industrias y 3.5 millones de vehículos circulando diariamente en la milésima parte del territorio nacional, la ZMVM es el centro poblacional con mayores emisiones de este tipo de gases a escala nacional, así como una de las zonas de mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático global.

Con esa perspectiva, en septiembre de 2002 la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA), dio a conocer el Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal para el período 2002-2006, en el que a partir del diagnóstico ambiental de la Ciudad de México, se da a conocer la política ambiental general para el Distrito Federal.

La política ambiental general del Distrito Federal está integrada por seis líneas o ejes rectores, en los cuales a través de diversas estrategias, instrumentos, programas y proyectos particulares, la SMA orienta su trabajo para dar atención a los principales problemas ambientales de la Ciudad de México.



**Recuadro 6. Líneas de Política Ambiental del Distrito Federal**

- 1. Conservación y aprovechamiento sustentable del suelo de conservación**
    - 1.1 Política de manejo sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad
    - 1.2 Política de retribución por mantenimiento de los servicios ambientales
    - 1.3 Programa de protección contra incendios y crecimiento de la mancha urbana
    - 1.4 Política de desarrollo rural equitativo y sustentable
  
  - 2. Mejoramiento del paisaje urbano y crecimiento de áreas verdes urbanas**
    - 2.1 Política de ampliación y manejo sustentable de áreas verdes urbanas
  
  - 3. Control de la contaminación y mejoramiento de la calidad ambiental**
    - 3.1 Política ambiental para la industria
    - 3.2 Política para mejorar la calidad del aire: promoción y patrones de movilidad amigables con el ambiente y consumo sustentables, y acciones del Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010
    - 3.3 Política de residuos sólidos
    - 3.4 Política de integración de las acciones locales a la escala global (Cambio Climático)
  
  - 4. Manejo sustentable del acuífero**
    - 4.1 Política de protección integral del acuífero
  
  - 5. Fomento de la educación ambiental y corresponsabilidad**
    - 5.1 Política de promoción de una cultura ambiental
    - 5.2 Política de corresponsabilidad social en la resolución de los problemas ambientales
  
  - 6. Mejoramiento del marco legal e institucional para la gestión**
    - 6.1 Política de administración y responsabilidad pública
    - 6.2 Política de coordinación intersectorial
- Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006**

La importancia que la SMA ha dado al tema del cambio climático se pone de manifiesto en la política de integración de acciones locales a la escala global, en la cual se toma en cuenta como elemento central la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y el desarrollo de un plan local de acción climática, que a su vez integra diversas estrategias y proyectos de las políticas del programa sectorial de medio ambiente relativas a la regulación ambiental de la industria, el mejoramiento de la calidad del aire y el manejo sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, entre otras.

Para dar congruencia institucional a ese planteamiento de política ambiental, desde diciembre del año 2000 la SMA modificó su estructura orgánica y, entre otros cambios, incluyó la conformación de un área encargada del tema del cambio climático.

La Subdirección de Gestión Ambiental y Cambio Climático creada, asumió la responsabilidad de elaborar el Plan de Acción Climática del Distrito Federal; diseñar, implementar y evaluar proyectos de ahorro y uso eficiente de energía y agua en los sectores industrial, de servicios y vivienda; y coadyuvar en que los responsables de la elaboración de los inventarios de emisiones, incorporen metodologías aceptadas internacionalmente para la determinación de las emisiones de GEI, entre otras funciones.



En ese contexto, la Secretaría del Medio Ambiente inició la implantación de diversos instrumentos y proyectos encaminados a cuantificar y reducir las concentraciones atmosféricas de los GEI, entre los que destacan:

1. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero
2. Estudio de vulnerabilidad de la ZMVM
3. Proyecto de norma de calentamiento solar para el DF
4. Proyecto para la venta de carbono capturado por reforestación
5. Cuantificación de emisiones de GEI por la ejecución de programas y proyectos del Gobierno del DF
6. Corredores de transporte público
7. Programa de sustitución de taxis y microbuses, y de conversión de microbuses al uso de gas natural comprimido
8. Programa de sustitución de diesel, gasóleo y combustible industrial en la industria
9. Límite en el rendimiento vehicular (km/l) de los taxis que circulan en el DF
10. Programa de prevención y combate de incendios forestales
11. Programa para evitar el cambio de uso de suelo
12. Programa de reforestación y plantaciones forestales
13. Control de emisiones de metano en los rellenos sanitarios

### 2.3 Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal

Si bien dentro del marco del Protocolo de Kioto, México no está obligado a reducir sus emisiones de GEI, para los países no industrializados como el nuestro, es clave examinar cuidadosamente sus posibilidades de reducción de las emisiones de GEI, tanto por el compromiso internacional de evitar el acelerado incremento de la temperatura media del planeta, como por las propias oportunidades que se establecen a través del MDL.

Asimismo, es indispensable que las opciones de reducción de emisiones de GEI, los acuerdos internacionales y los propios mecanismos financieros derivados de dichos acuerdos, no se visualicen u orienten como estrategias contrapuestas al desarrollo sustentable del país, sino por el contrario, se coordinen e inclusive contribuyan en el avance de las prioridades de desarrollo propias. Es en este marco que se inscribe la Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal (ELACDF).

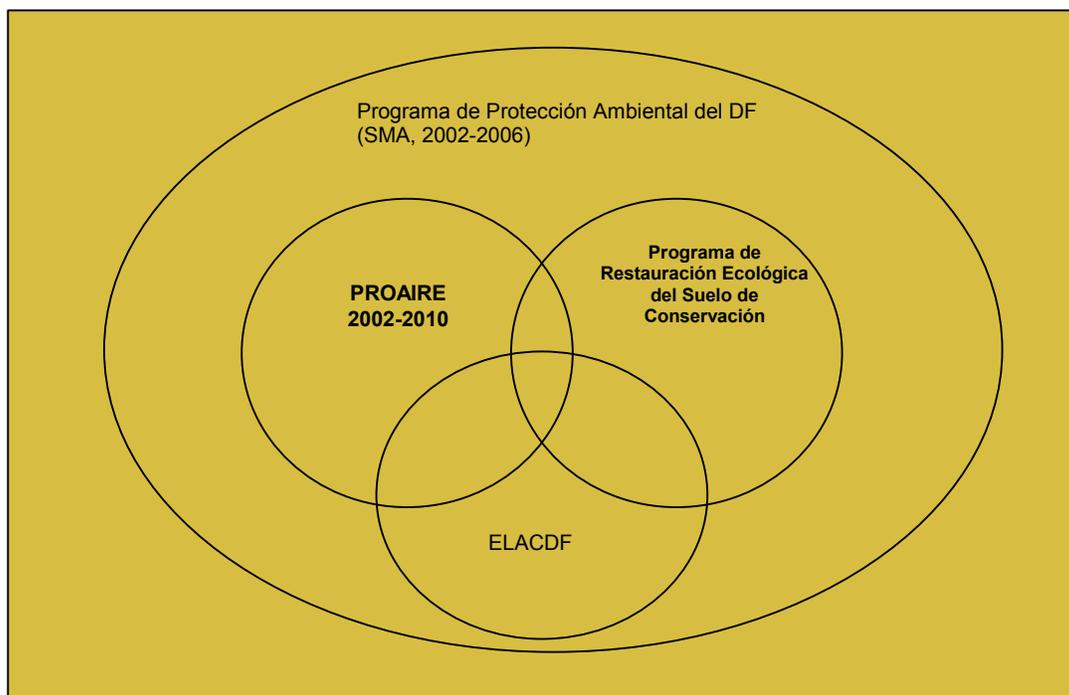
La formulación de una estrategia local que atienda el tema del cambio climático, se enmarca en los principios de la CMNUCC y se fundamenta en la consideración de que, de igual manera que el conjunto de emisiones y acciones locales suman efecto en el sistema climático global, la articulación de acciones, proyectos y programas públicos locales en materia de cambio climático contribuyen a la atención del problema.



La ELACDF responde a una política de compromiso con la reducción de emisiones de GEI a escala global, que establece una sinergia con las políticas definidas localmente para la reducción de emisiones de contaminantes y con el aprovechamiento de oportunidades que ofrecen el MDL y otros instrumentos que, en el marco del Protocolo de Kioto y el contexto de la CMNUCC se están generando en el ámbito mundial.

Como se indicó en el apartado anterior, el tema del cambio climático y la responsabilidad que asume el Gobierno del Distrito Federal al respecto, no se origina con el documento que aquí se da conocer. En todo caso, éste presenta la integración sistemática y objetiva de diversos instrumentos, proyectos y acciones que se han trabajado en la Secretaría del Medio Ambiente en consistencia con la política ambiental desarrollada y que confluyen con el eje definido como *Política de integración de las acciones locales a la escala global (Cambio Climático)*.

La Estrategia Local de Acción Climática se inserta de manera congruente dentro del Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006. Es coincidente e integra diversas de las acciones que conforman el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (PROAIRE) y el Programa de Restauración Ecológica del Suelo de Conservación del Distrito Federal, a la vez que incorpora acciones innovadoras.





En el caso del PROAIRE 2002-2010, la coincidencia de acciones con la ELACDF se refieren preferentemente a aquellas que se orientan a la sustitución de combustibles de menor contenido de carbono, la promoción de fuentes renovables de energía y las medidas de eficiencia y conservación de energía fósil. En el caso del Programa de Restauración Ecológica del Suelo de Conservación del Distrito Federal, coinciden las acciones de reforestación, plantaciones forestales, así como las que evitan el cambio de uso del suelo hacia la agricultura, ganadería o incluso urbanización, contenidas en el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.

Las acciones propias de la ELACDF consisten en medidas de ahorro de energía eléctrica, que aún cuando no representan reducciones de emisiones locales por las condiciones de suministro de energía eléctrica en la ZMVM, sí disminuyen las emisiones de GEI a escala nacional.

Se considera que la ELACDF que se presenta representa una acción novedosa en el país, toda vez que por vez primera un gobierno local asume el compromiso y responsabilidad global de poner en marcha iniciativas y proyectos que beneficiarán a la población que habita tanto en el Distrito Federal como en el resto del mundo.

Se reconoce así mismo que al ser ésta una estrategia desarrollada desde el gobierno local, será la participación de los diversos sectores la que jugará un papel determinante en los resultados que en el futuro se produzcan. Para ello es necesario que adicionalmente al gobierno, los actores sociales asuman un papel de corresponsabilidad y fijen objetivos y estrategias comunes.

### **Objetivos y líneas de trabajo**

El objetivo central de la ELACDF es el establecimiento de un marco institucional que promueva la mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero en el Distrito Federal, a través de la implantación de medidas para el ahorro y uso eficiente de los recursos naturales; de la regulación y el uso eficiente de equipos; de la sustitución de combustibles de mayor uso y la promoción de combustibles alternos; de la utilización de nuevas tecnologías, y del desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono.

De manera particular, las líneas de trabajo y objetivos específicos de la estrategia son:

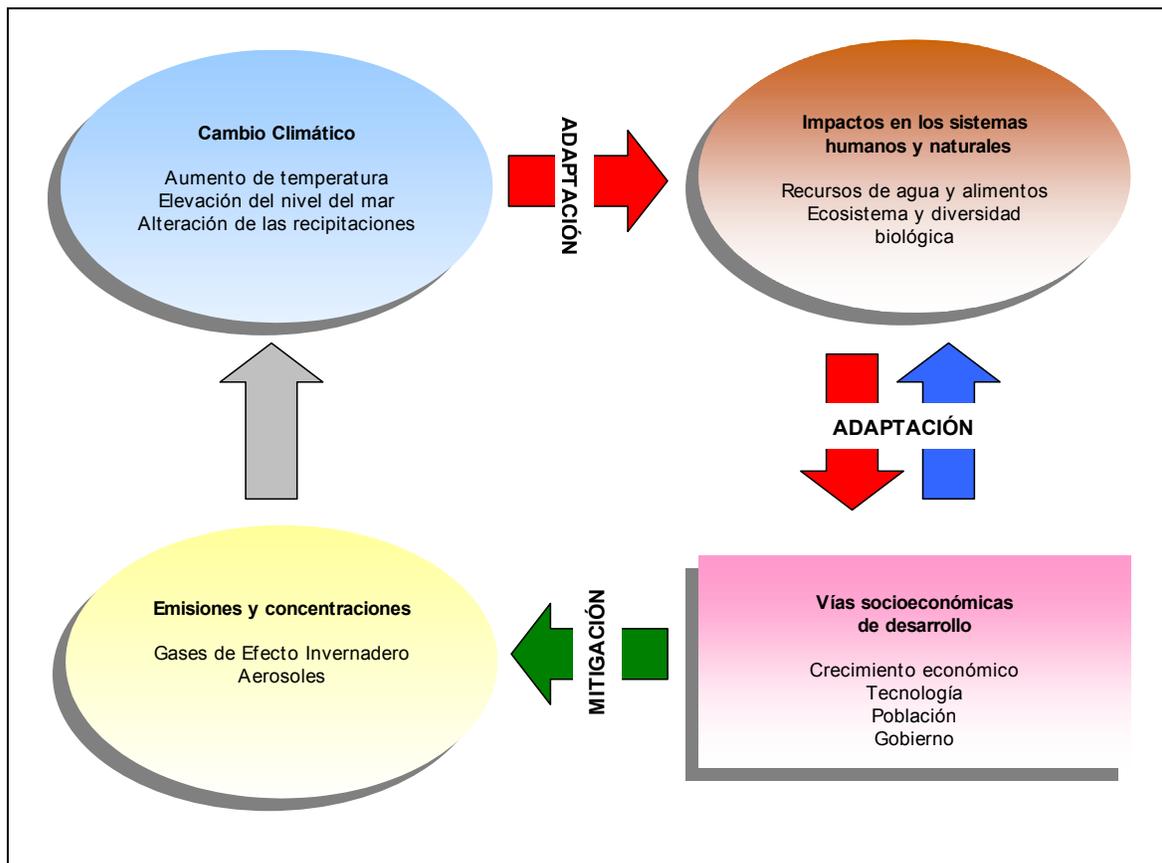
1. Establecimiento de un inventario de emisiones de GEI para el Distrito Federal, con base en la metodología del IPCC, adecuado a la escala local
2. Definición de una línea base de emisiones de GEI asociadas al consumo de energía y la captura de carbono
3. Identificación de las medidas y acciones planteadas en el PROAIRE 2002-2010 que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI y cuantificación de sus efectos
4. Identificación y valoración de los factores de vulnerabilidad de la Ciudad de México al cambio climático



5. Análisis de las tendencias de las emisiones de GEI y escenarios para la Ciudad de México
6. Análisis de la adaptabilidad de la Ciudad de México a los efectos del cambio climático e identificación de medidas de adaptación
7. Identificación de medidas de mitigación de las emisiones de GEI
8. Definición de estrategias, medidas y acciones para la reducción de emisiones de GEI en el Distrito Federal
9. Propuesta para el establecimiento de una oficina del Gobierno del DF que impulse proyectos dentro del MDL

Al haberse desarrollado desde la perspectiva de las bases y compromisos de la CMNUCC y el Protocolo de Kioto, y teniendo en cuenta el enfoque integrado del cambio climático (Figura 2.1), la ELACDF se presenta en capítulos que secuencialmente abordan los siguientes temas: inventario de emisiones del Distrito Federal, vulnerabilidad, tendencias y escenarios, adaptabilidad, mitigación de emisiones y estrategias y medidas de reducción.

Figura 2.1 Representación esquemática del ciclo de causas y efectos interrelacionados del Cambio Climático (Informe de Síntesis. IPCC, 2001)





Es pertinente señalar que si bien la Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal que se presenta se enfoca a esta demarcación como una entidad político-administrativa bien definida, se reconoce el hecho de que no constituye una forma urbana aislada de la ZMVM y que los procesos ambientales, sociales y económicos que en éste se desarrollen, se expresan en el contexto regional, más allá de los límites territoriales estrictos. Por esta razón, en diversas partes del documento se encontrarán referencias a la Zona Metropolitana en su conjunto y a los municipios conurbados del Estado de México.



### III Inventario de Emisiones

La determinación de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero a través del Inventario de Emisiones, permite diseñar y enfocar las políticas e iniciativas gubernamentales para el mejoramiento ambiental en los contextos local y global.

Dicho inventario debe constituirse en un instrumento para la toma de decisiones en materia de política ambiental, que aporte elementos de juicio con bases científicas sólidas y permita identificar a los sectores con las principales fuentes de emisiones y las fuerzas que guían los cambios en las emisiones, a la vez que evaluar las mejores opciones de mitigación y la eficacia de las medidas adoptadas.

El Anexo A del Protocolo de Kioto identifica los sectores y categorías de las fuentes de emisión para tres GEI que deben sujetarse a acciones de reducción. Atendiendo a esta recomendación, en el inventario de emisiones del Distrito Federal y su Zona Metropolitana se cuantificaron los tres principales GEI citados en dicho anexo, véase Recuadro 7.

**Recuadro 7. Recomendaciones del Anexo A del Protocolo de Kioto incluidas en el Inventario de Emisiones**

Gases de Efecto Invernadero	
	Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )
	Metano (CH <sub>4</sub> )
	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)
Sectores / Categorías de Fuentes	
	Energía
	Quema de Combustibles
	Transporte
	Industria manufacturera y construcción
	Industrias de Energía
	Otros sectores
	Agricultura
	Fermentación entérica
	Suelos agrícolas
	Quema en el campo de residuos agrícolas
	Otros
	Desechos
	Eliminación de desechos sólidos en la tierra



### 3.1 Sector Energético

En las sociedades modernas, la producción y el consumo de energía son condiciones fundamentales para el desarrollo de las actividades humanas, desde el transporte, la industria y el comercio, hasta las actividades básicas para la sobrevivencia, como la conservación y la cocción de alimentos. La relación entre la energía y la actividad económica es estrecha, de manera que la solución al problema que plantea el Cambio Climático presenta el reto de no afectar a las actividades económicas de la sociedad.

Es previsible que en los países como México, que poseen economías en desarrollo, el consumo y generación de energía se continuará incrementando, tanto por el impulso que den los gobiernos a su desarrollo económico, como por el crecimiento demográfico propio de estas naciones. Ello significa que en principio las emisiones de GEI se incrementarán en la medida que crece el consumo y la generación energética.

#### El contexto nacional

De acuerdo con el más reciente Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero<sup>5</sup>, durante 1996 el país emitió 514 Mton de CO<sub>2</sub><sup>6</sup>, aproximadamente el 1.5% de las emisiones mundiales. Durante el mismo año se emitieron 691 Mton de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq), de las cuales el 74% correspondieron a CO<sub>2</sub>, 24% a CH<sub>4</sub> y 2% a N<sub>2</sub>O.

#### Recuadro 8. Equivalencias de los efectos de los GEI

Los tres principales GEI de origen antropogénico son el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

Por su capacidad para retener radiación infrarroja, y por lo tanto para potenciar el efecto invernadero en la atmósfera, un gramo de metano equivale a 21 gramos de bióxido de carbono en una escala de tiempo de 100 años, mientras que un gramo de óxido nitroso equivale a 310 gramos de bióxido de carbono.

Estas diferencias se deben a sus propiedades moleculares y al tiempo promedio que logran permanecer en la atmósfera antes de ser absorbidos por los ecosistemas.

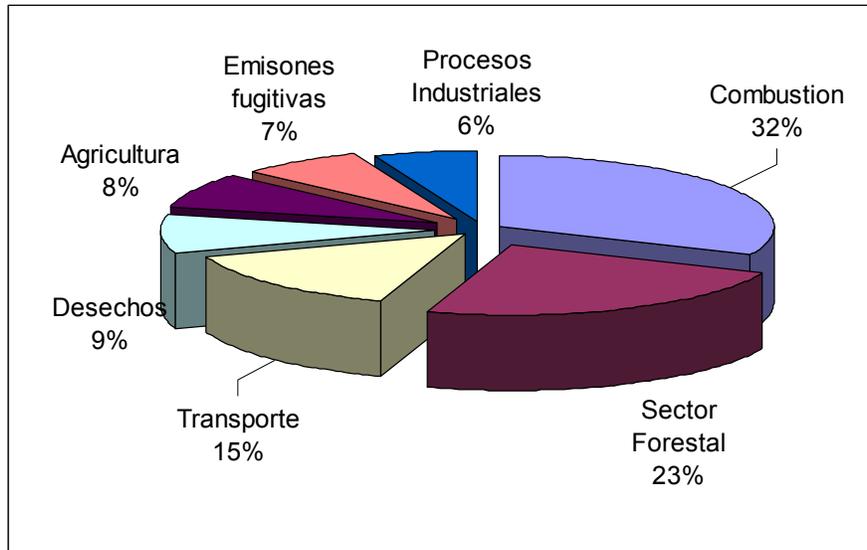
A la suma ponderada de estos tres GEI se le llama bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq) y permite comparar fuentes con emisiones de gases diferentes.

Se le llama CO<sub>2</sub> eq porque el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O se calculan en su equivalente de CO<sub>2</sub> de acuerdo con el potencial de calentamiento de estos gases.

La mayor contribución de emisiones de GEI en ese año provino de la combustión, del sector forestal, del transporte y de los procesos industriales. La combustión y el transporte sumaron 47% de las emisiones nacionales, quedando de manifiesto el impacto que en el medio ambiente tiene la utilización de los diversos combustibles. Véase Gráfica 3.1



Gráfica 3.1. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1996



Las emisiones cuantificadas en 1996 se correlacionan con el consumo final de energía de 3,539 PJ<sup>7</sup> que en el mismo año se registraron en los sectores transporte, industrial, residencial, comercial y público<sup>8</sup>. El sector transporte representó el 40% del consumo, el industrial 36%, el residencial 20%, el comercial 3% y el público menos del 1%. También contribuyó la generación de energía eléctrica a la que se destinaron 1,662 PJ de energía en forma de diversos combustibles para lograr la generación de 547 PJ de electricidad.

## Energía

### *Consumo de energía en la Zona Metropolitana del Valle de México*

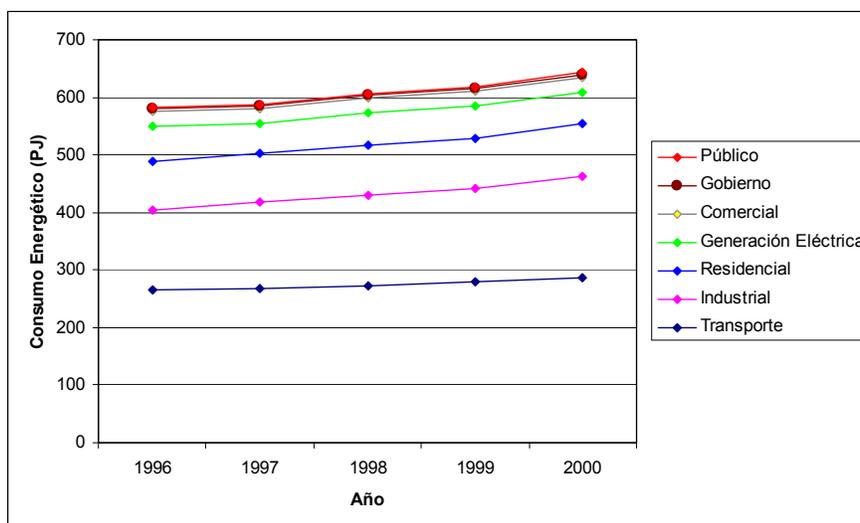
La gráfica 3.2 muestra el consumo energético por sectores de la ZMVM, donde se puede apreciar que durante el período 1996-2000 el consumo energético pasó de 583 PJ a 626 PJ, representando esto un incremento de 7.4%.

5. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-98, 2000

6. Un Mton es igual a un millón de toneladas



Gráfica 3.2. Consumo Energético Histórico de la ZMVM 1996-2000



Durante el año 2000, la ZMVM consumió un total de 626 PJ de energía, 555 PJ provenientes del uso de combustibles y 88 PJ de electricidad, esto es 14% del consumo nacional de combustibles para dicho año y 16% de la electricidad, véase la Tabla 3.1

Tabla 3.1 Consumo energético de la ZMVM durante el año 2000

Energético	Tipo	Consumo (PJ)
<b>Consumo Total</b>		<b>625.5</b>
Combustibles	<b>Subtotal</b>	<b>555.3</b>
	Gasolinas	252.9
	GN (incluye generación eléctrica)	142.8
	Gas Licuado de Petróleo	90.0
	Diesel	51.2
	Combustóleo	8.6
	Gasóleo	7.6
	Leña	2.1
	Petróleo diáfano	0.1
	Coque	0.0
	Querosinas	0.0
GN dedicado a la generación eléctrica en la ZMVM		54.9
Consumo de electricidad	<b>Subtotal</b>	<b>88.0</b>
	Generación eléctrica en la ZMVM	17.8
	Importación de electricidad hacia la ZMVM	70.2

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

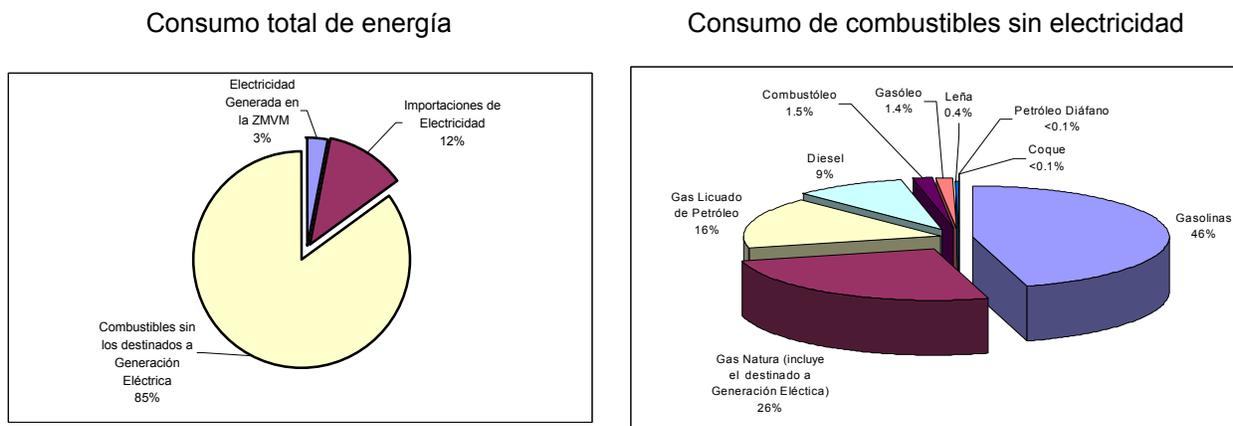
6. Un PJ es igual a  $10^{15}$  Joules

7. Balance Nacional de Energía 2001. Secretaría de Energía, 2002



En este punto se debe tener cuidado de no sumar directamente combustibles y electricidad, ya que esto implica una doble contabilidad, puesto que en la ZMVM el 10% de los combustibles, 55 PJ provenientes de gas natural, se utilizaron para generación de energía eléctrica, véase la Gráfica 3.3

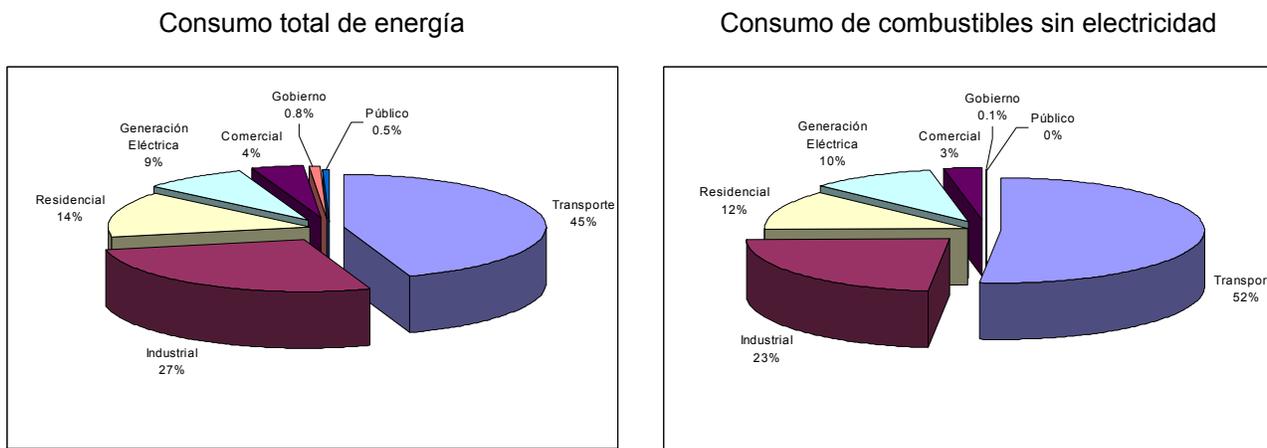
**Gráfica 3.3 Consumo de energía en la ZMVM en el año 2000**



El 20% de la electricidad consumida se generó en la propia ZMVM, mientras que el resto provino del Sistema Interconectado Nacional. En cuanto a los combustibles, cuatro contribuyeron con 97% de los requerimientos energéticos: gasolina, gas natural, GLP y diesel.

El transporte es por mucho, el mayor consumidor de energía, característica que se incrementa a más de la mitad de la energía de la ZMVM, al considerar únicamente el consumo de combustibles sin incluir la electricidad. La industria y la vivienda le siguen en el consumo. Estos tres sectores utilizaron el 86% de la energía consumida por la ZMVM. Véase Gráfica 3.4

**Gráfica 3.4 Consumo de energía por sectores en la ZMVM en el año 2000**





Para mayor detalle sobre el consumo de energía en la ZMVM, véase el Anexo 7 “Inventario de Emisiones y Línea Base 2000-2012 de la ZMVM”.

Consumo de energía en el Distrito Federal

Durante el año 2000, el DF consumió un total de 343 PJ de energía, el 55% del consumo de la ZMVM, 291 PJ provenientes de combustibles y 52 PJ de electricidad. Esto representa 52% de los combustibles de la ZMVM y 59% de la electricidad, 7.8% del consumo nacional de combustibles y 9.5% de la electricidad, véase la Tabla 3.2

**Tabla 3.2 Consumo energético del Distrito Federal durante el año 2000**

Energético	Tipo	Consumo (PJ)
	<b>Consumo Total</b>	<b>342.56</b>
Combustibles	<b>Subtotal</b>	<b>290.60</b>
	Gasolinas	179.40
	GN (incluye generación eléctrica)	24.50
	Gas Licuado de Petróleo	48.80
	Diesel	33.40
	Combustóleo	0.50
	Gasóleo	2.90
	Leña	1.10
	Petróleo diáfano	0.10
	Coque	0.00
	Querosinas	0.00
GN dedicado a la generación eléctrica en la ZMVM		0.75
Consumo de electricidad	<b>Subtotal</b>	<b>52.14</b>
	Generación eléctrica en el Distrito Federal	0.19
	Importación de electricidad hacia el Distrito Federal	51.94

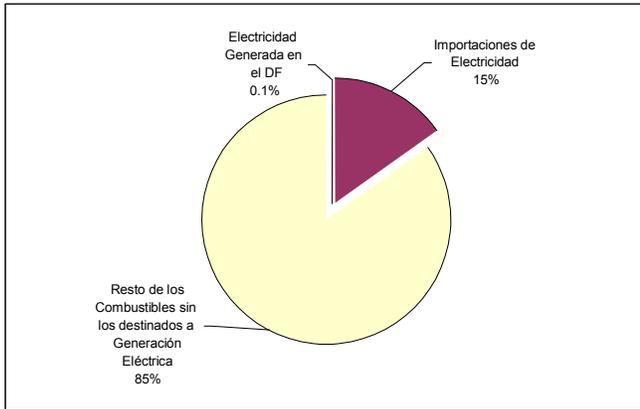
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

La generación de electricidad fue mínima en el DF y básicamente con el fin de dar estabilidad al sistema de distribución, en ella se empleó únicamente gas natural y representó 0.3% del consumo de combustibles, con lo que se generó 0.1% de los requerimientos energéticos del DF, véase Gráfica 3.5. El resto de la electricidad provino del Sistema Interconectado Nacional.

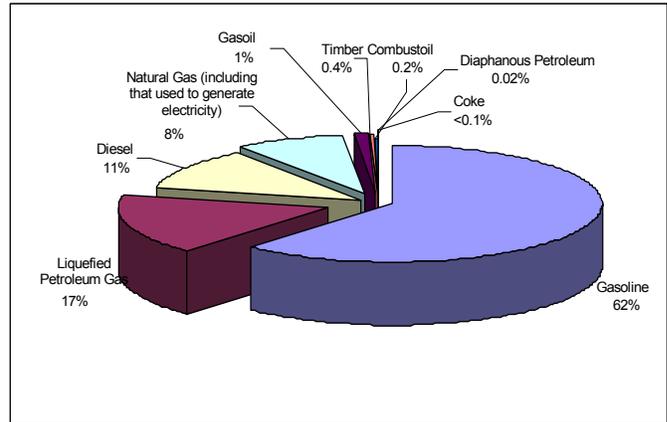


**Gráfica 3.5 Consumo de energía en el DF en el año 2000**

Consumo total de energía



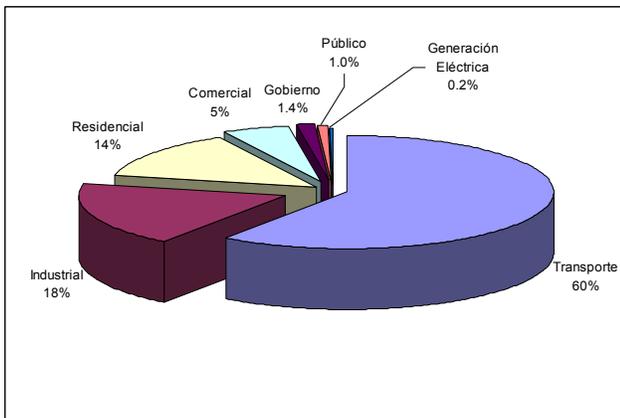
Consumo de combustibles sin electricidad



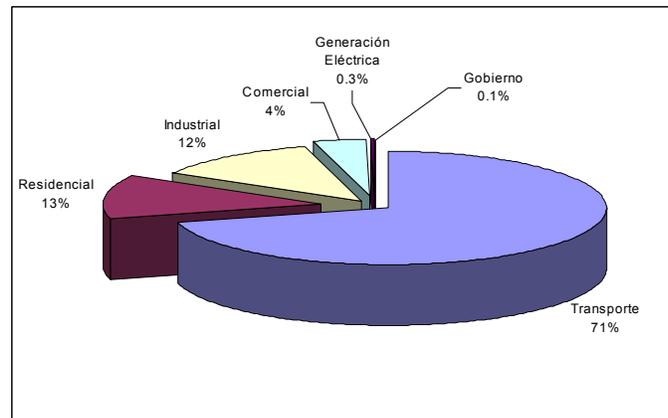
En cuanto a los combustibles, tres contribuyen con 90% de los requerimientos energéticos: gasolina, GLP y diesel, la primera cubre más de la mitad de los requerimientos de energía del DF. El transporte –como en la ZMVM– es también el mayor consumidor, al utilizar casi tres cuartas partes de los combustibles. La industria y la vivienda le siguen en el consumo. Estos tres sectores consumen el 92% de la energía del DF. Véase Gráfica 3.6

**Gráfica 3.6 Consumo de energía por sectores en el DF en el año 2000**

Consumo total de energía



Consumo de combustibles sin electricidad





En términos de consumo energético en el Distrito Federal se encuentra el 72% del transporte de la ZMVM, 36% de la industria, 53% de la vivienda y 1.4% de la generación de energía eléctrica.

Para mayor detalle sobre el consumo de energía en el Distrito Federal véase el *Anexo 8 "Inventario de Emisiones y Línea Base 2000-2012 del DF"*.

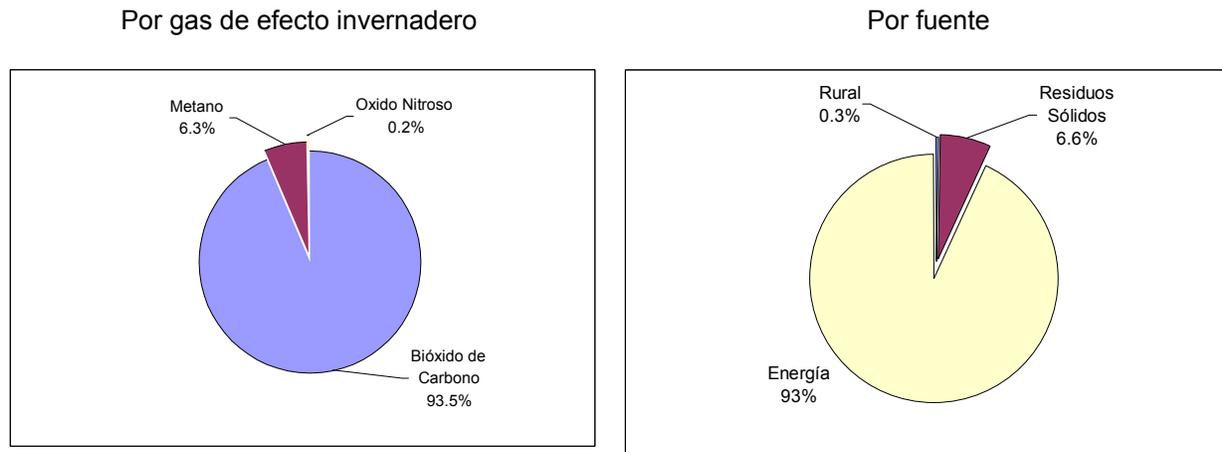
### Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la ZMVM y el DF

#### Emisión de GEI en la ZMVM

Durante el año 2000, la ZMVM emitió 54.1 Mton de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa el 7.8% de las emisiones nacionales. Este porcentaje relativamente bajo se explica en parte porque las industrias petrolera y de generación de energía eléctrica –que son de las mayores emisoras– se encuentran fuera de la ZMVM.

Del total, correspondieron a 50.6 Mton a CO<sub>2</sub>, 158 mil toneladas a CH<sub>4</sub> y 378 toneladas a N<sub>2</sub>O. Véase Gráfica 3.7

**Gráfica 3.7 Emisiones de bióxido de carbono equivalente en la ZMVM**



**NOTA:** Del consumo de combustibles y electricidad provino 99% del bióxido de carbono y 92% del óxido nitroso, mientras que 96% del metano provino de los residuos sólidos.

Los principales emisores de bióxido de carbono y óxido nitroso provinieron del consumo de combustibles y electricidad, los cuales generaron 99% del CO<sub>2</sub> y 92% del N<sub>2</sub>O, mientras que el principal emisor de metano fueron los residuos sólidos, al generar 96% de este GEI.



Tabla 3.3 Emisiones de bióxido de carbono equivalente en la ZMVM durante el año 2000

Sector	Fuente de emisión	Tipo	Emisiones de CO <sub>2</sub> eq (Mton)
<b>Total de Emisiones</b>			<b>54.107</b>
Suelo de conservación			0.183
Residuos sólidos			3.589
Energía total:			50.335
	Combustibles	<b>Subtotal</b>	<b>36.636</b>
		Gasolinas	17.506
		GN (incluye generación eléctrica)	8.003
		Gas Licuado de Petróleo	5.644
		Diesel	4.013
		Combustóleo	0.664
		Gasóleo	0.564
		Leña	0.231
		Petróleo diáfano	0.008
		Coque	0.004
		Querosinas	0.000
	Consumo de electricidad	<b>Subtotal</b>	<b>16.779</b>
		Generación eléctrica en la ZMVM	3.081
		Importación de electricidad hacia la ZMVM	13.699

CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

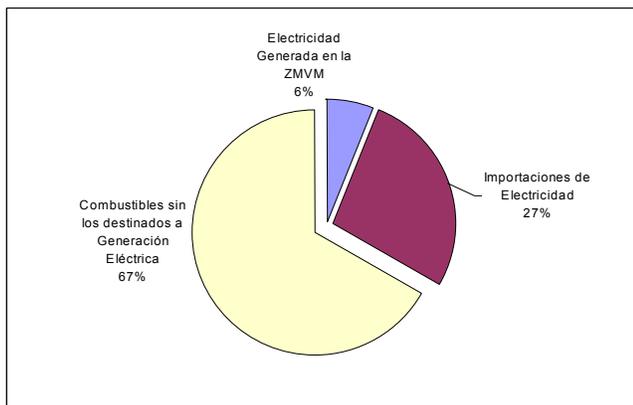
La energía, entendida como el consumo de combustibles y la generación de energía eléctrica, es la principal fuente de GEI en la ZMVM. Mientras que el consumo de electricidad es responsable de la emisión del 31% del total de GEI, el uso de combustibles lo es del 68%, véase la Tabla 3.3

Cuatro energéticos son el origen del 96% de las emisiones de GEI originadas en la quema de combustibles: gasolina (48%), gas natural (22%), GLP (15%) y diesel (11%), véase la Gráfica 3.8

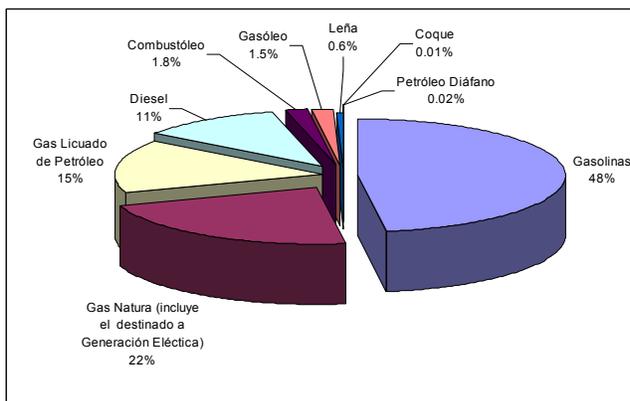


**Gráfica 3.8. Emisiones de bióxido de carbono equivalente debidas a la combustión en la ZMVM durante el año 2000**

Consumo total de energía



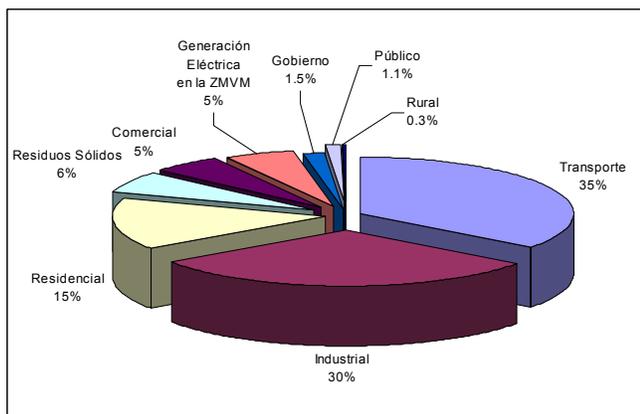
Consumo de combustibles sin electricidad



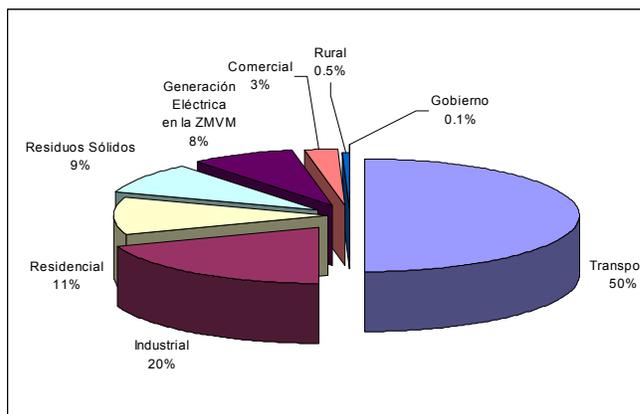
El transporte, la industria, la vivienda y los residuos sólidos son los principales emisores de GEI en la ZMVM. En conjunto emitieron 86% del total de GEI de la ZMVM. Sin considerar el consumo eléctrico, estos sectores suman 89% del total. Véase Gráfica 3.9

**Gráfica 3.9. Emisiones de bióxido de carbono equivalente por sectores en la ZMVM en el año 2000**

Por consumo total de energía



Por consumo de combustibles sin electricidad



Para mayor detalle sobre el consumo de energía en la ZMVM véase el Anexo 7.

*Emisión de GEI en el Distrito Federal*

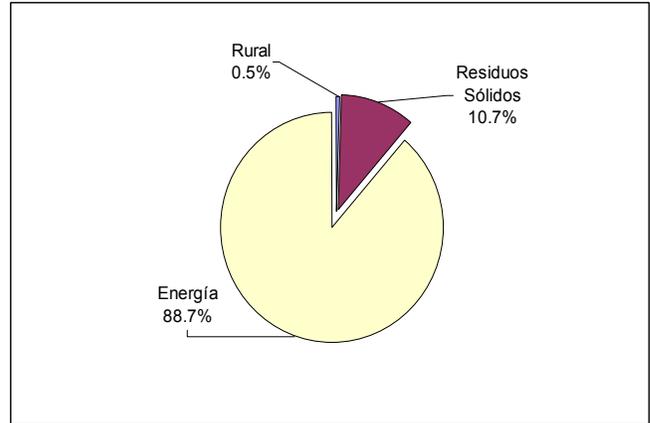
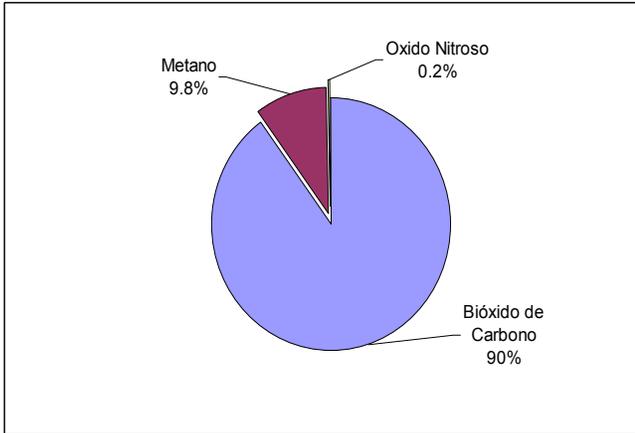
Durante el año 2000, el DF emitió 33.5 Mton de CO<sub>2</sub> eq, lo que representa 62% de las emisiones de la ZMVM. Del total, correspondieron 30.1 Mton a CO<sub>2</sub>, 156 mil toneladas a CH<sub>4</sub> y 230 toneladas a N<sub>2</sub>O. Véase Gráfica 3.10



Gráfica 3.10 Emisiones de bióxido de carbono equivalente en el DF

Por gas de efecto invernadero

Por fuente



Los principales emisores de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O provinieron del consumo de combustibles y electricidad, estos generaron 98% del bióxido de carbono y 99% del óxido nitroso, mientras que el principal emisor de metano fueron los residuos sólidos, al generar 96% de este GEI.



Tabla 3.4 Emisiones de bióxido de carbono equivalente en DF durante el año 2000

Sector	Fuente de emisión	Tipo	Emisiones de CO <sub>2</sub> eq (Mton)
<b>Total de Emisiones</b>			<b>33.520</b>
<b>Suelo de conservación</b>			<b>0.183</b>
<b>Residuos sólidos</b>			<b>3.589</b>
<b>Energía total:</b>			<b>29.748</b>
	Combustibles	<b>Subtotal</b>	<b>19.940</b>
		Gasolinas	12.414
		GN (incluye generación eléctrica)	1.455
		Gas Licuado de Petróleo	3.053
		Diesel	2.639
		Combustóleo	0.037
		Gasóleo	0.215
		Leña	0.121
		Petróleo diáfano	0.004
		Coque	0.001
		Querosinas	0.000
	Consumo de electricidad	<b>Subtotal</b>	<b>9.939</b>
		Generación eléctrica en el DF	0.131
		Importación de electricidad hacia el Distrito Federal	9.808

CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

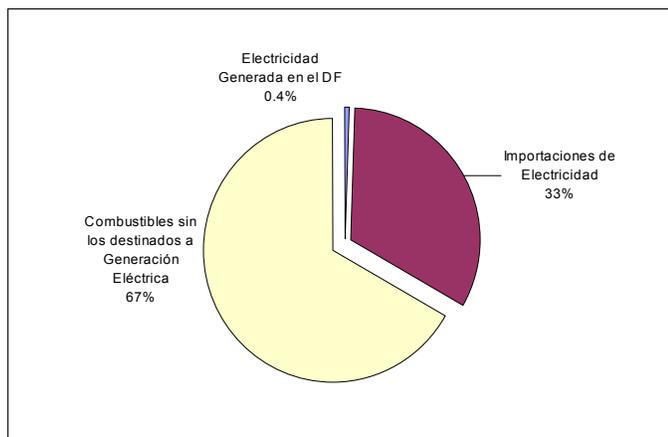
La energía, entendida como el consumo de combustibles y la generación eléctrica, es la principal fuente de GEI en el DF. Mientras que el consumo de electricidad es responsable de la emisión del 33% del total de GEI, el uso de combustibles lo es del 67%, véase la Tabla 3.4

Cuatro energéticos son el origen del 98% de las emisiones de GEI originadas en el quemado de combustibles: gasolina (62%), gas natural (7%), GLP (15%) y diesel (13%).

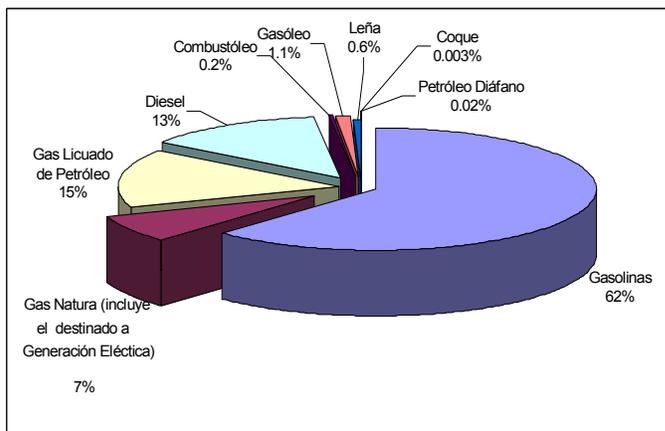


**Gráfica 3.11 Emisiones de bióxido de carbono equivalente debidas a la combustión en el DF durante el año 2000**

Por consumo total de energía



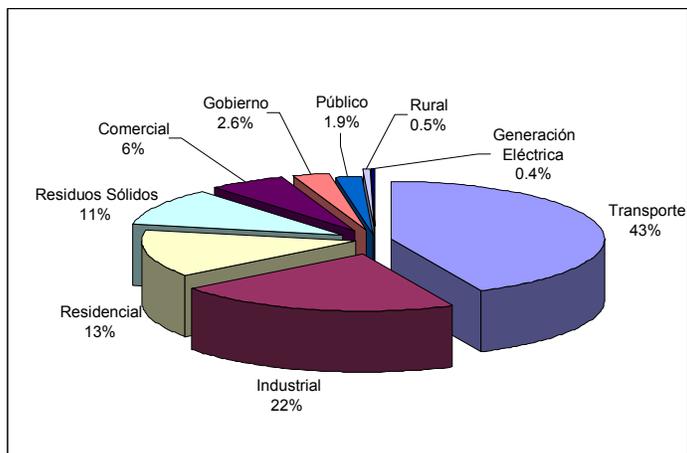
Por consumo de combustibles sin electricidad



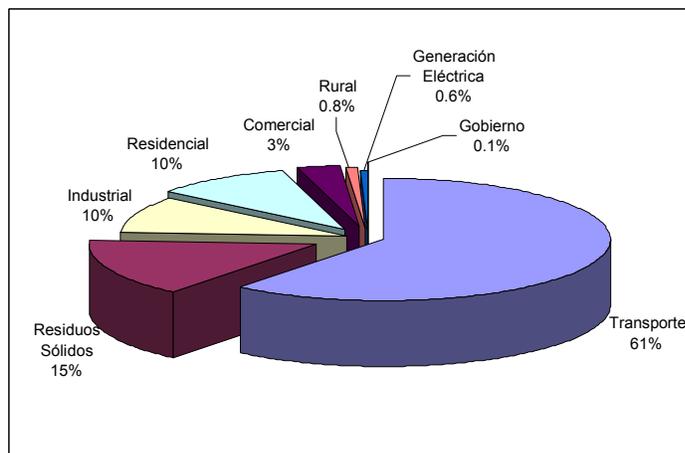
El transporte, la industria, la vivienda y los residuos sólidos son los principales emisores de GEI en el DF. En conjunto emitieron 89% del total de GEI del DF. Sin considerar el consumo eléctrico, estos sectores suman 96% del total. Véase Gráfica 3.12

**Gráfica 3.12 Emisiones de bióxido de carbono equivalente por sectores en el DF en el año 2000**

Por consumo total de energía



Por consumo de combustibles sin electricidad



Para mayor detalle sobre el consumo de energía en el DF véase el Anexo 8.



## Transporte

### Emisiones de GEI del transporte en la ZMVM

El transporte emitió 20.1 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub>, 20 Mton, 5,177 toneladas a CH<sub>4</sub> y 170 toneladas a N<sub>2</sub>O. Véase la Tabla 3.5

**Tabla 3.5 Emisiones de bióxido de carbono equivalente del transporte en la ZMVM en el año 2000**

Tipo de vehículo	Tipo de combustible	CO <sub>2</sub> eq (ton)	(%)
<b>Total de Emisiones</b>		<b>20,159,043</b>	<b>100%</b>
<b>Autos particulares</b>	Gasolina	8,508,707	42.20
	Diesel	1,150	0.01
	Gas Licuado de Petróleo	3,914	0.02
<b>Taxis</b>	Gasolina	2,184,813	10.80
	Gas Licuado de Petróleo	25	0.00
<b>Combis</b>	Gasolina	546,547	2.70
<b>Microbuses</b>	Gasolina	1,245,226	6.20
	Diesel	33,227	0.20
	Gas Licuado de Petróleo	40,256	0.20
	Gas Natural Comprimido	12	0.00
<b>Pickups</b>	Gasolina	1,640,582	8.10
	Diesel	7,480	0.04
	Gas Licuado de Petróleo	6,969	0.03
<b>Vehículos menores de 3 toneladas</b>	Gasolina	2,670,884	13.20
	Diesel	273,514	1.40
<b>Tractocamiones</b>	Gasolina	3,469	0.02
	Diesel	1,415,067	7.00
	Gas Licuado de Petróleo	349	0.00
<b>Autobuses</b>	Gasolina	3,339	0.02
	Diesel	658,031	3.30
	Gas Licuado de Petróleo	448	0.00
<b>Vehículos mayores de 3 toneladas</b>	Gasolina	566,885	2.80
	Diesel	132,747	0.70
<b>Motocicletas</b>	Gasolina	133,893	0.70
<b>Camiones de carga GLP</b>	Gas Licuado de Petróleo	81,505	0.40
<b>Vehículos de GNC</b>	Gas Natural Comprimido	4	0.00

CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

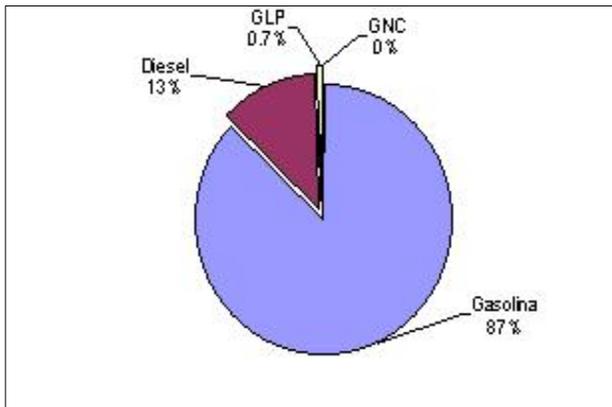
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente



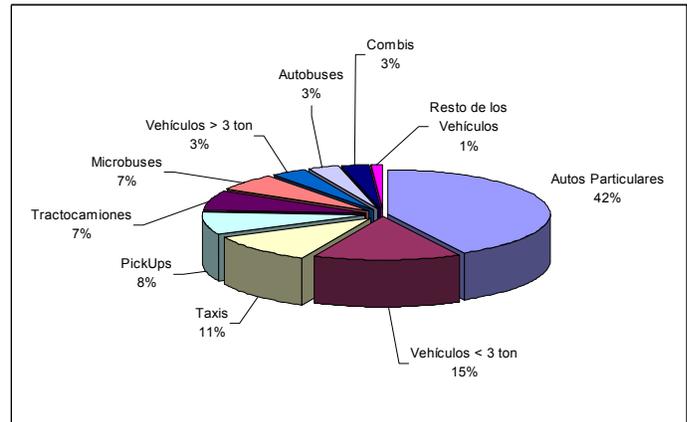
Los autos particulares, los vehículos de menos de 3 toneladas, los taxis y las camionetas Pickup sumaron 76% de las emisiones. Los cuatro tipos de vehículos usan predominantemente gasolina, por lo que 87% de las emisiones de GEI provino de este combustible. Véase la Gráfica 3.13

**Gráfica 3.13 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente del sector transporte en la ZMVM en el año 2000**

Por tipo de combustible



Por tipo de vehículo



*Emisiones de GEI del transporte en el Distrito Federal*

El transporte emitió 14.4 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub> 14.3 Mton, 3,682 toneladas a CH<sub>4</sub> y 122 toneladas a N<sub>2</sub>O. Véase la Tabla 3.6



**Tabla 3.6 Emisiones de bióxido de carbono equivalente del transporte en el DF en el año 2000**

Tipo de vehículo	Tipo de combustible	CO2 eq (ton)	(%)
	<b>Total de Emisiones</b>	<b>14,446,287</b>	<b>100%</b>
<b>Autos particulares</b>	Gasolina	6,052,937	41.90
	Diesel	818	0.01
	Gas Licuado de Petróleo	2,784	0.02
<b>Taxis</b>	Gasolina	1,958,102	3.60
	Gas Licuado de Petróleo	23	0.00
<b>Combis</b>	Gasolina	79,350	0.50
<b>Microbuses</b>	Gasolina	764,022	5.30
	Diesel	20,387	0.10
	Gas Licuado de Petróleo	24,699	0.20
	Gas Natural Comprimido	7	0.00
<b>Pickups</b>	Gasolina	758,442	5.30
	Diesel	3,458	0.02
	Gas Licuado de Petróleo	3,222	0.02
<b>Vehículos menores de 3 toneladas</b>	Gasolina	2,400,554	16.60
	Diesel	245,831	1.70
<b>Tractocamiones</b>	Gasolina	2,705	0.02
	Diesel	1,103,545	7.60
	Gas Licuado de Petróleo	272	0.00
<b>Autobuses</b>	Gasolina	2,543	0.02
	Diesel	501,104	3.50
	Gas Licuado de Petróleo	341	0.00
<b>Vehículos mayores de 3 toneladas</b>	Gasolina	276,317	1.90
	Diesel	64,705	0.40
<b>Motocicletas</b>	Gasolina	118,583	0.80
<b>Camiones de carga GLP</b>	Gas Licuado de Petróleo	61,532	0.40
<b>Vehículos de GNC</b>	Gas Natural Comprimido	4	0.00

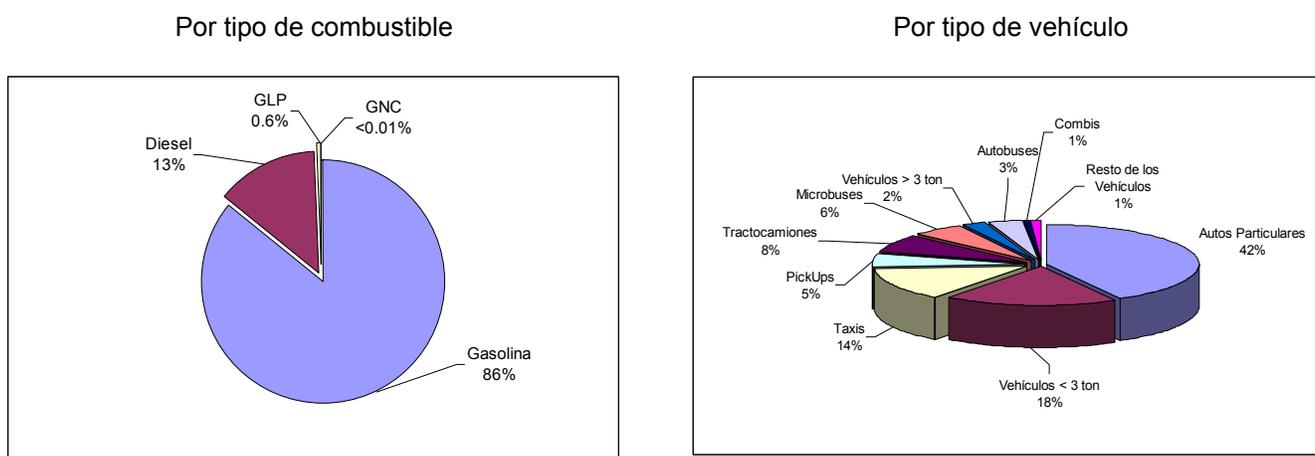
CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente



Los autos particulares, los vehículos de menos de 3 toneladas, los taxis y las camionetas Pickup sumaron 79% de las emisiones de GEI, de las cuales el 86% provino del consumo de gasolina. Véase la Gráfica 3.14

**Gráfica 3.14 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente del transporte en el DF en el año 2000**



## Industria

### Emisiones de GEI de la Industria en la ZMVM

La industria emitió 17.2 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub> 17.1 Mton, 417 toneladas a CH<sub>4</sub> y 139 toneladas a N<sub>2</sub>O.

**Tabla 3.7 Emisiones de bióxido de carbono equivalente de la industria en la ZMVM en el año 2000**

Fuente de emisión	Tipo	Emisión de CO <sub>2</sub> eq (ton)
<b>Total de Emisiones</b>		<b>17.181</b>
<b>Combustibles</b>	<b>Subtotal</b>	<b>7.948</b>
	Gasolinas	0.001
	Gas Natural	4.507
	Gas Licuado de Petróleo	0.732
	Diesel	1.469
	Combustóleo	0.664
	Gasóleo	0.564
	Petróleo diáfano	0.008
	Coque	0.004
	<b>Electricidad</b>	<b>Subtotal</b>

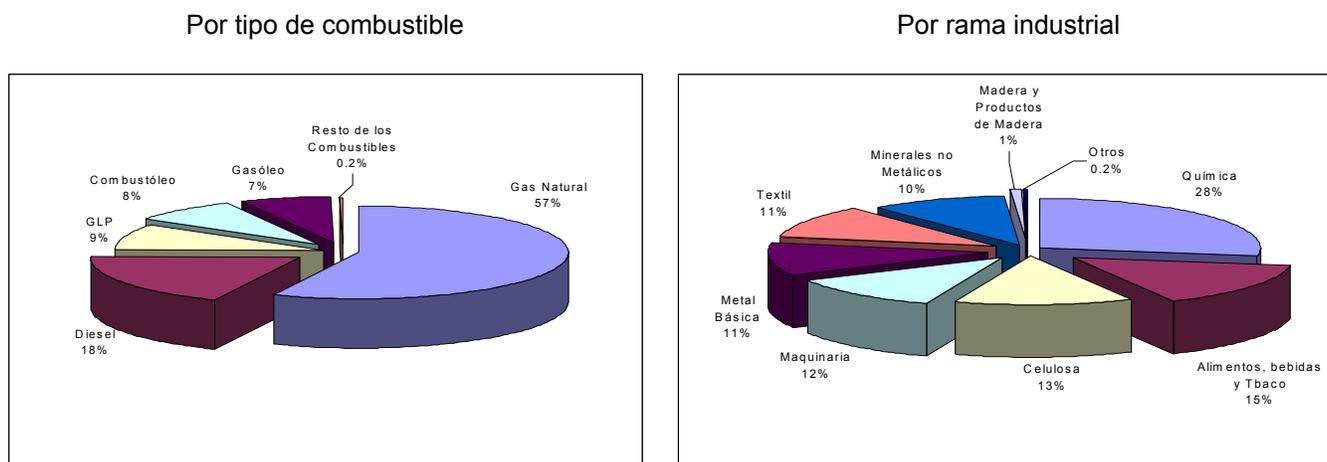
CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente



El 54% de las emisiones de la industria provienen del consumo eléctrico, mientras que el 75% de las emisiones originadas en los combustibles, provienen del gas natural y del diesel. La industria química; los alimentos, bebidas y tabaco; y la celulosa, papel e imprentas; sumaron 56% de las emisiones industriales en la ZMVM. Véase Gráfica 3.15

**Gráfica 3.15 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente de la industria en la ZMVM en el año 2000**



*Emisiones de GEI de la Industria en el Distrito Federal*

La industria emitió 7.3 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub> 7.2 Mton, 184 toneladas a CH<sub>4</sub> y 64 toneladas a N<sub>2</sub>O, véase Tabla 3.8

**Tabla 3.8 Emisiones de bióxido de carbono equivalente de la industria en el DF en el año 2000**

Fuente de emisión	Tipo	Emisión de CO <sub>2</sub> eq (ton)
<b>Total de Emisiones</b>		<b>7.296</b>
Combustibles	<b>Subtotal</b>	<b>2.329</b>
	Gasolinas	0.000
	Gas Natural	1.097
	Gas Licuado de Petróleo	0.298
	Diesel	0.677
	Combustóleo	0.037
	Gasóleo	0.215
	Petróleo diáfano	0.004
	Coque	0.001
Electricidad	<b>Subtotal</b>	<b>4.967</b>

CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

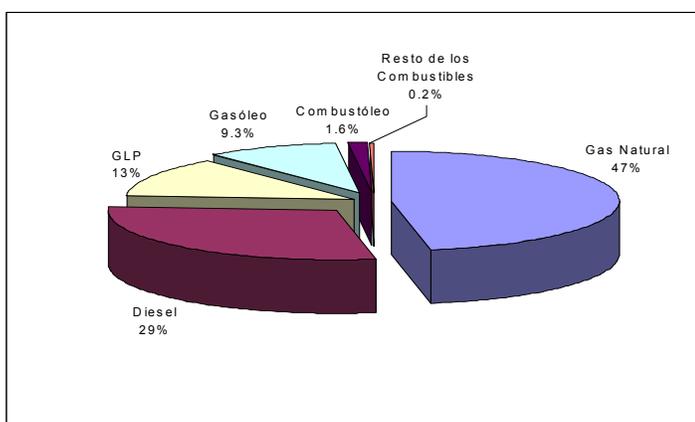
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente



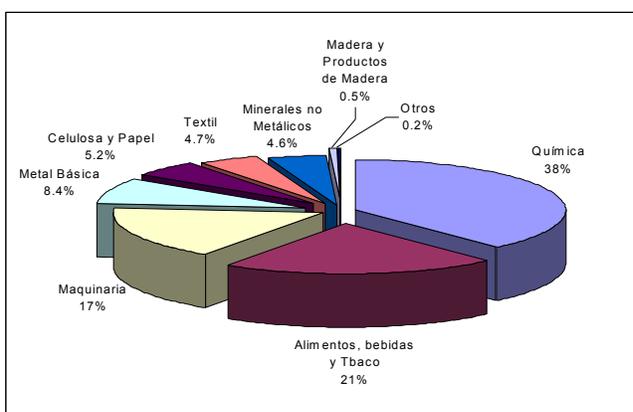
El 68% de las emisiones de la industria provienen del consumo eléctrico, mientras que 89% de las emisiones originadas en los combustibles, provienen del gas natural, diesel y GLP. La industria química; los alimentos, bebidas y tabaco; la maquinaria, productos metálicos y equipo de transporte; sumaron 76% de las emisiones industriales en el DF. Véase Gráfica 3.16

**Gráfica 3.16 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente de la industria en el DF en el año 2000**

Por tipo de combustible



Por rama industrial



## Residencial

### *Emisiones de GEI residenciales en la ZMVM*

La vivienda emitió 8.6 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el año 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub> 8.5 Mton, 229 toneladas a CH<sub>4</sub> y 41 toneladas a N<sub>2</sub>O.

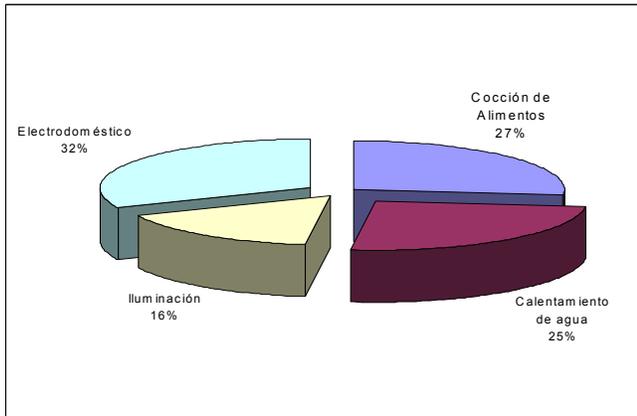
El consumo de GLP originó prácticamente la mitad (44%) de los GEI, mientras que el consumo de electricidad generó el 48% de las emisiones. En cuanto a los usos finales, el primer lugar lo ocupa el uso de electrodomésticos (32%), la cocción de alimentos (27%) y del calentamiento de agua (24%). Véase Gráfica 3.17 y la Tabla 3.9

Específicamente en los usos eléctricos, la mayor emisión proviene del uso de electrodomésticos con 66%, mientras que la de iluminación sólo contribuye con 34%. Es notable que los refrigeradores y televisores en conjunto suman 48% de las emisiones por uso de electricidad.

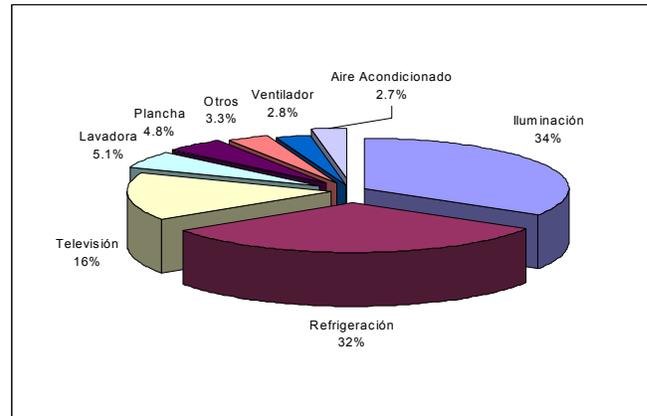


**Gráfica 3.17 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente residencial en la ZMVM en el año 2000**

Por uso final



Por usos eléctricos





**Tabla 3.9 Emisiones de bióxido de carbono equivalente residencial en la ZMVM en el año 2000**

Uso Final	Tipo	Emisión de CO2 eq (ton)
<b>Total de Emisiones</b>		<b>8.526</b>
Combustibles	<b>Total combustibles</b>	<b>4.373</b>
	Gas Licuado de Petróleo	3.785
	Leña	0.231
	Gas Natural	0.358
	Querosinas	0.000
Cocción	<b>Subtotal</b>	<b>2.314</b>
	Gas Licuado de Petróleo	2.128
	Leña	0.033
	Gas Natural	0.153
	Querosinas	0.000
Calentamiento de agua	<b>Subtotal</b>	<b>2.059</b>
	Gas Licuado de Petróleo	1.657
	Leña	0.197
Electricidad	<b>Total electricidad</b>	<b>4.153</b>
	Iluminación	1.405
	Refrigerador	1.321
	Aire acondicionado	0.114
	Televisores	0.644
	Plancha	0.201
	Lavadora	0.214
	Ventilador	0.117
	Otros	0.138

CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

#### *Emisiones de GEI residenciales en el Distrito Federa*

La vivienda emitió 4.5 Mton de CO<sub>2</sub> eq durante el año 2000. Correspondieron a CO<sub>2</sub> 4.4 Mton, 120 toneladas a CH<sub>4</sub> y 21 toneladas a N<sub>2</sub>O.

El consumo de GLP originó prácticamente la mitad (44%) de los GEI, mientras que el consumo de electricidad generó el 49% de las emisiones. En cuanto a los usos finales, el primer lugar lo ocupa el uso de electrodomésticos (32%), la cocción de alimentos (27%) y del calentamiento de agua (24%). Véase Gráfica 3.17 y la Tabla 3.10.



**Tabla 3.10 Emisiones de bióxido de carbono equivalente residencial en el DF en el año 2000**

Uso Final	Tipo	Emisión de CO2 eq (ton)
<b>Total de Emisiones</b>		<b>4.478</b>
Combustibles	<b>Total combustibles</b>	<b>2.297</b>
	Gas Licuado de Petróleo	1.988
	Leña	0.121
	Gas Natural	0.188
	Querosinas	0.000
Cocción	<b>Subtotal</b>	<b>1.216</b>
	Gas Licuado de Petróleo	1.118
	Leña	0.018
	Gas Natural	0.081
	Querosinas	0.000
Calentamiento de agua	<b>Subtotal</b>	<b>1.081</b>
	Gas Licuado de Petróleo	0.870
	Leña	0.104
	Gas Natural	0.107
Electricidad	<b>Total electricidad</b>	<b>2.181</b>
	Iluminación	0.738
	Refrigerador	0.694
	Aire acondicionado	0.060
	Televisores	0.338
	Plancha	0.106
	Lavadora	0.112
	Ventilador	0.061
	Otros	0.072

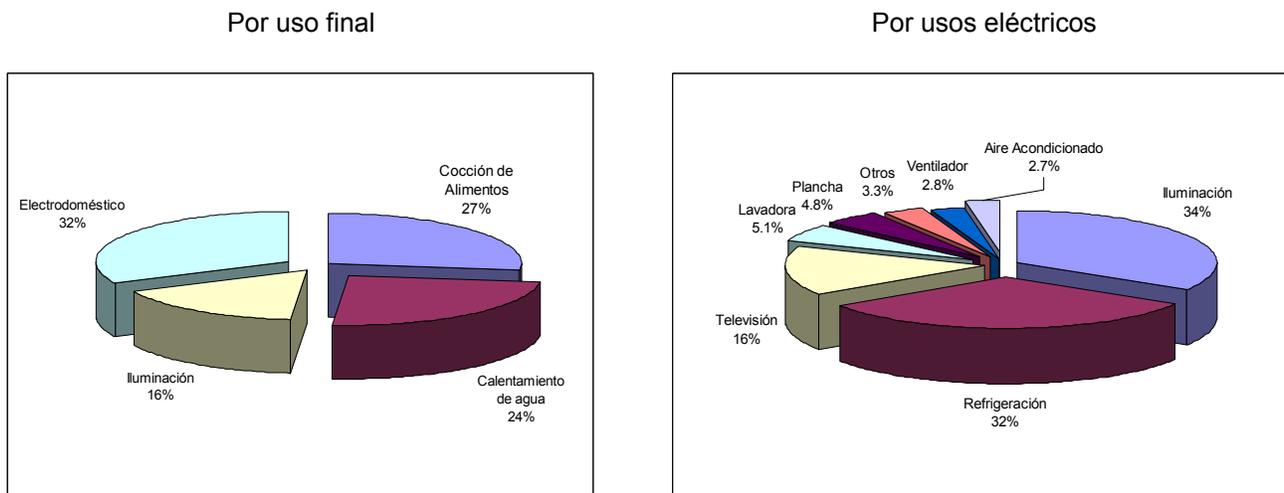
CO<sub>2</sub> eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Para el DF se obtuvieron los mismos porcentajes en las emisiones del uso de electrodomésticos y de iluminación que para la ZMVM (66% y 34% respectivamente). En el caso de la refrigeración y el televisor, sumaron en conjunto 47% de las emisiones por uso de electricidad.



**Gráfica 3.18 Participación en las emisiones de bióxido de carbono equivalente residencial en el DF en el 2000**



### 3.2 Suelo de Conservación

#### El recurso bosque y la captación de carbono

De la diversidad de ecosistemas terrestres, es en los bosques donde se presenta una parte sustancial del ciclo de carbono, pues tienen una alta capacidad de retención por unidad de superficie, para concentrar este elemento en la vegetación y en los suelos con respecto a otros.

La ELACDF tiene como uno de sus objetivos realizar una estimación preliminar del contenido de carbono en los bosques del Suelo de Conservación.

#### Resultados Preliminares

Con respecto al reservorio de carbono el reservorio total estimado fue de 3.85 MtonC, véase la Tabla 3.11. El carbono total por clase de vegetación para el suelo de conservación fue de 2.12 MtonC para oyamel, 410,277 tC para pino-oyamel, 717,683 tC para pino, 355,865 tC para pino-encino, 129,187 tC para encino y 114,001 tC para matorral. El promedio ponderado para todos los sitios de muestreo fue de 80.02 tC. Véase *Anexo 1 "Metodología del contenido de carbono en los bosques del suelo de conservación"*



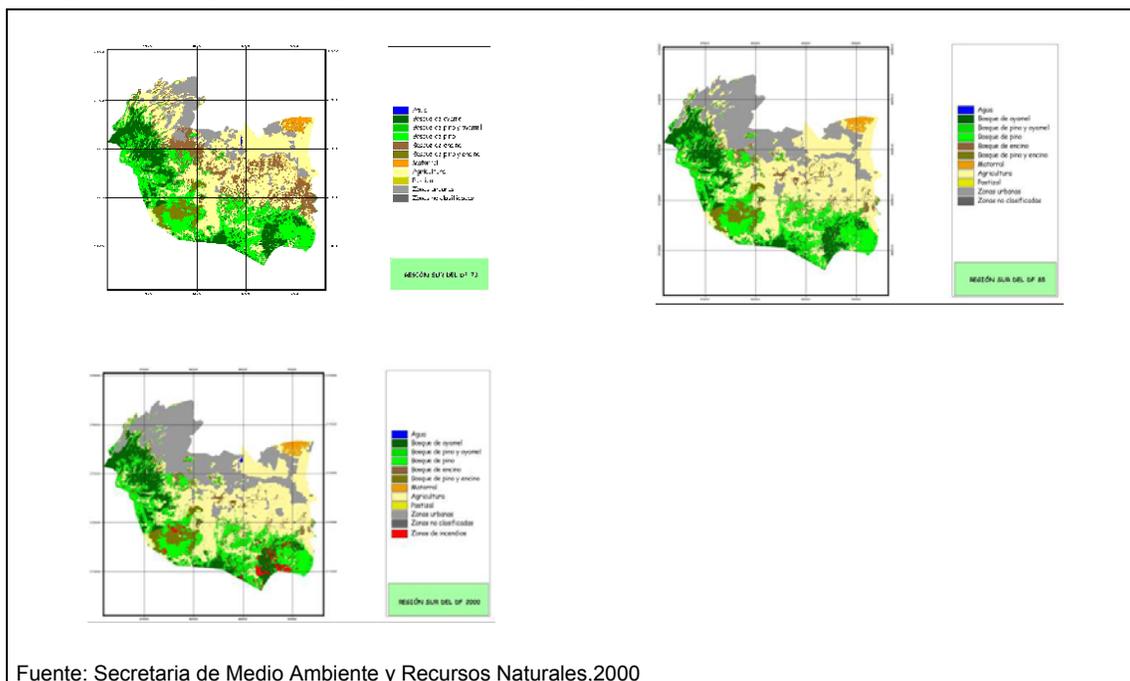
Tabla 3.11 Reservoirio de carbono total y por clase de vegetación para el suelo de conservación del DF

Clase de vegetación	Carbono promedio (tonC)	Superficie en 1996 (ha)	Carbono Total (tonC)
<b>Total</b>			<b>3,850,519.95</b>
Oyamel	137.72	15,419.00	2,123,504.70
Pino-Oyamel	118.99	3,448.00	410,277.52
Pino	65.99	10,957.00	717,683.50
Pino-Encino	71.23	996.00	355,865.08
Encino	54.88	2,354.00	129,187.52
Matorral	49.33	2,311.00	114,001.63
<b>Promedio ponderado</b>	<b>80.02</b>		

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

El reservorio de carbono varía dependiendo de los cambios de uso de suelo. En el suelo de conservación del DF existe incertidumbre sobre el tamaño de la superficie deforestada; este dato oscila entre 240 y 495 hectáreas dependiendo de la fuente consultada. Las fechas utilizadas para este análisis corresponden a los años 1973, 1985, 1996 y 2000. Véase Figura 3.1

Figura 3.1 Mapas de vegetación utilizados para el estudio de cambio de uso de suelo



Fuente: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2000

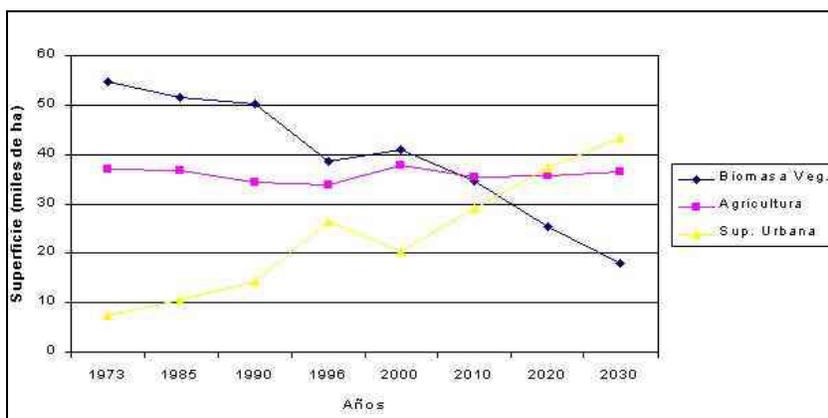


La tasa de deforestación anual basada en los mapas de la Figura 3.1 para el periodo 1973-2000, es de 1.23, véase Tabla 3.12. En la proyección hacia el año 2030, llama la atención que el cambio de uso de suelo se inclina a una ganancia de uso de suelo urbano sobre el forestal, mientras que en el uso de suelo agrícola se mantiene una tendencia estable, véase Gráfica 3.19.

**Tabla 3.12 Tasa de deforestación en el Suelo de Conservación del DF durante el periodo de 1973 a 2000**

	F E C H A S			
Parámetro	23-nov-73	31-ene-85	15-dic-96	21-mar-00
Superficie Forestal (ha)	56 800	52 412	41 763	40 135
Años		11.20	7.80	3.30
<b>Tasa de deforestación</b>		<b>1.39</b>	<b>1.44</b>	<b>1.21</b>

**Gráfica 3.19 Tendencia de cambio de uso de suelo al 2030 en el sur del DF**



### Agricultura del Suelo de Conservación

Las actividades agrícolas del suelo de conservación se caracterizan por un elevado uso de agroquímicos y prácticas de labranza mecanizada, este último aspecto contribuye en la erosión de suelos. En cuanto a la ganadería extensiva, las prácticas comunes son la quema de residuos agrícolas e incendios no controlados para el rebrote de pastos, los cuales emiten GEI hacia la atmósfera. Cabe resaltar que uno de los tipos de ganado que se maneja en el suelo de conservación, es el vacuno, el cual tiene un proceso de fermentación entérica<sup>9</sup> mayor que las emisiones provenientes de otros tipos de ganado; y en cuanto al manejo de estiércol, en términos generales es bajo.

9. Fermentación entérica: Consecuencia del proceso digestivo durante el cual los hidratos de carbono, por la acción de microorganismos, se descomponen en moléculas simples que se absorben en el torrente sanguíneo del ganado.



Los modelos agrícola y ganadero emiten principalmente  $N_2O$  y  $CH_4$  con sus respectivas equivalencias en términos de  $CO_2$ . Véase *Anexo 2 "Metodología para estimar las emisiones de GEI por actividades agropecuarias en el suelo de conservación del DF"*.

### Incendios forestales

La presencia y propagación de incendios forestales en el suelo de conservación depende de varios factores, entre los que caben resaltar prácticas agrícolas con relación al rebrote de pasto para ganadería, tipo de vegetación, profundidad de materia orgánica, características topográficas del lugar, cercanía de caminos, cantidad de materiales combustibles y clima. Este último factor es uno de los que más influyen en los incendios forestales, complicándose aún más porque en algunos años el clima se comporta de manera anómala (ej. el fenómeno de El Niño).

Durante un incendio forestal sin tener la presencia de un clima anómalo intenso, por lo regular la biomasa que se quema es, hojarasca, pastizal, rebrotes y la reforestación, debido a la relación causal del rebrote de pasto para generar pasto nuevo en áreas ganaderas.

En forma histórica durante el período de 1998 a 2003, el informe de trabajo de la SMA registró en promedio 859 incendios forestales por año (Tabla 3.13), con una superficie de afectación de aproximadamente 1,881 hectáreas anuales. Cabe mencionar que las superficies afectadas por incendios forestales son pastizales que emiten  $N_2O$  y  $CH_4$  hacia la atmósfera. Para el año 1999 la cantidad de  $CO_2$  eq fue de 964 toneladas, valor menor al del año 1998 (presencia del fenómeno El Niño). La metodología que se siguió para determinar estos valores fue la del IPCC (1996). Véase *Anexo 3 "Metodología para estimar las emisiones de GEI por incendios forestales en el suelo de conservación del DF"*.

**Tabla 3.13 Registro de incendios forestales en el suelo de conservación durante el periodo 1998 a 2003**

Actividad	P E R I O D O ( A Ñ O S )						Promedio
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Incendios forestales (Número)	1,932	434	601	591	775	820	858.83
Superficie afectada (ha)	5,735	888	1,395	904	1,028	1,340	1,881.67
<b>Promedio por incendio (ha/incendio)</b>	<b>2.97</b>	<b>2.05</b>	<b>2.32</b>	<b>1.53</b>	<b>1.33</b>	<b>1.63</b>	<b>1.97</b>

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

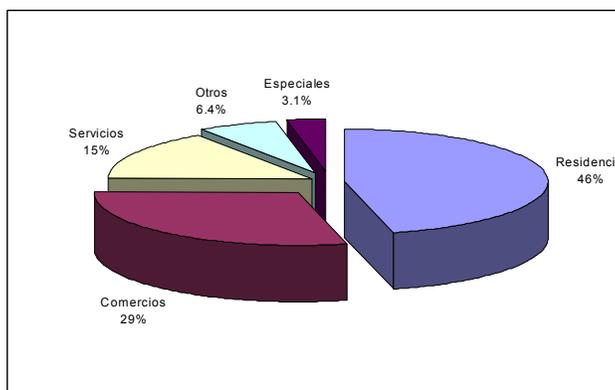
### 3.3 Residuos Sólidos

Durante el año 2000 el Distrito Federal generó alrededor de 12,000 toneladas diarias de residuos sólidos, o bien 4.2 millones de toneladas anuales. De este total, el 46% proviene de las viviendas, 29% de los comercios, 15% de los prestadores de servicios, 3% de giros



especiales (unidades médicas, laboratorios, veterinarios, terminales terrestres, aeropuerto, vialidades, ceresos) y 6% de otros<sup>10</sup> (áreas verdes, objetos voluminosos, materiales de construcción y reparaciones menores). Véase Gráfica 3.20

**Gráfica 3.20 Generación de Residuos Sólidos en el DF en el 2000**



Cuatro delegaciones políticas (Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Cuauhtémoc y Venustiano Carranza) generan poco más de 47% del total de los residuos sólidos del Distrito Federal, en tanto que Milpa Alta genera menos del 1%.

En la ciudad, se barren alrededor de 17,000 km de calles por año y 2,391 km de la Red Vial Primaria. El parque vehicular de recolección está integrado por 2,097 unidades, en donde el mayor porcentaje lo constituyen los vehículos de recolección de carga trasera y de caja rectangular, que junto con los de carga tubular, conforman el 77% del parque existente.

En la actualidad existen 13 estaciones de transferencia, en donde se atienden 2,011 vehículos recolectores que en promedio realizan 1.2 viajes diarios y cuyos residuos se transfieren a camiones con capacidad de 25 toneladas y que realizan 500 viajes diarios a los sitios de disposición final.

Existen tres plantas de selección que anualmente reciben 1.6 millones de toneladas de residuos, de los cuales recuperan 171,898 toneladas, principalmente de papel, cartón, plástico, vidrio, lámina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones, llantas y ropa, así el porcentaje global de recuperación es de 10%. Es de resaltar que además de esta separación formal, se dan numerosos procesos de selección informal a lo largo del manejo de los residuos, debido al valor comercial de algunos de sus componentes.

Durante el 2000 funcionaron dos rellenos sanitarios que contaron con Membrana PEAD y sistema de recolección de lixiviados. En estos sitios se llevó a cabo la disposición final de 3.8 millones de toneladas anuales de residuos sólidos.

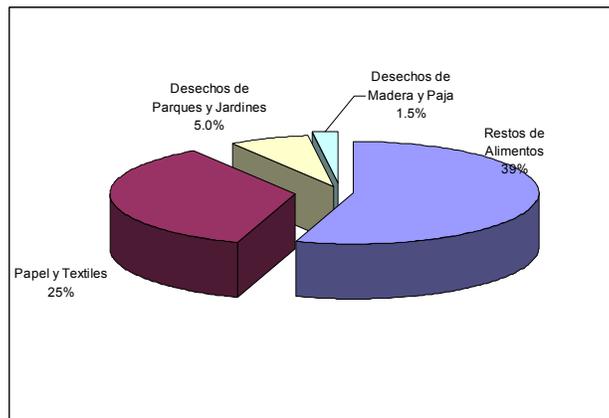
10. INEGI, Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana, 2000



Debido a la disponibilidad de información, en el inventario de emisiones de GEI sólo se contabilizaron las emisiones originadas por los residuos generados en el DF.

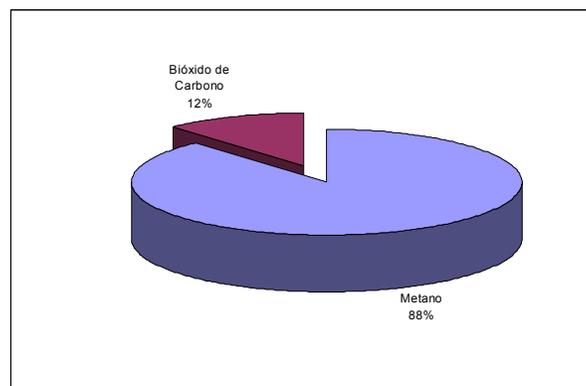
Los residuos sólidos depositados en los rellenos sanitarios emiten GEI debido al proceso llamado metanogénesis, a través del cual, las bacterias degradan la materia orgánica, transformando el carbón orgánico disponible en ésta, en metano y bióxido de carbono, principalmente. Véase Gráfica 3.21

**Gráfica 3.21 Carbón Orgánico Disponible en los Residuos Sólidos en el DF en el año 2000**



Como resultado del proceso descrito, se emitieron 3.6 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente al año, del cual 88% lo constituyó el metano. Véase Gráfica 3.22

**Gráfica 3.22 Emisiones de bióxido de carbono equivalente por residuos sólidos en el DF en el año 2000**





## IV Vulnerabilidad

### 4.1 Introducción

Existen indicios significativos de que las ciudades y los países en desarrollo son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático y podrían enfrentar serios problemas para lograr un desarrollo económico y social ambientalmente sostenible. La capacidad de responder a estas crecientes preocupaciones internacionales sin obstaculizar el proceso de desarrollo de esos países es, posiblemente, uno de los desafíos más importantes de nuestro tiempo.

El clima y el estado del tiempo han sido factores determinantes en el desarrollo de cualquier sociedad. Baste pensar en los impactos de los huracanes o los efectos de las sequías para darse cuenta de que regiones afectadas por condiciones meteorológicas extremas pueden sufrir daños considerables equivalentes a varios años de retroceso en su desarrollo.

Sin embargo, es necesario considerar que los desastres no son totalmente naturales. Si bien es cierto que las amenazas meteorológicas en algunas regiones son mayores, gran parte del daño que se experimenta por condiciones extremas está relacionado con la capacidad que se tiene para resistir su impacto. En términos más precisos, el riesgo climático depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (ej. huracanes o sequía), pero también de la vulnerabilidad, es decir la medida en que diversos sectores (ciudades, países o regiones) pueden ser afectables.

El concepto de vulnerabilidad permite diferenciar el impacto del riesgo. Un desastre tiene su origen en el peligro o amenaza (natural o antropogénica), pero también en el grado de vulnerabilidad del sector (de origen social) al impacto o efecto del evento. Si se entiende el riesgo como una función combinada de peligro y vulnerabilidad, se tiene que gran parte de la responsabilidad de los desastres está en la estructura socioeconómica de una región o sector de la sociedad.

AMENAZA O PELIGRO	VULNERABILIDAD
Probabilidad de que ocurra un evento en espacio y tiempo determinados, con suficiente intensidad como para producir daños	Probabilidad de que, debido a la intensidad del evento y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente
<b>RIESGO</b>	Probabilidad combinada entre amenaza y vulnerabilidad



El IPCC define vulnerabilidad como el grado al que un sistema es susceptible o incapaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación<sup>11</sup>.

Este concepto ha cobrado una gran importancia debido a que se espera que la tendencia al calentamiento global y en general a los cambios en el clima continúen, sin que la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero cambie dicha tendencia.

De acuerdo con la opinión de distintas organizaciones y agencias científicas, la mayor amenaza ambiental que actualmente enfrenta la humanidad está asociada al cambio climático. El riesgo por este fenómeno se incrementa ante el desconocimiento de gran parte de la población de lo que éste significa. No obstante, las cada día más numerosas investigaciones que se realizan sobre el tema han incrementado el nivel de conocimientos sobre la vulnerabilidad al cambio climático, tanto en sistemas ecológicos (bosques, herbazales, humedales, ríos, lagos y entornos marinos), como humanos (agricultura, recursos hídricos, recursos costeros, salud humana, instituciones financieras y asentamientos humanos).

Con los años, se confirma que gran número de sistemas físicos y biológicos, están siendo afectados por el calentamiento observado tal y como los modelos lo pronostican. Los estudios de los sistemas afectados y su sensibilidad a los cambios del clima permiten comprender su vulnerabilidad al cambio climático y proyectarla al siglo XXI.

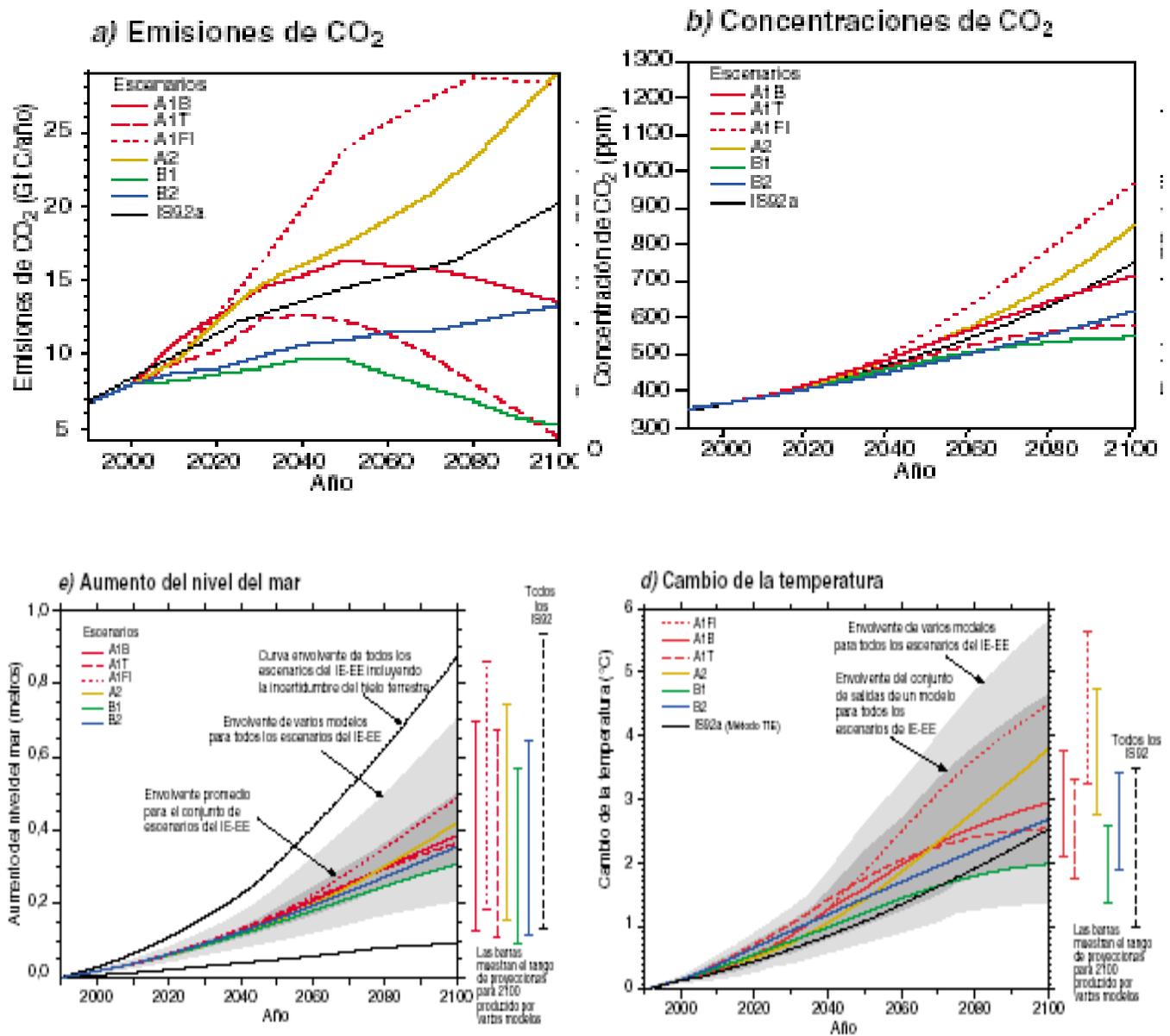
El Tercer Informe de Evaluación del IPCC (2001) aporta una evaluación de nuevos datos y pruebas científicas que incluyen proyecciones sobre las concentraciones futuras de gases de efecto invernadero en la atmósfera, pautas regionales y mundiales de cambios y la velocidad de los cambios en las temperaturas, las precipitaciones, el nivel del mar y fenómenos climáticos extremos. En la Gráfica 4.1 se muestran los resultados de algunas de estas proyecciones para distintos escenarios de generación de emisiones de CO<sub>2</sub> para el siglo que empieza. Cabe resaltar que aún para el escenario más optimista de generación de emisiones, tanto la concentración de este gas en la atmósfera, el nivel de mar y la temperatura promedio de la atmósfera, continuarán incrementándose a lo largo del siglo.

---

11. Glosario de Términos. IPCC, 2001



Gráfica 4.1 Comportamiento del clima mundial en el siglo XXI para distintos escenarios



Fuente: Organización Meteorológica Mundial, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente; Cambio climático 2001, La base científica; Tercer Informe de Evaluación; Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2001.



## 4.2 La Vulnerabilidad de la Ciudad de México ante el Cambio Climático

Las proyecciones de los modelos indican que el calentamiento variará de una región a otra y estará acompañado de aumentos y disminuciones de precipitación. Además, habrá cambios en la variabilidad del clima y en la frecuencia e intensidad de algunos fenómenos climáticos extremos, como pueden ser los huracanes.

Es difícil sin embargo, separar el impacto relativo de los factores climáticos –amenaza– de los socioeconómicos –vulnerabilidad– al momento de cuantificar el riesgo climático, pues la vulnerabilidad no es constante. Baste pensar en cambios en los asentamientos irregulares, en el uso del suelo y otros factores que influyen en la vulnerabilidad al cambio climático en diversas escalas.

Los sistemas naturales son particularmente vulnerables al cambio climático debido a su limitada capacidad de adaptación, por lo que algunos de estos sistemas experimentarán daños irreversibles. En el mundo existen manifestaciones del cambio climático que cobrarán importancia; el Valle de México, por ejemplo es altamente vulnerable a condiciones extremas del tiempo y el clima.

De acuerdo al Grupo II del IPCC, son varios los impactos previstos para el siglo XXI relacionados con los fenómenos climáticos extremos. La confiabilidad de estas proyecciones varía de muy probable a probable, dependiendo de la región bajo estudio y de la variable meteorológica considerada. Hay, por ejemplo, mucho más confianza en que la temperatura aumente, a que la precipitación cambie en una cierta dirección. Cuando se analizan algunos de los escenarios climáticos futuros se tiene confianza (es muy probable) en que:

1. *Las temperaturas máximas serán más elevadas, con días más calientes y ondas de calor más frecuentes en casi todo el mundo. Tal condición llevaría a un aumento de incidencia de muertes y enfermedades graves en los grupos de mayor edad y de pobreza urbana; o a cambios en los destinos turísticos, así como un aumento de la demanda de electricidad para aire acondicionado (IPCC, 2001).*

La Ciudad de México es y sería muy vulnerable a tal condición por la relación entre elevación de temperatura, grado de evapotranspiración, mantenimiento de cuerpos de agua e infiltración a mantos acuíferos. Los años recientes han visto un aumento en las temperaturas máximas, principalmente en primavera, cuando las ondas de calor llevan a que se alcancen temperaturas entre 33 y 35°C.<sup>12</sup> Cuando se analizan los datos de los últimos diez años (Gráfica 4.2), se encuentra que las temperaturas máximas tienden a ser cada vez mayores. La amenaza de las ondas de calor se traducen en un alto riesgo principalmente para la población adulta (mayores de sesenta años), que ha aumentado y seguirá aumentando en la Ciudad de México. El porcentaje de la población capitalina que se considera vieja (mayor a 65 años) aumentó de la década de los ochenta a la de los noventa, pasando de 0.66% a 1.22%. Tal tendencia persistirá en décadas por venir haciéndonos más vulnerables a las ondas de calor. Recuérdese el problema de Francia en el 2003.

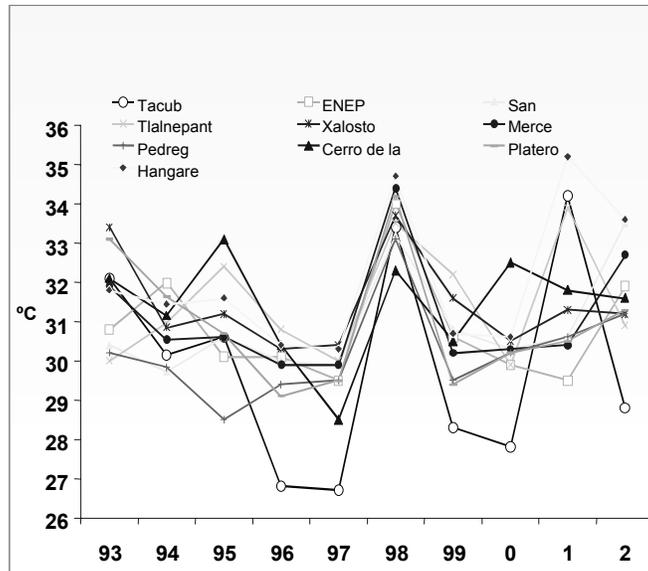
---

12. En el Observatorio de Tacubaya el máximo histórico fue de 33 °C en 1998, aunque la RAMA midió simultáneamente 35 °C en otra zona, lo cual es muy probable debido al fenómeno de Islas de Calor



El efecto negativo de tales ondas de calor también afectará al resto de la población capitalina si se considera que la mayor parte de los hogares no cuenta con sistemas de aire acondicionado, y las construcciones en su mayoría, fueron construidas sin considerar factores climáticos.

**Gráfica 4.2 Mayores temperaturas máximas alcanzadas en el Distrito Federal entre marzo, abril y mayo de 1993 y 2002**



Fuente: RAMA (Red Automática de Monitoreo Ambiental)

Las altas temperaturas también pueden afectar al resto de la población, cuando se consideran otros elementos asociados con las condiciones de higiene en alimentos, principalmente aquellos que se expenden en las calles. La descomposición de algunos de estos productos durante ondas de calor, podría tener un impacto indirecto en la salud de la población capitalina.

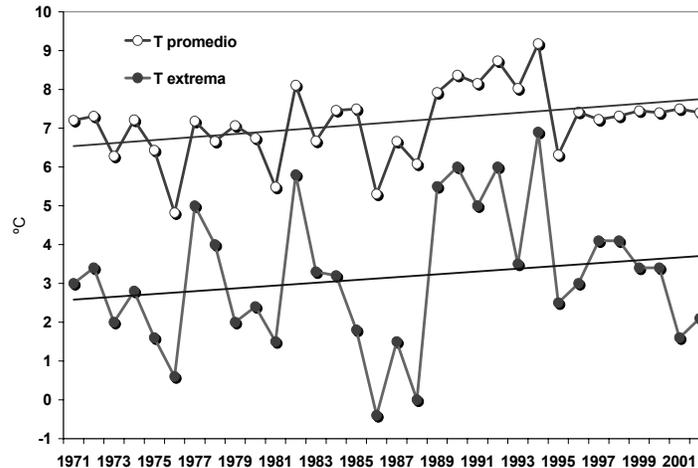
2) Se espera que las temperaturas mínimas sean más elevadas, con lo que habrá menos días fríos, días de heladas y ondas de frío. Tal condición llevará a una disminución de la morbilidad y mortalidad humana relacionadas con el frío. Sin embargo, se registrará un mayor alcance y actividad de algunos vectores de plagas y enfermedades. Por ejemplo, aumentaría el periodo en que ciertos mosquitos puedan existir en la ciudad (IPCC, 2001).

Aunque en invierno se habla de que los fríos son muy intensos, la temperatura en la ciudad ha ido en aumento. Hoy es poco común que las temperaturas mínimas se encuentren por debajo de los 0°C. La tendencia es a que dichos valores sean cada vez mayores (Gráfica 4.3). Si bien tal condición podría permitir mejores condiciones de vida para gran parte de la población, así como un ahorro en energéticos por calefacción, el



aumento en las temperaturas mínimas podría llevar a que ciertas plagas (ej. mosquitos) encontraran condiciones para vivir una mayor parte del año.

**Gráfica 4.3 Temperaturas promedio y mínimas para la estación meteorológica Tacubaya**



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

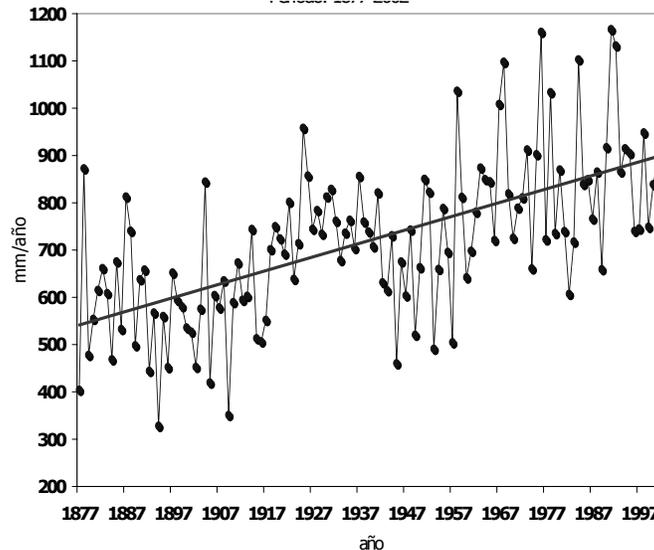
3) *Más sucesos de precipitación fuerte, lo que significaría un aumento de los daños por inundaciones, terraplenes, aludes y derrumbamientos, un aumento en la erosión del suelo, así como en las escorrentías por inundaciones, que si bien pudiera llevar a un aumento de recarga de algunos acuíferos, también pudiera resultar en una mayor presión en el gobierno y en los sistemas de seguros privados para atender inundaciones y auxiliar en caso de desastre (IPCC, 2001).*

En el siglo XX las precipitaciones en la Ciudad de México experimentaron un incremento. De acuerdo a datos del Observatorio de Tacubaya, la precipitación pasó de alrededor de 600 mm por año a principios del siglo, a casi 900 mm por año para finales del mismo siglo (Gráfica 4.4). El problema de mayores precipitaciones se debe en gran medida a que el número de eventos extremos de precipitación esto es, los llamados aguaceros (más de 30 mm/hr), se han incrementado también, pasando en el mismo periodo de 1 ó 2 a 6 ó 7 por año (Gráfica 4.5).

Las características fisiográficas del Valle de México, en combinación con factores del crecimiento de la ciudad como los asentamientos irregulares y tipos inadecuados de vivienda, hacen que los fenómenos de tipo hidrológico sean una amenaza para la población en general. El Distrito Federal tiene una población vulnerable a eventos hidrometeorológicos extremos, de más de 24 mil personas distribuidas en 168 sitios de riesgo. De no atenderse este problema, el riesgo aumentará pues el crecimiento urbano lleva a que las barrancas sean ocupadas de manera irregular, con lo que al ocurrir una avenida pluvial intensa se producen deslizamientos de materiales como piedras, troncos de madera y basura, afectando a esa parte de la población, véase Tabla 4.1.



Gráfica 4.4 Precipitación anual acumulada en el observatorio de Tacubaya, DF, de 1877 al 2002



Los eventos extremos de lluvias que ocurren anualmente, afectan con mayor frecuencia e intensidad al poniente de la ciudad. Sin embargo los escurrimientos producen inundaciones en la parte oriente. En el periodo (1998-2002), las delegaciones que más han reportado problemas con respecto a lluvias y sus escurrimientos son presentados en la Tabla 4.1.

Dichos problemas corresponden básicamente a insuficiencia del drenaje (65%), encharcamientos de vialidades (30%) y afectación a casas-habitación (5%).

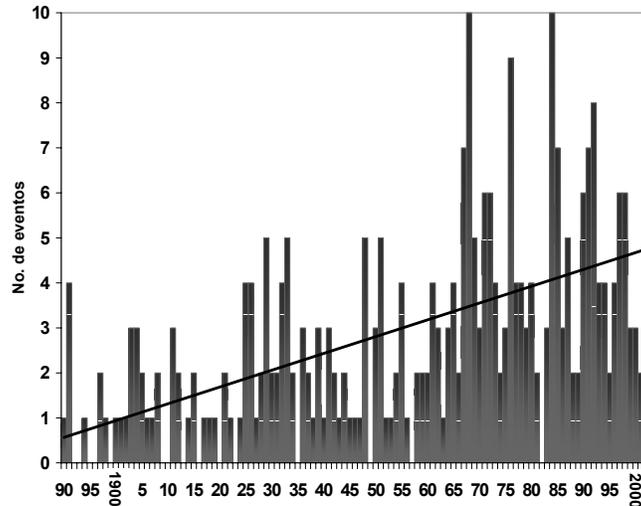
Tabla 4.1 Problemas reportados de lluvias por Delegación

Delegación	Problemas reportados por lluvia
Iztapalapa	34
Gustavo A. Madero	22
Cuauhtémoc	18
Miguel Hidalgo	16
Coyoacán	10
Álvaro Obregón	7
Cuajimalpa	3

Los años recientes han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de la Ciudad de México ante eventos de precipitación extrema. Las inundaciones al poniente y sur de la ciudad indican que el riesgo ante aguaceros intensos (más de 30 mm/día) puede verse incrementado, por el aumento de la frecuencia en estos eventos y por el aumento de la vulnerabilidad, de no atenderse la problemática en el drenaje.



**Gráfica 4.5 Número de eventos extremos de precipitación (mayores a 30 mm/ día) en la estación meteorológica de Tacubaya de 1890 a 2003**



Adicionalmente, es probable que haya:

*4) Aumento de la sequedad en verano en la mayoría de las regiones continentales interiores de latitud media y riesgo correspondiente de sequía, con disminución del rendimiento de las cosechas, aumento de los daños a los cimientos de edificios por contracción del terreno, disminución de la cantidad y calidad de recursos hídricos y mayor riesgo de incendios forestales (IPCC 2001).*

Los peligros anteriores cobran especial significado en la Ciudad de México cuando se piensa en que cada uno de los sectores referidos es vulnerable a las condiciones actuales. Las regiones dedicadas a la agricultura que quedan en la ciudad podrían verse afectadas, disminuyendo sus rendimientos, principalmente aquellas dedicadas a cultivos de temporal.

La extracción de agua del subsuelo del Valle de México, combinada con periodos de sequía podría causar problemas en la cimentación de construcciones viejas, principalmente en la zona centro. El caso de hundimiento de algunas edificaciones es una muestra clara de los problemas de este tipo que ya exhiben las construcciones.

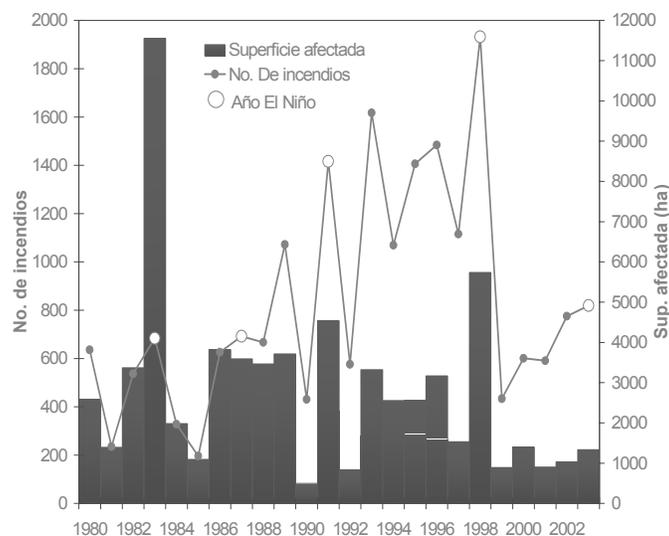
El caso de la disminución del recurso hídrico en la Ciudad de México ha sido reportado en diversos trabajos. Mucho más allá de disminuir la problemática hidráulica en el Distrito Federal y el Valle de México, el deterioro en la cantidad y calidad de los servicios de agua y drenaje va en aumento, llevando con frecuencia a conflictos sociales entre diversas entidades (PUEC, 2004). De persistir la tendencia de los últimos años, el problema de la gestión del agua en el Distrito Federal se agravará, pues con gran confianza se puede decir que aunque aumenten las precipitaciones la cuenca del Valle de México, los aumentos en temperatura resultarán en menor disponibilidad de agua. Sin embargo, las



mayores precipitaciones en el Distrito Federal brindan la oportunidad de desarrollar proyectos de captura de agua, que sirvan para aumentar su disponibilidad.

Durante la transición de invierno a verano, se presenta la temporada de estiaje o secas, donde la falta de humedad en el suelo, temperaturas altas y rachas de vientos intensos provocan con frecuencia incendios forestales en el suelo de conservación del Distrito Federal. Tal situación se vuelve dramática en primaveras precedidas de veranos e inviernos relativamente secos, como es el caso de los años Niño (Gráfica 4.6). Aún con algunas medidas de prevención, la tendencia es a una mayor superficie afectada. Las prácticas agrícolas de roza, tumba y quema que aun persisten en nuestro país, así como los intereses relacionados con ocupación de reservas ecológicas resultan en pérdidas de los bosques que rodean al Distrito Federal, situación que será difícil de revertir considerando los efectos del cambio climático global.

**Gráfica 4.6 Superficie afectada por incendios forestales y número de incendios en el Valle de México**



Finalmente debe mencionarse que los aumentos en la temperatura del aire podrían afectar de manera indirecta la calidad del aire en la ciudad, y por tanto la salud de las personas. Periodos secos, retraso de lluvias, mayor radiación solar pueden resultar en aumentos en las concentraciones de ozono atmosférico, mayor número de partículas suspendidas en el aire y por tanto, disminución en los niveles de calidad del aire y las consecuentes enfermedades respiratorias para la población e incluso para la vegetación del Valle de México por el estrés sobre las plantas.

Localmente, el efecto de Isla de Calor ya ha ocasionado alteraciones en el clima de la ciudad, con aumentos en la temperatura, principalmente en la parte centro, y al parecer, cambios en el ciclo hidrológico (Jáuregui, 1999). Este efecto parece ser incluso más



intenso que el del calentamiento global, pero hasta la fecha no ha sido considerado como una amenaza para la población.

En conclusión, las predicciones en materia de cambio climático global parecen convertirse en realidad. A escala global, los escenarios generados con modelos numéricos se parecen cada vez más a la realidad. Incluso, cuando tales cambios se reducen de escala espacial y se llevan al caso de una megalópolis como la Ciudad de México, se encuentran confirmadas muchas de las condiciones predichas. Mediante un análisis de información climática para las décadas más recientes se encuentra que el Valle de México es altamente vulnerable a condiciones extremas del clima, trátase de mayores temperaturas, lluvias intensas o sequías. La ciudad tendrá que considerar estrategias para resolver muchos de sus problemas considerando que tendrá que adaptarse a nuevas formas de variabilidad climática.



## V Tendencias en las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero Escenarios Medio, Alto y Bajo al 2012

### 5.1 Sector Energético

Como se ha visto en el capítulo 3 “Inventario de Emisiones”, la relación entre las emisiones de gases de efecto invernadero y la actividad de la sociedad es estrecha. Las principales fuerzas que determinan las futuras emisiones de GEI son el cambio demográfico, el desarrollo económico, el desarrollo social y el cambio tecnológico, como se concluye en los informes más recientes del IPCC<sup>13</sup>.

La evolución futura de las emisiones de GEI es muy incierta, sin embargo los escenarios nos permiten visualizar posibles imágenes de lo que podría ocurrir, y tener en cuenta el abanico de posibilidades que tienen mayor probabilidad de ocurrencia. Además permiten apreciar de qué manera pueden influir las fuerzas que determinan las emisiones.

Para describir de manera coherente las relaciones entre las fuerzas determinantes de las emisiones y su evolución, y para añadir un contexto a la cuantificación de los escenarios, se desarrollaron tres líneas evolutivas diferentes. Cada una de ellas representa un cambio (o tendencia) demográfico y económico. No se ha elaborado ningún escenario que incluya alguna de las medidas de reducción o captura de carbono desarrollados por el GDF.

Las emisiones de GEI están directamente afectadas por políticas no vinculadas al cambio climático y encaminadas a muchos otros fines. Además, las políticas gubernamentales pueden influir en diversos grados sobre ciertos factores determinantes de las emisiones, como el cambio demográfico, el desarrollo social y económico, el cambio tecnológico, el uso de los recursos o la gestión de la contaminación. Esta influencia no se ha incluido en estos escenarios, tampoco se han incluido los de “sorpresa” o de “desastre”.

#### Las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones

Se han elaborado tres escenarios de emisiones de GEI: alto, medio y bajo. A su vez cada escenario es el resultado de escenarios altos, medios y bajos en cada una de las fuerzas que impulsan las emisiones de GEI.

#### *Población*

Se utilizaron los escenarios de crecimiento poblacional de CONAPO para las 16 delegaciones y 18 municipios definidos como ZMVM.

El comportamiento del crecimiento poblacional es el siguiente: la ZMVM pasa de 17.0 millones de habitantes en el 2000 a 18.3, 19.3 y 20.5 en el 2012 de acuerdo al escenario. Mientras que para el DF la población se mantiene prácticamente constante, pasando de 8.6 millones de habitantes en 2000 a 8.9 en 2012 en los tres escenarios.

---

13. Escenarios de Emisiones, Reporte especial del IPCC, Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2000



### *Vivienda*

Para este sector, también se utilizaron los escenarios de incremento de vivienda de CONAPO para la ZMVM.

El comportamiento de vivienda es: la ZMVM pasa de 1.9 millones de viviendas en el 2000 a 2.4, 2.7 y 2.9 en el 2012 de acuerdo al escenario. Mientras que para el DF pasa de 2.1 millones de viviendas en 2000 a 2.2, 2.5, 2.8 en 2012 respectivamente.

### *Electrificación*

La electrificación se mantiene constante en todos los escenarios: 99.5% para la ZMVM y el DF.

### *Equipamiento de las viviendas*

El porcentaje de viviendas que cuentan con cada equipo y el número de equipos por vivienda para refrigerador, televisor, plancha, lavadora de ropa, ventilador, aire acondicionado, iluminación, calentamiento de agua y cocción de alimentos con GLP, gas natural y leña, continúan al ritmo de crecimiento que han mostrado los últimos años. Se utilizó este escenario único a futuro en el equipamiento para los tres escenarios: alto, medio y bajo.

### *Producto Interno Bruto*

Para el año 2000 se utilizaron los PIB históricos reportados por INEGI por sector de la economía y por subsector industrial. Para 2001, 2002 y 2003 se consideró 1.5% de PIB anual.

Para el resto de los años se elaboraron tres escenarios, en el escenario bajo se considero un PIB constante de 1.5% anual hasta el 2012. En el escenario medio, el PIB se incrementa uniformemente a partir de 2004 hasta llegar a 4.5% en el 2012. En el escenario alto el PIB se incrementa uniformemente a partir de 3.5% en el 2004 hasta llegar a 7.5% en el 2012.

### *Parque vehicular*

Los escenarios alto, medio y bajo se construyeron utilizando la relación PIB / Crecimiento de la flota vehicular histórica del período 1996-2000 de cada una de las 26 categorías vehiculares.

### *Generación de Energía Eléctrica*

Se asume que la generación de energía eléctrica en la ZMVM se mantendrá constante y no se instalarán nuevas plantas de generación.

### *Residuos Sólidos*



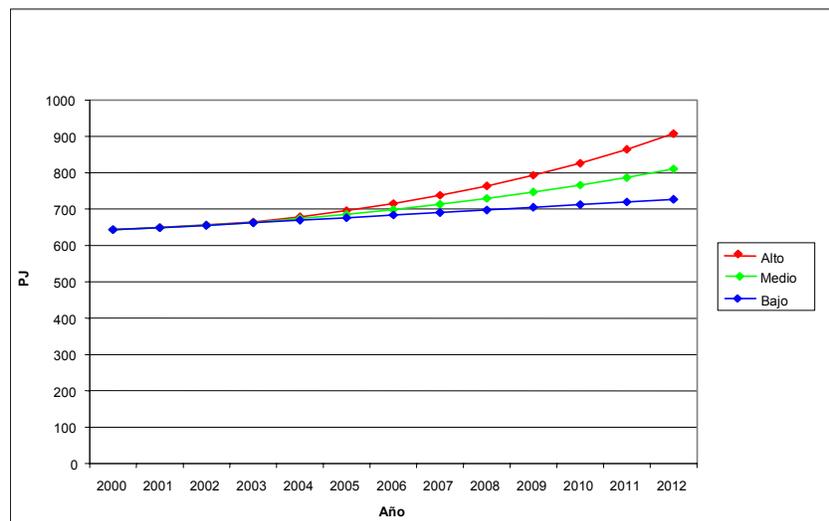
La generación *per capita* de residuos sólidos se mantuvo constante, sólo varía la velocidad de generación de biogas en cada escenario.

## Energía

### *Tendencias en el consumo de energía en la Zona Metropolitana del Valle de México*

De acuerdo a los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 el consumo de energía en la ZMVM oscilará entre 727 y 907 PJ. Respecto al consumo energético del año 2000, el consumo podría incrementarse al 2012 en 13% (escenario bajo), 26% (escenario medio) o en 41% (escenario alto). Véase Gráfica 5.1

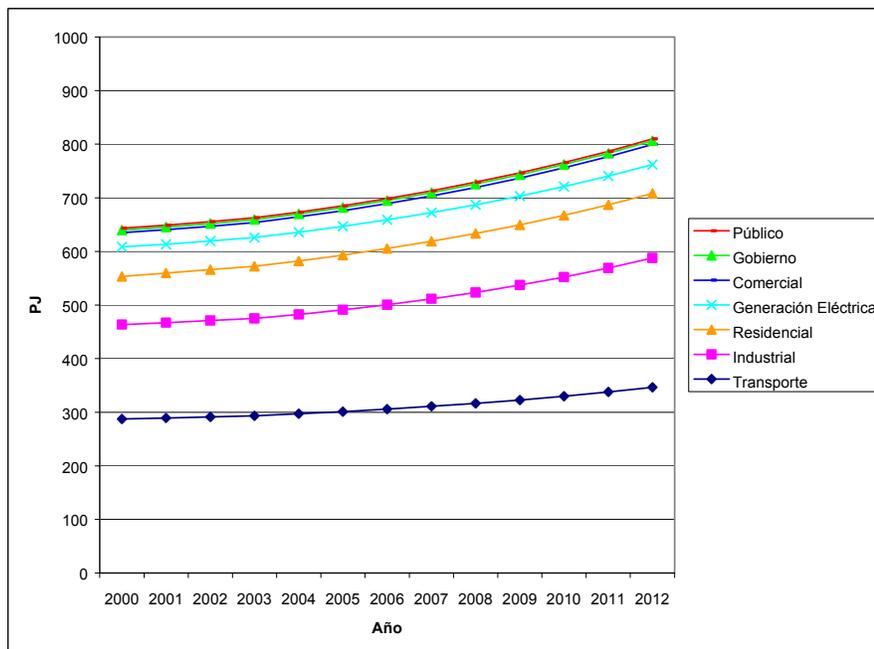
**Gráfica 5.1 Tendencias en el consumo de energía en la ZMVM  
Escenarios alto, medio y bajo**



La participación por sectores se mantendrá más o menos constante, al igual que la proporción con que contribuyen la electricidad y los combustibles. Véase Gráfica 5.2



Gráfica 5.2 Participación por sectores en el escenario medio del consumo de energía en la ZMVM

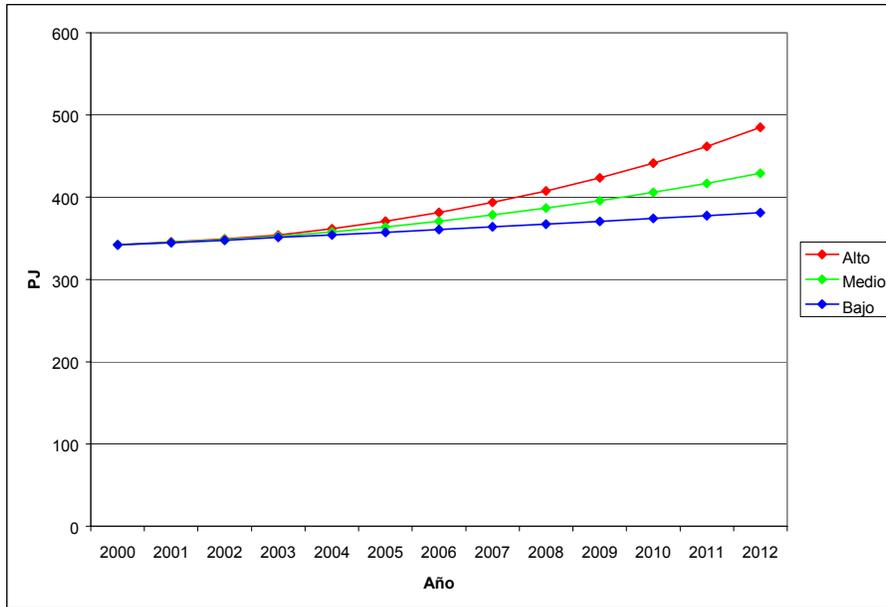


*Tendencias en el consumo de energía en el Distrito Federal*

De acuerdo a los escenarios descritos para el año 2012 el consumo energético del DF podría incrementarse en 11% (escenario bajo), 25% (escenario medio) o 42% (escenario alto), por lo que el consumo de energía en el DF oscilará entre 381 y 485 PJ. Véase Gráfica 5.3

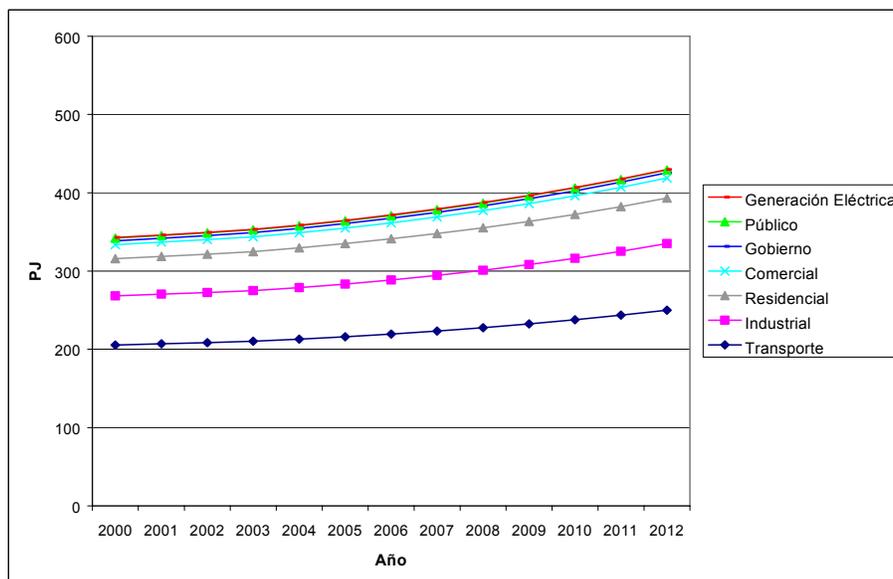


Gráfica 5.3 Tendencias en el consumo de energía en el DF Escenarios alto, medio y bajo



Al igual que para la ZMVM, en el DF la participación por sectores se mantendrá más o menos constante, al igual que la proporción con que contribuyen la electricidad y los combustibles. Véase Gráfica 5.4

Gráfica 5.4 Participación por sectores en el escenario medio del consumo de energía en el DF



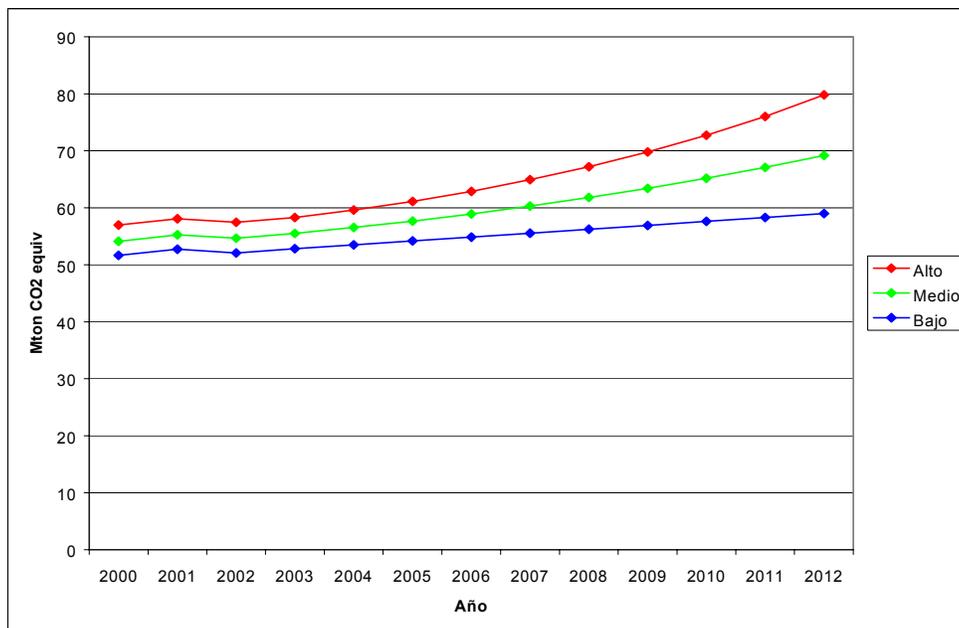


## Tendencias en la Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la ZMVM y el DF

### Tendencias en la emisión de GEI en la ZMVM

De acuerdo a los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 las emisiones de GEI en la ZMVM oscilarán entre 59 y 80 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.5

**Gráfica 5.5 Tendencias en las emisiones de GEI en la ZMVM Escenarios alto, medio y bajo**

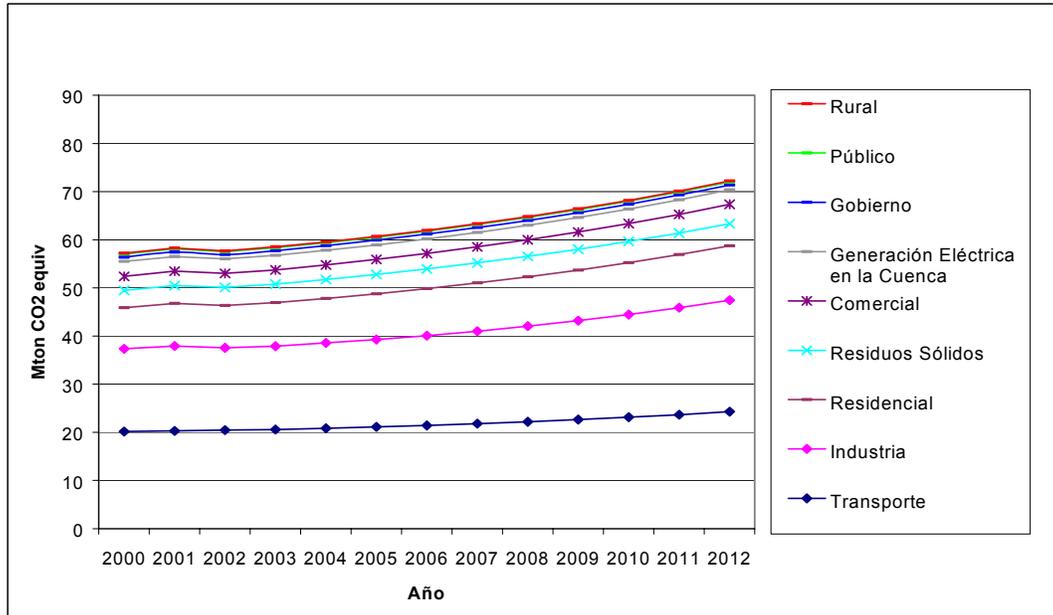


Como se aprecia en la Gráfica, desde el mismo año 2000 se tienen tres escenarios de emisión, ya que los residuos sólidos (RS) se mantienen emitiendo biogás durante muchos años. Así, las emisiones generadas por los RS durante un año, en realidad son la suma de las emisiones generadas ese año por todos los RS depositados en los últimos decenios. Aquí se aplicaron los escenarios de emisión de biogás alto, medio y bajo de los RS depositados en los diferentes sitios de disposición final que han funcionado en el Valle de México en los últimos decenios.

Respecto al año 2000, las emisiones de GEI en el 2012 del escenario bajo podrían incrementarse en 14%, en 28% para el escenario medio y en 40% para el escenario alto. La participación por sectores para el escenario medio se muestra en la Gráfica 5.6



Gráfica 5.6 Participación por sectores en el escenario medio de las emisiones de GEI en la ZMVM

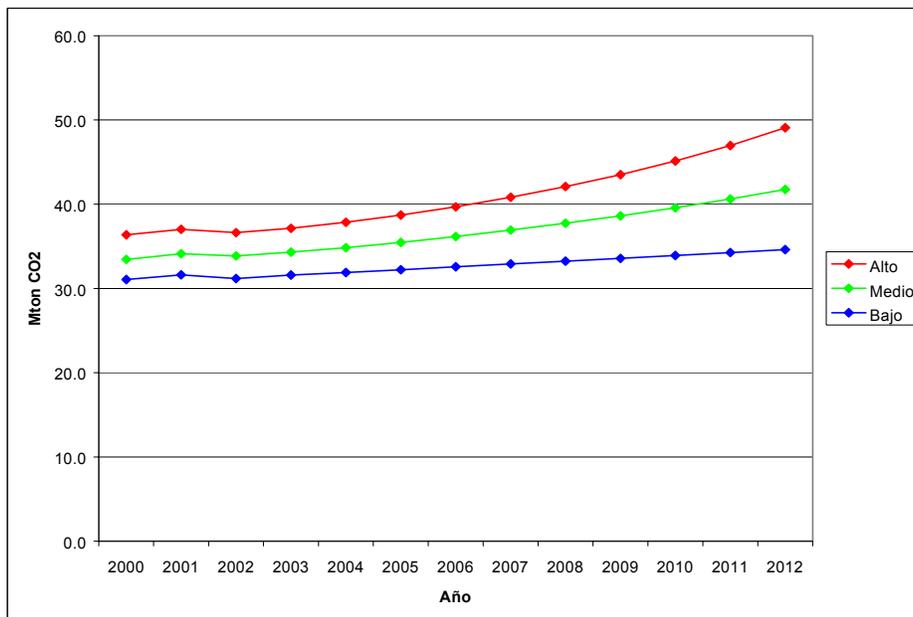


*Tendencias en la emisión de GEI en el Distrito Federal*

De acuerdo a los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 las emisiones de GEI en el DF oscilarán entre 35 y 49 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.7

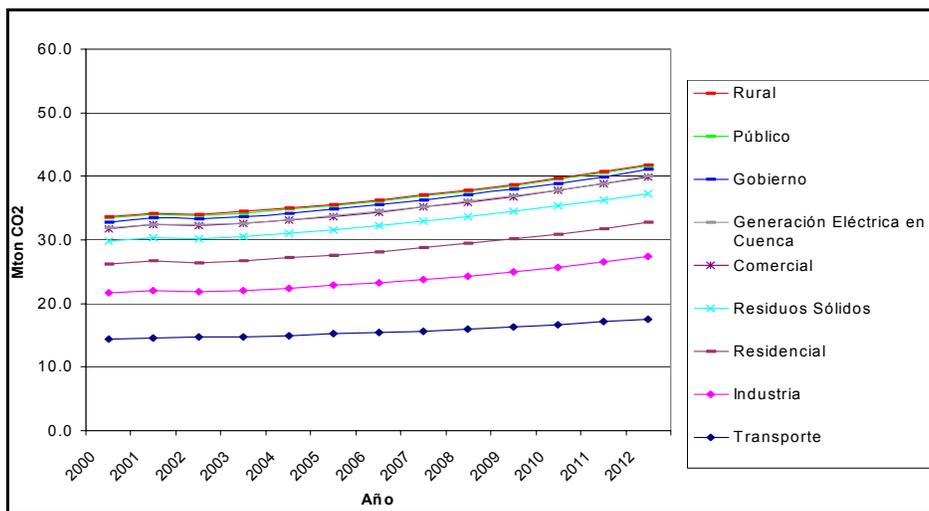


**Gráfica 5.7 Tendencias en las Emisiones de GEI en el DF Escenarios alto, medio y bajo**



Respecto al año 2000, las emisiones de GEI en el 2012 del escenario bajo podrían incrementarse en 11%, en 25% para el escenario medio y en 35% para el escenario alto. La participación por sectores para el escenario medio se muestra en la Gráfica 5.8

**Gráfica 5.8 Participación por sectores en el escenario medio de las emisiones de GEI en el DF**



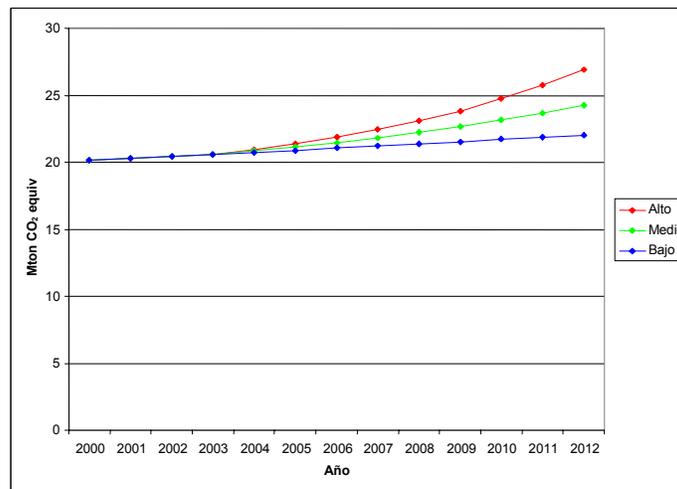


## Transporte

### *Tendencias en las emisiones de GEI del transporte en la ZMVM*

De acuerdo a los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas al transporte en la ZMVM oscilarán entre 22 y 27 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.9

**Gráfica 5.9 Tendencias en las emisiones del transporte en la ZMVM  
Escenarios alto, medio y bajo**



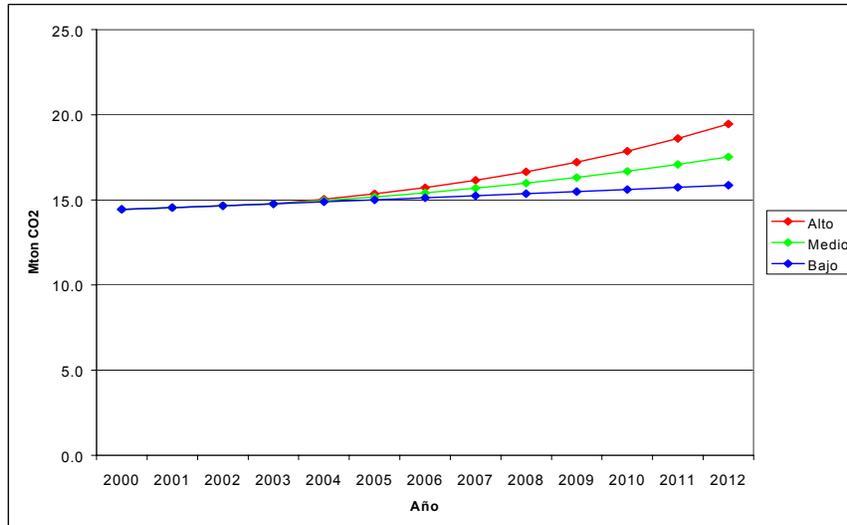
Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 9% (escenario bajo), 20% (escenario medio) o 33% (escenario alto) durante el periodo señalado.

### *Tendencias en las emisiones de GEI del transporte en el Distrito Federal*

De acuerdo a los mismos escenarios descritos para el 2012, las emisiones de GEI debidas al transporte en el DF oscilarán entre 16 y 20 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.10



**Gráfica 5.10 Tendencias en las emisiones del transporte en el DF  
Escenarios alto, medio y bajo**



Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 10% (escenario bajo), 21% (escenario medio) o en 35% (escenario alto) durante el periodo señalado.

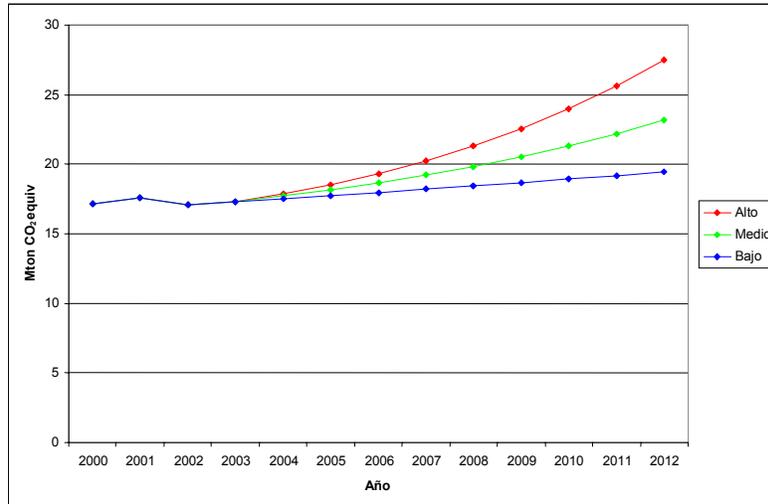
## Industria

### *Tendencias en las emisiones de GEI de la Industria en la ZMVM*

Bajo los mismos escenarios, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la industria en la ZMVM oscilarán entre 19 y 28 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.11



**Gráfica 5.11 Tendencias en las emisiones de la industria en la ZMVM Escenarios alto, medio y bajo**



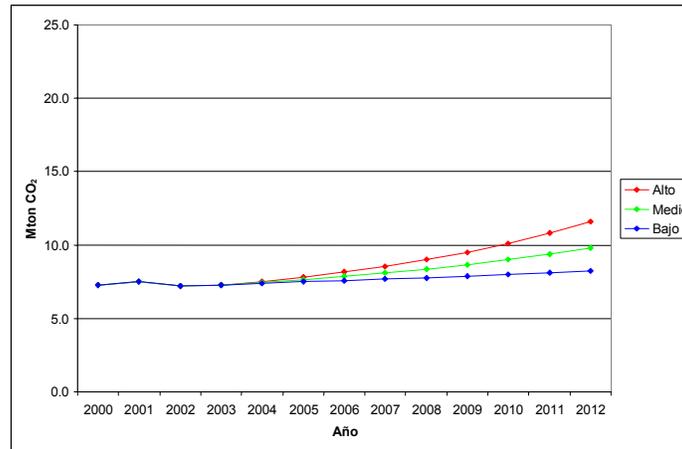
Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 13% (escenario bajo), 35% (escenario medio) o en 60% (escenario alto) durante el periodo señalado.

*Tendencias en las emisiones de GEI de la Industria en el Distrito Federal*

Bajo los mismos escenarios, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la industria en el DF oscilarán entre 8 y 12 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.12



**Gráfica 5.12 Tendencias en las emisiones de la industria en el DF.  
Escenarios alto, medio y bajo**



Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 12% (escenario bajo), 34% (escenario medio) o 59% (escenario alto) durante el periodo señalado.

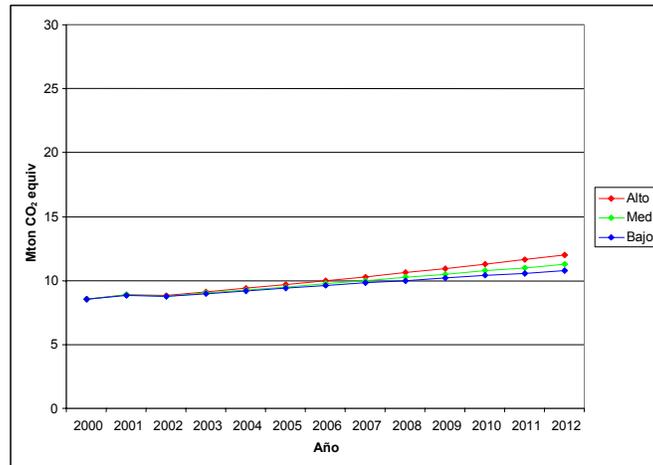
### Residencial

#### *Emisiones de GEI residenciales en la ZMVM*

Bajo los mismos escenarios, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la vivienda en la ZMVM oscilarán entre 11 y 12 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.13



**Gráfica 5.13 Tendencias en las emisiones de la vivienda en la ZMVM. Escenarios alto, medio y bajo**



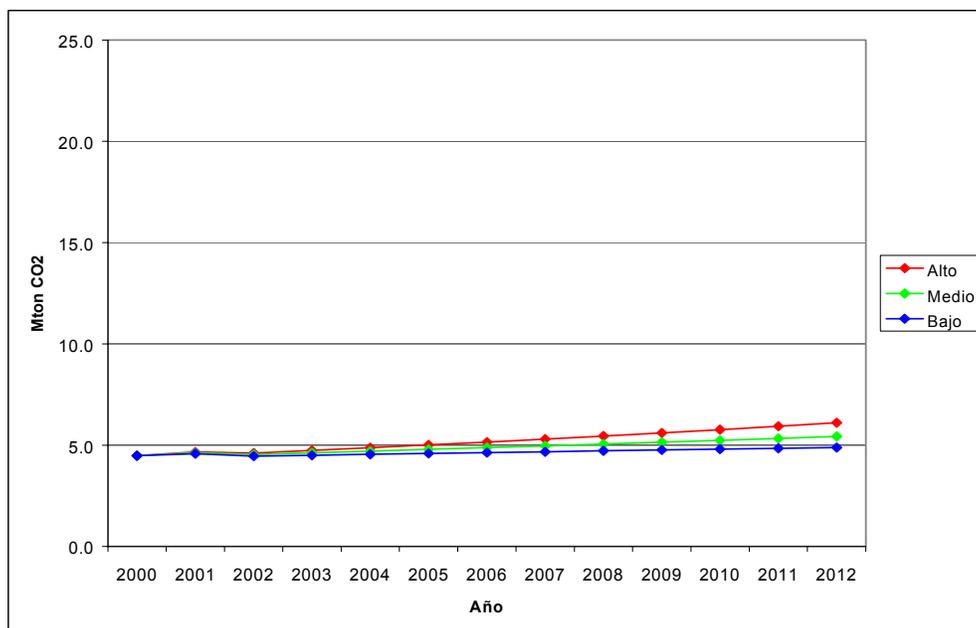
Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 26% (escenario bajo), 32% (escenario medio) o 41% (escenario alto) durante el periodo señalado.

*Emisiones de GEI residenciales en el DF*

Bajo los mismos escenarios, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la vivienda en el DF oscilarán entre 5 y 6 Mton de bióxido de carbono equivalente, véase Gráfica 5.14



**Gráfica 5.14 Tendencias en las emisiones de la vivienda en el DF  
Escenarios alto, medio y bajo**



Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 9% (escenario bajo), 21% (escenario medio) o en 37% (escenario alto) durante el periodo señalado.

## 5.2 Suelo de Conservación

### Línea Base

Con los resultados obtenidos de la integración de los estudios de “reservorio de carbono” y “cambio de uso de suelo”, elaborados anteriormente se construyó un escenario considerando las proyecciones “de no hacer nada” para combatir la emisión por deforestación del suelo de conservación. En la elaboración del escenario se asumió que no habría cambio en la tendencia mostrada en la Gráfica 3.12, y que la emisión correspondería con el valor del promedio ponderado (80.02 tC), debido a que no se sabe con certeza qué tipo de vegetación será sustituida por cuál uso de suelo, en los años venideros.

Partiendo de estos supuestos se obtiene que durante el periodo de 1973-1985 hubo una pérdida de 399 hectáreas anuales que representó una emisión de 31,920.7 tC. Para el periodo de 1985-1996 se perdieron 1,077.25 hectáreas anuales que representaron una emisión de 86,201.54 tC. La proyección al año 2012 implica una pérdida de superficie de 495.03 hectáreas anuales y una emisión de 39,612.72 tC (Tabla 5.1), en lo que respecta a la emisión forestal. El escenario de emisiones con una proyección al año 2012 se presenta en la Gráfica 5.15.



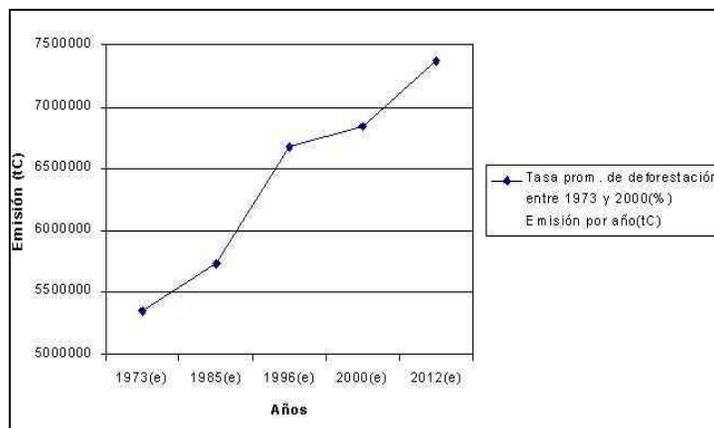
**Tabla 5.1 Cálculos de emisión anual con base en superficies de vegetación perdida durante el periodo 1973-1996 y una proyección al 2012**

	P E R I O D O ( A Ñ O S )			
	1973	1985	1996	2012
<b>Biomasa Vegetal (ha)</b>	56,800	52,412	39,485	
Hectáreas totales perdidas		4,388	12,927	
Pérdida anual (ha)		<b>398.90</b>	<b>1,077.25</b>	<b>495.03</b>
Promedio ponderado (biomasa tC/ha)		80.02	80.02	80.02
<b>Emisión anual (tC)</b>		<b>31,920.7</b>	<b>86,201.54</b>	<b>39,612.72</b>
Tasa de deforestación		1.39	1.44	1.35*

Para el escenario medio de emisiones se tomó el dato de deforestación del periodo correspondiente a 1973-1985 de 399 hectáreas por año por lo que la emisión de carbono sería de 31,848 tC, lo que en términos de CO<sub>2</sub> equivalente corresponde a 116,563.5 ton.



**Gráfica. 5.15 Escenario de emisión por pérdida de biomasa forestal al año 2012**



Para el escenario bajo de emisiones por deforestación –tomando el dato de 240 hectáreas por año reportado en el segundo informe de la SMA (sep. 2002)–, la emisión de carbono sería de 19,204.8 toneladas, que en términos de CO<sub>2</sub> eq corresponde a 70,289.6 toneladas.

Asimismo se evaluaron las emisiones del sector agropecuario en lo referente a gases de efecto invernadero establecidos en el Protocolo de Kioto, como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Las emisiones de GEI en equivalentes de CO<sub>2</sub> del suelo de conservación del DF, se sitúan entre 115,926 y 197,072 tCO<sub>2</sub> eq; el sector forestal contribuye con una cantidad que oscila entre 70,290 y 190,608 tCO<sub>2</sub> eq y el sector agropecuario con 52,100 tCO<sub>2</sub> eq, ver Tabla 5.2.

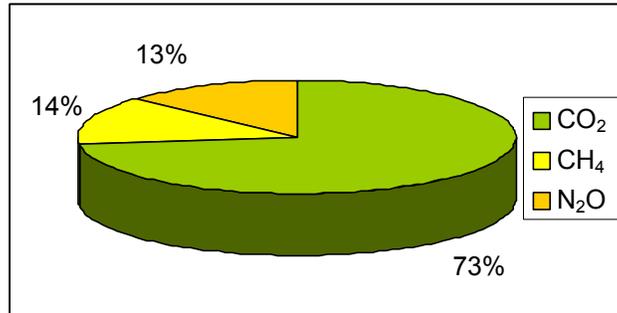
Para 1999 la mayor contribución de la emisión de GEI, fue para el sector forestal en la deforestación con un valor del 72% por cambio de uso de suelo, mientras que el sector agropecuario aportó el 28% de las emisiones. Véase Gráfica 5.16

**Tabla 5.2 Emisiones del sector forestal y agropecuario del DF para el año de 1999**

Sector	GEI equivalentes de CO <sub>2</sub> (ton)			Subtotal
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	
Forestal bajo	70,290	Na	Na	70,290
Forestal medio	116,563	Na	Na	116,563
Forestal alto	144,972	Na	Na	144,972
Agropecuario	na	45,634*	39*	45,636
* Conversión a equivalentes de CO <sub>2</sub>	<b>Total Bajo</b>			<b>115,926</b>
* Conversión a equivalentes de CO <sub>2</sub>	<b>Total Medio</b>			<b>162,199</b>
* Conversión a equivalentes de CO <sub>2</sub>	<b>Total Alto</b>			<b>190,608</b>



**Gráfica 5.16 Porcentajes de GEI en equivalentes de CO<sub>2</sub> del suelo de conservación del DF en el escenario alto**



### Emisión por incendios forestales

Para el escenario de emisiones por incendios forestales se tomó como base el dato de biomasa reportado por IPCC (1996) en pastizales, y los datos de hojarasca, árboles y reforestación se tomaron del estudio del contenido de carbono mencionado.

Con relación a la superficie, se consideró aquella que se quemó de manera anual. Véase Anexo 3. La operación de estos datos arrojó como resultado una estimación gruesa de emisión para el año 2012 de 1,455 tCO<sub>2</sub> eq, valor menor a 13,543 tCO<sub>2</sub> eq emitidas para el año 1998.

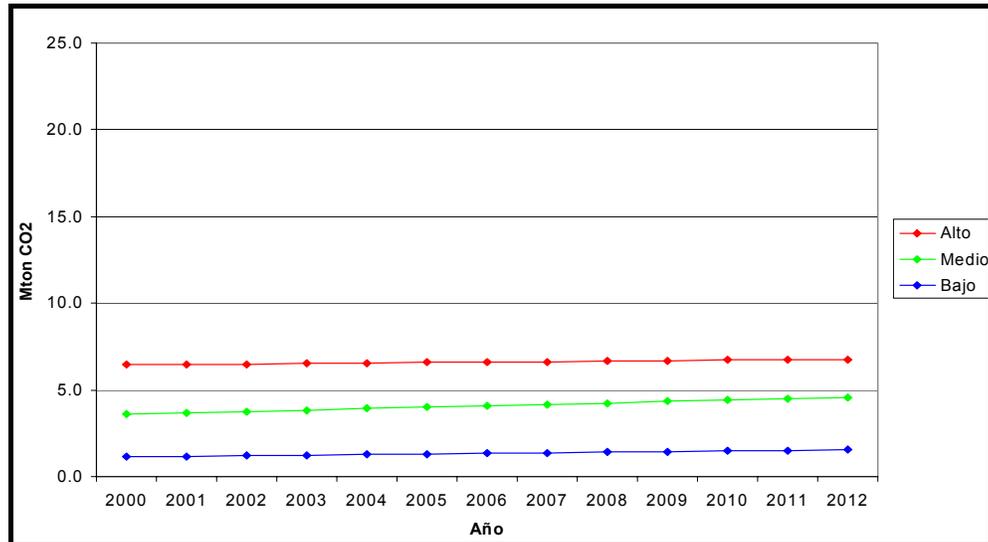
En comparación con las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del consumo energético de la ZMVM del año 2000 (50.335 millones de tCO<sub>2</sub>), las emisiones totales en el suelo de conservación que contabiliza al sector forestal, agrícola, pecuario e incendios forestales, representan el 0.33 % de la emisión total de Distrito Federal.

### 5.3 Residuos Sólidos

Bajo los mismos escenarios, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a los residuos sólidos en la ZMVM, oscilarán entre 1.5 y 6.8 Mton de CO<sub>2</sub> eq, véase Gráfica 5.17



**Gráfica 5.17 Tendencias en las emisiones de los residuos sólidos en la ZMVM  
Escenarios alto, medio y bajo**



Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 36% (escenario bajo), 27% (escenario medio) o en 5% (escenario alto) durante el periodo señalado.



## VI Adaptabilidad

*“No es la especie más fuerte la que sobrevive, ni la más inteligente, sino la que responde mejor a los cambios”.*  
C. Darwin

Los cambios en los patrones del clima a escala local y regional que la Tierra experimenta de manera natural son fenómenos estrechamente vinculados con los procesos de sucesión vegetal. A medida que la sucesión de un ecosistema da paso a la formación de uno nuevo, se modifican también algunas características del clima local. Sin embargo, esto no se considera un cambio en el clima global.

El CC, como lo experimentamos a inicios del siglo XXI, ha impactado de manera diferenciada a países y regiones enteras, por lo que los sistemas sociales y naturales han tenido que iniciar espontáneamente procesos de adaptación y acomodo a la nueva situación climática. La respuesta espontánea es una primera reacción, pero insuficiente para la sobrevivencia de la humanidad.

Las investigaciones científicas, el intercambio de experiencias entre los países, las Cumbres globales y los mecanismos de coordinación internacional, recomiendan tomar medidas para prepararse y defenderse de los impactos y las inclemencias del CC, ya que la capacidad de adaptación depende de la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático moderando los daños posibles y aprovechando oportunidades, reduciendo la vulnerabilidad.

México, con base en la Declaración Política y el Plan de Implementación, emanados de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo, así como en la Declaración Ministerial de Delhi sobre el Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, lanzó la propuesta de realizar un *“Diálogo Internacional sobre Políticas en Materia de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático: una Agenda Común para Países en Desarrollo”*, con la idea de retomar los evidentes efectos destructivos del CC y la vulnerabilidad ante ellos, reconociendo la alta prioridad para todos los países, en especial los menos desarrollados, el tomar medidas para la adaptación a dichos efectos adversos.

Además de los riesgos y de la vulnerabilidad a la que está expuesta la Ciudad de México por su situación fisiográfica (véase Cap. IV), el DF y su zona metropolitana, como ya se mencionó, representan una de las regiones del país con alta vulnerabilidad ante los posibles fenómenos climáticos extremos, sobre todo en referencia a los volúmenes de agua aprovechable.

La ELACDF incluye dentro de sus componentes las medidas preventivas (iniciadas y en proceso) y busca generar una cultura dinámica en la población que sea capaz de dar respuesta a los posibles efectos del CC en la ciudad, no a través de actitudes pasivas ante los cambios, sino por medio de actitudes de alerta, con información y conocimiento de lo que ocurre.



## 6.1 Adaptabilidad ante los Efectos del Cambio Climático en el Distrito Federal

La ciudad tendrá que considerar estrategias para resolver muchos de sus problemas tomando en cuenta que deberá además adaptarse a nuevas formas de variabilidad climática, teniendo en cuenta a su vez, que pueden distinguirse dos tipos de medidas de adaptación, dependiendo del momento en que se pongan en práctica: medidas reactivas y medidas preventivas.

Es claro que la capacidad de la sociedad para adaptarse y enfrentarse al cambio climático depende de factores relacionados con riqueza, tecnología, educación, información, infraestructura, acceso a los recursos y capacidades administrativas de las autoridades. Es de esperarse que sociedades, como la de la Ciudad de México, se vean forzadas a desarrollar una capacidad de adaptación para enfrentar el cambio climático, aprovechando los recursos a su alcance. Menor capacidad de adaptarse, hace a las personas más vulnerables tanto a los daños procedentes del cambio climático, como a otras presiones.

Las medidas tanto de mitigación como de adaptabilidad, son medidas preventivas y de protección a la sociedad y a los ecosistemas, así como una forma de preparación activa ante los peligros inminentes; en otras palabras son respuestas previas que se hacen para dar seguridad a la población y garantizar un desarrollo con equidad.

El proceso de adaptabilidad debe conllevar programas de sensibilización, educación, así como el desarrollo de sistemas de información que garanticen el acceso de todo el público a dichos programas. También debe generar capacidad local no sólo para el registro y seguimiento de los eventos, sino para desarrollar investigaciones sobre comportamiento y predicción climática. Se requiere además formar personal científico, técnico y directivo para la prevención y el manejo de eventos extremos.

La política de adaptabilidad llevará a una mejor comprensión de los cambios que generen nuevas actitudes y comportamientos en la sociedad.

Las acciones de adaptabilidad se enfocan a los efectos del CC, con la finalidad de hacer ajustes en las prácticas, procesos y estructuras de los diferentes sistemas en función de los cambios actuales y futuros en el clima; los proyectos y políticas van encaminados a la prevención y reducción de los impactos adversos.

En el DF se tienen limitaciones financieras para desarrollar los programas y proyectos de investigación. Aún no se cuenta con la información precisa y confiable del impacto del CC sobre los ecosistemas de la zona de montaña del suelo de conservación ni cuál será la respuesta de dichos ecosistemas al impacto.



La infraestructura local para la atención de desastres naturales provocados por el CC es aún muy deficiente y limitada.

La magnitud de los riesgos y la alta vulnerabilidad de la ciudad ante los posibles impactos del CC requieren de un proceso consensuado y participativo para determinar una estrategia y medidas que desde ahora prepare a la población no sólo con información e infraestructura adecuada, sino con una nueva actitud de alerta. La estrategia de adaptabilidad debe preparar a la sociedad para enfrentar los efectos negativos del CC.

El impulso del desarrollo de la Ciudad de México con criterios de sustentabilidad, supone tomar en cuenta los elementos de riesgo y vulnerabilidad a los que está expuesta y considerar los medios y estrategias para su adaptabilidad frente a los efectos adicionales que propicia el CC. La ELAC se enmarca en la política ambiental del DF, como un elemento más que busca mejorar la calidad de vida de la población, proteger, manejar y aprovechar sustentablemente sus ecosistemas.

## **6.2 Medidas de Adaptación en el DF**

Las medidas de adaptación preventivas que se han definido, es decir, aquellas que la ciudad debería seguir cuanto antes para prevenir los efectos del cambio climático, con especial énfasis en aquellas medidas que generaran beneficios locales y nacionales, aún cuando no se produjeran cambios climáticos. La implantación de medidas preventivas facilitaría asimismo la futura adopción de medidas reactivas.

La clasificación de sectores mostrados en la siguiente tabla, para enfocar las acciones locales como una estrategia ante el cambio climático y con el fin de desarrollar ajustes en las prácticas, procesos y estructuras de los sectores a través de proyectos y políticas, se aplicarán para tratar de reducir y prevenir los impactos adversos en función de las condiciones actuales y futuras.



**Tabla 6.1 Acciones de adaptación por efectos de cambio climático en el DF**

Sector	Impacto	Acciones de adaptación	Propuesta
<b>1. Agua</b>			
	ALTA		
	Limitaciones para su abasto	Creación del SACM	Elaborar estrategia a largo plazo para la gestión integral del agua
	Contaminación de acuífero, y cuerpos de agua	Norma Ambiental para la Recarga Artificial del Acuífero	
	Afectación a otras cuencas	Revisión del sistema de tarifas del agua	
	Anticuada y en mal estado de la infraestructura Hidráulica	Racionalización / Ciudadana	
<b>2. Ecosistemas</b>			
	ALTA	Fuentes alternativas da abasto	Programa para la Venta de Carbono Capturado por Reforestación
	Degradación y pérdida de continuidad	Establecimiento y fortalecimiento del Sistema de Áreas Naturales Protegidas (SANP)	
	Pérdida de biodiversidad	Gestión ambiental territorial	
	Incendios forestales	Declaratorias de REC	CEFOCAR
	Erosión	Fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Ambiental	
	Plagas y enfermedades	Política de diálogo y pacto con las comunidades originarias	
	Pérdida de grandes extensiones boscosas	Impulso del manejo de los recursos naturales con enfoque sistémico	
	Rompimiento del ciclo hidrológico	Difusión del valor de las zonas de conservación	
<b>Desarrollo rural (actividades agropecuarias)</b>			
	Propagación de plagas y enfermedades	Norma Ambiental de Agricultura Ecológica	CEFOCAR
	Sequía	Aplicación de los programas de incentivos económicos con criterios ambientales	
	Lluvias torrenciales	Nuevas prácticas agropecuarias	
	Contaminación de tierras		



**Tabla 6.1 Acciones de adaptación por efectos de cambio climático en el DF**  
continuación...

Sector	Impacto	Acciones de adaptación	Propuesta
<b>4. Energía</b>			
	Excesivo consumo de energía en vehículos y hogares	Inventario de Emisiones de GEI	Proyectos de Normas de calentamiento solar
	Cortes y suspensión del suministro eléctrico	Propuesta de estudio de vulnerabilidad de la ZMVM	
	Contaminación atmosférica	Precalentamiento solar del agua en deportivos	
		Cuantificación de reducción de emisiones de GEI por programas y proyectos del GDF	
<b>5. Asentamientos humanos y equidad</b>			
	Inundaciones	Manejo integral, sistémico de los recursos naturales para evitar inundaciones, deslaves y azolve del drenaje	Programa de mejoramiento y sustitución del arbolado de alto riesgo y del eucalipto
	Derrumbes	Norma de Podas y trasplantes	
	Hundimientos	Norma de Áreas Verdes Urbanas (En elaboración)	
	Afectación a la infraestructura Urbana	Programa de Protección Civil	
	Vientos intensos / caídas de árboles, techos y espectaculares	Programa de movilidad de habitantes en edificios y lugares en riesgo	
	Tormentas eléctricas	Programa anual "En frío invierno, calor humano"	
	Fríos extremos	Programas delegacionales "Crecimiento 0"	



**Tabla 6.1 Acciones de adaptación por efectos de cambio climático en el DF**  
continuación...

Sector	Impacto	Acciones de adaptación	Propuesta
<b>6. Salud</b>			
	Nuevas enfermedades	Programa de abasto de medicinas	Investigación
	Expansión y propagación de enfermedades por vectores		Consolidar infraestructura de salud
	Infraestructura de salud deficiente e insuficiente		
	Personal no suficientemente capacitado para las situaciones extremas		
<b>Información, formación y capacitación</b>			
	Vivir las evidencias del CC sin contar con la información ni la comprensión de lo que ocurre.	Incluir en los planes de estudio de todos los niveles educativos lo referente al CC, su origen y sus efectos	Campaña permanente de información y difusión sobre CC
	Accidentes y situaciones de riesgo por no saber qué hacer en eventos extremos climatológicos	Elaboración de materiales educativos que estimulen esquemas de disminución del uso del automóvil	Centro de información y asesoría sobre el CC
		Elaboración de cartillas informativas sobre el qué hacer ante eventos climatológicos extremos	Centro de Investigación sobre el CC y sus efectos en la ZMCM



## VII Mitigación de Emisiones

La mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero es la principal medida que se puede adoptar para abatir sus concentraciones en la atmósfera, en general existen dos formas principales de mitigación de GEI: el control de fuentes de emisión de estos gases y el aumento o preservación de sumideros de carbono; ambas opciones se pueden llevar a cabo para los sectores de transporte, energía, en el suelo de conservación<sup>14</sup>, así como en el manejo de los residuos sólidos.

En el apartado 7.1 se enlistan posibles opciones de mitigación de GEI que podrían adoptarse en el mediano y largo plazo para la ciudad, en distintos sectores: transporte, industria, residencial, comercial, forestal, agropecuario y de gestión de residuos. Asimismo en el capítulo 8 se describen los proyectos y programas que ya se encuentran en ejecución en el DF. Por otro lado, en el punto 7.2, se habla de la normatividad internacional y nacional que se ha aplicado como otra opción de mitigación.

### 7.1 Opciones de Mitigación

Una opción de mitigación de GEI está definida como cualquier acción que dé como resultado una reducción en las emisiones de GEI en un sector determinado, por ejemplo, la reducción en los consumos de energía eléctrica (eficiencia energética) se considera una opción de mitigación por contribuir en la disminución de dichas emisiones.

En las opciones de mitigación, sin embargo, prevalece una latencia debido a que no existen suficientes recursos económicos a escala local ni nacional, como se menciona en un estudio realizado para México: “el país no tiene capital necesario para realizar inversiones incrementales en las opciones de mitigación y reducir las emisiones GEI”<sup>15</sup>. En el mismo estudio se considera que es necesaria la evaluación de las opciones de mitigación sin perder de vista a aquellas que coadyuven en el avance de las prioridades para el desarrollo del país.

Enseguida se enlistan las opciones de mitigación para los distintos sectores.

#### Sector Transporte

Para este sector existen diversas opciones de mitigación de GEI entre las que se incluyen las siguientes:

1. Introducción de nuevas políticas de transporte de pasajeros y carga como corredores de transporte, regulación de horarios y diseño de rutas directas o exprés, así como la promoción de ciclistas.
2. Nuevas medidas de organización de tránsito

14. En el suelo de conservación se incluyen los sectores forestal y agropecuario

15. Sheinbaum y Masera, 2000



- a) Ampliación y mejoramiento de vías, con el fin de evitar embotellamientos.
  - b) Mejoramiento de la red de transporte público, tales como el confinamiento de autobuses, la ampliación del metro, regulación de microbuses y taxis, etc. Esto con el fin de transportar la mayor cantidad de gente con el mínimo consumo de combustible y coadyuvar en la circulación fluida del transporte.
  - c) Control del número de vehículos en la circulación.
  - d) Organización de taxis en bases de sitio, para reducir el tiempo que el taxi circula sin pasajeros y por tanto el uso de combustible y las emisiones a la atmósfera.
3. Sustitución por alternativas de transporte más limpio
- a) Utilización de combustibles fósiles con bajo porcentaje de carbono, como el gas natural comprimido (GNC) en lugar de gasolina.
  - b) Utilización de combustibles renovables como, hidrógeno o biodiesel con los cuales se reducen significativamente las emisiones de GEI. Sin embargo estas alternativas son caras y no están suficientemente desarrolladas en México.
  - c) Introducción de tecnologías más limpias como vehículos híbridos (electricidad y gasolina), vehículos de celdas de combustible y motores que utilicen energía eléctrica para su funcionamiento.
  - d) Renovación de la flota vehicular de transporte público
4. Establecimiento de normatividad para control de emisiones

#### Sector Residencial

1. Establecimiento de programas basados en el mercado de equipo eficiente, en donde se puedan proporcionar incentivos a los clientes en la compra de estos equipos y/o otorgar asistencia técnica a fabricantes y distribuidores.
2. Desarrollo e institución de normas voluntarias y obligatorias para el uso eficiente de la energía, por ejemplo que los equipos fabricados o importados a nuestro país cumplan con la normatividad de eficiencia energética que se ha establecido localmente y de esta manera se asegure la utilización de equipos eficientes en las compras realizadas por los usuarios.
3. Desarrollo y aplicación de normas obligatorias en el momento de la construcción de las viviendas, edificios o unidades habitacionales
4. Aplicación de programas de sensibilización para el uso de productos más eficientes, en donde se le indique a la ciudadanía en general, la importancia de la utilización de estos productos y los beneficios al medio ambiente y a su economía.
5. Instauración de programas que impulsen, en las viviendas, equipos que utilicen energías renovables, sobre todo en aquellas unidades habitacionales en construcción.
6. Regulación de equipos a energía renovable para el sector residencial.



### Sector Comercial y de Servicios

1. Establecimiento de programas de adquisición, sobre todo para que los materiales comprados sean amigables con el medio ambiente.
2. Disminución en el consumo de materiales así como la mejora de eficiencia en los materiales utilizados (reciclaje, diseño más eficiente de los productos y sustitución de materiales).
3. Aplicación de instrumentos económicos (incentivos, disminución de pago de impuestos, multas, entre otros) para incentivar la implantación de sistemas de gestión (administración) ambiental en los edificios para asegurar el uso eficiente y racional de la energía, del agua y los materiales así como el manejo adecuado de los residuos.
4. Desarrollo y aplicación de normas obligatorias en el momento de la construcción de los edificios.
5. Impulso a programas masivos de ahorro de energía en edificios, por ejemplo aplicando iluminación eficiente, sistemas eficientes de aire acondicionado, electromotrices y de bombeo y buen uso de los sistemas de aire comprimido; también en el caso de sistemas que utilicen energía térmica, se puede llevar a cabo la utilización de combustibles limpios, aislamiento de los sistemas de generación y distribución de vapor así como en aquellos que utilicen agua caliente.
6. Promoción de programas en las flotas vehiculares para utilización de combustibles limpios.

### Sector Público

1. Creación de programas en donde se impulse la utilización de alumbrado público eficiente, lo cual se puede lograr a través de incentivos en la facturación de este servicio.
2. Apoyo a programas para asegurar que los sistemas de bombeo municipales sean eficientes e instaurar programas de mantenimiento preventivo.
3. Aplicación de instrumentos económicos (incentivos, disminución de pago de impuestos, multas, entre otros) para incentivar la implantación de sistemas de gestión (administración) ambiental en los edificios públicos, para asegurar el uso eficiente y racional de la energía, del agua y los materiales así como el manejo adecuado de los residuos.
4. Desarrollo y aplicación de normas obligatorias en el momento de la construcción de los inmuebles públicos.
5. Establecimiento de programas de adquisición, sobre todo para que los materiales comprados sean amigables con el medio ambiente y en todo caso, también sean eficientes, por ejemplo para el caso de la iluminación (lámparas y balastos).



6. Realización de campañas masivas en los edificios públicos para el ahorro y uso eficiente de la energía.

### Sector Industrial

Para este sector se pueden mencionar cinco opciones de mitigación:

1. Establecimiento de políticas energéticas menos contaminantes, desarrollo de programas de gestión ambiental de carácter voluntario que permitan una mejora continua para beneficio de las empresas y de la sociedad en su conjunto.
2. Desarrollo de normatividad que promueva el uso de combustibles limpios, la eficiencia energética y valores máximos de emisiones. De forma paralela se deberán realizar auditorías ambientales y se podrán otorgar estímulos o certificados de desempeño ambiental a las industrias limpias.
3. Eficiencia energética, cogeneración y enfoque preventivo que minimice la emisión de contaminantes, ahorre energía y recursos.
4. Introducción y aplicación de tecnologías limpias, como por ejemplo sustitución de combustibles, mejoramiento de procesos y promoción de los beneficios al utilizar dichas tecnologías.
5. Para las industrias energéticas y de generación de energía eléctrica, una opción de mitigación es la generación de energía eléctrica, a pequeña escala, a través del uso de biogas (metano) de rellenos sanitarios.
6. Disminución en el consumo de materiales como la mejora de eficiencia en los materiales utilizados (reciclaje, diseño más eficiente de los productos y sustitución de materiales).

### Suelo de Conservación (Forestal y Agropecuario)

El IPCC (2001) establece tres grupos estratégicos de opciones de mitigación biológica: conservación de reservorios, captación de carbono y sustitución. Hasta el momento, las primeras dos opciones son las que logran mayores reservas de carbono.

A escala local, de acuerdo al uso de suelo, las opciones se agruparon en dos sectores: forestal y agropecuario. Así mismo se categorizaron, ajustándose en lo posible a los lineamientos de las opciones de mitigación del IPCC (2001).

### Sector Forestal

La mitigación de GEI en el sector forestal tiene diferentes opciones, que dependen del uso actual del suelo, del potencial de productividad, de cómo la bioenergía es sustituida por energía fósil, y del horizonte del tiempo.



1. Conservación. Consiste en evitar emisiones de carbono preservado a través de diferentes acciones, que localmente se concentran en las siguientes opciones de mitigación:
  - a) Fomento a decretos de Áreas Naturales Protegidas
  - b) Manejo de los recursos naturales
  - c) Protección del bosque
  - d) Disminución de la deforestación
  - e) Ordenamiento Ecológico
  - f) Uso de leña
2. Captación de carbono. Esta opción tiene el objetivo de recuperar áreas degradadas, para incrementar gradualmente la cantidad de carbono en la vegetación mediante acciones como las que se mencionan a continuación:
  - a) Protección de cuencas
  - b) Restauración de suelos degradados
  - c) Desarrollo de plantaciones forestales, con objetivos de: recuperación de tierras degradadas, de producción de árboles de navidad para madera y de pulpa para papel, entre otros.
  - d) Establecimiento de sistemas agroforestales
3. Sustitución. Consiste en la sustitución de productos industriales por aquellos que se hacen de madera, obteniéndose a través de la creación de nuevos bosques con especies de alta tasa de crecimiento y su uso pueda ser incrementado o sustituya el uso de combustibles fósiles.

#### Sector Agropecuario

La mayor parte del contenido de carbono en los cultivos agrícolas se encuentra en los suelos, ya que el contenido de carbono que se encuentra en la vegetación es removido constantemente con la cosecha del cultivo. Enseguida se enlistan las opciones de mitigación a través de prácticas agrícolas:

1. Control de la erosión de suelos. Que puede incluir la labranza cero, la rotación de cultivos y los cultivos de cobertera
2. Manejo de la irrigación
3. Manejo de la fertilidad del suelo

Por otro lado para el sector pecuario, están la implantación de biodigestores y el mejoramiento de la productividad y eficiencia en la producción del ganado por técnicas de mejora en la genética, en la nutrición y por el cuidado de procesos de digestión del ganado.

#### Residuos Sólidos

Las opciones de mitigación planteadas son las siguientes:



## 1. Disposición de Residuos

- a) Equipamiento de los rellenos sanitarios con tubos de ventilación para reunir los gases producidos y utilizarlos para generación de energía eléctrica a pequeña escala.
- b) Evaluación de tecnologías para eliminación de residuos: procesos de recuperación de energía, biodigestión mecanizada, pirólisis, etc.
- c) Introducción de nuevas tecnologías apropiadas para la disposición final de basura que complementen la función de los rellenos sanitarios.
- d) Reducción en la cantidad de residuos orgánicos enviados a disposición final, con tal de reducir la cantidad de materia orgánica disponible y la cantidad de CO<sub>2</sub> producido por el proceso de metanogénesis.

## 2. Manejo de Residuos

- a) Profundizar en el esfuerzo de la separación de los residuos sólidos en la fuente de generación
- b) Recolección separada de los residuos sólidos
- c) Minimización de la generación de los residuos y máximo aprovechamiento de los residuos sólidos que permita reducir la cantidad que se envía a relleno.
- d) Fortalecimiento del aprovechamiento de residuos sólidos reciclables como papel, cartón, plástico, vidrio, aluminio y trapo.
- e) Desarrollo de planes de manejo para residuos generados en alto volumen por el consumo de bienes o servicios y que tengan un mercado ambiental potencial.
- f) Desarrollo de estrategias económicas que permitan fomentar mercados ambientales.
- g) Fomento del uso de materiales reciclados
- h) Fomento de la creación de centros de acopio
- i) Fomento del tratamiento de residuos orgánicos y la producción de composta.

## 3. Fomento de una cultura del manejo de los residuos sólidos con el fin de disminuir los volúmenes de residuos a disponer en el relleno sanitario.

- a) Difusión masiva y capacitación para la separación de residuos sólidos en los dos grupos principales (orgánicos e inorgánicos) de acuerdo a la Ley de Residuos Sólidos del DF.
- b) Concientizar a la gente en el uso de productos retornables y a la industria y empresas para que utilicen la menor cantidad de productos no reciclables en el empaquetamiento de sus productos.
- c) Promoción del uso de artículos hechos a partir de materiales reciclables.
- d) Fortalecimiento de los canales de participación ciudadana, en la práctica del reciclaje y del reuso.

Algunas opciones de mitigación de GEI ya han sido tomadas en cuenta dentro de las políticas para la disminución de contaminantes locales, especialmente en el PROAIRE 2002-2010, sobre las cuáles se abundará en el siguiente capítulo.



## 7.2 Normatividad

### Políticas y normas internacionales

En el plano internacional existe poca normatividad para contrarrestar directamente la emisión de GEI. Destacan tres normas de la Agencia Europea de Protección Ambiental. Una de ellas es un compromiso para no incrementar las emisiones de metano por arriba de lo que se emitió en 1990, otra marca el límite de emisiones de bióxido de carbono y una más establece el valor máximo permisible para el incremento de la temperatura en una década.

Por otra parte Japón emitió en enero del 2002 una Ley para la promoción de medidas encaminadas a mitigar el calentamiento global. La Tabla 7.1 muestra estas y otras normas que si bien no se encuentran relacionadas de manera directa con el calentamiento global, sí tienen como fin reducir las emisiones de GEI.

Tabla 7.1 Normas Internacionales y Gases de Efecto Invernadero

Norma y País	Título	Parámetro
No. 1029 European Environmental Agency 1990	Valor límite para la concentración de CH <sub>4</sub> en la atmósfera	Estabilización de emisiones de CH <sub>4</sub> al nivel que se presentaban en 1990
No. 1390 European Environmental Agency 1992	Límite de emisión de gases de efecto invernadero	22,804 Mt/año de CO <sub>2</sub> equivalente, en combinación con otros GEI
No. 1025 European Environmental Agency	Valor máximo permisible para el incremento de temperatura	0.1°C por década
Japón enero 2002	Ley para la promoción de medidas para mitigar el calentamiento global	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, CO y CO <sub>2</sub>
GOST 17.2.3.01-86 Rusia	Estándar de calidad del aire para la presencia de NO <sub>2</sub> en la atmósfera para la protección de la naturaleza	NO <sub>2</sub> 0.04 mg/m <sup>3</sup> anual
GOST 17.23.3.01-86 Rusia	Estándar de calidad del aire para la presencia de NO <sub>2</sub> en la atmósfera para la protección de la naturaleza	NO <sub>2</sub> 0.05 mg/m <sup>3</sup> mensual
European Environmental Agency 1986	Valor máximo permitido para la concentración de NO <sub>2</sub> en la atmósfera	NO <sub>2</sub> 80 microgramos/m <sup>3</sup>
No. 5516 Unión Europea	Importación y venta de productos y equipos que contienen HFC	CERO contenido para el año 2000



**Tabla 7.1 Normas Internacionales y Gases de Efecto Invernadero**  
continuación...

Norma y País	Título	Parámetro
No. 3379 Unión Europea 1994	Prohibición de venta de vehículos sin convertidor catalítico	----
No 5543 Unión Europea	Prohibición para el uso de clorofluorocarbonos	CERO después de 2025
Ley 1 marzo 1993 Francia	Valor límite para emisiones de NOx	500 mg/m <sup>3</sup>
1994.11.17 Eslovenia	Límite de emisión de NOx para la industria del cemento, cerámica y ladrillos	1300-1800 mg/m <sup>3</sup>
No. 3272 Unión Europea	Límite de emisión para NO <sub>2</sub> de aparatos domésticos que utilizan gas	500 mg
EPA 335-3-7	Control de la concentración de NO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>
EPA 335-3-9	Emisiones vehiculares	NO <sub>2</sub> , CO, CO <sub>2</sub>
335-3-7-01 Estado de Alabama	Emisiones de NO <sub>2</sub> en la producción de metales	NO <sub>2</sub>
335-3-7-02 Estado de Alabama	Emisiones de NO <sub>2</sub> en el cracking de petróleo	NO <sub>2</sub>
IPCC 1996 Japón 1996	Prohibición para el uso de CFC	CFC, HFC
Proyecto Kobelco Japón 1998	Ley para el reciclamiento de productos del hogar	HFC

### Normatividad Mexicana

En México no existe normatividad específica para la emisión de GEI, sin embargo las normas que controlan otras emisiones contaminantes a la atmósfera, con el fin de mejorar la calidad del aire, también han influido positivamente en la reducción de emisiones de GEI.

La Tabla 7.2 presenta las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con el efecto invernadero, divididas en tres rubros: el primero agrupa a las normas expedidas para determinar la calidad del aire, el segundo comprende la normatividad existente para la emisión de GEI provenientes de las fuentes móviles (automóviles, motocicletas y camiones), y el tercero considera a las normas creadas con el fin de controlar las emisiones de las fuentes fijas (industria).

Con respecto a la calidad del aire se cuenta con dos normas que regulan los niveles de concentración de óxidos de nitrógeno y de monóxido de carbono en el medio ambiente,



ambas se enfocan a la prevención de riesgos para la salud, pero se pueden relacionar con la reducción de GEI.

Las normas para emisiones de las fuentes móviles son las que con seguridad han causado más impacto en la población de la ZMVM, ya que regulan la emisión de los vehículos que en ésta circulan. De forma paralela a dichas normas se encuentran el Programa de Verificación Vehicular, el Programa Hoy No Circula, el uso de convertidores catalíticos y la venta de vehículos nuevos.

**Tabla 7.2 Normas Oficiales Mexicanas<sup>16</sup> y Gases de Efecto Invernadero**

<b>Norma</b>	<b>Título</b>	<b>Contaminantes normados</b>
<b>Calidad del aire</b>		
034-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire	CO
037-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de óxidos de nitrógeno	NOx
<b>Fuentes móviles</b>		
041-1993	Niveles máximos de emisión de gases de escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustible	HC, CO, CO <sub>2</sub> , NOx y O <sub>2</sub>
042-1993	Niveles máximos de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape de vehículos nuevos, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de vehículos que usan gasolina, gas LP, gas natural y otros combustibles con peso de 400 a 3875 kg	HC, CO y NOx
044-1993	Niveles máximos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diesel instalados en vehículos con peso bruto mayor a 3857 kg	HC, CO, NOx, PST y humo
047-1993	Características, equipo y procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes provenientes de vehículos automotores	HC, CO, O <sub>2</sub> , NOx
048-1993	Niveles máximos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo provenientes del escape de motocicletas	HC, CO y humo
050-1993	Niveles máximos de emisión de gases de escape de vehículos automotores en circulación que usan gas LP, gas natural o combustibles alternos	HC, CO, CO <sub>2</sub> y O <sub>2</sub>

16. SEMARNAT



Tabla 7.2 Normas Oficiales Mexicanas y Gases de Efecto Invernadero  
continuación...

Norma	Título	Contaminantes normados
076-1995	Niveles máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustión de vehículos que usan gasolina, gas LP, gas natural y otros combustibles alternos de vehículos con peso bruto vehicular mayor a 3857 kg	HC, CO y NOx
<b>Fuentes fijas</b>		
075-1995	Niveles máximos de emisión de compuestos orgánicos volátiles de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo	COV
085-1994	Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles y que establece niveles máximos permisibles de partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno	PST, SO <sub>2</sub> y NOx
086-1994	Especificaciones de los combustibles fósiles que se usan en las fuentes fijas y móviles	S, Pb, Índice octano, aromáticos, olefinas y benceno
092-1995	Regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina	COV
093-1995	Método de prueba para determinar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores en gasolineras	COV
097-1995	Establece los límites permisibles de emisión de material particulado y óxidos de nitrógeno en los procesos de fabricación de vidrio	NOx

CO = monóxido de carbono, CO<sub>2</sub> = bióxido de carbono, Nox = óxidos de nitrógeno, HC = hidrocarburos, O<sub>2</sub> = oxígeno, PST = partículas suspendidas totales, COV = compuestos orgánicos volátiles

En el campo de las fuentes fijas destaca la norma NOM-085 que establece niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de diversos gases y de material particulado, bajo un esquema diferenciado de límites dependientes de la región en que se generen. El cumplimiento de esta norma puede resultar en la sustitución de combustóleo y otros combustibles sólidos por combustibles más limpios como gas natural y en la optimización de los procesos de combustión en la industria.

La NOM-086 ligada a la anterior, establece las características que deben reunir los combustibles derivados del petróleo para satisfacer las exigencias ambientales.



## VIII Estrategias, Políticas y Medidas de Reducción

Uno de los temas recurrentes en el debate internacional sobre cambio climático, es el diseño de medidas de mitigación, que se ven consolidadas con la implantación de proyectos específicos, para reducir emisiones GEI y aumentar la fijación de carbono en depósitos terrestres. El Gobierno de la Ciudad de México no tiene compromiso obligatorio en la reducción de estos gases, no obstante, ha establecido acciones a través de proyectos específicos, que contribuyen con esta causa.

El gobierno local, a través de la Secretaría del Medio Ambiente ha asumido la responsabilidad de coordinar los estudios en el área de diseño y establecimiento de proyectos en el tema. Dichos proyectos incluyen cambios en tecnologías, prácticas más eficientes, captura de carbono y políticas de mejoramiento, que impactan los sectores con mayor contribución de emisiones, de acuerdo a lo diagnosticado en el inventario local de GEI.

Para identificar las áreas y sectores con mayor potencial de reducciones de GEI, así como para seleccionar los proyectos de mitigación de estos gases –tanto potenciales como los que ya estaban en operación–, se utilizó el inventario local de emisiones GEI y se elaboró una metodología de jerarquización de proyectos. Posteriormente se procedió a la formulación y desarrollo de algunos de éstos, para el área urbana y el suelo de conservación del DF, con el fin de realizar acciones en materia de cambio climático desde la perspectiva de contribución de un gobierno local.

### 8.1 Programas y Proyectos en Ejecución

A continuación se presentan los programas y proyectos que se encuentran en ejecución y que ya aportan resultados de reducción de GEI, en el Anexo 4 se muestran los programas y proyectos potenciales, así como los que no cuentan aún con una cuantificación de sus beneficios en términos de GEI.

#### Transporte

##### Actualización del Programa Hoy No Circula (HNC)

En su origen, el HNC permitía retirar de circulación 450 mil vehículos diariamente, sobre un parque estimado de 2.5 millones de vehículos; en la actualidad, se estima que dejan de circular 240 mil vehículos por día, sobre un parque vehicular de alrededor de 3.2 millones de vehículos, por lo que de mantenerse la tendencia actual del programa, se tendrá que en 5 años sería obsoleto (dejaría de circular menos del 3% del parque vehicular).

Es por esto que tomando en cuenta la dinámica en la sustitución y uso del parque vehicular, así como en el incremento del mismo en la ZMVM, se requiere revisar periódicamente el Programa Hoy No Circula, para mejorar continuamente los niveles de emisiones contaminantes.

La actualización del HNC consiste en establecer nuevos criterios de exención que consideren los niveles de emisión de los vehículos, así como la edad de los mismos:



- Los nuevos vehículos podrán obtener el holograma doble cero y exentar el Programa Hoy No Circula.
- Los vehículos con menos de diez años de antigüedad que cumplan con los límites de emisión podrán obtener el holograma cero y exentar el Programa.
- Los vehículos con más de diez años de antigüedad podrán obtener el holograma uno si cumplen con los límites de emisión, por lo que dejan de circular un día a la semana.
- Los vehículos 1990 y anteriores sólo pueden obtener el holograma dos, por lo que también deberán de dejar de circular un día a la semana.

Con la propuesta para la modificación al HNC, al final del segundo semestre del 2004 dejarán de circular diariamente 30,000 unidades adicionales. En el 2005, se incorporarán 56,000 unidades año modelo 1994 y en el 2010, se habrán incorporado 170,000 vehículos.

En términos de Gases de Efecto Invernadero de seguir el programa en su estado actual, las reducciones pasarían de 282,935 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2001 a 31,601 toneladas en el 2012. Con la actualización del programa Hoy No Circula se tendrán reducciones adicionales por 13,224 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2004, hasta llegar a 175,272 toneladas anuales extras en el 2012.

El acumulado de 2004 a 2012 será de 1.0 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 1,7 millones de toneladas acumuladas Véase Tabla 8.1.

**Tabla 8.1 Programa Hoy No Circula, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Hoy No Circula												
Actual	282,935	259,140	235,576	211,588	187,839	164,377	141,243	118,473	96,100	74,150	52,644	31,601
Actualización del Programa				13,224	48,958	68,274	87,195	105,698	123,767	141,390	158,560	175,272
<b>TOTAL</b>	<b>282,935</b>	<b>259,140</b>	<b>235,576</b>	<b>224,812</b>	<b>236,797</b>	<b>232,651</b>	<b>228,437</b>	<b>224,171</b>	<b>219,867</b>	<b>215,540</b>	<b>211,204</b>	<b>206,873</b>

Conversión de Microbuses a Gas Natural Comprimido.

Como un primer acercamiento hacia el uso de tecnologías limpias en el transporte en la ZMCM, el Gobierno del Distrito Federal realizó el Programa de Conversiones a Microbuses que operan a Gasolina para operar a Gas Natural Comprimido (GNC).

Para llevar a cabo este programa, el 18 de septiembre del 2000 el Gobierno de Distrito Federal celebró el Convenio de Cooperación No. CMX 1000.01W con la Agencia Francesa de Desarrollo. Dicho programa consistió en la donación, a través del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial, de 1.4 millones de Euros para financiar la conversión a Gas Natural Comprimido de 860 microbuses que operaban a gasolina.

Al final del Programa (abril 2003), se realizaron 777 conversiones, mismas que fueron reembolsadas por el Fondo Francés. Gracias a las pruebas de emisiones realizadas en el IMP y considerando la vida útil de cada unidad así como el consumo de combustible promedio de las mismas, pudo determinarse que el Programa evitará la emisión de 13,057.99 ton y 10,110.07 ton de CO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>eq, respectivamente.



En términos de Gases de Efecto Invernadero las reducciones anuales serán de 11,454 toneladas de bióxido de carbono equivalente.

El acumulado de 2003 a 2004 será de 22,908 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 91,632 toneladas. Véase Tabla 8.2.

**Tabla 8.2 Conversión de Microbuses a Gas Natural Comprimido  
Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Conversión Microbuses a GNC	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454	11,454

### Renovación de Taxis.

El GDF ha instrumentado el Programa de Financiamiento para la Sustitución de Taxis en el Distrito Federal, el cual consiste en otorgar apoyo económico y crédito a los concesionarios de taxis modelo 1992 o anteriores para adquirir vehículos nuevos de cuatro puertas con mayor eficiencia. A la fecha se han sustituido 2,329 taxis. Es de destacar la chatarrización de las unidades retiradas, con los que se garantiza el beneficio ambiental completo del programa. La meta al final de el año es sustituir 3,000 unidades.

Los taxistas que han adquirido estas unidades se han visto beneficiados por la exención al programa Hoy No Circula. A pesar de lo limitado de los fondos existentes para apoyar a un mayor número de taxistas, la exención al HNC a operado como un detonador de renovación de este parque vehicular ya que hasta el momento hay cerca de 22,000 unidades renovadas por vehículos de cuatro puertas modelo 99 y posteriores.

En términos de Gases de Efecto Invernadero de seguir el programa de Sustitución de Taxis en su estado actual, las reducciones serán de 14,165 toneladas de bióxido de carbono equivalente anuales y de 103,873 toneladas adicionales por la sustitución inducida por el programa Hoy No Circula.

El acumulado de 2003 a 2004 será de 231,354 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 944,302 toneladas acumuladas. Véase Tabla 8.3.

**Tabla 8.3 Renovación de Taxis, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Sustitución de Taxis	9,443	14,165	14,165	14,165	14,165	14,165	14,165	14,165	14,165	14,165
Inducidos por el HNC	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873	103,873
<b>TOTAL</b>	<b>113,316</b>	<b>118,038</b>								



Servicios, Residencial y Comercial

Lámparas Ahorradoras en el Sector Residencial

Actualmente en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) no existe un programa en especial que se dedique a apoyar el reemplazo de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LCF), sin embargo existen proyectos de concientización a la población en materia de ahorro de energía a través de pláticas referentes a la guía "Buenas Prácticas Ambientales en el Hogar" dirigidas a aquellos que se están preparando para ser administradores de los edificios de vivienda a través de la Procuraduría Social de Distrito Federal.

Este apartado permite mostrar los ahorros por utilización de LCF en la ZMVM, tomando en cuenta las siguientes consideraciones: que en el año 2001, cada vivienda contaba en promedio con 5 lámparas, que una lámpara de cada 5 viviendas era LCF, que el ahorro promedio por reemplazar una lámpara incandescente por una LCF es de 50 W y que en promedio las horas de operación por día serían de 3.5 horas.

Con estas suposiciones se estima que las LCF instaladas en las viviendas representan el 4% del total de lámparas instaladas. Además se supone que para finales de 2012 el 80% de las lámparas instaladas en las viviendas será del tipo LCF.

En términos de Energía, los ahorros en el año 2001 fueron de 52,886 MWh al año y para el año 2012 serán de 1,308,373 MWh anuales.

En términos de Gases de Efecto Invernadero las reducciones pasarían de 34,487 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2001 a 853,190 toneladas para el 2012.

El acumulado de 2001 a 2004 es de 568,133 será de toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que de 2005 a 2012 el acumulado será de 4,648,064 toneladas. Véase Tabla 8.4.

Tabla 8.4 Lámparas Ahorradoras en el Sector Residencial, Reducciones de GEI (tCO2 equivalente/año)

Table with 12 columns (years 2001-2012) and 1 row of data for 'Lámparas Ahorradoras en el Sector Residencial' showing values from 34,487 to 853,190.

Conversión de Gas Licuado de Petróleo a Gas Natural en Viviendas

Hasta el año 2004 existen en el Distrito Federal 242,314 conectadas a la red de distribución de Gas Natural (GN), tan sólo de 2001 a 2004 se conectaron a la red 136, 581 viviendas. El tipo de vivienda que predominantemente se ha incorporado a la red es la que cuenta con estufa y calentador de agua a gas. De continuar la tendencia de los últimos años, para el año 2012 se tendrán 276, 526 viviendas con GN.



En términos de Gases de Efecto Invernadero las reducciones anuales durante 2004 son de 203,214 toneladas de bióxido de carbono equivalente y para el año 2012 serán de 223,353 toneladas

El acumulado de 2003 a 2004 será de 797,584 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 1,716,601 toneladas. Véase la Tabla 8.5.

**Tabla 8.5 Conversión de Gas Licuado de Petróleo a Gas Natural en Viviendas  
Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Viviendas con Gas Natural	242,134	245,292	248,445	251,592	254,735	257,871	261,000	264,122	267,236	270,341	273,438	276,526
Emisiones si tuvieran GLP	419,402	424,871	430,333	435,785	441,228	446,660	452,080	457,487	462,881	468,260	473,624	478,972
Emisiones con Gas natural	223,828	226,747	229,662	232,571	235,476	238,375	241,267	244,153	247,032	249,903	252,766	255,620
<b>Beneficio Neto</b>	<b>195,574</b>	<b>198,125</b>	<b>200,671</b>	<b>203,214</b>	<b>205,752</b>	<b>208,285</b>	<b>210,812</b>	<b>213,334</b>	<b>215,849</b>	<b>218,358</b>	<b>220,859</b>	<b>223,353</b>

Lámparas Ahorradoras en Comercios y de Servicios

En la Ciudad de México (Distrito Federal) en la actualidad no se lleva a cabo un programa especial del Gobierno del Distrito Federal enfocado a utilizar iluminación eficiente, sin embargo existen diferentes iniciativas a nivel Federal para reemplazar las lámparas fluorescentes T-12 por T-8 que son más eficientes.

En este apartado se presenta una estimación de los ahorros y reducción en emisiones de llevarse a cabo el reemplazo de lámparas en la Ciudad de México, en el sector Comercial y de Servicios, en dónde el 40% del consumo eléctrico corresponde a iluminación.

Los consumos de energía proyectados a 2012 se tomaron de la Prospectiva del Sector Eléctrico 2002-2012, tomando en cuenta un consumo del 2.7% para el Sector Comercios y Servicios del Distrito Federal, además se consideró que una lámpara fluorescente de potencia promedio T-12 al convertirse a T-8 se tendría un ahorro de 28.67 kWh/año. Se considera un nivel de penetración en el mercado de las lámparas T-8 de 5% para el 2001 y de 90% para el año 2012.

En términos de Energía, los ahorros en el año 2001 eran de 11,709 MWh/año y para el año 2012 serán de 491,706 MWh/año.

En términos de Gases de Efecto Invernadero las reducciones pasarían de 7,636 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2001 a 320,641 toneladas para el 2012.

El acumulado de 2001 a 2012 será de 1,806,572 toneladas de bióxido de carbono equivalente. Véase Tabla 8.6.



**Tabla 8.6 Sustitución de Iluminación en Comercios y Servicios, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

Año	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Consumo en el Sector Comercial y de Servicios (MWh/año)	3,261,234	3,254,267	4,534,839	4,716,792	4,985,550	5,272,992	5,606,523	5,967,756	6,365,817	6,786,045	7,225,227	7,608,164
Ahorro por lamparas T-8 (MWh/año)	11,709	43,139	85,286	114,891	149,111	186,978	229,926	277,867	331,737	391,305	456,736	491,706
Reducción de emisiones (tCO <sub>2</sub> eq/año)	7,636	28,131	55,615	74,920	97,236	121,928	149,935	181,197	216,326	255,170	297,837	320,641

## Gobierno

### Sistema de Administración Ambiental

El Sistema de Administración Ambiental (SAA) se estableció por la Administración Pública del Distrito Federal (APDF) a través de la Secretaría del Medio Ambiente y con apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) en donde se creó Comité del Sistema de Administración Ambiental de la APDF<sup>17</sup>.

El SAA es una forma de trabajo sistemática y documentada que tiene como objetivos estratégicos reducir el impacto negativo al medio ambiente provocado por las instituciones de la APDF y aumentar la cultura de responsabilidad ambiental de los funcionarios y empleados de la APDF. La manera en la que se reduce este impacto negativo al medio ambiente es teniendo eficiencia en las actividades administrativas y operativas gubernamentales, a través de acciones de uso eficiente de la energía y del agua; uso responsable de los materiales; y separación de residuos sólidos.

Desde 2001 hasta el mes de mayo del 2004 se han incorporado 25 edificios al SAA, en donde los diagnósticos de energía realizados incluyen dos tipos de acciones generales, aquellas que son de uso eficiente de la energía (y que no requieren inversión económica) y las que son de sustitución de equipos de iluminación. Los ahorros de energía reales alcanzados hasta el momento son: en uso eficiente de la energía de 201,223 kWh al año y en las acciones de sustitución de equipos de iluminación de 123,343 kWh anuales.

En términos de Gases de Efecto Invernadero y de seguir el programa con la sinergia actual, para la acción de uso eficiente de la energía, las reducciones pasarían de 74.6 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2003 a 584.18 toneladas para el 2012. En el caso de la sustitución de iluminación las reducciones pasarían de 21.8 toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2003 a 548.8 toneladas para el 2012.

El acumulado total de 2001 a 2004 es de 308.1 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que de 2005 a 2012 será de 5, 838 toneladas. Véase tabla 8.7.

<sup>17</sup>. Gaceta Oficial del Distrito Federal número 89, 24 de julio de 2001



**Tabla 8.7 Sistema de Administración Ambiental, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Acciones de uso eficiente de energía			74.60	131.22	187.84	244.46	301.08	357.70	414.32	470.94	527.56	584.18
Sustitución de iluminación			21.88	80.43	138.98	197.53	256.08	314.63	373.18	431.73	490.28	548.83

**Sustitución de Alumbrado Público**

La Ciudad de México cuenta con 345,000 luminarias de Alumbrado Público, que anualmente consumen 283 millones de kWh, generando con ello 190 mil toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el 2000.

El Gobierno del Distrito Federal ha impulsado programas de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en el Alumbrado Público, estas medidas incluyen la sustitución de lámparas envejecidas, cuyo consumo se incrementa con el tiempo, por lámparas modernas, sistemas atenuadores de iluminación, el mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones, la eliminación de pérdidas no técnicas, etc. La meta es lograr instalar 31,970 lámparas que representarán un ahorro de energía eléctrica por 11,301 MWh anuales.

Las reducciones anuales durante el año 2004 se estiman en 3,684 toneladas de bióxido de carbono equivalente y para el año 2008 serán de 7,369 toneladas.

El acumulado de 2003 a 2004 es de 9,283 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 65,635 toneladas, de alcanzare la meta establecida en el 2008, y continuar la misma tendencia el resto del tiempo. Véase Tabla 8.8.

**Tabla 8.8 Sustitución de Iluminación Pública, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Emisiones Alumbrado Público	194,820	180,392	182,551	184,736	186,951	189,199	191,482	193,801	196,158	198,553	201,071	203,651
Reducciones	993	1,842	2,763	3,684	4,606	5,527	6,448	7,369	8,290	9,211	10,132	11,053

**Residuos Sólidos Municipales**

**Programa de Separación de Residuos**

Durante el año 2000 el Distrito Federal generó alrededor de 12,000 toneladas diarias de residuos sólidos, o bien 4.2 millones de toneladas anuales. De este total, el 46% proviene de las viviendas, 29% de los comercios, 15% de los prestadores de servicios, 3% de giros especiales (unidades médicas, laboratorios, veterinarios, terminales terrestres, aeropuerto, vialidades, ceresos) y 6% de otros (áreas verdes, objetos voluminosos, materiales de construcción y reparaciones menores).

Los residuos sólidos depositados en los Rellenos Sanitarios emiten GEI debido al proceso llamado metanogénesis, a través del cual, gracias a la ausencia de oxígeno, ciertas



bacterias aprovechan el Carbón Orgánico Disponible en los materiales y lo transforman en Metano y Bióxido de Carbono, principales GEI.

Como resultado del procesos descrito, durante el 2000 se emitieron 3.6 millones de toneladas de Bióxido de Carbono equivalente al año, del cual 88% lo constituyo el Metano y el resto fue Bióxido de Carbono.

En la ZMVM el Carbón Orgánico Disponible proviene de cuatro fracciones de los Residuos cuya participación en peso se muestra en la Tabla.

La Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, publicada en la Gaceta del Distrito federal el 22 de abril de 2003, tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos así como la prestación del servicio público de limpia. El manejo de los residuos sólidos se deberá realizar adoptando medidas para la reducción de la generación, la separación en la fuente, la recolección selectiva y el adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos, así como promoviendo la reducción de la cantidad de los residuos sólidos que llegan a disposición final.

El Programa de Gestión Integral de Residuos para el Distrito Federal se propone atender los requerimiento de la Ley de Residuos Sólidos, con un horizonte temporal de aplicación que abarca del año 2004 al año 2008.

Bajo el contexto de manejo integral, la primera acción a desarrollar es la separación en la fuente de las fracciones orgánica e inorgánica y su recolección selectiva, actividades que involucran un esfuerzo importante por cambiar la actitud que actualmente tiene la población y de un cambio sustancial en el sistema de limpia del DF.

Al efectuar la separación la fracción orgánica se aprovechara en la elaboración de composta, entre otras fines, mientras que la fracción inorgánica se llevará a los sitios de disposición final. Así, la única fracción con Carbón Orgánico Disponible que irá a parar a los rellenos sanitarios será la del Papel y Textiles.

Las emisiones de GEI provenientes de los rellenos sanitarios son el resultado de la suma de las emisiones de los residuos colocados ahí durante muchos decenios y los cuales presentan un decaimiento exponencial en sus emisiones de acuerdo a su antigüedad.

Las emisiones de GEI del relleno sanitario se reducirán producto del Programa de Separación de Residuos, generándose el primer beneficio de 69,736 toneladas anuales de bióxido de carbono equivalente en el 2006. Para el 2012 la reducción será de 466,095 toneladas, el 10% la generación que se tendría ese año sin programa.

El acumulado de 2006 a 2012 será de 1,893,276 toneladas de bióxido de carbono equivalente. Véase Tabla 8.9.



**Tabla 8.9 Programa de Separación de Residuos, Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012
Emisiones Actuales	3,675,270	3,760,451	3,844,610	3,927,769	4,009,952	4,091,181	4,171,476	4,250,860	4,329,354	4,406,977	4,483,751	4,559,695
Emisiones con Separación	3,675,270	3,760,451	3,844,610	3,927,769	4,009,952	4,021,444	4,033,092	4,044,892	4,056,844	4,068,947	4,081,199	4,093,599
<b>Reducción Neta</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>69,736</b>	<b>138,385</b>	<b>205,968</b>	<b>272,510</b>	<b>338,030</b>	<b>402,552</b>	<b>466,095</b>

**Quema de Biogas en Relleno Sanitario Prados de la Montaña**

La operación del relleno sanitario Prados de la Montaña se efectuó desde julio de 1986 hasta julio de 1994, período durante el cual se depositaron aproximadamente 5,635,000 toneladas de RS. La operación se efectuó mediante celdas de disposición de tres metros de altura. El relleno alcanzó espesores máximos entre 15 y 44 metros de residuos al momento de su cierre.

El proceso de clausura comenzó suspendiendo la recepción de residuos en julio de 1994 e incluyó la construcción de una cubierta compuesta por las siguientes capas: material para nivelación, capa base de material arenosos (60 cm), capa de sello de material arcilloso (30 cm), capa contra erosión de material areno limoso (20 cm) y cubierta de tierra vegetal (20 cm). En la capa base se adicionó además un producto enzimático para aumentar su resistencia y disminuir su permeabilidad.

La clausura se complemento con la construcción de un sistema de extracción forzada de biogas, que incluye 112 pozos de extracción con profundidades entre 9 y 35 m., estos pozos están conectados mediante dos redes internas y una perimetral, todas ellas construidas sobre la cubierta final del relleno sanitario con tubería PVC de 6", 8" y 10" de diámetro, las cuales tienen una longitud acumulada de 5,650 m. Cada red de extracción cuenta con un equipo que incluye un soplador y una unidad de combustión con capacidad para 65 m<sup>3</sup>/min. para el caso de las redes interiores y de 17 m<sup>3</sup>/min. para la red perimetral.

La emisión de GEI del relleno sanitario se estimó en 56,451 toneladas anuales de bióxido de carbono equivalente durante 2001. Al quemarlo se tiene una emisión producto de la combustión de 6,040 toneladas. Así el beneficio neto resulta en 50,411 451 toneladas anuales de bióxido de carbono equivalente.

El acumulado de 2001 a 2004 será de 200,140 toneladas de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 388,469 toneladas acumuladas. Véase Tabla 8.10.

**Tabla 8.10 Quema de Biogas en Relleno Sanitario Prados de la Montaña Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
GEI emitidos en el Biogas	56,451	56,169	55,889	55,610	55,333	55,057	54,782	54,509	54,237	53,967	53,698	53,430
GEI emitidos en la Combustión	6,040	6,010	5,980	5,950	5,920	5,891	5,861	5,832	5,803	5,774	5,745	5,717
<b>Beneficio Neto</b>	<b>50,411</b>	<b>50,159</b>	<b>49,909</b>	<b>49,660</b>	<b>49,413</b>	<b>49,166</b>	<b>48,921</b>	<b>48,677</b>	<b>48,434</b>	<b>48,193</b>	<b>47,952</b>	<b>47,713</b>



## Normas Locales para Impulsar la Reducción de Emisiones de GEI

### Norma de Calentamiento Solar en Albercas.

El calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, chapoteaderos y de las instalaciones sanitarias que las acompañan se hace predominantemente mediante el uso de combustibles fósiles como Diesel, Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo, lo que produce gran cantidad de contaminantes tales como Partículas Suspendidas, Bióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Oxidos de Nitrógeno, Hidrocarburos; y Gases de Invernadero tales como Bióxido de Carbono, Metano y Oxido Nitroso. Por otro lado el uso de la energía solar para calentar el agua en esas instalaciones es técnica y económicamente factible. A la fecha existen numerosos sistemas comerciales que han sido aplicados exitosamente en numerosas instalaciones, generando ahorros económicos al reducir de manera importante el uso de combustibles y minimizando significativamente las emisiones a la atmósfera producto de la utilización de combustibles.

El objeto de la Norma de Calentamiento Solar en Albercas es regular la incorporación de sistemas de captación y utilización de energía solar activa de baja temperatura para la producción de agua caliente en albercas en el Distrito Federal.

Los beneficios en términos de GEI al instalar equipos de calentamiento solar en 10 albercas semiolímpicas que actualmente utilicen diesel n sus calderas, serán de 3,450 toneladas de bióxido de carbono equivalente del año 2004 al 2006 y de 6,000 tonelada del 2005 al 2012. Véase tabla.

Tabla. Reducción en Emisiones de GEI debidas a la Norma de Calentamiento en Albercas (ton CO<sub>2</sub> equiv)

**Tabla 8.11 Norma de Calentamiento Solar en Albercas  
Reducciones de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Reducciones	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150	1,150

## Suelo de Conservación

### Reforestación rural

Este programa se llevó a cabo en parte gracias a la ayuda del Fondo de Cooperación Económica Japonesa para el Exterior. Durante el Programa se realizaron reforestaciones con especies nativas en el suelo de conservación, cubriendo una superficie de 30,200 hectáreas en su primera etapa. Posterior a la reforestación se realiza mantenimiento, monitoreo y evaluación a las áreas reforestadas.

Uno de los beneficios ambientales de este programa, es la captura de carbono, que durante el período 2000-2004 representa 630,640 tonelada de bióxido de carbono equivalente, y para el período 2005-2012 serán 1,085,312 toneladas, tal como se muestra en la Tabla 8.12.



**Tabla 8.12 Reforestación Rural  
Captura de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Reforestación Rural	87,984	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664	135,664

Prevención y combate de incendios forestales

El énfasis en este programa consiste en prevenir, controlar y abatir los incendios forestales, evitando la emisión de GEI. Existen causas de origen antropogénico que se identifican como los causantes de incendios forestales, tales como: la quema de pasto para la obtención de rebrote para alimento de ganado, la limpieza de terrenos agrícolas para el cultivo, fogatas, cigarros, vandalismo, etc.

Se han realizado acciones para mejorar la prevención y combate de incendios forestales en el suelo de conservación, dentro de ellas se encuentran: el incremento en la fortaleza de la capacidad de coordinación institucional, aplicación de las técnicas y procedimientos de inspección y vigilancia, implantación de programas específicos de capacitación especializada y entrenamiento, aplicación periódica de prácticas físicas: chaponeo, apertura de brechas, limpieza de brechas, acondicionamiento de caminos, quemas preescritas, líneas negras, poda, entre otras.

El beneficio ambiental de este programa consiste en evitar emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera, que durante el período 2001-2004 representa 35,424 toneladas de bióxido de carbono equivalente, y para el período 2005-2012 serán 70,848 toneladas, tal como se muestra en la Tabla 8.13.

**Tabla 8.13 Prevención y Combate de Incendios Forestales  
Emisiones Evitadas de GEI (tCO<sub>2</sub> equivalente/año)**

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Emisiones 1998 - 2002	24,798	2,463	5,840	2,212	2,143	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Línea Base	24,798	2,463	5,840	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033	11,033
Escenario Emisión	-	-	-	-	-	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177	2,177
Reducción	-	-	-	8,821	8,891	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856	8,856

Programa de Sustitución de Eucalipto por especies adecuadas a la Ciudad de México 2003-2030

Se tiene proyectado retirar aproximadamente 9 millones de eucaliptos para sustituirlos con cerca de 50 especies nativas y no nativas de la Cuenca del Valle de México, que han probado su pertinencia y adaptación a las condiciones ambientales urbanas. Para dicho programa se proyecta para el 2006, un retiro aproximado de 300 mil árboles de alto riesgo en vialidades, Unidades Habitacionales, áreas de alta concentración de población.



## **8.2 Estudio de Caso: Comercialización de la Reducción de Emisiones de GEI Obtenida por la Implantación de los Corredores de Transporte Público Masivo de Pasajeros en las Avenidas Insurgentes y Eje 8 Sur**

El Gobierno de la Ciudad de México se ha propuesto como meta la implantación de un Sistema de Corredores Estratégicos de Transporte Público Masivo por Autobús (Conocidos como BRT's a nivel mundial), que en una primera fase pretende cubrir dos vialidades de la Ciudad: la Avenida de los Insurgentes y el Eje Ocho Sur. Resulta imprescindible resaltar que en este proyecto se considera la variable ambiental como un elemento sustantivo del diseño; por ello, se han realizado todas las consideraciones necesarias para estimar sus impactos ambientales, además de los sociales, financieros y técnicos.

Estos Corredores de Transporte Público integran en su diseño diversos aspectos técnicos, institucionales, organizacionales, tecnológicos, jurídicos y urbanos para poder ofrecer a los usuarios del transporte público una opción cómoda, segura, eficiente y confiable de transportación que a su vez, permita a los diversos actores involucrados una participación ordenada, sistemática y clara, donde los intereses de cada cual son garantizados con base en una definición clara de compromisos y responsabilidades dentro del sistema.

En este nuevo sistema, el usuario adquiere una tarjeta inteligente precargada con un monto específico de recursos que le permiten entrar a las estaciones de ascenso y descenso una vez que ha acercado su tarjeta a los mecanismos lectores y estos han corroborado que su saldo es suficiente para cubrir el peaje. Las estaciones de ascenso y descenso se ubican estratégicamente en sitios específicos, con el fin de concentrar la demanda de pasajes y evitar que los autobuses realicen paradas en cualquier punto del Corredor; a su vez, se confina un carril de la vialidad para destinarlo al uso exclusivo de los autobuses del sistema, lo que permite programar la frecuencia del servicio y garantizar al usuario los itinerarios de paso. Los autobuses del sistema pueden llevar hasta 160 pasajeros a velocidades promedio superiores a 20 km/hr , lo que permite reducir la flota de autobuses. En este sistema ya no se requiere que el conductor del autobús realice funciones de recaudo del peaje y además, el tiempo de parada para el ascenso y descenso de los autobuses es muy reducido, ya que el usuario no tiene que subir o bajar escalones, pues la plataforma de la estación tiene el mismo nivel que el piso del autobús y además puede entrar o salir del mismo por tres amplias puertas. Adicionalmente, en el Corredor se retira la oferta de transporte público tradicional, a fin de que en el Corredor la oferta sea única y por lo tanto, toda la demanda de pasajes sea captada por el nuevo sistema.

La eficiencia organizacional es factor clave para la eficiencia del sistema en conjunto, por lo que el diseño de nuevos organismos y contratos, permite delimitar la responsabilidad de cada uno de los actores en el sistema; existe un Organismo Público que planea, gestiona, supervisa y modera a los diversos actores del sistema; los operadores del servicio son empresas privadas que han adquirido los autobuses articulados y han firmado un contrato con el Organismo Público para la prestación del servicio en el corredor conforme a reglas de operación y calidad del servicio muy claramente establecidas; una empresa privada hace el financiamiento, suministro y operación de la plataforma tecnológica para el uso de tarjeta inteligente como medio de pago del peaje y



por último, se integra un fideicomiso que se encarga de la administración de los ingresos totales del sistema y su reparto entre los diversos actores conforme a los contratos y reglas preestablecidas. Todo lo anterior se hace posible sólo con ajustes al marco jurídico sobre la prestación del servicio público de transporte en la Ciudad de México.

Al poner todos los elementos anteriores en marcha, tenemos como resultado que las emisiones de contaminantes criterio y de Gases de Efecto Invernadero se reducen de manera significativa con relación a lo que actualmente se emite con el sistema tradicional de transporte público. Con ello el indicador de emisión por pasajero por kilómetro recorrido favorece al proyecto y puede ser considerado como un proyecto ambientalmente favorable.

El reto se presentó al buscar la metodología que permitiera realizar las estimaciones de las reducciones de contaminantes a la atmósfera que alcanzaría el proyecto y del mismo modo, la metodología que permitiera monitorear y certificar dichas reducciones. Dado que este proyecto ha sido financiado por Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF por sus siglas en inglés) a través del Banco Mundial, se facilitó llegar a la conclusión que no existía metodología alguna para este tipo de requerimientos, por lo que fue necesaria la colaboración de diversas instituciones y organismos para el diseño una metodología específica y que pudiera ser replicable para cualquier proyecto similar.

El primer factor clave en el desarrollo de esta metodología fue el manifiesto de interés del Fondo Prototipo de Carbono (PCF por sus siglas en inglés) para adquirir la reducción de emisiones de GEI que se obtendría del proyecto; de allí que se facilitó la integración de un grupo de trabajo con la participación de expertos de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, el Banco Mundial, el Instituto para los Recursos Mundiales (WRI por sus siglas en inglés) y se contrato a diversas firmas de consultoría con experiencia en el desarrollo metodológico para requerimientos similares.

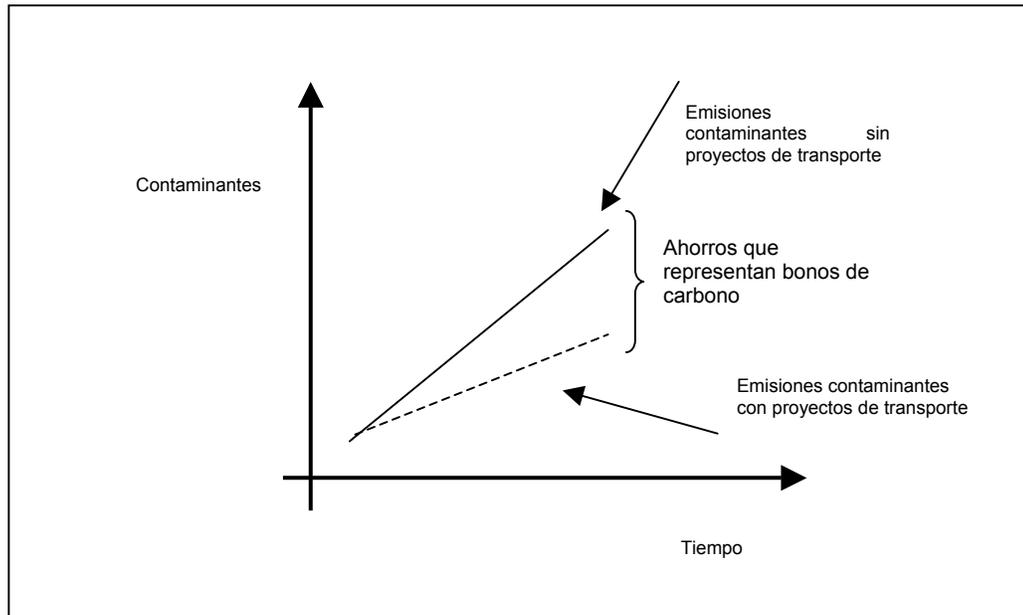
El resultado ha sido una metodología que se describe de manera sucinta y que ahora forma parte del primer documento que se ha sometido a la aprobación del PCF, el Documento Conceptual del Proyecto (PCN por sus siglas en inglés).

Para estimar las emisiones del año base –2003– de las líneas base, se cuantificaron y simularon las emisiones de contaminantes locales y de GEI, con análisis segmentados por tramos en vialidades con base en los indicadores: número de pasajeros, tipo de vehículos, tráfico, tipo y consumo de combustibles, distancia recorrida, equipos anticontaminantes, vehículo-km, pasajero-km y velocidad.

En la siguiente gráfica se muestran las líneas base: una sin considerar el proyecto y la otra considerándolo, con las cuáles se pueden visualizar las reducciones de emisiones. Cabe mencionar que para ambas se tomó en cuenta el crecimiento poblacional.



Figura 8.1 Comparación de las líneas base con proyecto y sin proyecto



Todos los escenarios que se presentan con nomenclatura “A” corresponden a la línea base, es decir, la proyección de emisiones sin proyecto. Los escenarios de nomenclatura “E” corresponden a la implantación sólo del Corredor en Eje 8, mientras que los escenarios de nomenclatura “F” incluyen la realización de ambos proyectos.

La metodología usada para la elaboración de la línea base del proyecto consistió en: especificar el modelo matemático, definir el área de influencia para la aplicación del modelo; disponer de un diagnóstico técnico de los vehículos de transporte público y privado; definir los factores de emisión; y elaborar reportes de las reducciones de emisiones y auditorías. Véase Anexo 5

A continuación se muestran algunos resultados representativos de emisiones de contaminantes locales y GEI, obtenidos para el proyecto de corredores de transporte, para cada escenario, considerando la inclusión del proyecto y la ausencia de éste, para el año base 2003 y los años 2008, 2010, 2013 y 2017. En ambos casos se consideraron los vehículos articulados Euro III.



Tabla 8.14 Emisiones de GEI para distintos escenarios del año 2003 al 2017

Emisiones (ton/año)	2003A	2008A	2010A	2013A	2017A
CO <sub>2</sub>	10,558,728	12,116,903	12,659,154	13,385,574	14,192,112
CH <sub>4</sub>	2,381	2,745	2,877	3,059	3,273
N <sub>2</sub> O	90	93	97	103	117

Emisiones (ton/año)		2008E	2010E	2013E	2017E
CO <sub>2</sub>		11,921,151	12,416,614	13,159,786	14,150,702
CH <sub>4</sub>		2,721	2,843	3,026	3,270
N <sub>2</sub> O		93	97	103	110
Ahorros (ton)					
CO <sub>2</sub>		195,752	242,541	225,788	41,409
CH <sub>4</sub>		24	33	33	3
N <sub>2</sub> O		0	0	1	6

Emisiones (ton/año)		2008F	2010F	2013F	2017F
CO <sub>2</sub>		11,903,791	12,359,445	13,042,919	13,954,224
CH <sub>4</sub>		2,734	2,849	3,021	3,251
N <sub>2</sub> O		94	97	102	110
Ahorros (ton)					
CO <sub>2</sub>		213,112	299,709	342,655	237,887
CH <sub>4</sub>		12	28	37	22
N <sub>2</sub> O		0	0	1	7

A = Escenario sin tomar en cuenta el proyecto de corredores

E = Escenario incluyendo tarifa plana integrada de \$3.50 sin la integración con el proyecto en Insurgentes

F = Escenario incluyendo tarifa adicional para alimentación de \$3.50 + \$0.80, con la integración del proyecto en Insurgentes



**Tabla 8.15 Emisiones de contaminantes locales para distintos escenarios del año 2003 al 2017**

<b>Emisión (ton/año)</b>	<b>2003A</b>	<b>2008A</b>	<b>2010A</b>	<b>2013A</b>	<b>2017A</b>
HCT	95,875	109,984	114,641	120,611	126,596
CO	915,781	1,041,443	1,085,905	1,154,917	1,253,303
NO <sub>x</sub>	46,067	51,280	52,896	55,637	59,596
PM <sub>10</sub>	862	939	965	1,000	1,039

<b>Emisión (ton/año)</b>	<b>2008E</b>	<b>2010E</b>	<b>2013E</b>	<b>2017E</b>
HCT	109,354	113,543	119,827	125,811
CO	1,035,161	1,079,207	1,146,387	1,234,922
NO <sub>x</sub>	51,020	52,442	55,346	58,498
PM <sub>10</sub>	932	956	993	1,043
Ahorros (ton)				
HCT	629	1,098	785	785
CO	6,282	6,698	8,530	18,381
NO <sub>x</sub>	260	454	291	1,098
PM <sub>10</sub>	7	9	7	7

<b>Emisión (ton/año)</b>	<b>2008F</b>	<b>2010F</b>	<b>2013F</b>	<b>2017F</b>
HCT	109,588	113,477	119,311	125,295
CO	1,037,248	1,079,064	1,141,858	1,225,518
NO <sub>x</sub>	50,985	52,548	54,965	58,119
PM <sub>10</sub>	927	949	983	1,028
Ahorros (ton)				
HCT	396	1,164	1,301	1,301
CO	4,195	6,841	13,059	27,785
NO <sub>x</sub>	294	348	672	1,476
PM <sub>10</sub>	12	16	17	11

A = Escenario sin tomar en cuenta el proyecto de corredores

E = Escenario incluyendo tarifa plana integrada de \$3.50 sin la integración con el proyecto en Insurgentes

F = Escenario incluyendo tarifa adicional para alimentación de \$3.50 + \$0.80, con la integración del proyecto en Insurgentes



### 8.3 Metodología para la Jerarquización de Proyectos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en la Ciudad de México

Esta metodología se desarrolló con el objetivo de determinar el grado de importancia de los proyectos en la contribución a la mitigación de GEI y por lo tanto en el desarrollo sustentable de la ciudad. La metodología funcionó como una herramienta para ordenar de manera jerárquica, la amplia gama de proyectos de mitigación de GEI que tenían posibilidad de instaurarse en la Ciudad de México y con ello mejorar la estrategia de implantación de dichos proyectos.

La base académica y bibliográfica de esta metodología se sustenta en los trabajos de Kepner y Tregoe, y ha sido adaptada a los requerimientos de planeación de esta ELACDF, de tal modo que la metodología hace uso de ocho fases principales que de manera ordenada y sistemática, permiten obtener una lista jerarquizada de los proyectos considerados y a su vez, es flexible ante la posibilidad de incorporar nuevos proyectos.

Enseguida se describen cada una de las fases:

**1. Requisitos sustantivos de los proyectos.** La definición de estos requisitos permite focalizar el esfuerzo de jerarquización sólo en los proyectos que cumplan con los requerimientos elementales para ser evaluados; los proyectos que no cumplan con alguno de estos requisitos sustantivos, deberán ser descartados de la lista. Estos requisitos sustantivos determinan la lista de proyectos que se jerarquizarán.

**2. Requisitos deseables de los proyectos.** En esta fase se parte de las características ideales de un proyecto que cumpliría de manera totalmente efectiva con los objetivos planteados en la ELACDF, con lo que se puede tener una lista de atributos que serán los requisitos deseables para cada uno de los proyectos de la lista obtenida en la fase anterior. En esta fase se desarrolla un proceso analítico de los principales instrumentos político – administrativos y de planeación para conocer con detalle los objetivos que se persiguen y por ende, las características ideales de los proyectos. Por lo anterior, esta fase determina una lista de requisitos deseables para los proyectos que se jerarquizarán.

**3. Peso relativo de cada requisito deseable.** Dado que no todos los requisitos deseables de la lista obtenida en la fase anterior contribuyen en la misma medida al cumplimiento efectivo de los objetivos de la ELACDF, debe establecerse un nivel de importancia de cada uno de estos requisitos, a través de un peso específico de cada uno de estos, relativo al peso de los demás. Así, esta fase nos determina el peso relativo de cada uno de los requisitos deseables.

**4. Escalas de valor.** Implica definir el rango de valor en cada requisito deseable sobre el que se evaluará a cada uno de los proyectos; se entiende que la dispersión de valores para cada proyecto ante cada requisito puede ser muy diferente, por lo que se hace necesaria una escala de valor ante cada requisito deseable. En este caso es importante saber el nivel de conocimiento que tiene el evaluador para generar una escala acorde con ello. Si los expertos participantes en la evaluación cuentan con un amplio nivel de información y conocimiento, el rango puede ser muy amplio y el discriminante de la escala de valor muy pequeño.



**5. Consulta a expertos sobre los requisitos deseables y sus pesos.** Expertos en el tema deberán establecer la jerarquía de cada uno de los requisitos deseables a través de una ponderación de los mismos. Esto se logra mediante un ejercicio de jerarquización por el grado de importancia, donde cada experto le asigne un valor al criterio deseable y posteriormente se asignen valores unitarios para cada posición del orden con una variación discreta en orden ascendente de menor a mayor importancia, sumándose al final dichos valores para cada criterio, resultando un peso relativo de cada criterio.

**6. Evaluación de los proyectos ante los requisitos sustantivos y deseables.** Se forma un grupo de expertos sobre el tema y se les entrega la información necesaria para que realice el proceso de evaluación, la escala de valor y las reglas para el uso del discriminante. Cabe aclarar que los proyectos, sólo deben calificarse si estos cumplen con los requisitos sustantivos.

**7. Integración de la lista de proyectos.** Se integra una lista extensa de todos los proyectos que podrían mitigar la emisión de GEI, para someterlos al proceso de jerarquización.

**8. Sistematización del proceso de jerarquización.** Con una hoja de cálculo como principal herramienta se sistematiza la información y la metodología. En primer término se elaboran fichas de información de cada uno de los proyectos, cubriendo para cada uno, aspectos técnicos, económicos, ambientales, de implantación etc. Se desarrolla también un conjunto de notas ligadas a los criterios, sus pesos, la escala y el discriminante y por último, se inserta el algoritmo de jerarquización para obtener el resultado de la jerarquización.

## Resultados obtenidos

### A. Determinación de los criterios de jerarquización

Primero se definieron dos requisitos sustantivos:

- Que el proyecto siguiera los lineamientos del Plan de Desarrollo del Distrito Federal, del Programa de Protección Ambiental del DF y del PROAIRE 2002–2010
- Que la reducción de GEI fuera cuantificable al menos con las herramientas con que se contaba para estos fines

Con relación a los criterios deseables, se buscó que incluyeran en suma aspectos económicos, sociales y ecológicos, así como la reducción de contaminantes, dado la instrumentación del proyecto. Estos aspectos proporcionarían los fundamentos esenciales para contar con una evaluación integral de los proyectos. Los criterios seleccionados fueron:

- a) Máximos impactos locales. En éste se consideró que el proyecto contribuyera en forma significativa en la reducción de emisiones de contaminantes locales.
- b) Mínimas barreras sociales para la implantación. En este aspecto se evaluó la buena o mala aceptación de los actores sociales involucrados en el proyecto para su implantación.



- c) Mínimas barreras sociales para la continuidad. Se evaluaron los distintos problemas que pudieran existir por parte de los actores involucrados en la continuidad del proyecto.
- d) Sustentabilidad. Se evaluó que el proyecto generara beneficios económicos, sociales y ambientales que conllevarían a un desarrollo sustentable de la ZMVM.
- e) Capacidad institucional para esquemas de financiamiento. Se evaluó primordialmente que las instituciones involucradas en el proyecto tuvieran las capacidades adicionales para diseñar y poner en marcha esquemas alternativos de financiamiento (recursos de inversión, crédito externo, donaciones, socios financieros, etc).
- f) Disponibilidad de información para determinar la viabilidad técnica. En este punto se evaluó la cantidad de información existente para determinar la viabilidad técnica del proyecto.
- g) Viabilidad del esquema de control (monitoreo y verificación). En este criterio se evaluó que el monitoreo pudiera realizarse de manera ágil, eficiente y sin mayores complicaciones.
- h) Mayores reducciones de GEI. Se realizó la evaluación y comparación de cada uno de los proyectos considerados, asignándole una calificación más elevada, al que contribuyera en mayor grado a las reducciones de GEI.
- i) Disponibilidad de información para el cálculo de indicadores económicos. Se evaluó qué tanta información existía para el cálculo de los indicadores económicos del proyecto.

## **B. Pesos Relativos de los Requisitos deseables**

Con base en las etapas 3 y 6 de la metodología, con el fin de determinar el peso relativo de los 9 criterios mencionados y asignarles una calificación a los proyectos ante cada uno de estos criterios, se llevó a cabo en junio de 2002, un taller de jerarquización de proyectos con la participación de diversos funcionarios de la SMA, conocedores del tema.

Los participantes le asignaron un valor de importancia a cada criterio en una escala del 1 al 10, con lo que se obtuvo la calificación final. Véase la Tabla 8.14



**Tabla. 8.16 Requisitos deseables y pesos relativos para la jerarquización de proyectos**

Requisito deseable	Peso relativo
a) Máximos impactos locales	9.3
b) Mínimas barreras sociales para la implantación	8.2
c) Mínimas barreras sociales para la continuidad	7.9
d) Sustentabilidad	9.5
e) Capacidad institucional para esquemas de financiamiento	8.0
f) Disponibilidad de información para determinar la viabilidad técnica	8.0
g) Viabilidad del esquema de control (monitoreo y verificación)	7.8
h) Mayores reducciones de GEI	9.9
i) Disponibilidad de información para el cálculo de indicadores económicos	7.2

### C. Determinación de los proyectos a considerar

Se tomaron en cuenta los proyectos de los distintos sectores, incluidos en el PROAIRE 2002–2010, en el Programa de Protección Ambiental del DF 2002-2006 y en otros instrumentos político-administrativos del GDF. Para la revisión de los mismos se tomó en cuenta: la buena disposición política para su implantación, la medición de contaminantes generados a la atmósfera, la medición de las reducciones de emisiones de GEI dada la implantación del proyecto, el costo estimado de la inversión y los beneficios ambientales que aportarían.

De la lista de proyectos mencionados en el punto 8.2, se seleccionaron veinte que se consideraron representativos de cada sector. Los proyectos seleccionados fueron los siguientes:

#### Sector Transporte:

1. Sustitución del transporte de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad
2. Ampliación de la red de trolebuses y tren ligero
3. Localización de taxis en bases
4. Renovación de autobuses de la red de transportes de pasajeros
5. Introducción de vehículos eléctricos
6. Renovación de autobuses de la red de transportes de pasajeros de baja capacidad
7. Fomento del uso de combustibles alternativos en vehículos del sistema de transporte público de pasajeros
8. Corredores de Transporte
9. Programa integral para el Transporte Público de Carga



Sector Público:

10. Ahorro y uso eficiente del agua en viviendas del Distrito Federal
11. Incorporación de sistemas ahorradores de agua e iluminación eficiente en construcción de viviendas nuevas y remodelación de viviendas apoyadas por el GDF
12. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua en construcción de viviendas nuevas apoyadas por el GDF
13. Programa de ahorro de energía en alumbrado público
14. Generación eléctrica mediante la incineración de basura
15. Generación eléctrica mediante microhidroelectricidad

Sector Industria:

16. Reconversión energética en la industria
17. Promoción del uso de energía solar en sustitución de combustibles fósiles

Suelo de Conservación:

18. Contención del crecimiento de la mancha urbana en el área rural de la ZMVM
19. Reforestación Rural
20. Prevención y combate de Incendios Forestales

#### D. Jerarquización de los proyectos

Para la sistematización del proceso de jerarquización, los datos de las fases A, B y C fueron integrados en un programa sobre una hoja de cálculo, el cual facilitó la jerarquización de los proyectos. Véase Anexo 6 "*Hoja de cálculo para la jerarquización*".

Este programa contiene vínculos que permiten ver las características de los proyectos considerados para la evaluación, generando una visión más amplia para los expertos evaluadores, los datos que se consideraron para describir los proyectos fueron: nombre, objetivo general, descripción y alcances, actores involucrados, periodo de ejecución y vida útil. Véase Anexo 4 "*Fichas técnicas de los proyectos*".

Asimismo, los criterios seleccionados contienen notas que explican las consideraciones de cada criterio y la forma en la cual deben ser evaluados.

Para la realización de la evaluación, cada experto consideró un rango de 0 a 10, donde el 0 y 10 significan una nula y buena contribución del proyecto respectivamente.

La calificación total de cada proyecto se obtuvo a través de la suma de los productos entre el valor de la calificación otorgada por el evaluador a cada criterio y el valor definido para el criterio o indicador de eficiencia.

Como resultado se obtuvo una evaluación final, que permitió definir la importancia de cada proyecto y la jerarquización del mismo. Los proyectos que resultaron mejor evaluados de los veinte que se calificaron fueron:



1. Renovación de autobuses de la red de transportes de pasajeros y el servicio
2. Programa integral para el Transporte Público de Carga
3. Corredores de Transporte
4. Ahorro y uso eficiente del agua en viviendas del DF
5. Incorporación de sistemas ahorradores de agua e iluminación eficiente en construcción de viviendas nuevas y remodelación de viviendas apoyadas por el GDF
6. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua en construcción de viviendas nuevas apoyadas por el GDF
7. Prevención y combate de incendios
8. Reforestación Rural



## Siglas, unidades de medida y abreviaturas

**CO<sub>2</sub>**: Bióxido de carbono  
**CH<sub>4</sub>**: Metano  
**CO**: Monóxido de carbono  
**COT**: Compuestos orgánicos totales  
**N<sub>2</sub>O**: Oxido nitroso  
**HFCs**: Hidrofluorocarbonos  
**PFCs**: Perfluorocarbonos  
**SF<sub>6</sub>**: Hexafluoruro de azufre

**AMCM**: Área metropolitana de la Ciudad de México  
**AIE**: Agencia Internacional de Energía  
**ANP**: Área Natural Protegida  
**APDF**: Administración pública del Distrito Federal  
**CAM**: Comisión Ambiental Metropolitana  
**CC**: Cambio climático  
**CCA**: Comisión de Cooperación Ambiental  
**CEPAL**: Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
**CFE**: Comisión Federal de Electricidad  
**CMNUCC**: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático  
**CONABIO**: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad  
**CONAFOR**: Comisión Nacional Forestal  
**COP1**: Primera sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP3**: Tercera sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP4**: Cuarta sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP5**: Quinta sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP6**: Sexta sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP7**: Séptima sesión de la Conferencia de las Partes  
**COP9**: Novena sesión de la Conferencia de las Partes  
**CONAPO**: Consejo Nacional de Población  
**DF**: Distrito Federal  
**EDUSAT**: Sistema de televisión educativa  
**ELAC**: Estrategia Local de Acción Climática  
**ELACDF**: Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal  
**ECOCE**: Ecología y Compromiso Empresarial  
**FIMEVIC**: Fideicomiso de Mejoramiento de Vialidades de la Ciudad  
**GDF**: Gobierno del Distrito Federal  
**GEI**: Gases de efecto invernadero  
**GEM**: Gobierno del Estado de México  
**G-8**: Grupo de los ocho  
**GLP**: Gas licuado de petróleo  
**GNC**: Gas natural comprimido  
**GTEA**: Grupo de Trabajo de Educación Ambiental  
**HNC**: Programa Hoy No Circula



**IMP:** Instituto Mexicano del Petróleo  
**INE:** Instituto Nacional de Ecología  
**INEGI:** Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática  
**INVI:** Instituto de la Vivienda  
**IPCC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas  
**LGEPA:** Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección Ambiental  
**LULUCF:** Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (Land use, land-use change and forestry)  
**MDL:** Mecanismo de Desarrollo Limpio  
**Mton:** Millón de toneladas  
**NAFIN:** Nacional Financiera  
**NOM:** Norma Oficial Mexicana  
**OCDE:** Organización de Cooperación y Desarrollo Económico  
**OLADE:** Organización Latinoamericana de Energía  
**ONU:** Organización de las Naciones Unidas  
**PCF:** Prototype Carbon Fund  
**PET:** Tereftalato de polietileno  
**PJ:** Petajoule  
**PK:** Protocolo de Kioto  
**PREMIA:** Programa Rector Metropolitano Integral de Educación Ambiental  
**PROAIRE:** Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010  
**PROFEPA:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente  
**PUEC:** Programa Universitario de Estudios de la Ciudad, UNAM  
**RS:** Residuos Sólidos  
**RTP:** Red de Transporte Público  
**SAA:** Sistema de Administración Ambiental  
**SCT:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes  
**SEDECO:** Secretaría de Desarrollo Económico del GDF  
**SEDUVI:** Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda  
**SEGEM:** Secretaría de Ecología del Estado de México  
**SEMARNAT:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales  
**SENER:** Secretaría de Energía  
**SETRAVI:** Secretaría de Transporte y Vialidad del GDF  
**SHCP:** Secretaría de Hacienda y Crédito Público  
**SIG:** Sistemas de Información Geográfica  
**SMA:** Secretaría del Medio Ambiente del GDF  
**SSP:** Secretaría de Seguridad Pública del GDF  
**STC Metro:** Sistema de Transporte Colectivo Metro  
**STE:** Sistema de Transportes Eléctricos  
**TPA:** Temperatura promedio de la atmósfera  
**UE:** Unión Europea  
**UNEP:** United Nations Environment Programme  
**USAID:** Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional  
**VM:** Valle de México  
**ZMCM:** Zona Metropolitana de la Ciudad de México



## Referencias

- ❖ ANAM(Panamá), *Primera comunicación sobre cambio climático*, 2000.
- ❖ SENER, *Balance Nacional de Energía 2001, 2002*
- ❖ City. SENES Consultants Limited. Environmental Technology Centre. Cal y Mayor y Asociados, *Base Line Methodology. Greenhouse Gas Emissions from the Transportation Sector – Mexico*.
- ❖ Centro de Tecnología Nuclear, (Cuba), *Opciones de Mitigación del cambio climático en el sector residencial*, 1999.
- ❖ Céspedes, *Después de Kioto. México y el Cambio Climático. México*. 1998
- ❖ CMNUCC, *Problemática de mitigación del cambio climático y sus impactos*, 2001.
- ❖ Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992.
- ❖ GDF. *Estudios y Técnicas Especializadas en Ingeniería, SA de CV, Diseño Operacional, Reducción de Emisiones Contaminantes y Evaluación Económica y Financiera del Corredor Estratégico Eje 8 Sur*. 2004
- ❖ GDF, 2000, *La Ciudad de México hoy (Bases para un diagnóstico)*.
- ❖ G. Tyler Miller, JR, *Ecología y Medio Ambiente*, Grupo Editorial Iberoamérica, 1994.
- ❖ INEGI/GDF, *Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana*, 2000.
- ❖ Intergovernmental Panel on Climate Change, *Working Group II Third Assessment Report*, Cambridge University Press, Edición I, Inglaterra, 2001.
- ❖ Instituto Nacional de Ecología. *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-98*, 2000.
- ❖ Jáuregui, E., *El Clima de la Ciudad de México. Temas Selectos de Geografía:Textos Monográficos (Urbanización)*. Ed. Plaza y Valdés, 2000, P. 130.
- ❖ Juste Ruiz, *Derecho Internacional del Medio Ambiente*, McGraw-Hill, 2000.
- ❖ Kepner y Tregoe. *El Nuevo directivo racional*, McGraw Hill, México, 1989.
- ❖ *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (publicada en Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril del 2003)*.



- ❖ *Martínez O., M.C., H.V. Libreros, A. M Quiñones, J. L. Montesillo, R.I. López, G. A. Ortiz, Gestión del Agua en el Distrito Federal: Retos y Propuestas. Programa Universitario de Estudios de la Ciudad, 2004. Ed. UNAM. pp. 200.*
- ❖ *Norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/93, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.*
- ❖ *Norma ambiental para el Distrito Federal NADF-002-RNTA-2002, que establece las condiciones para la agricultura ecológica en el suelo de conservación del Distrito Federal.*
- ❖ *Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Programa de Protección Ambiental del D.F. 2002-2006.*
- ❖ *Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010*
- ❖ *Dirección de Educación Ambiental, Programa Reconocimiento a la Calidad Ambiental, Taller efectuado el 8 de febrero de 2002.*
- ❖ *Protocolo de Kioto, 1997.*
- ❖ *Quevedo, Carlos, Análisis de mitigación de gases de efecto invernadero en la utilización de la energía, Ecuador, 1998.*
- ❖ *Ramos Martín, Jesús, De Kioto a Marrakech: Historia de una flexibilización anunciada, Ecología Política, 2001.*
- ❖ *Rosas, Cristina, Australia y Canadá: Potencias medias o hegemonías frustradas, FCPyS - UNAM, México, 2002.*
- ❖ *Segundo Informe de Trabajo de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Septiembre 2002.*
- ❖ *SEMARNAP. Programa Nacional de Acción Climática. Documento para consulta pública. México. 1999.*
- ❖ *SEMARNAT, INE, (México), 2000, Estrategia Nacional de Acción Climática.*
- ❖ *SEMARNAT, INE, (México), 2001, 2ª. Comunicación Nacional México*
- ❖ *SEMARNAT, INE, (México), 2002, Avances de México en Cambio Climático 2001-2002.*
- ❖ *IPCC, OCDE y AIE, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996, volúmenes 1, 2 y 3, 1997.*



- ❖ Ellis J, y Bosi M, "Options for Project Emission Baselines", International Energy Agency / Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 1999.
- ❖ Energy Analysis Program (EAP): 1995, "Guidance for Mitigation Assessments, Version 2.0", Lawrence Berkeley Laboratory Report #LBL-36387, Universidad de California, Berkeley.
- ❖ Krause, F.: 1996, "The costs of mitigating carbon emissions. A review of methods and findings from European studies", Energy Policy 24, pp. 899-915
- ❖ IPCC, "Guidelines on GHG inventory". V., 1995.
- ❖ IPCC, IEA y OCDE, "CO2 Emissions From Fuel Combustion, a new basis for comparing emissions of a major greenhouse gas, 1972 – 1995", 1997.
- ❖ Masera, O. R. y Sheinbaum, C, "Mitigación de Emisiones de Carbono y Prioridades de Desarrollo Nacional", Instituto de Ingeniería, UNAM, Ciudad de México, 1999.
- ❖ Reddy, A.: 1995, 'The DEFENDUS approach to integrated energy planning', "Energy for Sustainable Development II", pp. 15-26.
- ❖ Sheinbaum, C.: 1997a, (coord.) "Final Report to the USAID-Support to the National Climate Change Plan for Mexico", Instituto de Ingeniería Reporte 6133, UNAM, Ciudad de México.
- ❖ Sheinbaum C, Oven M, Vázquez O, "Avances del Programa de Mejoramiento Ambiental de Tlalpan", ATPAE, 1999.
- ❖ UNEP, "UNEP Greenhouse Gas Abatement Costing Studies: Guidelines", Dinamarca, 1994,
- ❖ United Nations: 1992, CONVENCION DE RIO.
- ❖ United Nations: 1997, PROTOCOLO DE KYOTO.
- ❖ Campero E., 1991, "Impacto de los Refrigeradores Domésticos en el Consumo de Energía del Sector Residencial", en Primera Reunión Internacional sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano, Quintanilla J. ed., UNAM-UC (Berkeley), México D.F.
- ❖ CFE, "Agrupación Sectorial de Tarifas, 1988 a 1999", en línea: [www.cfe.gob.mx/gercom/estadis/historia/sec.htm](http://www.cfe.gob.mx/gercom/estadis/historia/sec.htm), 2000,
- ❖ CONAPO, "La Situación Demográfica en México, 1998", México, D.F, 1998.
- ❖ Cortés, F. y Rubalcava, R., 1982, "Técnicas Estadísticas para el Estudio de la Desigualdad Social", Centro de Estudios Sociológicos de El Colegio de México, y FLACSO, México, D.F.



- ❖ De Buen O., 1993, "Residential Air Conditioning in Northern Mexico: Impacts and Alternatives", *Master's Thesis, Energy and Resources, University of California, Berkeley.*
- ❖ Friedmann R., 1993, "Mexico's Residential Sector: Main Electric End Uses and Savings Potential", en *Proceedings of the 1993 ECEEE Summer Study: The Energy Efficient Challenge for Europe*, Ling R. y Wilhite H. eds., *The European Council for an Energy Efficient Economy, Oslo, Noruega.*
- ❖ INEGI, publicación escrita y bases de datos originales de la "Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares" (ENIGH), Aguascalientes Ags, 1994 y 1996, 1998, 2000 y 2002.
- ❖ Masera O., De Buen O. y Friedmann R., 1991, "Consumo Residencial de Energía en México: Estructura, Impactos Ambientales, Potencial de Ahorro", en *Primera Reunión Internacional sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano*, Quintanilla J. ed., UNAM-UC (Berkeley), México D.F.
- ❖ OLADE y CEPAL, "Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Enfoques para la Política Energética", Quito, Ecuador, 1997,
- ❖ IPCC, IEA y OCDE, "CO2 Emissions From Fuel Combustion, a new basis for comparing emissions of a major greenhouse gas, 1972 – 1995", 199.,
- ❖ IPCC, 1990, "First Assessment Report", United Nations.
- ❖ Schipper L. y Hawk D., 1991, "More Efficient Household Electricity Use: An International Perspective", *Energy Policy* 19(3), 244-263.
- ❖ Secretaría de Energía, 1996 y 1997, "Balance Nacional de Energía", México, D.F.
- ❖ Sheinbaum C., 1996, "Consumo de Energía Residencial en México", UNAM, México, D.F.
- ❖ Sheinbaum C., Martínez M. y Rodríguez L., 1996, "Trends and Prospects in Mexican Residential Energy Use", *Energy* 21, 493-504.
- ❖ Sheinbaum, C. y Vázquez, O., 1997, "Commercial and Residential Efficient Lighting", en *Support for a Climate Change National Plan for Mexico for United States Agency for International Development, Instituto Nacional de Ecología e Instituto de Ingeniería, UNAM, pp 25-29.*
- ❖ JICA, *Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos en la Cd. de México*, 1999.
- ❖ CONAPO, *Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1910 – 2010*, 1998.



- ❖ *Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A.C. (ATPAE), Metodología para Determinar las Reducciones de Emisiones de GEI por proyectos de Eficiencia Energética y Energías Renovables, junio 2003.*