

ESTRATEGIA LOCAL

DE ACCIÓN CLIMÁTICA
DEL DISTRITO FEDERAL

ESTRATEGIA LOCAL

DE ACCIÓN CLIMÁTICA

DEL DISTRITO FEDERAL

COORDINADORES

Claudia Sheinbaum Pardo
Oscar Vázquez Martínez

AUTORES

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

ALEJANDRO ENCINAS RODRÍGUEZ

JEFE DE GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

EDUARDO VEGA LÓPEZ

SECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE DEL DISTRITO FEDERAL

ERNESTO ALVARADO RUIZ

DIRECTOR EJECUTIVO DE COORDINACIÓN INSTITUCIONAL E INTEGRACIÓN DE POLÍTICAS

Se reconocen las contribuciones en la preparación de este trabajo de Jesús Carrasco Gómez, Arisbeth Yolanda García Aguirre, Jesús Octavio Higuera Durán, Fernando Islas Sosa, Ángel Joaquín Lara Calderón, Gabriela López Buenrostro, Francisco Javier López Saldívar, Leticia López Rodríguez, Ismael Noguero Vázquez, Patricia Padilla Martínez, Oscar Navarrete Guillén, Bertha Mendoza Canseco, José Luis Gutiérrez González y Ana Bertha Revilla Gómez.

La ELACDF contó con el apoyo de Joel Bernardo Pérez, quien proporcionó información sobre la vulnerabilidad del Distrito Federal. Los comentarios de Carolina Neri y Ernesto Caetano fueron de gran valía.

Diseño de portada: Ivalú Loya Moreno

Se autoriza la reproducción total o parcial de este libro citando la fuente.

Primera Edición: 2006

© Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal

Plaza de la Constitución y Pino Suárez, 3er. Piso.

Col. Centro. Delegación Cuauhtémoc. Distrito Federal. México.

www.sma.df.gob.mx

LA ELABORACIÓN DE LA ESTE TRABAJO Y SU IMPRESIÓN HAN SIDO POSIBLES GRACIAS A LA ASISTENCIA DEL BANCO MUNDIAL

ÍNDICE

ABSTRACT	7
RESUMEN	11
PRESENTACIÓN	15
I. Cambio climático y Protocolo de Kioto	17
1.1 La Ciencia y el cambio climático	17
1.2 Protocolo de Kioto	23
II. Distrito Federal: una Estrategia Local de Acción Climática	29
2.1 México y el Protocolo de Kioto	29
2.2 El Distrito Federal y el cambio climático	30
2.3 Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal	32
III. Inventario de emisiones	35
3.1 Sector energético	35
3.2 Suelo de Conservación	56
3.3 Residuos sólidos	60
IV. Vulnerabilidad	63
4.1 Introducción	63
4.2 La vulnerabilidad de la Ciudad de México ante el cambio climático	66
V. Tendencias en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, escenarios Medio, Alto y Bajo al 2012	71
5.1 Sector energético	71
5.2 Suelo de Conservación	76
5.3 Residuos sólidos	78
VI. Adaptabilidad	79
6.1 Las áreas rurales y el suelo de conservación	81
6.2 Medidas de adaptación en el DF	82
VII. Mitigación de emisiones	85
7.1 Opciones de mitigación	86
7.2 Normatividad	89
VIII. Estrategias, Políticas y Medidas de Reducción	93
8.1 Programas y proyectos en ejecución	94
8.2 Estudio de caso: Reducción de emisiones de GEI obtenida por la implantación de los Corredores de Transporte Público Masivo de Pasajeros en la Avenida Insurgentes	101
8.3 Metodología para la jerarquización de proyectos de mitigación de gases de efecto invernadero en la Ciudad de México	104

IX Anexos

Anexo 1. Metodología del contenido de carbono en los bosques del Suelo de Conservación del Distrito Federal	109
Anexo 2. Metodología para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero por incendios forestales en el suelo de conservación del Distrito Federal	111
Anexo 3. Metodología para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero por actividades agropecuarias en el Suelo de Conservación del Distrito Federal	112
Anexo 4. Fichas técnicas de los proyectos propuestos	113
Anexo 5. Metodología para la estimación de emisiones en el Sistema de Corredores de Transporte	143
Anexo 6. Hoja de cálculo para la jerarquización de proyectos de mitigación de gases de efecto invernadero	145
Anexo 7. Inventario de emisiones y línea base 2000-2012 de la Zona Metropolitana del Valle de México	146
Anexo 8. Inventario de emisiones y línea base 2000-2012 del Distrito Federal	170
Anexo 9. Metodología para elaborar el inventario y la línea base de emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el consumo y la generación de la energía	186
Unidades de medida, siglas y abreviaturas	200
Referencias	203

ABSTRACT

Mexico City's efforts in the field of climate change are consistent with measures in favor of the environment and represent a commitment to the inhabitants of our city and, above all, a responsible course of action in relation to the future generations of the world.

The Mexico City's Government has drafted its Climate Action Local Strategy (ELAC by its Spanish acronym). This is a pioneer action in Mexico, because it is the first time that a local government has assumed responsibility of launching a series of initiatives that will benefit the population, both residents of the Federal District as well as those who live in the rest of the world, since the proposed local actions will have a global impact.

The ELAC represents a policy and commitment by the Mexico City's Government to reduce the emissions of greenhouse effect gases (GHG), in synergy with local policies aimed at reducing emissions of pollutants in the city, as well as to take advantage of the opportunities existing in the framework of the Kyoto Protocol, the Clean Development Mechanism and other instruments that are being developed worldwide, all of them in the context of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

This initiative has been developed in accordance with the principles of the UNFCCC and under the guidelines established by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). The proposals bring together different measures contained in the 2002-2006 Federal District Environmental Protection Program drafted by the Department of the Environment, particularly the 2002-2010 Program to Improve Air Quality in the Valley of Mexico Metropolitan Area (PROAIRE) and the Federal District Program for Soil Ecological Restoration and Conservation, as well as the Mexico City Transportation and Traffic Program (2001-2006 PITV). In addition, the ELAC contains its own measures.

One of the central objectives of the ELAC is the establishment of an institutional framework that promotes the reduction and elimination of greenhouse effect gases, through the implementation of specific measures involving the saving and efficient use of natural resources; the regulation and efficient use of equipment; fuel substitution and the promotion of alternative fuels; the use of new technologies and renewable sources of energy; as well as the development of actions in the forest sector for carbon sequestering and the conservation of reservoirs. This institutional framework will, for the first time, allow the basic guidelines to be adopted that the Federal District should follow in response to the effects of global climate change.

In the introductory section of the ELAC (comprised of chapters I and II), a brief description is offered of the scientific bases of the greenhouse effect and global climate change. It describes the main international efforts to respond to the problem, included the UNFCCC and its Kyoto Protocol and, finally, it explains Mexico's position in relation to

these international instruments and the stance of the Federal District Government concerning the phenomenon of climate change.

As with other large cities, the Federal District is surrounded by an extended and populated metropolitan area. With this in mind, the first part of the ELAC (presented in chapters III, IV and V) contains a diagnosis of the situation of the Valley of Mexico Metropolitan Area, including the Federal District. The base of this diagnosis is an inventory of greenhouse effect gases and the identification and evaluation of the factors of vulnerability in relation to climate change.

Using data contained in the Inventories of GHG Emissions for 2000, 2002 and 2004 in the Valley of Mexico Metropolitan Area¹ (carbon dioxide, methane and nitrous oxide), elaborated with IPCC methodology, the ELAC includes an inventory on energy generation and consumption, adopted to the local scale based on the availability of information.

These inventories include the emissions generated by type of fuel and electricity consumed by industrial branches of the economy, by type of vehicle, by end use in homes, by business and the services sector, by each of the activities of the public sector, as well as the pollutants from sanitary landfills and the agricultural and forest sectors.

Based on these inventories, two base lines concerning GHG emissions were elaborated for 2000 to 2012, one for the Federal District and another for the Valle of Mexico Metropolitan Area. Two feasible scenarios were offered for the next few years, in accordance with the growth registered by each sector. Each of these base lines has high, medium, and low growth scenarios, based on the corresponding economic, demographic, and infrastructure scenarios.

The identification in these Inventories of the main sources of the emissions of greenhouse effect gases allows us to design and focus government initiatives and policies for environmental improvement in the local and global contexts. Therefore, they represent a key part of the decision making process, since they contribute judgments based on solid scientific evidence that allow for the identification of the sectors responsi-

ble for the main sources of pollutants, well as the factors that will orient changes and provide elements to evaluate both the best options for alleviating the situation and reducing contaminants as well as the effectiveness of the measures adopted.

The first part of the ELAC concludes with the vulnerability analysis. There are significant indications that the cities and developing countries are highly vulnerable to the effects of climate change and could face serious problems to achieve an economic and social development that is environmentally sustainable. The capacity to respond to the growing international concerns concerning climate change without blocking the developmental process in these countries is, perhaps, one of the most important challenges of our time.

Climate and weather are decisive factors for the progress of any society. It is enough to consider the impact of hurricanes or the effects of droughts to realize that regions affected by extreme meteorological conditions can suffer considerable damages, equivalent to a setback of several years in their development.

However it is necessary to consider that such disasters are not completely natural. Although it is true that meteorological threats are greater in some regions, a large part of the damage that is experienced as a result of extreme conditions is related to an area's capacity to resist its impact. In more precise terms, the climatic risk depends not only on the intensity and the frequency of the threat but also on vulnerability, that is, the extent to which different areas (cities, countries, or regions) can be affected.

The concept of vulnerability allows for differentiating the impact of the risk. A disaster has its origin in the danger or threat (natural or anthropogenic), but also in the degree of vulnerability of the area or sector (of social origin) to the impact or effect of the incident. If risk is understood as a combined function of danger and vulnerability, it follows that a large part of the responsibility of the disasters corresponds to the socio-economic structure of a region or sector of society.

The IPCC defines vulnerability as "the degree to which a system is susceptible to, or unable to cope with, adverse effects of climate change, including cli-

mate variability and extremes. Vulnerability is a function of the character, magnitude, and rate of climate variation to which a system is exposed, its sensitivity, and its adaptive capacity.” (IPCC 2001d:91).

This concept has taken on a great importance because it is anticipated that the trend toward global warming -and in general, changes in climate- will continue, without the reduction in emissions of greenhouse effect gases altering this tendency.

Based on the diagnosis, the second part of the ELAC establishes the measures to be taken to face climate change. In the first place, an analysis is made of the Federal District’s capacity to adapt to the effects of climate change and the main lines of action are identified in this regard. The document then defines strategies, policies, and actions for the reduction of GHG emissions. Finally, the reduction of emissions due to projects and programs developed by the Federal District Government are quantified.

Working Group II of the IPCC defines adaptability as “The ability of a system to adjust to climate change (including climate variability and extremes) to moderate potential damages, to take advantage of opportunities, or to cope with the consequences” (IPCC 2001b:79), while adaptation is defined as the “adjustment in natural or human systems in response to actual or expected climatic *stimuli* or their effects, which moderates harm or exploits beneficial opportunities” (IPCC 2001b:77). In the same way as has occurred with the concept of vulnerability, the notion of adaptability and adaptation have taken on a great importance because it is anticipated that the trend toward global warming and in general, changes in climate, will continue.

Climate change, as we have been experiencing it since the beginning of the 21st century, has a differentiated impact on countries and whole regions. In response, social and natural systems have had to begin, spontaneously, processes of adaptation and accommodation to the new climatic situation. The spontaneous response is a first reaction, but it is insufficient for humanity’s survival.

Adaptation allows for a reduction in the adverse impacts of climate change and for an improve-

ment in the beneficial impacts, but it will have costs and will not prevent all the damages. The extreme phenomena, the variability, and the speed of change are important characteristics that must be considered, and not merely as modifications in the average climatic conditions.

Many of the communities and regions vulnerable to climate change are also subjected to pressures from different forces, among them, population growth, the exhaustion of natural resources, and the increase in poverty. Policies designed to diminish the pressure on natural resources, to improve the capacity to respond to environmental risks, and to increase the living standards of the poorest strata of society can, simultaneously, advance sustainable development and equity, improve the capacity of adaptation, and diminish vulnerability to climatic tensions. This means that it is indispensable to include climatic risks in designing and implementing economic and social development policies.

The predictions in the field of global climate change appear to be becoming a reality. The analysis of information on weather patterns corresponding to recent decades shows that the Valley of Mexico is highly vulnerable to extreme climatic conditions, be it higher temperatures, intense rains, or droughts. The city will have to consider strategies to resolve many of its problems and to adapt to new forms of climatic variability.

The lines of adaptation involve protective measures that emerge as a response to the effects that climate change are likely to have on both people and their activities as well as on the environment.

Preventive adaptation measures have been defined in the ELAC. The city should adopt them, with special emphasis on those measures that will generate local benefits even when significant climate changes will not be produced. The implementation of these preventive actions will likewise facilitate the future adoption of emergency measures should the need arise.

The different strategies and actions outlined in the ELAC are consistent with environmental regulation policies, with the improvement of air quality and sustainable management of natural resources and biodiversity, among others. At the same time, the ELAC estab-

lishes a fundamental framework for the configuration of projects susceptible for their incorporation into Clean Development Mechanism.

One of the recurring issues in the international debate on climate change involves the design of control measures, which could be consolidated with the implementation of specific projects designed to reduce GHG emissions and increase carbon fixing in soil deposits. The Federal District Government does not have an obligatory commitment in the reduction of these gasses, but nevertheless it has established actions through specific projects that contribute to such endeavors.

Through its Department of the Environment, the Federal District Government has assumed responsibility for coordinating the studies in terms of design and establishing projects on the issue. These projects include the implementation of measures for the saving and efficient use of natural resources; for the regulation and efficient use of equipment; for the substitution of fuels and the promotion of alternative fuels; for the use of new technologies and renewable sources of energy; for the development of actions in the forest sector for carbon sequestering; and for more efficient practices that have an impact on the sectors with the highest contribution of emissions, defined in the local GHG inventory.

Based on all these elements, projects and concrete measures are proposed for the main sectors, including their description and an estimate of the reductions that can be obtained with the implementation of each measure. Finally, a quantification is made of the reduction of emissions by projects and programs that the Federal District is currently developing. Based on these considerations, a methodology for ranking the projects was elaborated.

Environmental management in Mexico City poses major challenges, among the most important of which are providing water of sufficiently quality and quantity and the adequate disposal of solid waste. The precarious economic situation of an important part of

the population requires the Federal District Government to earmark enough resources to social development, to health care, and to housing construction. No less important are the tasks related to the construction of urban infrastructure, public security, etc. In making decisions on how to earmark budgetary resources, all these demands and needs of the population carry enormous weight. With this in mind, activities designed to control GHG emissions critically depend on the resources that might be obtained from the sale of the reductions.

Some of the programs and projects that are contained in the ELAC, despite having required a great effort for their implementation, have seen their progress detained for not having extra resources that would make them financially viable. Such resources could come, in the future, from the sale of the reduction of emissions.

This is the case with the “Metrobús” that runs along the Avenida Insurgentes corridor. It represents a project that stands out because it is new and innovative and that reduces emissions as a result of a combination of measures, among them, the decrease in the number of vehicles and their substitution with more modern and more efficient units; the improvement of the flow of public and private vehicular traffic along the thoroughfare; the change in mode of transport toward the Avenida Insurgentes corridor by users of private vehicles, and the scrapping of minivans that previously circulated along this artery. An agreement for the sale of the reduction in GHG emissions to the Spanish Carbon Fund, signed in November 2005, is currently in operation. This is the first transportation project in the world that has achieved the sale of the reduction of its pollutant emissions.

¹ These documents can be consulted at the web page of the Federal District Government Department of the Environment: www.sma.df.gob.mx

RESUMEN

Los esfuerzos de la Ciudad de México en materia de cambio climático, constituyen un acto de congruencia en favor del medio ambiente, un compromiso con los habitantes de nuestra ciudad y, ante todo, una acción responsable con las generaciones futuras del mundo.

El Gobierno del Distrito Federal ha elaborado su *Estrategia Local de Acción Climática* (ELAC). Se trata de una acción pionera en México, porque es la primera vez que un gobierno local en nuestro país asume la responsabilidad de poner en marcha un conjunto de iniciativas que beneficiarán a la población, tanto a la que habita en el Distrito Federal, como en el resto del mundo, ya que las acciones locales propuestas tendrán impactos globales.

La ELAC 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 del aprovechamiento de las oportunidades existentes en el marco del Protocolo de Kioto, del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y de otros instrumentos que se están generando en el ámbito mundial, todos ellos en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

Esta iniciativa 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 por sus siglas en inglés). Armoniza 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*, así como del *Programa de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México* (PITV 2001-2006). Además, la ELAC también plantea acciones propias.

Uno de los objetivos centrales de la ELAC es el establecimiento de un marco institucional que promueva la mitigación y la captura de gases de efecto invernadero (GEI), a través de la implantación de medidas específicas para el ahorro y uso eficiente de los recursos naturales; de la regulación y el uso eficiente de equipos; de la sustitución de combustibles y de la promoción de combustibles alternos; de la utilización de nuevas tecnologías y fuentes renovables de energía; así como del desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono y la conservación de los reservorios. Este marco institucional permite, por vez primera, establecer las líneas básicas de adaptación que el Distrito Federal deberá seguir ante los efectos del cambio climático global.

En la parte introductoria de la ELAC (integrada por los Capítulos I y II), se hace una breve descripción de las bases científicas del efecto invernadero y del cambio climá-

tico global; se describen los principales esfuerzos internacionales por atender el problema, incluida la CMNUCC y su Protocolo de Kioto y, por último, se describe la posición de México ante estos instrumentos internacionales y la del Distrito Federal ante el fenómeno del cambio climático.

Como otras grandes urbes, el Distrito Federal está rodeado por una extendida y poblada zona metropolitana, por ello en la primera parte de la ELAC (presentada en los capítulos III, IV y V) se hace un diagnóstico de la situación de la Zona Metropolitana del Valle de México, incluyendo al Distrito Federal. La base de este diagnóstico es el inventario de gases de efecto invernadero y la identificación y valoración de los factores de vulnerabilidad ante el cambio climático.

Partiendo de los *Inventarios de Emisiones de GEI 2000, 2002 y 2004, Zona Metropolitana del Valle de México*¹ (bióxido de carbono, metano y óxido nitroso), elaborados con la metodología del IPCC, la ELAC incluye un inventario de generación y consumo de energía, adecuado a la escala local con base en la disponibilidad de información.

Estos inventarios incluyen las emisiones generadas por tipo de combustible y electricidad consumida por rama industrial, por tipo de vehículo, por uso final en las viviendas, por el comercio y los servicios, por cada uno de los usos del sector público, así como las provenientes de los rellenos sanitarios y de los sectores agropecuario y forestal.

Basados en estos inventarios se elaboraron dos líneas base de emisiones de GEI, del año 2000 al 2012, una para el Distrito Federal y otra para la ZMVM, en las que se plantean los escenarios factibles para los próximos años, de acuerdo al crecimiento que muestra cada sector. Cada una de estas líneas base cuenta con escenarios de crecimiento alto, medio y bajo, basados en los correspondientes escenarios económicos, demográficos y de equipamiento.

La determinación en estos inventarios de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero, permite diseñar y enfocar las políticas e iniciativas gubernamentales para el mejoramiento ambiental en los contextos local y global, en consecuencia, cons-

tituyen una pieza fundamental para la toma de decisiones, ya que aportan elementos de juicio con bases científicas sólidas, permiten identificar a los sectores con las principales fuentes de emisión, así como las fuerzas que guían sus cambios, y dan elementos para evaluar las mejores opciones de mitigación y captura y la eficacia de las medidas adoptadas.

La primera parte de la ELAC concluye con el análisis de vulnerabilidad. 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 las crecientes preocupaciones internacionales sobre el cambio climático 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 son factores determinantes para el progreso de cualquier sociedad. Basta pensar en los impactos de los huracanes o en 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 son mayores en algunas regiones, 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 la frecuencia de la amenaza pero también de la vulnerabilidad, es decir de 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.

El IPCC define vulnerabilidad como “la medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los fenómenos extremos” y señala que “la vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (IPCC 2001d:91)².

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

Basadas en el diagnóstico, en la segunda parte de la ELAC se establecen las medidas a tomar para enfrentar el cambio climático. En primer lugar se hace un análisis de la capacidad de adaptación del Distrito Federal a los efectos del cambio climático y se identifican las principales líneas de acción en este sentido. En seguida se definen estrategias, políticas y acciones para la reducción de emisiones de GEI. Por último se cuantifica la reducción de emisiones debida a proyectos y programas que desarrolla el Distrito Federal.

El Grupo de Trabajo II del IPCC define adaptabilidad como “la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluso a la variabilidad del clima y a los fenómenos extremos) de modo de mitigar los posibles daños, aprovechar las oportunidades o afrontar las consecuencias” (IPCC 2001b:79), en tanto que la adaptación es definida como el “ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos previstos o a sus efectos, que mitiga los daños o explota oportunidades beneficiosas” (IPCC 2001b:77). De la misma manera en que ha ocurrido con el concepto de vulnerabilidad, los de adaptabilidad y adaptación han cobrado una gran importancia porque se espera que continúen la tendencia al calentamiento global y, en general, los cambios en el clima.

El cambio climático, como lo estamos experimentando a inicios del siglo XXI, impacta 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 es insuficiente para la sobrevivencia de la humanidad.

La adaptación permite reducir los impactos adversos del cambio climático y mejorar los impactos benéficos, pero tendrá costos y no impedirá todos los daños. Los fenómenos extremos, la variabilidad y la rapidez del cambio son características importantes que han de considerarse, y no meramente como cambios del promedio de las condiciones climáticas.

Muchas de las comunidades y regiones vulnerables al cambio climático están también sometidas a presiones de diversas fuerzas, entre ellas, el crecimiento de la población, el agotamiento de los recursos naturales y el incremento de la pobreza. Las políticas para disminuir la presión sobre los recursos naturales, para mejorar la capacidad de respuesta ante los riesgos ambientales y para aumentar el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad pueden, simultáneamente, adelantar el desarrollo sostenible y la equidad, mejorar la capacidad de adaptación y hacer que disminuya la vulnerabilidad a las tensiones climáticas. Esto significa que es indispensable incluir los riesgos climáticos en el diseño e implantación de las políticas de desarrollo económico y social.

Las predicciones en materia de cambio climático global parecen convertirse en realidad. El análisis de la información climática correspondiente a las décadas recientes muestra que el Valle de México es altamente vulnerable a condiciones extremas del clima, trátese de mayores temperaturas, lluvias intensas o sequías. La ciudad tendrá que considerar estrategias para resolver muchos de sus problemas y adaptarse a nuevas formas de variabilidad climática.

Las líneas de adaptación son medidas de protección que surgen como respuesta a los efectos que el cambio climático previsiblemente tendrá tanto en el ser humano y en sus actividades, como sobre el medio ambiente.

Medidas preventivas de adaptación han sido definidas en la ELAC, la ciudad deberá adoptarlas, con especial énfasis en aquellas que generarán beneficios

locales aún cuando no se produjeran cambios climáticos significativos. La implantación de estas acciones preventivas facilitará, así mismo, la adopción en el futuro de medidas de emergencia en caso necesario.

Las diversas estrategias y acciones planteadas en la ELAC son congruentes con las políticas ambientales de regulación ambiental, de mejoramiento de la calidad del aire y de manejo sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad, entre otras. A la vez, la ELAC establece un marco fundamental para la configuración de proyectos susceptibles de incorporarse al Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Uno de los temas recurrentes en el debate internacional sobre cambio climático es el diseño de medidas de mitigación, que sean consolidadas con la implantación de proyectos específicos orientados a reducir las emisiones de GEI y a aumentar la fijación de carbono en depósitos terrestres. El GDF 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.

A través de su Secretaría de Medio Ambiente, el GDF ha asumido la responsabilidad de coordinar los estudios en el área de diseño y establecimiento de proyectos en el tema. Dichos proyectos incluyen la implantación de medidas para el ahorro y uso eficiente de los recursos naturales; para la regulación y el uso eficiente de equipos; para la sustitución de combustibles y la promoción de combustibles alternos; para la utilización de nuevas tecnologías y fuentes renovables de energía; el desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono y prácticas más eficientes que impactan los sectores con mayor contribución de emisiones, definidas en el inventario local de GEI.

A partir de todos estos elementos, se proponen proyectos y medidas concretas para los principales sectores, incluyendo la descripción de los mismos y una estimación de las reducciones que pueden obtenerse con la implantación de cada medida. Finalmente, se realiza la cuantificación de la reducción de emisiones por proyectos y programas que actualmente desarrolla el Distrito Federal. Relacionado con este rubro, se elaboró una metodología de jerarquización de proyectos.

La gestión ambiental en la Ciudad de México plantea grandes retos, entre ellos de manera destacada, la dotación de agua en calidad y cantidad suficientes y la disposición adecuada de los residuos sólidos. La precaria situación económica de una parte importante de la población exige que el GDF destine recursos suficientes al desarrollo social, a la atención a la salud y a la construcción de vivienda. No menos importantes son las tareas relacionadas con la construcción de infraestructura urbana, seguridad, etcétera. En la toma de decisiones sobre el destino de los recursos presupuestales tienen un enorme peso todas estas demandas y necesidades de la población, por ello, las actividades de mitigación de las emisiones de GEI dependen, de forma crítica, de los recursos que se obtengan por la venta de las reducciones.

Algunos de los programas y proyectos que se muestran en la ELAC, a pesar de haber requerido un gran esfuerzo para su implementación, han visto detenido su avance por no contar con recursos extras que los hagan financieramente viables. Tales recursos podrían provenir, en el futuro, de la venta de la reducción de emisiones.

Tal es el caso del Corredor de Transporte Insurgentes “Metrobús”, un proyecto que sobresale por su novedad y que reduce emisiones como resultado de una combinación de acciones, entre ellas, la reducción del número de vehículos y su reemplazo por unidades más modernas y eficientes; la mejora del flujo vehicular público y privado en el corredor; el cambio modal de usuarios de vehículos privados hacia el corredor y la chatarrización de las unidades que antes circulaban por esta arteria. Actualmente se encuentra en operación el acuerdo de venta de la reducción de emisiones de GEI al Fondo Español de Carbono, firmado en noviembre de 2005. Este es el primer proyecto de transporte en el mundo que logra la comercialización de la reducción de sus emisiones.

¹ Estos documentos pueden ser consultados en la página electrónica de la Secretaría del Medio Ambiente del GDF: www.sma.df.gob.mx

² IPCC (2001) *Climate Change 2001: Synthesis Report. Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <http://www.ipcc.ch/pub/un/syren/syren.pdf>.

PRESENTACIÓN

Una gran diversidad de pensadores, analistas y personalidades que reflexionan sobre nuestro mundo y nuestro momento, afirman que el siglo XXI despunta con una serie de desafíos para la sobrevivencia y la convivencia humanas, entre ellos 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 local, cuyo crecimiento va aparejado con la necesidad de reordenar colectivamente los códigos de convivencia, de los seres humanos entre sí y de la humanidad con lo que llamamos *naturaleza*.

El cambio climático global es uno de esos graves problemas ambientales, expresa cómo el progreso se ha conseguido a costa de modificar radicalmente la naturaleza, al someterla a una explotación irracional de los recursos para la satisfacción de necesidades humanas, muchas veces construidas a partir de pautas de consumo promovidas por grupos interesados en obtener la mayor de las ganancias en el menor de los plazos.

La modificación del clima del planeta, producto del intenso consumo de combustibles fósiles y de la deforestación, tiene efectos globales, pero los más graves daños están impactando a los pobladores con menos recursos en todo el mundo.

Por ser considerado país en vías de desarrollo, México no está obligado a 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 la mitigación de los efectos negativos de un cambio potencial en el clima de la Tierra, requerirá de acciones coordinadas por la comunidad internacional, de acuerdo con las responsabilidades nacionales, 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 vive el 20% de la población mundial. El 25% restante de las emisiones se han producido en los países en desarrollo, que albergan al 80% de la población del planeta. 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. 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 y Masera, 2001).

Dentro del marco del Protocolo de Kioto, es clave para los países en desarrollo 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 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 como estrategias contrapuestas al desarrollo sustentable del país, sino como acciones que pueden contribuir al 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 (ELAC).

La ELAC ha sido formulada con base en el 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.

Además de las acciones propias que plantea, la ELAC 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*.

Partiendo del *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero para el Distrito Federal (SMA, 2002, SMA, 2004)* y de la línea base de emisiones, las 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 de la biodiversidad, entre otras; a la vez 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).

La ELAC es una iniciativa pionera en el país, ya que, por vez primera, un gobierno local asume su responsabilidad en el cambio climático global y el compromiso de reducir las emisiones locales de gases de efecto invernadero, poniendo en marcha iniciativas y proyectos que beneficiarán tanto a la población que habita en el Distrito Federal como en el resto del mundo.

Claudia Sheinbaum Pardo

Óscar Vázquez Martínez

Coordinadores de la Estrategia de Acción Climática 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 sociedades podían mantener un crecimiento económico ilimitado, basado en la explotación de inagotables recursos naturales renovables, durante el siglo XX las naciones aplicaron y promovieron modelos de desarrollo que han rebasado las capacidades de los ecosistemas y ocasionado un creciente deterioro del medio ambiente.

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

Fue a mediados del siglo XIX cuando especialistas de diversas materias y países, desde una perspectiva científica, comenzaron a aportar conocimientos para comprender los procesos ambientales que, en el siglo XX, se centraron en la documentación y análisis de la contaminación atmosférica ocasionada por las actividades industriales.

En la segunda mitad del siglo XX, comenzaron a utilizarse los conceptos de calentamiento global y cambio climático global, a la vez que en diversos países se realizaron estudios que aportaron amplia información sobre los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente.

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 con mayor certidumbre que el crecimiento acelerado y desordenado de la población, así como el desarrollo de patrones de producción y consumo no sustentables, son causantes del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales con efectos que, en la medida de su persistencia y magnitud, van más allá del contexto local y se manifiestan especialmente 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 inglés¹), integrado por especialistas de numerosos países con el mandato de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica mundial sobre el cambio climático.

En el *Primer Informe de Evaluación del IPCC* publicado en 1990², se concluyó que existían suficientes bases científicas para afirmar la existencia de un cambio climático preocupante, lo que condujo a los gobiernos de los países miembros de la ONU a establecer el Comité Intergubernamental de Negociación que, en 1992, emitió la Convención

Recuadro 1. Antecedentes del conocimiento científico sobre el cambio climático

- 1896** El químico y físico sueco Svante Arrhenius descubre que las emisiones de CO₂ 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** Alfred Lotka, físico estadounidense, predice que la actividad industrial podría duplicar la cantidad de CO₂ atmosférico en 500 años.
- 1949** Guy Stewart Callendar, científico inglés, establece que la creciente concentración de CO₂ en la atmósfera, derivada de las actividades humanas, estaba provocando el calentamiento global.
- 1954** George Evelyn Hutchinson, biólogo de la Universidad de Yale, sugiere que la deforestación haría aumentar el nivel de CO₂ atmosférico.
- 1957** Roger Revelle y Hans Seuss, científicos del Instituto Scripps de Oceanografía, demuestran que los océanos no absorben tantas emisiones de CO₂ como se creía.
- 1958** C.D. Keeling hace las primeras mediciones confiables de la cantidad de CO₂ en la atmósfera desde el Observatorio de Mauna Loa, en Hawaii.
- 1967** Con base en la primera simulación confiable realizada por computadora, se indica que la temperatura media del planeta aumentaría dos grados centígrados cuando los niveles de CO₂ 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, cuando científicos estadounidenses y suecos estimaron que el efecto de enfriamiento era relativamente pequeño respecto de los promedios globales.
- 1976** Se identifica a los clorofluorocarbonos (CFCs, usados como líquidos refrigerantes, agentes extintores y propelentes para aerosoles), al metano (producido por 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 logró 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 estrecha correlación entre las concentraciones atmosféricas de CO₂ 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), integrado 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 CO₂ no decrecen y recomienda la iniciación de negociaciones para un acuerdo sobre cambio climático.

Tomado de Environmental Defense, Nueva York: www.environmentaldefense.org/go/globalwarming

Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), quedando 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 cambio climático, dinámico y paulatino³, es un fenómeno natural del planeta. 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, dicho fenómeno se ha acelerado y tornado cada vez más intenso y errático.

La temperatura del planeta y las condiciones que favorecen 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 de la estratósfera es un factor importante en la determinación de la temperatura media de la superficie del planeta y, por lo tanto, de su clima.

La tropósfera está compuesta por vapor de agua, nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O). El CO_2 , el CH_4 y el N_2O son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), junto con los clorofluorocarburos (CFC).

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 del planeta; el 30% restante es inmediatamente reflejada al espacio. La superficie de la Tierra calentada por el sol emite radia-

Figura 1.1 El efecto invernadero

1. La mayor parte de la radiación del Sol es absorbida por la superficie de la Tierra y ésta se calienta.

Energía incidente del Sol

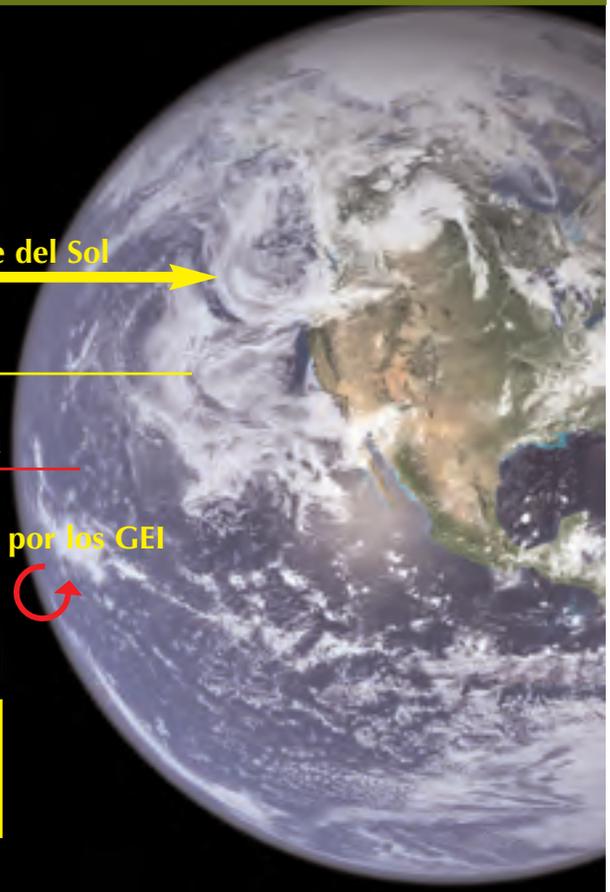
Energía reflejada

Energía irradiada

Energía atrapada por los GEI

2. La superficie de la Tierra emite energía infraroja (calor)

3. Parte de la radiación infraroja atraviesa la atmósfera y otra parte es absorbida y remitida en todas direcciones por las moléculas de GEI. El efecto es el calentamiento de la superficie terrestre y la tropósfera.



ciones infrarrojas en todas direcciones, ese calor es atrapado en la tropósfera en un proceso natural llamado *efecto invernadero* (Miller, 1994) esencial dentro del sistema climático (vease Figura 1.1).

Los GEI y el vapor de agua son los responsables de la retención del calor en la tropósfera y de que la Tierra mantenga una temperatura relativamente constante. En la tropósfera el calor es transportado por las corrientes de aire y las nubes hasta que finalmente 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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

Al modificarse la composición química de la tropósfera por la concentración de GEI debida a las actividades humanas, se intensifica el efecto invernadero, se incrementa la temperatura de la atmósfera, aumenta el calentamiento global y se acelera el cambio climático.

De acuerdo con los expertos reunidos en el IPCC, el sistema climático mundial experimenta una alteración de origen antropogénico desde la época preindustrial, con aumentos significativos en la temperatura durante el siglo XX, respecto de los registrados en los siglos anteriores (véase Gráfica 1.1).

Las emisiones de GEI proceden, entre otras, de las siguientes fuentes: 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; de algunas actividades agrícolas y ganaderas; y del cambio del uso de suelo que conlleva a la deforestación, entre otras.

El efecto de los factores externos en el clima se conoce como forzamiento radiativo; éste es un índice que refleja la importancia del factor como mecanismo potencial de cambio climático y mide la influencia que tiene, por ejemplo un GEI 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 wats 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.

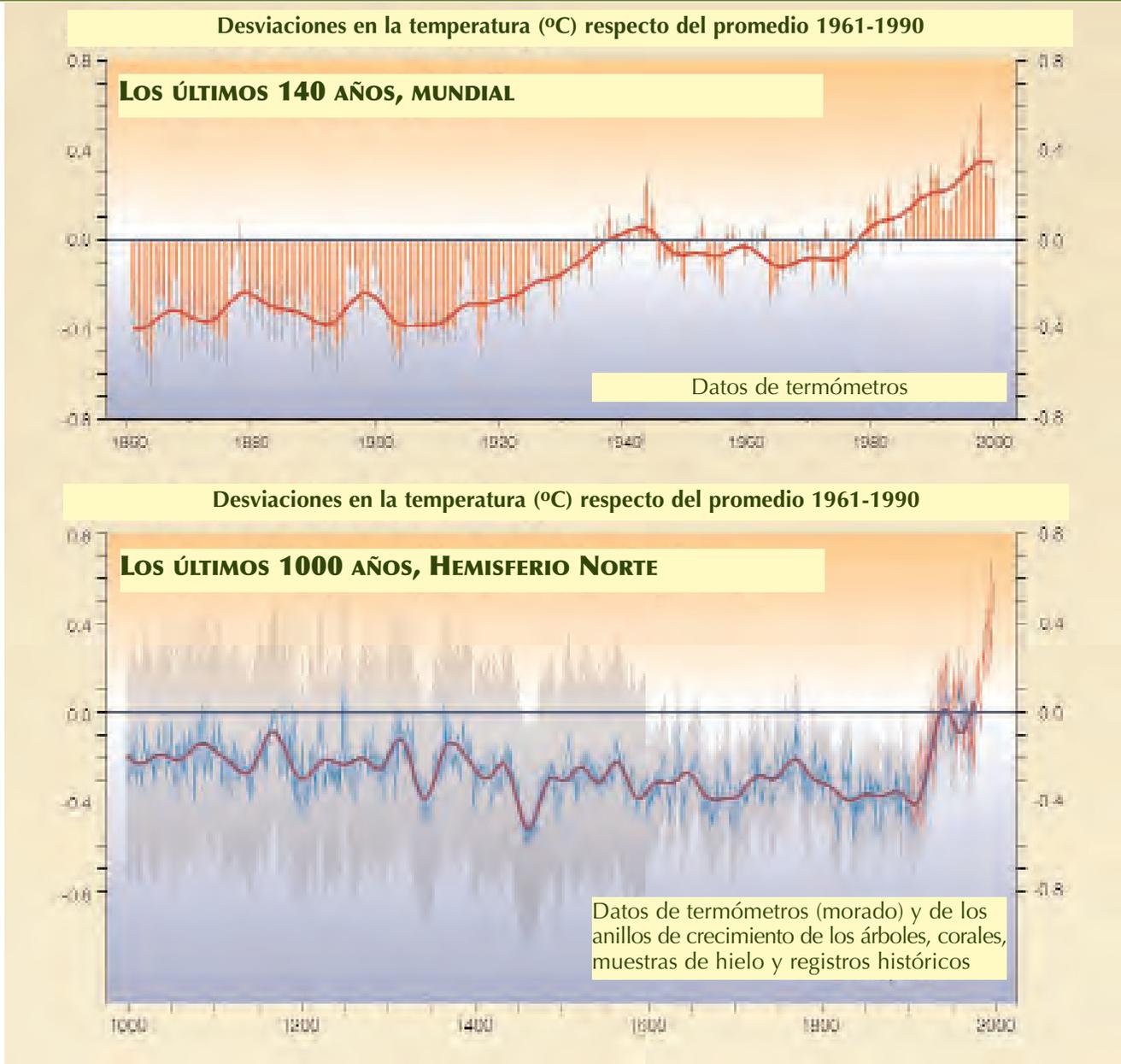
El *Tercer Informe de Evaluación* del IPCC dado a conocer en el año 2001 indica que, de continuar con el mismo ritmo de crecimiento de las emisiones y concentraciones atmosféricas de los GEI, la temperatura de la atmósfera terrestre podría elevarse entre $1.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $5.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante este siglo (IPCC 2001c:65).

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, generando 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 las 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.

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.

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



Tomado de: IPCC 2001, *Cambio climático 2001, La base científica; Tercer Informe de Evaluación.*

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 el bióxido de carbono (CO_2), emitido mayoritariamente por el consumo de combustibles fósiles; el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) 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_6) utilizados en los procesos industriales.

El CO_2 es el gas más abundante. Su concentración atmosférica ha aumentado en 31% desde el inicio de la revolución industrial en 1750, la del CH_4 en 151% y la del N_2O en 17% a partir del mismo año.

Del total de las emisiones antropogénicas de CO_2 , 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 0.6°C 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 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.

Tomado de: *Cambio Climático 2001*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2001).

1.2 Protocolo de Kioto

Antecedentes

En 1988 la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente establecieron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, con el precedente de la resolución 43/53 de la Asamblea General de las Naciones Unidas en la que se reconoció que “los cambios climáticos son una preocupación común de la humanidad, dado que el clima es el elemento esencial que sostiene la vida en la Tierra” (ONU, 1988).

Con la creación del IPCC como un órgano intergubernamental de asesoramiento y evaluación de la información científica, técnica y socioeconómica que se produce mundialmente con relación al 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 climático y del cambio climático. El Grupo de Trabajo II aborda aspectos relativos a la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y de los sistemas naturales al cambio climático, las consecuencias negativas y positivas del cambio climático y las opciones de adaptación a esos cambios. El Grupo de Trabajo III examina las opciones para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático, a la vez está encargado de desarrollar los aspectos económicos vinculados a las medidas propuestas.

En la *Conferencia Mundial sobre Cambio Atmosférico: Implicaciones para la Seguridad Global*, celebrada en Toronto, Canadá, en junio de 1988, delegados de 46 países hicieron un llamado para lograr, en el año 2005, la reducción de las emisiones globales de bióxido de carbono en un 20% debajo de los niveles registrados en 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 convocó 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 CO₂ no disminuían. Con la confirmación de la existencia de suficientes bases científicas en torno al cambio climático, este 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.

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.

En la primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP-1) de la CMNUCC celebrada en la ciudad de Berlín en 1995, el IPCC presentó su *Informe Especial 1994* en el cual se incluyeron datos sobre el forzamiento radiativo de los GEI, una evaluación actualizada de los escenarios de emisiones, así como las directrices técnicas para la realización de los inventarios nacionales de los GEI que permitan evaluar los impactos al medio ambiente 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

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

Objetivo: Lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Este nivel deberá lograrse 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 las naciones y su participación en el Convenio Marco 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 progreso 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, mediante la implementación de nuevas tecnologías en condiciones que hagan que dicha 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 prevenir, 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 de prácticas y procesos, incluida la transferencia de tecnologías 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 y socioeconómica; la observación sistemática y el establecimiento de archivos de datos relativos al sistema climático, con el propósito de facilitar su comprensión y el entendimiento de las consecuencias económicas y sociales de las distintas estrategias de respuesta.
 - √ La educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático y estimular la participación más amplia posible en ese proceso, incluida la de las organizaciones no gubernamentales.

Los países incluidos en el Anexo I se comprometen a: adoptar políticas nacionales y tomar las medidas correspondientes de mitigación del cambio climático limitando sus emisiones de GEI y protegiendo y mejorando sus sumideros³ y depósitos⁴ de GEI. Estos países deberán ayudar a los países en desarrollo, sobre todo a los más vulnerables, con los recursos que implique su adaptación a los efectos adversos del cambio climático.

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, condujeron a la formulación y adopción del Protocolo de Kioto (PK).

Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto, 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 (1987) que controla el uso y la producción de sustancias que destruyen la capa de ozono, no incluye a todas las que ocasionan el efecto invernadero.

El PK establece la necesidad de que las naciones contribuyan a la reducción de las emisiones 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% sus emisiones con respecto de los niveles del 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 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 cambio climático (véase recuadro 4).

El Protocolo determina límites de emisiones de seis GEI para 38 países clasificados en el Anexo I.

Sin embargo, el documento inicial no definió reglas precisas para cumplir con dichos límites. 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. A partir de que el PK entrara en vigor, 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 (véase Recuadro 1.5).

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005, fecha en que, de acuerdo con lo estipulado en el propio documento, se habían adherido al PK un número de países industrializados clasificados en el Anexo I cuya suma de emisiones de CO₂ correspondiera al 55% de las habidas en 1990. Hasta el 18 de abril de 2006, 163 Estados y organizaciones de integración económica regional habían depositado instrumentos de ratificación, aprobación o aceptación del PK, con un porcentaje total del 61.6% de las emisiones de los países ratificantes clasificados en el Anexo I⁶.

La firma de la Federación Rusa cuyas emisiones de CO₂ representaban el 17% de las emisiones mundiales en 1990, fue esencial para la entrada en vigor del Protocolo de Kioto. Tal acción fue consecuencia de las negociaciones entre Rusia y la Unión Europea.

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 de que los gobiernos de las grandes urbes tomen conciencia de la grave-

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 controladas por el Protocolo de Montreal, expresadas en bióxido de carbono equivalente, no excedan el valor calculado para esa nación en 1990, y asegurarse asimismo que se cumpla este compromiso en el período comprendido entre el año 2008 y el 2012.

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 captura de CO₂ 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 por medio 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 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 de 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 CO₂ 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 período de compromiso 2008-2012, deberán haber reducido sus emisiones de GEI al menos en 5% de las que emitían en 1990.

Recuadro 5 Conferencias de las Partes de la CMNUCC posteriores al Procolo 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, entre ellos, 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 los mecanismos de Kioto. 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 las opiniones con respecto a los procedimientos para determinar los métodos de reducción de la emisión de GEI y para contabilizar su absorción en los sumideros. El resultado fue el rompimiento del diálogo entre la Unión Europea y Estados Unidos. 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 se 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, 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: 1) compromisos legalmente vinculantes para países desarrollados; 2) métodos de instrumentación del Protocolo, diferentes de la reducción de emisiones (implementación conjunta); 3) minimización de impactos en países en desarrollo (incluyendo asistencia para diversificar sus economías); 4) reportes y revisiones por un equipo de expertos; y 5) 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 los demás países de Latinoamérica, se estableció que las únicas alternativas elegibles serían la aforestación y la 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 121 MtonCO₂/año) para estas alternativas en el primer periodo de compromisos.

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

Décima Reunión de la Conferencia de las Partes (COP 10), Buenos Aires, Argentina, 2004: Se adoptaron decisiones que desarrollan el texto de la Convención y facilitan la aplicación de sus mecanismos de flexibilidad. Acuerdos para avanzar en los futuros límites de emisiones. Implementación de un sistema mundial de observación del clima. Avance significativo del programa sobre adaptación y mecanismos de respuesta para enfrentar el cambio climático.

Décima Primera Reunión de la Conferencia de las Partes (COP 11), Montreal, Canada, 2005: Se acordó iniciar discusiones y una serie de talleres para desarrollar acciones para responder al cambio climático. El financiamiento de las medidas de adaptación al cambio climático o la transferencia de tecnología pueden mantenerse como temas de la COP. **COP/MOP 1** - Se aprobaron los acuerdos de Marrakesh (1997). Se dan por iniciadas las negociaciones por las metas para el segundo período de compromiso (2013-2017). Se permite incorporarse al diálogo a Estados Unidos sin quedar obligado a cumplir con el protocolo. Los temas vinculados a los compromisos de reducción de emisiones deben ser discutidos en el ámbito de la MOP.

dad 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 será un buen inicio para ir aminorando las consecuencias climáticas negativas asociadas con el excedente de GEI en la atmósfera.

Otros Instrumentos

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

La Unión Europea ha convertido el Protocolo en una ley para sus Estados miembros. Diversos países europeos han implementado acciones en favor de la reducción de emisiones de GEI entre ellas, el establecimiento de impuestos a las emisiones de CO₂ y al consumo energético que ya se aplican en Dinamarca, Austria, Holanda, Finlandia, Noruega, Inglaterra y Suecia.

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 ejecu-

ción 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 entre México, Estados Unidos y Canadá, se aborda el tema del calentamiento global y los proyectos de venta de reducción de emisiones

¹ Los principales documentos del IPCC pueden consultarse en <http://www.ipcc.ch/>

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° C a 1° C, durante periodos de 200 años (Miller 1994).

³ 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)

⁴ Depósitos: Uno o más componentes del sistema climático en que está almacenado un gas de efecto invernadero o un precursor de un gas de efecto invernadero. (Glosario de Términos. IPCC, 2001)

II. DISTRITO FEDERAL: UNA ESTRATEGIA LOCAL DE ACCIÓN CLIMÁTICA

2.1 México y el Protocolo de Kioto

Atendiendo a lo establecido en la CMNUCC el Gobierno de México publicó en 1997 la *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático*¹. Resultado de una serie de estudios, cursos, talleres y conferencias, así como de publicaciones sobre vulnerabilidad y estudios de emisiones de GEI, el objetivo fundamental de la *Primera Comunicación* fue proporcionar una visión general de las circunstancias nacionales respecto al cambio climático y dar información sobre los estudios realizados y las medidas directas e indirectas adoptadas. (SEMARNAP, 1997).

En la *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático*, publicada en 2001², 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 (SEMARNAT INE, 2001).

Los datos contenidos en el inventario de emisiones de la *Segunda Comunicación* muestran 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, se observaron tendencias constantes al alza, particularmente en el sector transporte, que aumentó 20% su consumo de energía. En el documento 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 y se desarrolla un esquema de planificación integral con metas y plazos definidos.

En las sesiones de la sexta Conferencia de las Partes (COP-6) de la CMNUCC celebradas en julio de 2001 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 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.

Como ya se señaló en el capítulo anterior, México no adquirió compromisos de reducción de emisiones de GEI dado que no forma parte de los países industrializados enlistados en el Anexo I de la CMNUCC, sin embargo de acuerdo con el Artículo 4 de la Convención Marco, México convino en la realización de inventarios nacionales de emisiones; la puesta en marcha de programas nacionales que contengan medidas orientadas a mitigar el cambio climático; la promoción y el apoyo a la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones de GEI; la inclusión de consideraciones relativas al cambio climático en sus políticas sociales, económicas y ambientales; y la promoción de la educación, la capacitación y la sensibilización del público respecto del cambio climático.

En enero de 2004, el Gobierno Federal constituyó una Comisión Intersecretarial denominada Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), que funge como la Autoridad Nacional designada ante la CMNUCC y su Protocolo de Kioto para revisar y aprobar los proyectos que se integren al Mecanismo de Desarrollo Limpio (SEMARNAT, 2004).

El COMEGEI 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

De acuerdo con el *II Censo de Población y vivienda 2005* el Distrito Federal tiene una población de 8 669 594 habitantes (INEGI, 2006a). Su participación en el Producto Interno Bruto nacional, en 2004, fue del

21.8% (INEGI, 2006b). El área urbana del Distrito Federal ocupa solamente el 41% de su territorio, mientras que el 59% restante, localizado al sur de la entidad, está catalogado como zona rural bajo la categoría de "suelo de conservación" con labores agrícolas, forestales y pecuarias como principales actividades económicas.

En enero de 2006 fue publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal la Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) en la que se incluye a las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal y a 59 municipios del Estado de México (GDF, 2006)³. Durante las últimas dos décadas del siglo XX, en la ZMVM ha predominado una dinámica funcional con patrones desordenados de urbanización, consumo y producción, que aceleró el deterioro ambiental en detrimento de la calidad de vida de todos sus habitantes. Con 18,6 millones de habitantes, cerca de 46 mil industrias y más de 3.7 millones de vehículos circulando diariamente en la milésima parte del territorio nacional, la ZMVM contribuye con el 7.8% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el país lo que la convierte en el centro poblacional con las mayores emisiones a escala nacional, así como en una de las zonas de mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático global (INEGI, 2006a; SMA, 2006:25-26).

Atender esa compleja problemática ha requerido del diseño y la aplicación de políticas metropolitanas coordinadas, que integren de manera congruente los temas ambientales, económicos y sociales.

Los esfuerzos realizados desde hace diez años en la Ciudad de México, y particularmente a partir de que los habitantes del DF conquistaron el derecho de elegir a sus gobernantes en 1997, están dando la posibilidad de avanzar de una agenda enfocada a paliar el deterioro ambiental hacia otra conformada por políticas integrales, que mitiguen y reviertan las tendencias con el objetivo de garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano y a un desarrollo equitativo y sustentable. En esta perspectiva, en el Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006, se señala que "no basta con frenar el desastre potencial que se vive, se debe procurar, además, heredar una ciudad con un ambiente sano, y con un uso eficiente de sus recursos naturales" (SMA, 2002:7).

Seis ejes rectores definen la política ambiental para el Distrito Federal en el periodo 2002-2006: conservación y aprovechamiento sustentable del suelo de conservación; mejoramiento del paisaje urbano y crecimiento de las áreas verdes; control de la contaminación y mejoramiento de la calidad ambiental; manejo sustentable del acuífero; fomento de la educación ambiental y de la corresponsabilidad; y mejoramiento del marco legal e institucional para la gestión.

Un análisis de los ejes rectores y las políticas públicas del *Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006* pone de manifiesto la importancia que la Secretaría del Medio Ambiente ha dado al cambio climático y la responsabilidad que el Gobierno del Distrito Federal ha asumido en el tema. Destaca la articulación de acciones locales con los mecanismos globales de rango mundial, cuyo objetivo

central es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. El diseño y puesta en marcha de una estrategia local de acción climática ha guiado en estos años las acciones concretas en materia de regulación ambiental de la industria del Distrito Federal, mejoramiento de la calidad del aire, gestión ambiental de los residuos sólidos, protección a los servicios ambientales del suelo de conservación y gestión y protección a los recursos naturales y a la biodiversidad.

Esta articulación de políticas públicas tiene su correlato en el desarrollo institucional de la Secretaría del Medio Ambiente que, en diciembre del año 2000, modifica su estructura orgánica para, entre otras áreas, crear la Subdirección de Gestión Ambiental y Cambio Climático, adscrita a la Dirección Ejecutiva de Coordinación Institucional e Integración de Políticas (DECIIP). Esta subdirección ha tenido entre sus responsabilidades la de

Recuadro 6. Líneas de política ambiental del Distrito Federal

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

Mejoramiento del paisaje urbano y crecimiento de áreas verdes urbanas

- 2.1 Política de ampliación y manejo sustentable de áreas verdes urbanas

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)

Manejo sustentable del acuífero

- 4.1 Política de protección integral del acuífero

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

Mejoramiento del marco legal e institucional para la gestión

- 6.1 Política de administración y responsabilidad pública
- 6.2 Política de coordinación intersectorial

Fuente: SMA/GDF, Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006 (SMA 2002).

elaborar la estrategia 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 de vivienda y coadyuvar a que los responsables de la elaboración de los inventarios incorporen metodologías aceptadas internacionalmente para la determinación de las emisiones de GEI.

2.3 La Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal

Aunque México no está obligado por el Protocolo de Kioto a reducir sus emisiones de GEI por no formar parte del Anexo I, para los países no industrializados como el nuestro es clave examinar cuidadosamente sus posibilidades de reducción, tanto por el compromiso internacional a evitar el acelerado incremento de la temperatura media de la atmósfera, como por las propias oportunidades financieras que se establecen a través del MDL.

Al mismo tiempo, es indispensable que los compromisos internacionales para reducir los GEI y los mecanismos y acciones derivados de dichos acuerdos, no se visualicen como obstáculos al desarrollo sustentable del país sino, por el contrario, como oportunidades para el avance de las prioridades de desarrollo equitativo de las naciones. Es en este contexto que se inscribe la Estrategia de Acción Climática del Distrito Federal (ELAC).

La ELAC se basa en los principios de la CMNUCC, en consecuencia, concibe al sistema climático como un recurso compartido en cuya estabilidad tienen efecto el conjunto de emisiones globales, por lo que se requiere de la articulación de los proyectos, los programas y las acciones locales. En este sentido, la ELAC responde a una política de compromiso del Gobierno del Distrito Federal con la reducción de emisiones de GEI a escala global y establece una sinergia con las políticas definidas localmente para la reducción de emisiones de contaminantes y con el aprovechamiento de las oportunidades que ofrecen el MDL y otros instrumentos que, en el marco del Protocolo de Kioto y en el contexto de la CMNUCC, se han generado en el ámbito mundial.

No es con la publicación de la ELAC que se ponen en marcha las acciones del Gobierno del Distrito Federal para reducir sus emisiones de GEI, en todo caso, este documento expone la integración de los diversos instrumentos, acciones, normas y proyectos que han constituido la política pública del GDF en la materia en el lustro reciente y que, en el *Programa de Protección Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente*, fue definida como “política de integración de las acciones locales a escala global (cambio climático)” (SMA, 2002).

Como puede observarse en la Figura 2.1 la ELAC es consistente con el *Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2006* (PROAIRE), y con el *Programa de Restauración Ecológica del Suelo de Conservación del Distrito Federal*, ya que integra acciones de ambos programas. A la vez la ELAC plantea acciones innovadoras, tanto en el ámbito de competencia de la Secretaría del Medio Ambiente, como de otras dependencias del GDF entre ellas, la Secretaría de Transporte y Vialidad y la Secretaría de Obras y Servicios. En el caso de PROAIRE 2002-2010, las principales acciones enmarcadas en una estrategia de acción local en materia de cambio climático son la sustitución de combustibles por aquéllos con menor contenido de carbono; la promoción del uso 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* destacan por su efecto en la captación de carbono las acciones de reforestación y aforestación y las plantaciones forestales y, por su importancia en la protección de los servicios ambientales que presta el suelo de conservación, sobresalen las acciones que desalientan el cambio de uso de suelo hacia la agricultura y la ganadería, y las que impiden el crecimiento urbano contenidas en el *Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal*.

Entre las acciones propias de la ELAC está el ahorro en el consumo de energía eléctrica que, si bien no representa una reducción significativa de las emisiones locales porque las centrales generadoras se encuentran en su mayoría fuera del territorio del Distrito Federal, si disminuye las emisiones nacionales de GEI.

Con la ELAC, el Gobierno del Distrito Federal se pone a la vanguardia al emprender acciones para reducir sus emisiones, sin estar obligado a ello por los convenios internacionales correspondientes, asumiendo de este modo un compromiso solidario con México y con otras naciones del mundo, sin poner en riesgo ni el desarrollo equitativo de la ciudad, ni la calidad de vida de sus habitantes. En esta tesitura se han colocado también los gobiernos de otras importantes ciudades del mundo particularmente de los Estados Unidos, país que no ha firmado el Protocolo de Kyoto a pesar de ser el principal emisor de gases de efecto invernadero.

La ELAC es una iniciativa del Gobierno del Distrito Federal que requiere de la participación concertada y coordinada de los otros órganos y niveles de gobierno, tanto en la Ciudad de México como en la ZMVM y en el ámbito federal. Necesita también de la iniciativa privada, de las organizaciones no gubernamentales y de la ciudadanía en general. La ELAC exige, en síntesis, que todos los actores involucrados asuman

la corresponsabilidad ante el cambio climático y fijen objetivos y estrategias comunes.

Objetivos y líneas de trabajo

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

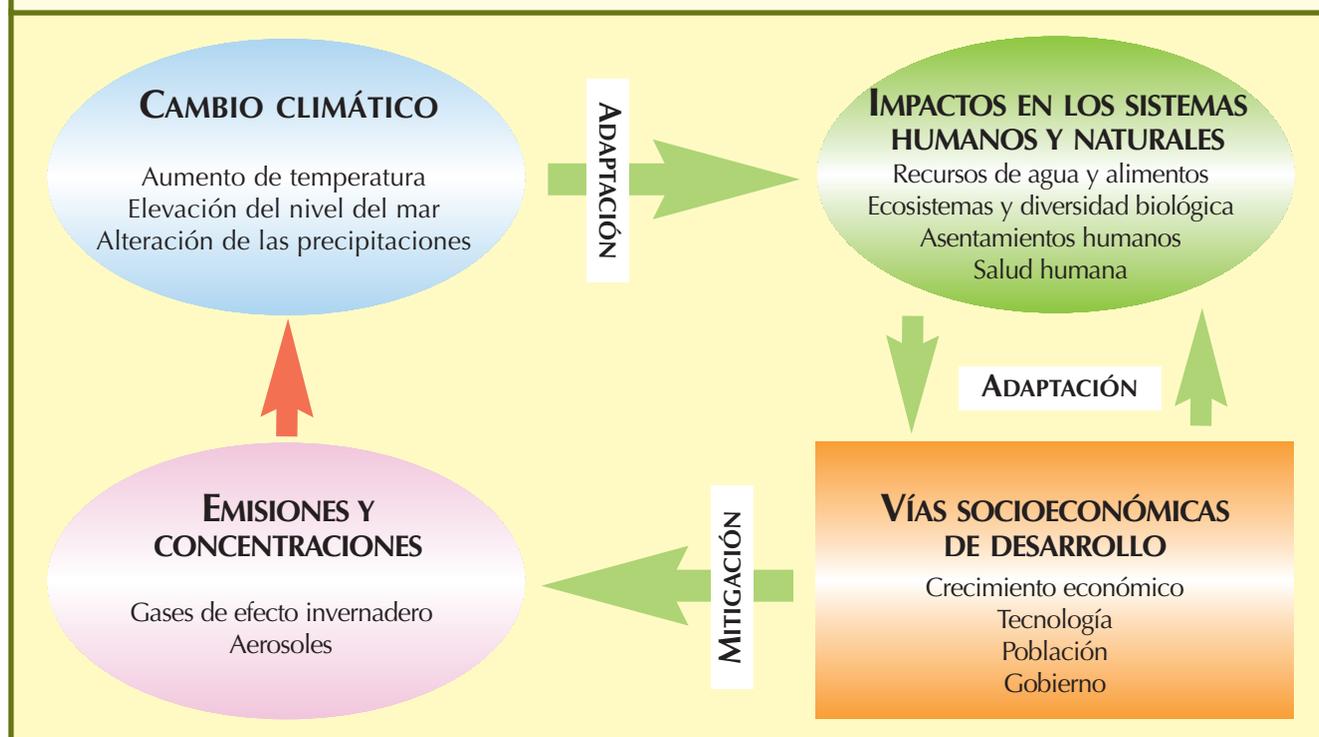
Las principales líneas de trabajo de la ELAC son:

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.

Figura 2.1 Integración de programas de protección ambiental en la ELAC



Figura 2.2 Representación esquemática del ciclo de causas y efectos interrelacionados del cambio climático



Tomado de: IPCC, (2001), Cambio climático 2001: Informe de síntesis, pág. 44.

2. Definición de una línea base de emisiones de GEI asociada al consumo de energía y la captura de carbono.

3. Identificación de las medidas y acciones planteadas en el PROIAIRE 2002-2010 que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI y cuantificación de sus efectos.

4. Identificación y evaluación de los factores de vulnerabilidad de la Ciudad de México al cambio climático.

5. Análisis de las tendencias de las emisiones de GEI y de los 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.

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 ELAC se presenta en una secuencia de capítulos que abordan

los siguientes temas: inventario de emisiones del Distrito Federal, vulnerabilidad, tendencias y escenarios, adaptabilidad, mitigación de emisiones y estrategias y medidas de reducción.

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 política 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 ésta 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 ZMVM en su conjunto y a los municipios conurbados del Estado de México.

¹ El texto completo de la Primera Comunicación puede obtenerse en: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/download/c-clima.pdf>

² El texto completo de la Segunda Comunicación puede obtenerse en: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/download/segconal.pdf>

³ Hasta antes de esta Declaratoria se había incluido al municipio hidalguense de Tizayuca dentro de la ZMVM.

III. INVENTARIO DE EMISIONES

Los inventarios de emisiones son instrumentos estratégicos para el diseño y evaluación de las iniciativas gubernamentales en materia ambiental, tanto en el contexto local como en el global, porque aportan elementos de juicio con bases científicas sólidas. Los inventarios permiten identificar las principales fuentes de emisión y las fuerzas que guían sus cambios, a la vez son esenciales para evaluar las opciones de mitigación y la eficacia de las medidas adoptadas.

El Artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y el Artículo 10 del Protocolo de Kioto establecen que todas las Partes, con base en sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y el carácter específico de sus prioridades nacionales y regionales de desarrollo, deberán elaborar, actualizar periódicamente y publicar inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y de la absorción por los sumideros, de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal (ONU, 1992; ONU, 1998).

El Anexo A del Protocolo de Kioto identifica las fuentes de emisión, por sectores y categorías, para seis gases de efecto invernadero que deben sujetarse a acciones de reducción. Atendiendo a esta recomendación, en el *Inventario de Emisiones del Distrito Federal y de su Zona Metropolitana* se cuantificaron los tres principales GEI citados en dicho anexo (véase Recuadro 7).

3.1 Sector Energético

La producción y el consumo de energía son fundamentales para el desarrollo de las actividades humanas en las sociedades modernas, indispensables en el transporte, la industria y el comercio y en actividades básicas para la supervivencia como la conservación y la cocción de alimentos.

La relación entre la energía y la actividad económica es estrecha, por ello, la puesta en marcha de las soluciones a los problemas planteados por el cambio climático, particularmente la mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero, implican el reto de no afectar el desarrollo de las naciones.

Es previsible que en países como México, con economías en desarrollo, continuarán incrementándose las emisiones de gases de efecto invernadero asociados al aumento en la generación y el consumo de energía, estos últimos indispensables para impulsar el desarrollo económico y demandados por el rápido crecimiento demográfico característico de estas naciones.

El contexto nacional

De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998, México emitió 514 Mton¹ de CO₂ en 1996, que representan aproximadamente el 1.5%

**Recuadro 7. Recomendaciones del Anexo A del Protocolo de Kioto
incluidas en el inventario de emisiones**

Gases de Efecto Invernadero

- Bióxido de carbono (CO₂)
- Metano (CH₄)
- Óxido nitroso (N₂O)

Sectores/Categorías de Fuentes

- Energía
 - Quema de combustibles
 - Transporte
 - Industria manufacturera y construcción
 - Industrias de Energía
 - Otros sectores
- Agricultura
 - Fermentación entérica
 - Suelos agrícolas
 - Quema de residuos agrícolas en el campo
 - Otros
- Desechos
 - Eliminación de desechos sólidos en la tierra

Recuadro 8. Equivalencias de los efectos de los GEI

Los tres principales GEI de origen antropogénico son el bióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O).

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 permanecen en la atmósfera antes de ser absorbidos por los ecosistemas.

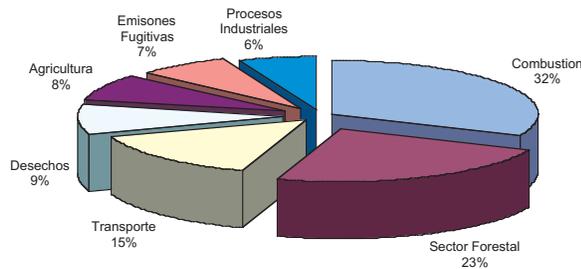
A la suma ponderada de estos tres GEI se le llama bióxido de carbono equivalente (CO₂ equivalente) y permite comparar fuentes con emisiones de gases diferentes.

Se le llama CO₂ equivalente porque el CH₄ y el N₂O se calculan en su equivalente de CO₂ de acuerdo con el potencial de calentamiento de estos gases.

de las emisiones mundiales. Durante el mismo año se emitieron 691 Mton de bióxido de carbono equivalente (CO₂ equivalente) de las cuales, el 74% correspondieron a CO₂, el 24% a CH₄ y el 2% a N₂O (INE, SEMARNAT, 2002:7).

El 47% de las emisiones nacionales de GEI en 1996 fue el resultado de procesos de combustión, incluyendo aquí a las originadas por los procesos de combustión interna para transporte (219 Mton de CO₂ equivalente).

Gráfica 3.1. Distribución de emisiones por sectores, México, 1996



Fuente: INE, SEMARNAT, 2000, pág. 8

Las emisiones cuantificadas se correlacionan con el consumo final de energía que, en 1996 fue de 3,539 PJ, de los cuales 40% correspondieron al transporte, 36% al consumo industrial, 20% al residencial, 3% al comercial y menos del 1% al sector público. 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 (INE SEMARNAT 2000).

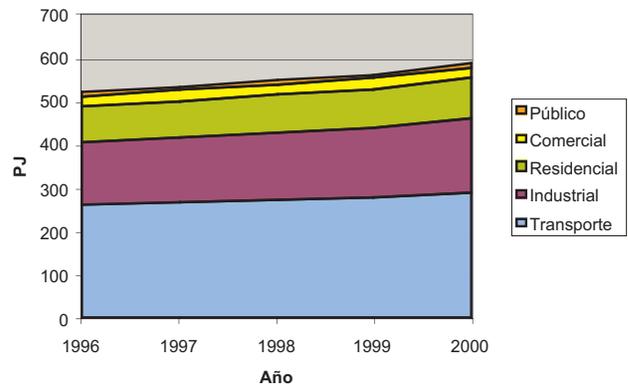
Seis años después, en 2004, el consumo energético total fue de 4,141 PJ, de los cuales 46.2% correspondieron al transporte, 29.9% al consumo industrial, 21.1% a los sectores residencial, comercial y público y solamente 2.9% al consumo de energía en el sector agropecuario.

Energía

Consumo de energía en la ZMVM durante el año 2000
El consumo energético total en la ZMVM pasó de 583

PJ en 1996 a 626 PJ en el año 2000, lo que representa un incremento del 7.4% en el periodo.

Gráfica 3.2 Consumo energético histórico, ZMVM 1996-2000



Elaboración propia con base en datos de Pemex, CFE y LyFC

La gráfica 3.2 muestra el consumo energético de los cinco principales sectores de la ZMVM, que pasó de 521 PJ en 1996 a 588 PJ en el año 2000, lo que significó un incremento del 13%. Cada uno de los sectores mostrados incluye el consumo eléctrico correspondiente, aún cuando 80% de la electricidad consumida en la ZMVM se genera fuera de ella. Esta electricidad se transmite mediante el Sistema Interconectado Nacional por lo que no es posible distinguir a los usuarios que consumen la generada en la ZMVM. La información mostrada a largo de todo el documento siempre tendrá incluido el consumo eléctrico correspondiente a cada sector.

Del total de los 626 PJ de energía consumidos durante el 2000, 555 PJ se originaron 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 Tabla 3.1)

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 Gráfica 3.3).

Tabla 3.1 Consumo energético de la ZMVM durante el año 2000

Energético	Tipo	Consumo (PJ)
Consumo Total		625.5
Combustibles	Subtotal	555.3
	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	
Consumo de electricidad	Subtotal	88.0
	Generación eléctrica en la ZMVM	17.8
	Importación de electricidad hacia la ZMVM	70.2

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Tabla 3.2 Consumo energético del Distrito Federal durante el año 2000

Energético	Tipo	Consumo (PJ)
Consumo Total		342.56
Combustibles	Subtotal	290.60
	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	Subtotal	52.14
	Generación eléctrica en el Distrito Federal	0.19
	Importación de electricidad hacia el Distrito Federal	51.94

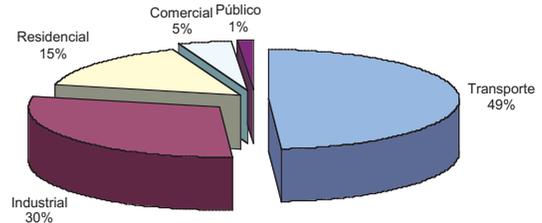
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

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 (46%), gas natural (26%), GLP (16%) y diesel (9%).

El transporte es por mucho el mayor consumidor de energía, seguido por la industria y el consumo residencial. Estos tres sectores utilizaron el 94% de la energía en la ZMVM (véase Gráfica 3.4)

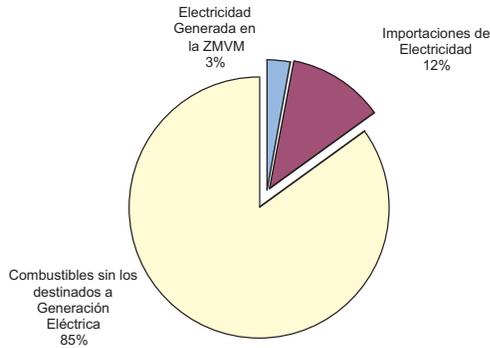
Para mayor detalle sobre el consumo de energía en la ZMVM véase el Anexo 7 “Línea Base de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)”.

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

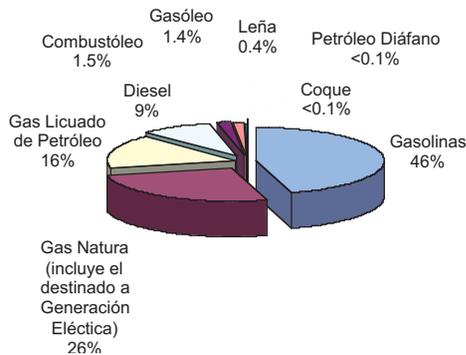


Gráfica 3.3 Consumo de energía, ZMVM, 2000

Consumo total



Consumo de combustibles

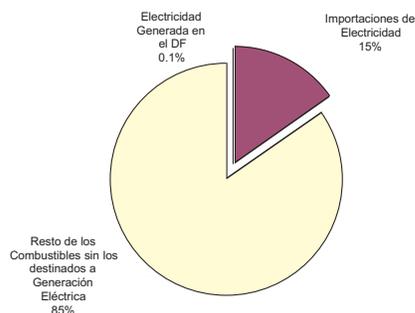


Consumo de energía en el Distrito Federal durante el año 2000

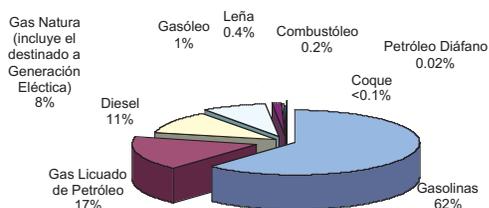
Durante el año 2000 el DF consumió un total de 343 PJ de energía, el 55% del consumo de la ZMVM; 291 PJ provenientes de combustibles y 52 PJ de electricidad. Esto representa 52% de los combustibles de la ZMVM y 59% de la electricidad; 7.8% del consumo nacional de combustibles y 9.5% de la electricidad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

La generación de electricidad fue mínima en el DF y básicamente se destinó a dar estabilidad al sistema de distribución. Para esta generación de energía se empleó únicamente gas natural y representó 0.3% del consumo de combustibles. La generación local satisfizo el 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, DF, 2000
Consumo total**



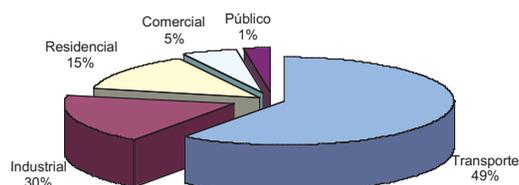
Consumo de combustibles



En cuanto a los combustibles, tres satisficieron el 90% de los requerimientos energéticos del distrito federal: gasolina (62%), GLP (17%) y diesel (11%). Es destacable que la gasolina cubre dos terceras partes de los requerimientos energéticos del DF. Al igual que en la ZMVM el transporte es el mayor consumidor de combustibles (49%), seguido por la industria (30%) y el consumo residencial (15%). Estos tres sectores consumen el 92% de la energía del DF (véase Gráfica 3.6).

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.

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



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”.

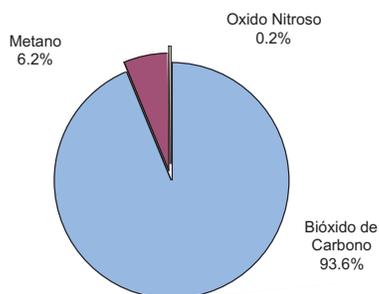
Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la ZMVM y en el DF

Emisión de GEI en la ZMVM durante el año 2000

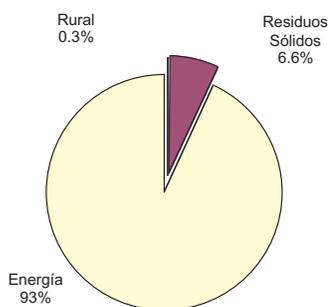
Durante el año 2000, la ZMVM emitió 54.1 Mton de CO₂ equivalente, lo que representa el 7.8% de las emisiones nacionales. Este porcentaje relativamente bajo se explica en parte porque las industrias petrolera y de generación de energía eléctrica –que se encuentran entre las mayores emisoras– están ubicadas fuera de la ZMVM. El sector forestal, segundo emisor nacional de gases de efecto invernadero, es mínimo en el DF. Del total de emisiones 50.6 Mton correspondieron a CO₂, 158 mil toneladas a CH₄ y 378 toneladas a N₂O, (véase Gráfica 3.7).

Las principales emisiones de bióxido de carbono y óxido nítrico provinieron del consumo de combustibles y electricidad, los cuales generaron 99% del CO₂ y 92% del N₂O; mientras que la principal fuente emisora de metano fueron los residuos sólidos al generar 96% de este GEI.

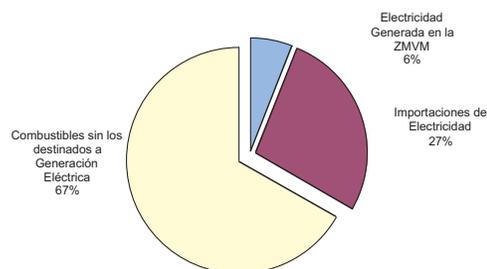
**Gráfica 3.7 Emisiones de CO₂ equivalente en la ZMVM
Por gas de efecto invernadero**



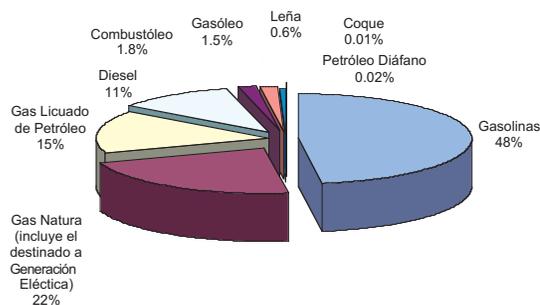
Por fuente



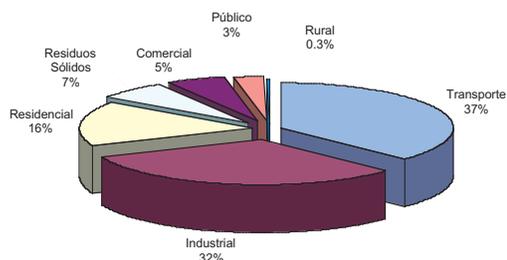
**Gráfica 3.8 Emisiones de CO₂ equivalente por combustión en la ZMVM, 2000
Por consumo total de energía**



Consumo de combustibles



Gráfica 3.9 Emisiones de CO₂ equivalente por sector, ZMVM, 2000



La energía, entendida como el consumo de combustibles incluidos los destinados a la generación de electricidad, es la principal fuente de emisiones 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 67% (véase Tabla 3.3). Nuevamente en este punto se debe tener cuidado de no sumar directamente combustibles y electricidad, ya que esto implica una doble contabilidad.

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

Tabla 3.3 Emisiones de bióxido de carbono equivalente en laZMVM durante 2000

Sector	Fuente de emisión	Tipo	Emisiones de CO ₂ equivalente (Mton)
Total de Emisiones			54.107
Suelo de conservación			0.183
Residuos sólidos			3.589
Energía total:			50.335
	Combustibles	Subtotal	36.636
		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	Subtotal	16.779
		Generación eléctrica en la ZMVM	3.081
		Importación de electricidad hacia la ZMVM	13.699

CO₂ equivalente = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Los principales fuentes de emisión de GEI en la ZMVM fueron el sector transporte (37%), el industrial (32%), el residencial (16%), y los residuos sólidos (7%). Estos cuatro sectores en conjunto emitieron 91% del total de GEI de la ZMVM (véase Gráfica 3.9)

Para mayor detalle sobre el consumo de energía en la ZMVM véase Anexo 7 “Línea Base de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)”.

Emisión de GEI en el DF durante el año 2000

Durante el año 2000 el Distrito Federal emitió 33.5 Mton de CO₂ equivalente, lo que representa 62% de las emisiones de la ZMVM. Del total, correspondieron 30.1 Mton a CO₂, 156 mil toneladas a CH₄ y 230 toneladas a N₂O (véase Gráfica 3.10).

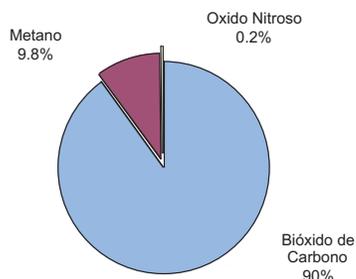
Las principales emisiones de CO₂ y N₂O provinieron del consumo de combustibles y electricidad. Estos generaron el 98% del bióxido de carbono y el 99% del óxido nitroso, mientras que la principal fuente de emisiones de metano fueron los residuos sólidos al generar 96% de este GEI.

La energía, entendida como el consumo de combustibles incluidos los destinados a la generación eléctrica, es la principal fuente de GEI en el DF. Mientras que el consumo de electricidad es responsable de la emisión del 29% del total de GEI, el uso de combustibles lo es del 59% (véase Tabla 3.4).

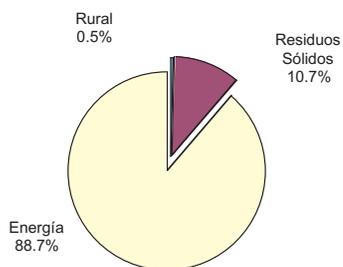
Cuatro energéticos son responsables por el 98% de las emisiones de GEI originadas en la quema de combustibles: gasolina (62%), gas natural (7%), GLP (15%) y diesel (13%).

Gráfica 3.10 Emisiones de CO₂ equivalente en el DF

Por gas de efecto invernadero

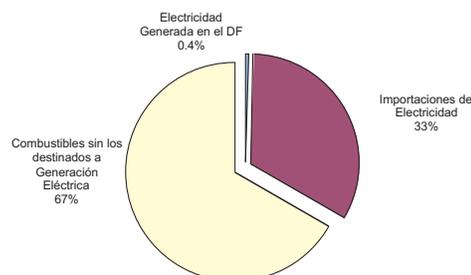


Por fuente

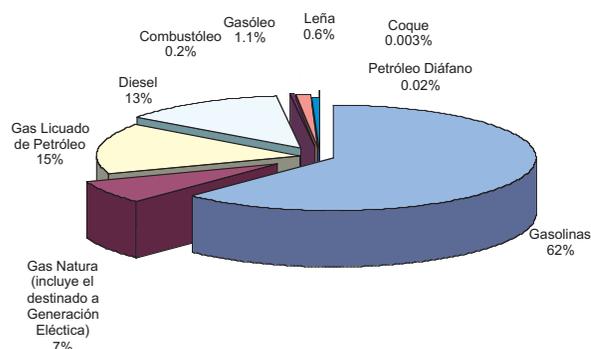


Gráfica 3.11 Emisiones de CO₂ equivalente debidas a la combustión en el DF durante el año 2000

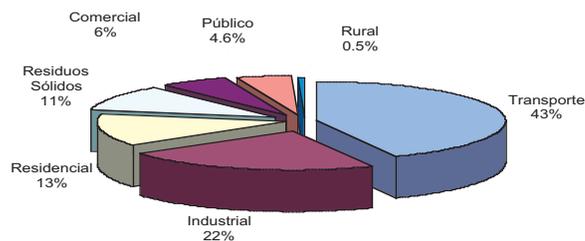
Por consumo total de energía



Por consumo de combustibles



Gráfica 3.12 Emisiones de CO₂ equivalente por sectores en el DF en el año 2000



El sector transporte, el industrial industria, el residencial vivienda y los residuos sólidos son los principales emisores de GEI en el DF. En conjunto emitieron 89% del total de GEI del DF (véase Gráfica 3.12).

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”.

Tabla 3.4 Emisiones de CO₂ equivalente en el DF durante el año 2000

Sector	Fuente de emisión	Tipo	Emisiones de CO ₂ equivalente (Mton)
Total de Emisiones			33.520
Suelo de conservación			0.183
Residuos sólidos			3.589
Energía total:			29.748
	Combustibles	Subtotal	19.940
		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	Subtotal	9.939
		Generación eléctrica en el DF	0.131
		Importación de electricidad hacia el Distrito Federal	9.808

CO₂ eq = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Transporte

Emisiones de GEI del transporte en la ZMVM en el año 2000

El transporte emitió 20.1 Mton de CO₂ equivalente durante el año 2000. Correspondieron a CO₂ 20 Mton; 5,177 toneladas a CH₄ y 170 toneladas a N₂O (véase Tabla 3.5).

Los autos particulares, los vehículos de menos de 3 toneladas, los taxis y las camionetas *pickup* sumaron 76% de las emisiones. Estos cuatro tipos de vehículos usan predominantemente gasolina, por lo que el 87% de las emisiones de GEI provino de este combustible (véase Gráfica 3.13).

Emisiones de GEI del transporte en el Distrito Federal en el año 2000

El transporte emitió 14.4 Mton de CO₂ equivalente durante el año 2000. Correspondieron a CO₂ 14.3 Mton; 3,682 toneladas a CH₄ y 122 toneladas a N₂O (véase Tabla 3.6)

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 Gráfica 3.14).

Tabla 3.5 Emisiones de CO₂ equivalente del transporte en la ZMVM en el año 2000

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

CO₂ equivalente = bióxido de carbono equivalente

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

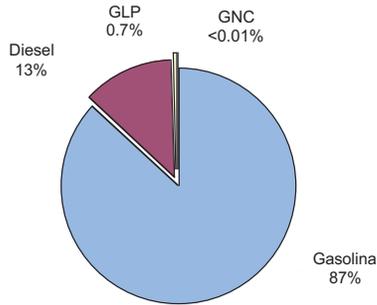
Tabla 3.6 Emisiones de CO₂ equivalente del transporte en el DF en el año 2000

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

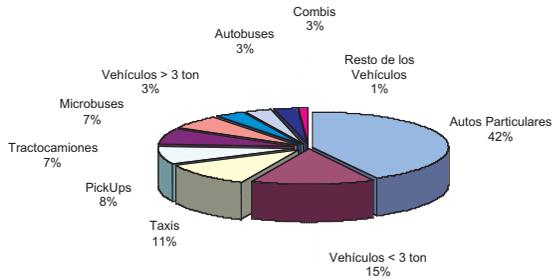
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Gráfica 3.13 Participación de las emisiones de CO₂ equivalente del sector transporte en la ZMVM, 2000

Por tipo de combustible

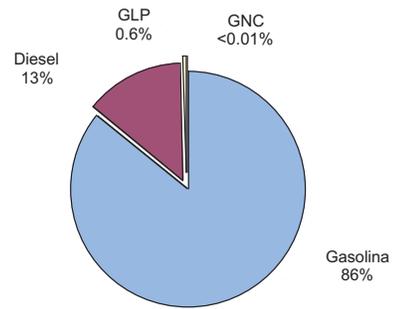


Por tipo de vehículo



Gráfica 3.14 Participación de las emisiones de CO₂ equivalente del sector transporte en el DF, 2000

Por tipo de combustible



Por tipo de vehículo

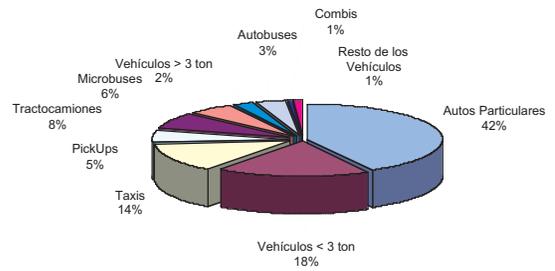


Tabla 3.7 Emisiones de CO₂ equivalente de la industria en la ZMVM en el año 2000

Fuente de emisión	Tipo	Emisión de CO ₂ equivalente (ton)
	Total de Emisiones	17.181
Combustibles	Subtotal	7.948
	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
	Subtotal	9.232
Electricidad	Subtotal	9.232

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Tabla 3.8 Emisiones de CO₂ equivalente de la industria del DF en el año 2000

Fuente de emisión	Tipo	Emisión de CO ₂ equivalente (ton)
	Total de Emisiones	7.296
Combustibles	Subtotal	2.329
	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
	Subtotal	4.967
Electricidad	Subtotal	4.967

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Industria

Emisiones de GEI de la industria en la ZMVM en el año 2000
 La industria emitió 17.2 Mton de CO₂ equivalente durante 2000. Correspondieron a CO₂ 17.1 Mton, 417 toneladas a CH₂ y 139 toneladas a N₂O.

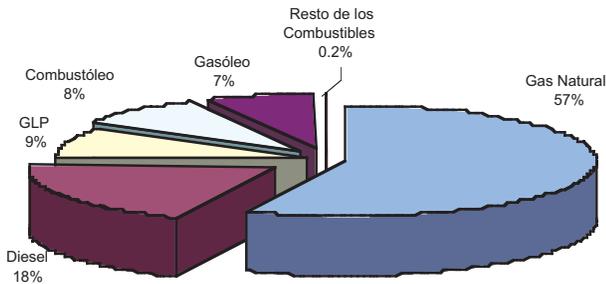
El 54% de las emisiones de la industria provienen del consumo eléctrico, mientras que el 75% de las emisiones originadas en los combustibles provienen del gas natural y del diesel. La industria química (28%), de los alimentos, bebidas y tabaco (15%) y de la celulosa, papel e imprentas (13%) sumaron 56% de las emisiones industriales en la ZMVM (véase Gráfica 3.15).

Emisiones de GEI de la Industria en el DF en el año 2000
 La industria emitió 7.3 Mton de CO₂ equivalente durante 2000. Correspondieron a CO₂ 7.2 Mton, 184 toneladas a CH₄ y 64 toneladas a N₂O (véase Tabla 3.8).

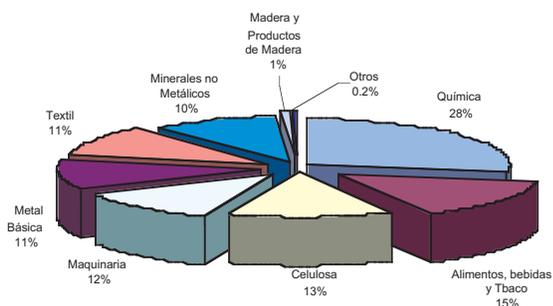
El 68% de las emisiones de la industria provienen del consumo eléctrico. El 89% de las emisiones originadas por el consumo de combustibles provienen del gas natural (47%), diesel (29%) y GLP (13%). La industria química (38%); de los alimentos, bebidas, y tabaco (21%); la maquinaria, productos metálicos y equipo de transporte (17%) sumaron 76% de las emisiones industriales en el DF (véase Gráfica 3.16).

Gráfica 3.15 Participación en las emisiones de CO₂ equivalente de la industria en la ZMVM, 2000

Por tipo de combustible

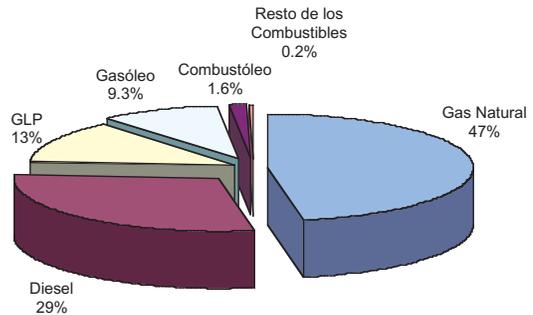


Por rama industrial



Gráfica 3.16 Participación en las emisiones de CO₂ equivalente de la industria en el DF, 2000

Por tipo de combustible



Por rama industrial

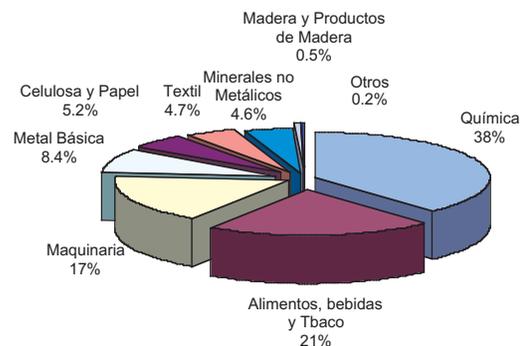


Tabla 3.9 Emisiones de CO₂ equivalente del sector residencial en la ZMVM en el año 2000

Uso Final	Tipo	Emisión de CO ₂ equivalente (ton)
	Total de Emisiones	8.526
Combustibles	Total combustibles	4.373
	Gas Licuado de Petróleo	3.785
	Leña	0.231
	Gas Natural	0.358
	Querosinas	0.000
Cocción	Subtotal	2.314
	Gas Licuado de Petróleo	2.128
	Leña	0.033
	Gas Natural	0.153
	Querosinas	0.000
Calentamiento de agua	Subtotal	2.059
	Gas Licuado de Petróleo	1.657
	Leña	0.197
	Gas Natural	0.204
Electricidad	Total electricidad	4.153
	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

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Residencial

Emisiones de GEI residenciales en la ZMVM en el año 2000

El sector residencial emitió 8.6 Mton de CO₂ equivalente durante el año 2000. Correspondieron a CO₂ 8.5 Mton, 229 toneladas a CH₄ y 41 toneladas a N₂O.

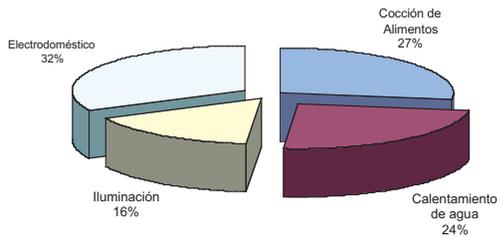
El consumo de GLP originó prácticamente la mitad de los GEI (44%), mientras que el consumo de electricidad generó el 48% de las emisiones. En cuanto a los usos finales, los primeros lugares lo ocupan

los usos de electrodomésticos (32%), la cocción de alimentos (27%) y el calentamiento de agua (24%) (véase Gráfica 3.17 y Tabla 3.9).

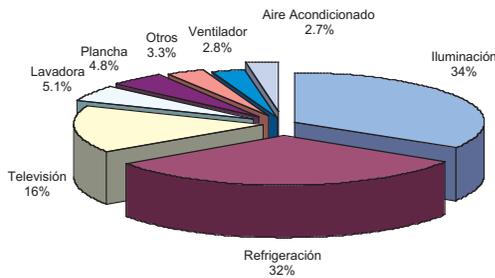
En cuanto al uso de la electricidad en el sector residencial, la mayor emisión de gases de efecto invernadero proviene del uso de electrodomésticos con 66%, mientras que la de iluminación sólo contribuye con 34%. Es notable que los refrigeradores y televisores en conjunto suman 48% de las emisiones por uso de electricidad en los hogares.

Gráfica 3.17 Participación en las emisiones de CO₂ equivalente del sector residencial de la ZMVM, 2000

Por uso final



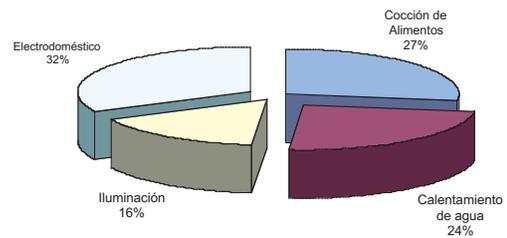
Por usos eléctricos



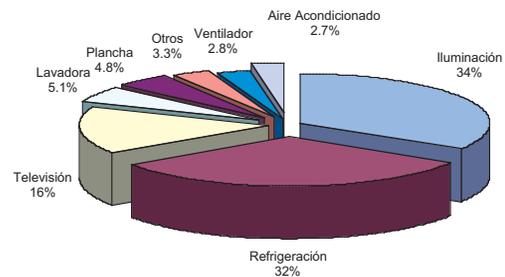
mentos (27%) y el calentamiento de agua (24%) (véase Gráfica 3.18 y Tabla 3.10).

Gráfica 3.18 Participación en las emisiones de CO₂ equivalente del sector residencial en el DF, 2000

Por uso final



Por usos eléctricos



Emisiones de GEI residenciales en el DF en el año 2000
 La vivienda emitió 4.5 Mton de CO₂ equivalente durante el año 2000. Correspondieron a CO₂ 4.4 Mton, 120 toneladas a CH₄ y 21 toneladas a N₂O.

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, los primeros lugares los ocupan el uso de electrodomésticos (32%), la cocción de ali-

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.

Tabla 3.10 Emisiones de CO₂ equivalente del sector residencial en el DF en el año 2000

Uso Final	Tipo	Emisión de CO ₂ equivalente (ton)
	Total de Emisiones	4.478
Combustibles	Total combustibles	2.297
	Gas Licuado de Petróleo	1.988
	Leña	0.121
	Gas Natural	0.188
	Querosinas	0.000
Cocción	Subtotal	1.216
	Gas Licuado de Petróleo	1.118
	Leña	0.018
	Gas Natural	0.081
	Querosinas	0.000
Calentamiento de agua	Subtotal	1.081
	Gas Licuado de Petróleo	0.870
	Leña	0.104
	Gas Natural	0.107
Electricidad	Total electricidad	2.181
	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

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

Consumo de energía en la ZMVM durante el año 2004²

Los datos presentados en esta sección corresponden al consumo de combustibles del año 2004, sin contabilizar el consumo de electricidad, coque, combustóleo, gasóleo industrial ni leña.

Entre 1990 y 2004 el sector transporte es el mayor consumidor de energía, con una demanda promedio del 51%, seguido del sector industrial con un 34% (ver Tabla 3.11a). La Gráfica 3.19a muestra que el sector residencial ha disminuido su consumo energético desde 1995, año en el que alcanzó su máxima demanda de 85 PJ, mientras que en 2004 requirió sólo de 52 PJ. Este comportamiento se debe principalmente a la baja en el consumo de GLP -que puede atribuirse al crecimiento moderado de la economía nacional-, al incremento en el uso de leña en la ZMVM -de acuerdo con datos del INEGI-, a la mayor penetración del gas natural en este sector y a un mayor ahorro de energía por parte de los

consumidores, derivados fundamentalmente de los incrementos progresivos en sus precios (SENER 2004).

La disminución en el consumo de GLP también puede deberse a la presencia y uso masivo de electrodomésticos que requieren de energía eléctrica, al uso de calentadores eléctricos que sustituyeron a los calentadores de agua residenciales, a las nuevas tecnologías implementadas en estufas de encendido electrónico, e incluso al uso de sistemas de almacenamiento de GLP como en tanques estacionarios, que permiten controlar emisiones fugitivas.

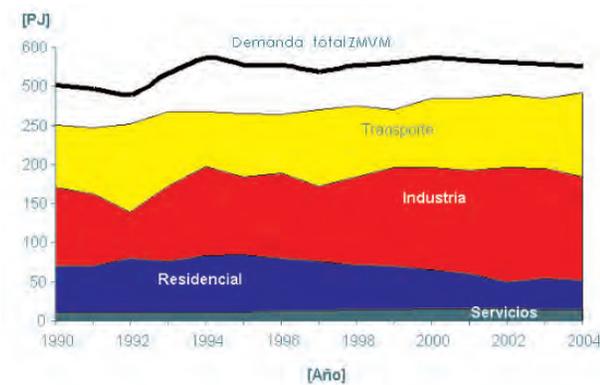
El consumo diario promedio de combustibles en la Zona Metropolitana del Valle de México para el año 2004 se estimó en 306 mil barriles equivalentes de gasolina; es decir, 48.6 millones de litros por día. La cifra estimada para 1990 fue de 37 millones de litros por día, un incremento de cerca del 31% en 14 años.

Tabla 3.11a Consumo energético histórico de la ZMVM, 1990-2004

Año	Consumo total [Peta joules]	[%]			
		Transporte	Industria	Residencial	Servicios
1990	502	50	34	14	2
1991	492	50	33	14	2
1992	483	52	29	17	2
1993	529	51	33	15	2
1994	561	48	35	15	2
1995	545	49	34	16	2
1996	545	48	35	15	3
1997	531	51	32	14	2
1998	546	50	34	13	3
1999	550	49	36	13	3
2000	563	51	35	12	3
2001	555	51	35	11	3
2002	552	53	36	9	3
2003	547	52	36	10	3
2004	543	54	34	10	3
Promedio	536	51	34	13	3

Fuente: Elaborada por la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal con datos de PEMEX Refinación, Gas y Petroquímica y Secretaría de Energía.

Gráfica 3.19a Consumo energético histórico por sector, ZMVM 1990-2004



Como puede observarse en la Tabla 3.11b en la que se presenta el consumo por tipo de combustible, expresado en miles de barriles al año, la demanda energética de la ZMVM es cubierta en un 73% por gasolina y gas natural. Es importante mencionar que, aunque el consumo de gas natural es abundante, este sólo genera 6.4 MJ³ por barril, a diferencia de los demás combustibles que en promedio generan más de 5,000 MJ por barril.

El sector transporte requirió del 53.7% de la energía suministrada a la ZMVM, siendo la gasolina el principal combustible utilizado; le sigue el sector industrial que consumió el 34% del suministro, teniendo al gas natural como el principal energético en la demanda del sector; y los sectores residencial y de servicios, que consumieron el 12.4%, siendo el gas LP el que cubrió la mayor parte de la demanda (ver Gráfica 3.19b).

Gráfica 3.19b Demanda de energía por sector,

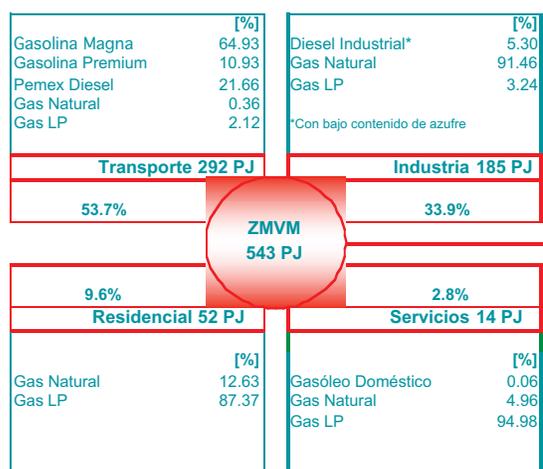
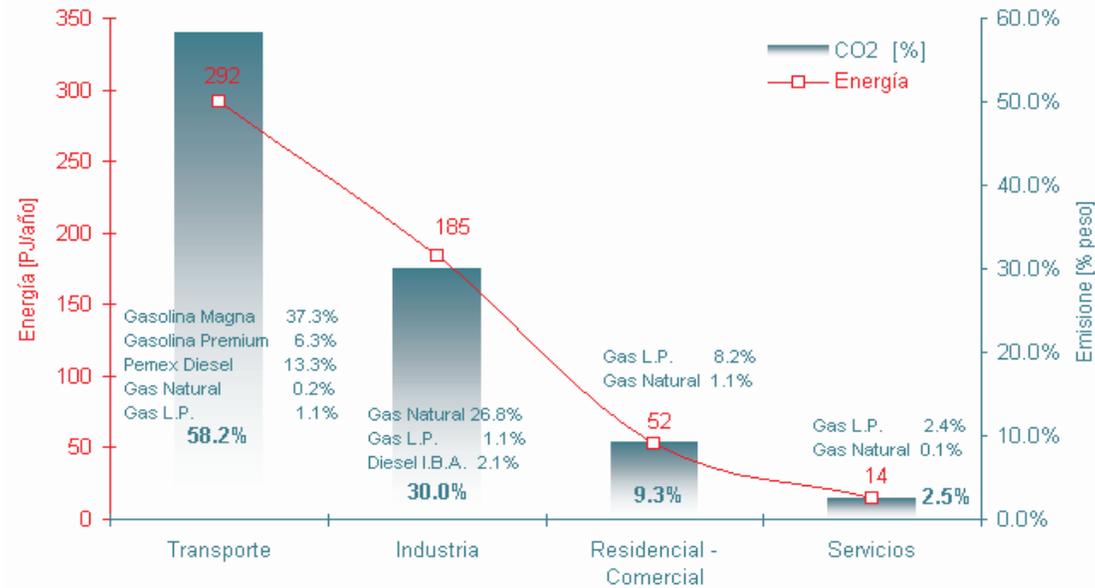


Tabla 3.11b Consumo energético por tipo de combustible, ZMVM, 2004

Tipo de combustible	Consumo [miles de barriles]	Energía disponible [PJ]	[%]
Gasolina Premium	6,570	31.91	5.88
Gasolina Magna	39,019	189.55	34.92
Gasóleo Doméstico	2	0.01	0.00
Diesel Industrial bajo Azufre	1,752	9.77	1.80
PEMEX Diesel	11,334	63.22	11.65
Gas Natural	33,089,662	177.12	32.63
Gas LP	18,696	71.27	13.13
Total ZMVM		542.85	100.00

Nota: no incluye combustible para aeronaves.

Gráfica 3.19c Consumo energético histórico por sector, ZMVM 1990-2004



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Pemex, CFE y LyFC.

Tabla 3.11c Distribución de energía, factores de emisión y emisiones de CO₂, por tipo de combustible y sector

Tipo de combustible por sector	Energía consumida ¹ [T]/año	Factor de emisión ² [kg/TJ]	Emisiones de CO ₂ [ton/año]
Transporte	291,932		20,480,015
PEMEX Magna	189,552	69,300	13,135,945
PEMEX Premium	31,917	69,300	2,211,852
PEMEX Diesel	63,219	74,070	4,682,618
Gas Natural	1,044	56,100	58,563
GLP	6,200	63,070	391,037
Industria	184,525		10,569,125
Diesel Industrial bajo		74,067	
Azufre	9,773		723,831
Gas Natural	168,765	56,100	9,467,741
GLP	5,987	63,070	377,553
Residencial	52,366		3,256,485
Gas Natural	6,611	56,100	370,901
GLP	45,754	63,067	2,885,584
Comercial - Institucional	14,031		1,493,027
Gasóleo Doméstico	8	74,067	620
Gas Natural	696	56,100	39,042
GLP	13,327	63,067	840,505
Total	542,854		35,185,793

Fuente: 1) Elaborada con datos de PEMEX Refinación, Gas y Petroquímica Básica y SENER, 2005. 2) IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories (IPCC 1997)

Emisión de GEI en la ZMVM durante el año 2004⁴

Los datos presentados en esta sección corresponden a las emisiones generadas por el consumo de combustibles del año 2004, sin contabilizar aquellas producidas por el consumo de electricidad, coque, combustóleo, gasóleo industrial, ni leña.

Con el objetivo de actualizar el inventario de emisiones de GEI producidos en la ZMVM, se realizó la evaluación para CO₂ por proceso de combustión de hidrocarburos. La estimación se realizó utilizando la metodología del IPCC (Sheinbaum et alii, 2000; IPCC, 1995; IPCC, 1997).

Las emisiones de CO₂ en la ZMVM por consumo de hidrocarburos ascienden a 35.185 millones de toneladas. En la Gráfica 3.19c se muestra las emisiones de CO₂ para cada uno de los sectores estimados. Como puede observarse, las emisiones son directamente proporcionales al consumo de combustible.

El sector transporte es el mayor emisor contribuyendo con el 58% del CO₂, teniendo la combustión de gasolina como la mayor emisora, el sector industrial representa el 30 % de las emisiones destacando por la combustión de gas natural y por último se tiene que el sector residencial, comercial y de servicios emite el 12% restante.

3.2 Suelo de Conservación

El recurso bosque y la captación de carbono

La *Estrategia Local de Acción Climática* tiene entre sus objetivos realizar una estimación preliminar del contenido de carbono en los bosques del Suelo de Conservación del Distrito Federal, porque estos ecosistemas tienen una alta capacidad de retención de carbono en la vegetación y en los suelos y constituyen, en consecuencia, una parte sustancial del ciclo de este elemento.

El Suelo de Conservación ocupa el 59% del territorio del Distrito Federal, se encuentra regulado bajo un régimen de control de uso de suelo y un sistema de vigilancia para impedir el crecimiento de la mancha urbana en su superficie.

Resultados preliminares

El total estimado de carbono en el reservorio del Suelo de Conservación fue de 3.85 Mton. Por clase de vegetación, el carbono total fue de de 2.12 Mton/C 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,

Tabla 3.11.d Reservorio 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)
Total			3,850,519.95
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
Promedio ponderado	80.02		

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente[VDI]

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

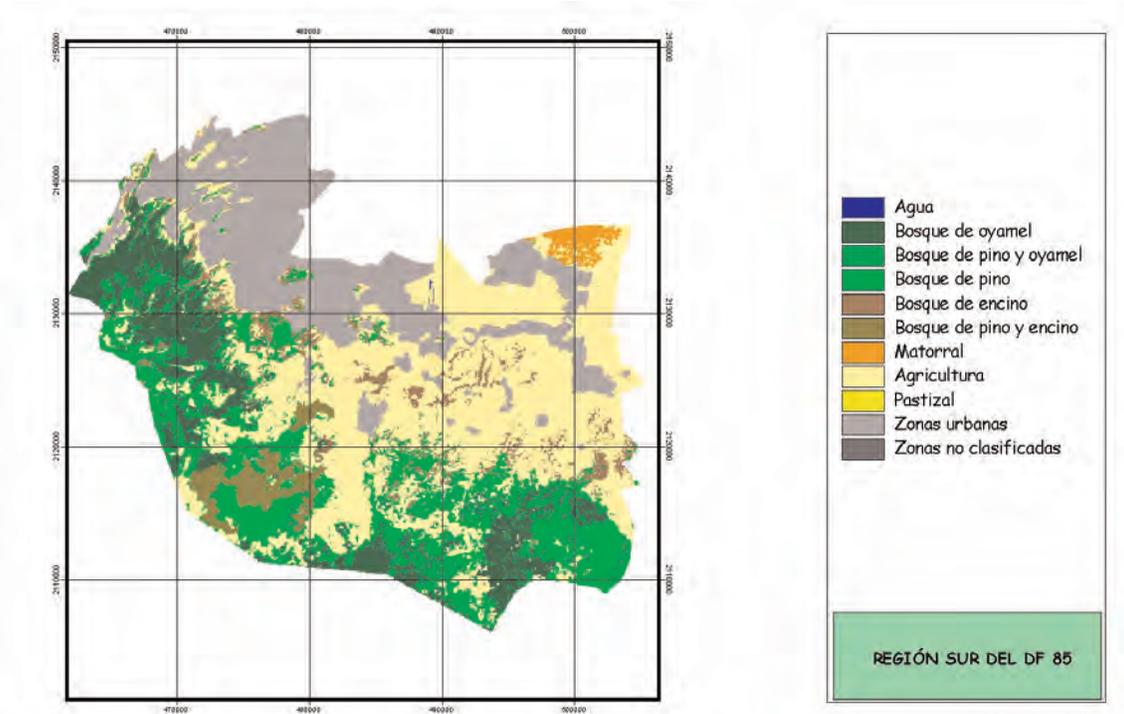
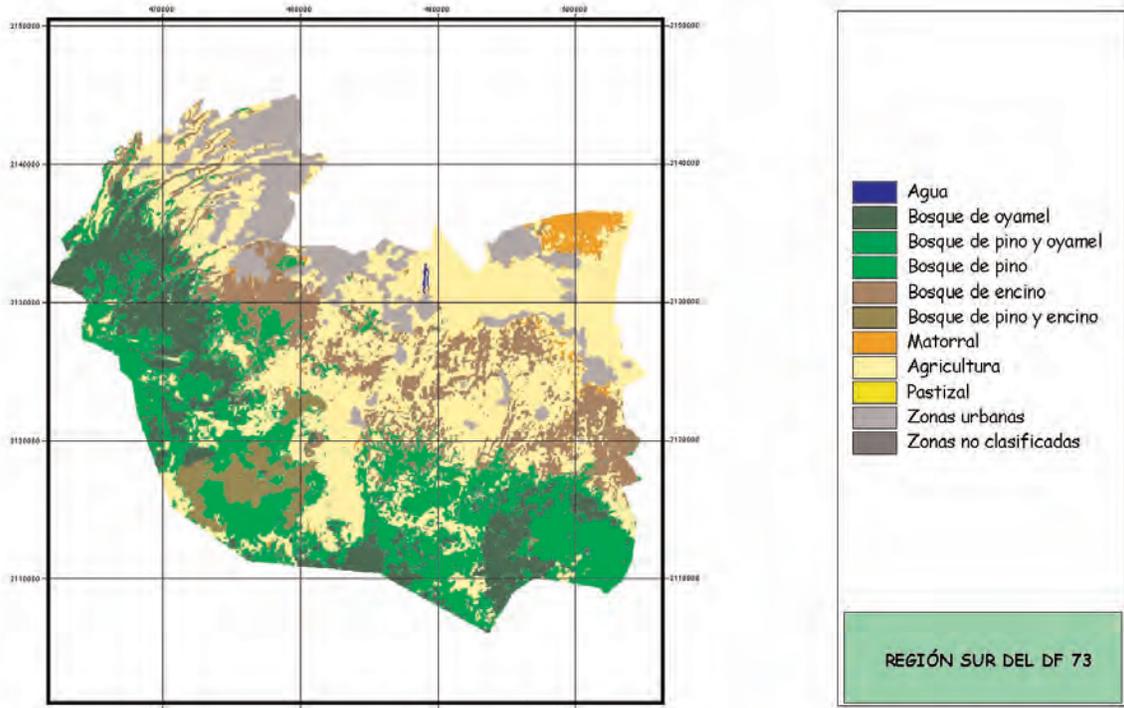
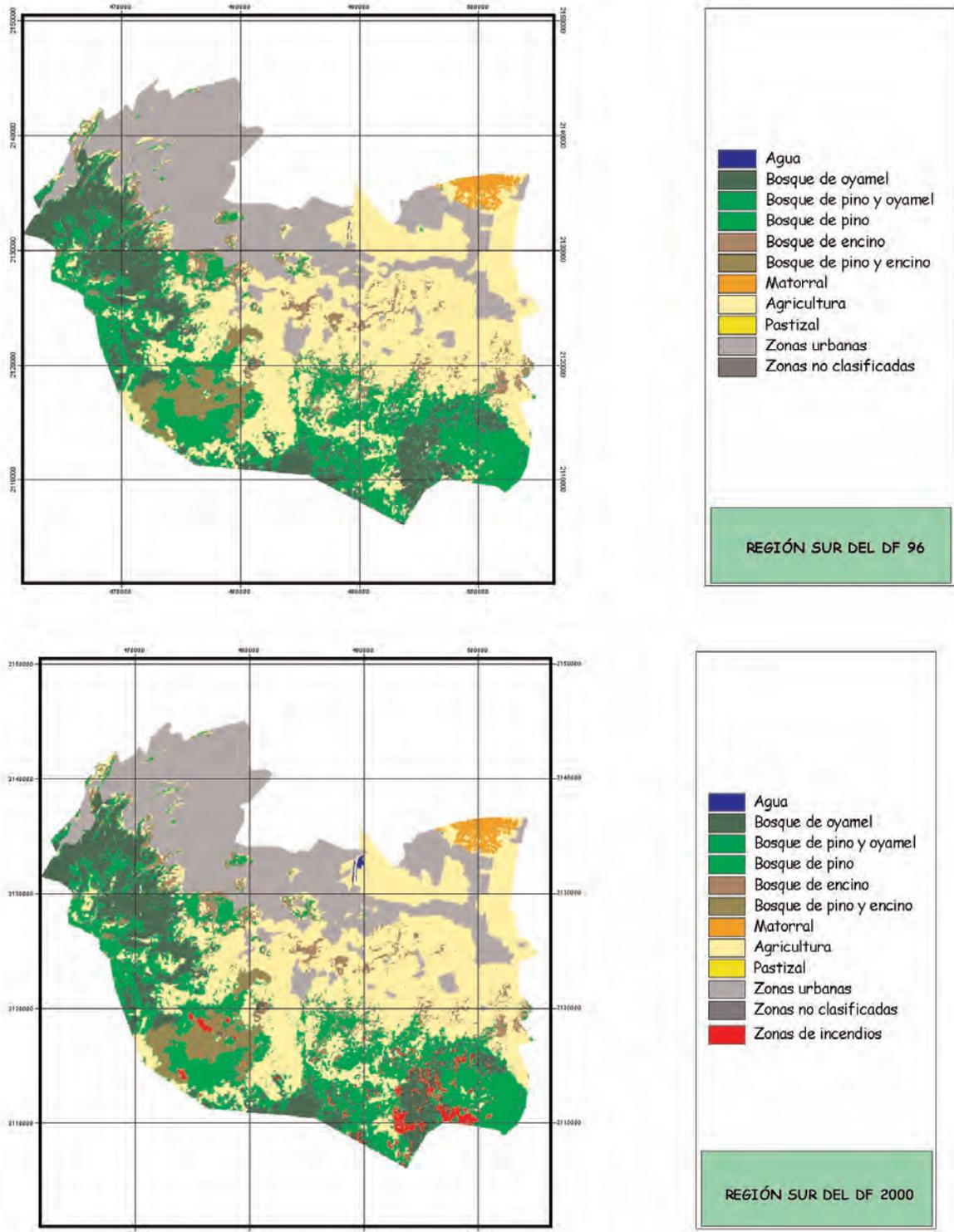


Figura 3.1 Mapas de vegetación utilizados para el estudio de cambio de uso de suelo



Tomado de: SEMARNAT, 2003, *La deforestación. 24 Regiones PRODERS*, págs. 190-191.

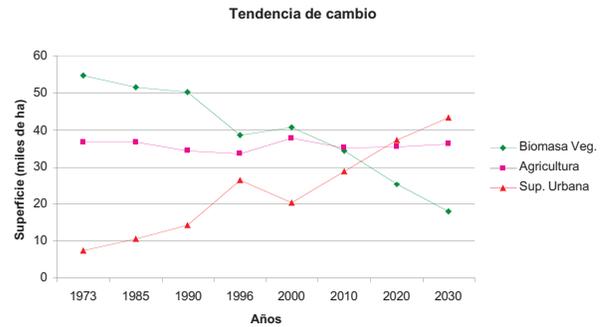
véase Anexo 1 “Metodología del contenido de carbono en los bosques del suelo de conservación”

Conviene señalar que por cada tonelada de carbono en reservorios, se procesan aproximadamente tres toneladas de CO₂ vía fotosíntesis, es decir, una tonelada de carbono en arbolado equivale a captar aproximadamente 3 toneladas de CO₂.

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 y el periodo de deforestación evaluado (para el primer dato ver (GDF, 2000; para el segundo SEMARNAT, 2003). Las fechas utilizadas para este análisis corresponden a los años 1973, 1985, 1996 y 2000 (véase Figura 3.1)

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

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



Elaboración propia con base en SEMARNAT (2003).

Agricultura y ganadería en el Suelo de Conservación

Las actividades agrícolas en el suelo de conservación se caracterizan por un elevado uso de agroquímicos y prácticas de labranza mecanizada, este último aspecto contribuye a la erosión de suelos. Es común en la ganadería intensiva la quema de residuos agrícolas y los incendios no controlados para el rebrote de pastos,

Tabla 3.11.e Tasa de deforestación en el Suelo de Conservación del DF durante el periodo 1973-2030

Parámetro	F E C H A S			
	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	11.9	3.30
Tasa de deforestación		1.39	1.44	1.21

Tabla 3.13 Registro de incendios forestales en suelo de conservación durante el periodo 1998-2005

Actividad	PERIODO (AÑOS)								
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Promedio
Incendios forestales (Número)	1932,00	434,00	601,00	591,00	775,00	820,00	998,00	1262,00	926,63
Superficie afectada (ha)	5.735	888	1.395	904	1.028	1.340	1.690	1.685	1.881,63
Promedio por incendio (ha/incendio)	2,97	2,05	2,32	1,53	1,33	1,63	1,69	1,33	1,98

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente

ambas prácticas emiten GEI a la atmósfera. Uno de los tipos de ganado que se maneja en el suelo de conservación es el vacuno, el cual tiene un proceso de fermentación entérica⁵ con emisiones mayores que las provenientes de otros tipos de ganado. El manejo de estiércol en composta o biodigestores, en términos generales es bajo.

Los sectores agrícola y ganadero en Suelo de Conservación emiten principalmente N₂O y CH₄ con sus respectivas equivalencias en términos de CO₂ (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 resaltan las prácticas agrícolas empleadas para obtener el rebrote de pasto necesario en la alimentación del ganado, el tipo de vegetación, la humedad del suelo retenida en materia orgánica, las características topográficas del lugar, la cercanía de caminos, la cantidad de materiales combustibles y el clima. Este último factor es uno de los que más influyen en los incendios forestales, que son más frecuentes en los años en que el clima tiene un comportamiento anómalo, por ejemplo con largos periodos de sequía como los provocados por el fenómeno de *El Niño*. En un incendio forestal sin presencia de clima anómalo intenso la biomasa que se quema por lo regular es la hojarasca, el pastizal y los rebrotes.

Entre 1998 y 2005 se registraron en promedio 926 incendios forestales por año, con una superficie de afectación de 1,833 hectáreas anuales y de 1.98 hectáreas por incendio (ver Tabla 3.1.3) (SMA, 2005:142). Las superficies afectadas por incendios forestales son pastizales que emite a la atmósfera N₂O y CH₄. Para el año 1999 la cantidad de CO₂ equivalente fue de 964 toneladas, cantidad menor a la del año 1998 en la que se presentó un mayor número de incendios forestales vinculado al fenómeno El Niño. La metodología que se siguió para determinar estos valores fue la del Panel intergubernamental de expertos sobre cambio climático (IPCC, 1996), véase el Anexo 3 “Metodología para estimar las emisiones de GEI por incendios forestales en el suelo de conservación del DF”.

3.3 Residuos Sólidos

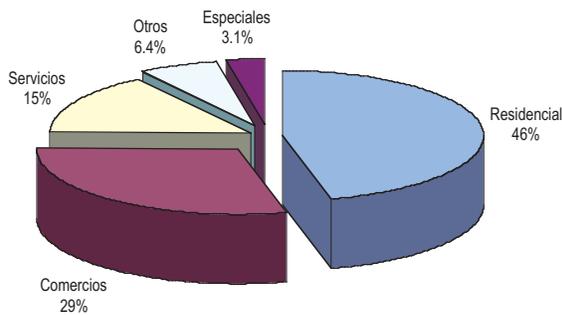
Durante el año 2000 el Distrito Federal generó alrededor de 12,000 toneladas diarias de residuos sólidos, es decir, 4.2 millones de toneladas anuales. El 47% proviene de las viviendas, 29% de los comercios, 15% de los prestadores de servicios, 3% de giros especiales como unidades médicas, laboratorios, veterinarios, terminales terrestres, aeropuerto, vialidades, CERESOS, etcétera, y 6% de otros generadores como áreas verdes, objetos voluminosos, materiales de construcción y reparaciones menores, etcétera (véase Gráfica 3.20) (SMA, 2004:23-24).

Cuatro delegaciones políticas generan poco más de 47% del total de los residuos sólidos del Distrito

Federal (Iztapalapa 14%, Gustavo A. Madero 12%, Cuauhtémoc 12%, Venustiano Carranza 9%) en tanto que Milpa Alta genera menos del 1% (SMA, 2004:23).

En la ciudad se barren alrededor de 17,000 km de calles por año y 2,391 km de la Red Vial Primaria. En 2002, el parque vehicular de recolección estaba integrado por 2,090 unidades, de ellos 28% son vehículos de recolección de carga trasera, 28% son de caja rectangular y 21% son de carga tubular, en conjunto integran el 77% del parque vehicular existente (SMA, 2004:28).

Gráfica 3.20 Generación de residuos sólidos en el DF, 2000



La Ciudad de México cuenta con 13 estaciones de transferencia en donde se atienden 2,011 vehículos recolectores que en promedio realizan 1.2 viajes diarios. Los residuos se transfieren a camiones con capacidad de 25 toneladas, estos realizan en conjunto un promedio de 500 viajes diarios a los sitios de disposición final.

Existen tres plantas de selección que anualmente reciben 1.8 millones de toneladas de residuos al año, de las cuales recuperan 97 mil toneladas por año, principalmente de papel, cartón, plástico, vidrio, lámina de acero, aluminio, cobre, hierro, tortilla, hojalata, colchones, llantas y ropa. El porcentaje global de recuperación es del 5.3% (SMA, 2004:33). Es de resaltar que, además de esta recuperación formal existen numerosos procesos de selección informal a lo largo de la cadena de manejo de residuos sólidos, debido al valor comercial de algunos de sus componentes.

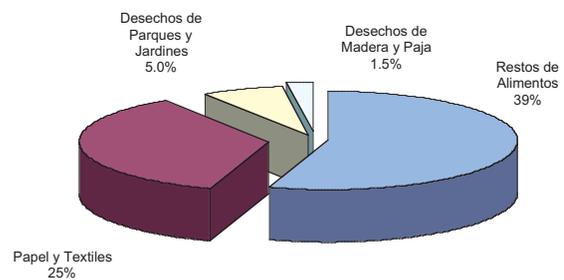
Durante el año 2000 funcionaron dos rellenos sanitarios que contaron con Membrana PEAD y sistema de recolección de lixiviados. En estos sitios se llevó a cabo la disposición final de 3.8 millones de toneladas anuales de residuos sólidos.

En el inventario de emisiones de GEI sólo se contabilizaron las emisiones originadas por los residuos generados en el DF, dado que no se cuenta con información suficiente para los residuos sólidos generados en toda la Zona Metropolitana del Valle de México.

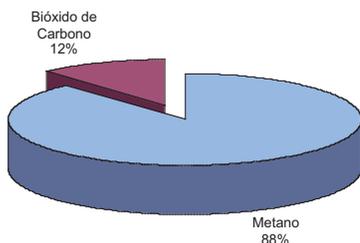
Los residuos sólidos depositados en los rellenos sanitarios emiten gases de efecto invernadero, resultantes del proceso llamado metanogénesis a través del cual las bacterias degradan la materia orgánica, transformando el carbón orgánico en metano y bióxido de carbono principalmente. (véase Gráfica 3.21)

Las emisiones de GEI de todos los rellenos sanitarios del DF, incluyendo los que están en operación y los clausurados, sumaron 3.6 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente durante el año 2000, de ellas 88% fue metano (véase Gráfica 3.22).

Gráfica 3.21 Carbón orgánico disponible en los residuos sólidos en el DF, 2000



Gráfica 3.22 Emisiones de CO₂ equivalente por residuos sólidos en el DF, 2000



Emisiones en el relleno sanitario Bordo Poniente Etapa IV

Durante el año 2000 la Etapa IV del relleno sanitario Bordo Poniente, que es la que actualmente recibe los residuos sólidos generados en el DF, emitió 25,931 ton de metano, las que equivalen a 544,557 ton de CO₂ equivalente. Se estima que para el año 2007 estará emitiendo 64,493 toneladas de metano, que equivalen a 1,354,343 ton de CO₂ equivalente. Su máximo se presentará durante el año 2009, con un total de 1,585,462 ton de CO₂ equivalente, que se irá reduciendo paulatinamente y llegará a 1,084,236 ton de CO₂ equivalente para el año 2028.

¹ Mton, Millones de toneladas.

² El inventario del consumo de Energía 2004 fue elaborado por la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, Secretaría del Medio Ambiente, DF.

³ Ver Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, ENIGH, de los años 2000, 2002 y 2004. (INEGI 2001, 2003 y 2005a)

⁴ MJ, megajoule (ver glosario de unidades de medida).

⁵ El inventario de Emisiones de CO₂ del año 2004 fue elaborado por la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal (SMA, 2006).

⁶ 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.

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 que tales efectos podrían llevarlos a enfrentar serios problemas para lograr un desarrollo económico y social ambientalmente sostenible. La capacidad de responder a los retos del cambio climático, particularmente a la preocupación internacional por mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, 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 para el desarrollo de cualquier sociedad. Baste pensar en los impactos de los huracanes o en los efectos de las sequías para darse cuenta que las 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 las manifestaciones extremas está relacionado con la capacidad que tienen las sociedades para resistir su impacto. En términos más precisos, el riesgo climático depende de la intensidad y de la frecuencia de la amenaza, (huracanes o sequías, por ejemplo), pero también de la vulnerabilidad, es decir la medida en que las ciudades, los países o las 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.

Tabla 4.1 Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

AMENAZA O PELIGRO	VULNERABILIDAD
Probabilidad de que ocurra un evento en un espacio y un 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
RIESGO	Probabilidad combinada entre amenaza y vulnerabilidad

Recuadro 4.1 Escenarios de emisiones**A1**

La línea evolutiva y familia de escenarios A1 describe un mundo futuro con un rápido crecimiento económico, una población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y disminuye posteriormente, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Sus características distintivas más importantes son la convergencia entre regiones, la creación de capacidad y el aumento de las interacciones culturales y sociales, acompañadas de una notable reducción de las diferencias regionales en cuanto a ingresos por habitante. La familia de escenarios A1 se desarrolla en tres grupos que describen direcciones alternativas del cambio tecnológico en el sistema de energía. Los tres grupos A1 se diferencian en su orientación tecnológica: utilización intensiva de combustibles de origen fósil (A1FI), utilización de fuentes de energía no de origen fósil (A1T), o utilización equilibrada de todo tipo de fuentes (A1B) (entendiéndose por “equilibrada” la situación en la que no se dependerá excesivamente de un tipo de fuente de energía, en el supuesto de que todas las fuentes de suministro de energía y todas las tecnologías de uso final experimenten mejoras similares).

A2

La línea evolutiva y familia de escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. El índice de natalidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

B1

La línea evolutiva y familia de escenarios B1 describe un mundo convergente con una misma población mundial que alcanza su valor máximo hacia mediados del siglo y desciende posteriormente, como en la línea evolutiva A1, pero con rápidos cambios en las estructuras económicas orientados a una economía de servicios y de información, acompañados de una utilización menos intensiva de los materiales y la introducción de tecnologías limpias con un aprovechamiento eficaz de los recursos. En ella se da preponderancia a las soluciones de orden mundial encaminadas a la sostenibilidad económica, social y ambiental, así como a una mayor igualdad, pero en ausencia de iniciativas adicionales en relación con el clima.

B2

La línea evolutiva y familia de escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y ambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas A1 y B1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

Tomado de IPCC, (2001e:52), *Cambio climático 2001. La base científica*. Grupo intergubernamental de expertos sobre cambio climático.

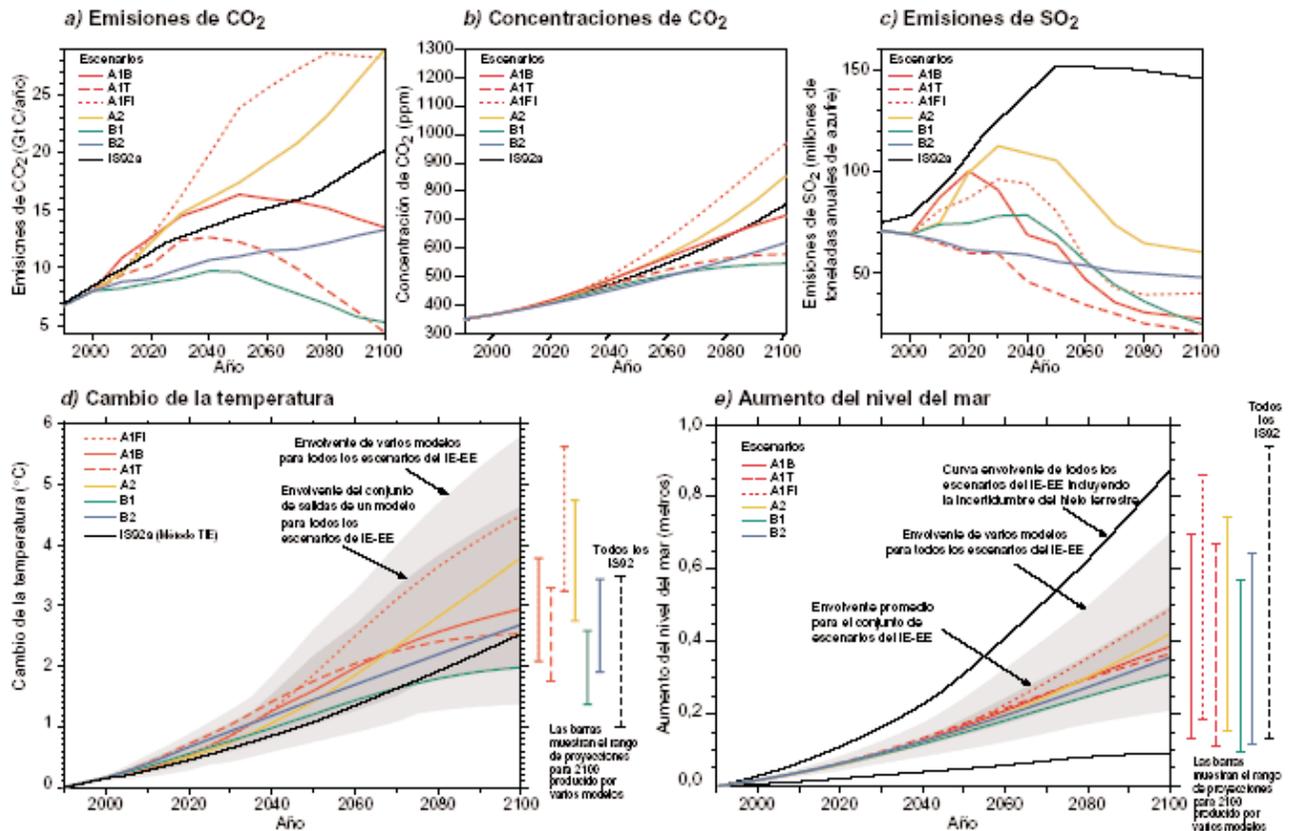
El IPCC define vulnerabilidad como “la medida en que un sistema es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los fenómenos extremos” y señala que “la vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” (IPCC 2001d:91).

Este concepto ha cobrado una gran importancia debido a que se espera que continúen la tendencia al calentamiento global y, en general, a los cambios en

el clima, sin que la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero cambie dicha tendencia.

La mayor amenaza ambiental que enfrenta actualmente la humanidad está asociada al cambio climático, en ello coinciden diversas organizaciones internacionales y agencias científicas. El riesgo se incrementa por que gran parte de la población desconoce lo que significa este fenómeno. No obstante, contamos con cada vez más conocimientos, producto de numerosas investigaciones científicas sobre la vulnerabilidad al cambio climático, tanto de los sistemas eco-

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



Fuente: IIPCC, (2001e), Tercer informe de evaluación. Cambio climático 2001. La base científica. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. pág. 11.

lógicos (bosques, herbazales, humedales, ríos, lagos y entornos marinos), como de los sistemas humanos (agricultura, gestión de recursos hídricos, gestión de recursos costeros, salud, instituciones financieras y asentamientos humanos).

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

El Tercer Informe de Evaluación del IPCC, (2001) incluye una revisión de nuevos datos y pruebas científicas con proyecciones sobre las concentraciones futuras de gases de efecto invernadero en la atmósfera, pautas regionales y mundiales de cambios y la velocidad de la modificación en las temperaturas, en las precipitaciones, en el nivel del mar y en la frecuencia y dimensiones de los 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 CO₂ para el siglo XXI (para una descripción de los escenarios, ver Recuadro No. 4.1). Cabe resaltar que, aún en el escenario más optimista de generación de emisiones, continuarán aumentando a lo largo del siglo el nivel del mar, la concentración de CO₂ en la atmósfera y la temperatura promedio de esta última (IPCC, 2001e:11).

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 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 en otros factores que influyen en la vulnerabilidad al cambio climático en diversas escalas.

Debido a su limitada capacidad de adaptación los sistemas naturales son particularmente vulnerables al cambio climático, por lo que algunos de ellos experimentarán daños irreversibles. El emplazamiento de la Ciudad de México en una cuenca cerrada, artificialmente drenada, la hace altamente vulnerable, por ejemplo, al cambio en las precipitaciones.

De acuerdo al Grupo de Trabajo II del IPCC¹ 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 y menos en que la precipitación cambie en una cierta dirección. Los siguientes escenarios climáticos han sido considerados muy probables:

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, a cambios en los destinos turísticos y a un aumento en la demanda de electricidad para aire acondicionado, entre otros impactos (IPCC, 2001d:II-7).

El grado de vulnerabilidad de la Ciudad de México en este escenario climático es muy alto, por la relación entre elevación de temperatura, aumento de la evapotranspiración, reducción de cuerpos de agua y disminución de la infiltración a mantos acuíferos. En los años recientes se ha registrado un aumento en las temperaturas máximas en el Distrito Federal, principalmente en primavera, cuando las ondas de calor llegan a producir temperaturas de entre 33°C y 35°C². La amenaza de las ondas de calor se traducen en un alto riesgo principalmente para los adultos mayores (con sesenta años o más), segmento de la población que ha venido aumen-

tando en la Ciudad de México al pasar de 5.1% en 1995, a 5.8% en 2000 y a 6.8% en 2005 (INEGI, 1997; INEGI; 2001; INEGI, 2006a).

La tendencia al envejecimiento de la población del Distrito Federal, que al mismo tiempo significa un incremento en la expectativa de vida, continuará previsiblemente durante las décadas siguientes, con lo cual aumentará la vulnerabilidad de los adultos mayores al cambio climático. Recuérdese el problema de Europa en el verano de 2003 cuando una onda de calor afectó principalmente a los ancianos (Martínez *et alli*, 2004).

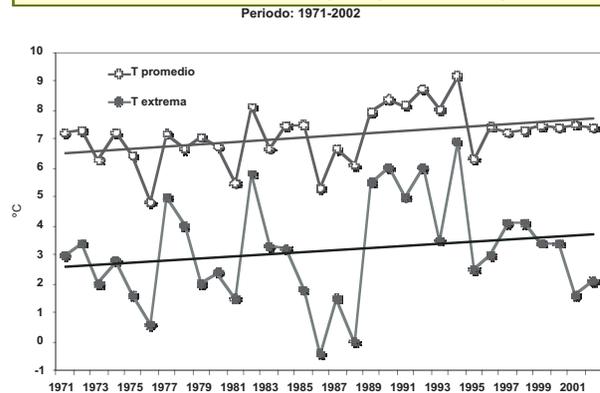
El incremento en las temperaturas máximas también afectará al resto de la población, dado que en la Ciudad de México la mayor parte de las viviendas no cuentan con sistemas de aire acondicionado y las construcciones no han sido diseñadas para enfrentar calores extremos. Efectos indirectos del incremento en las temperaturas máximas pueden ser los daños ocasionados a la salud por el consumo de alimentos inadecuadamente conservados, principalmente los que se venden en la vía pública.

2) Se espera que las temperaturas mínimas sean más elevadas, con lo que habrá menos días fríos, menos días de heladas y menos 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, 2001d:II-7).

Aunque la percepción de la población es que en invierno el frío es intenso, 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 (por ejemplo los mosquitos) encontraran condiciones para vivir una mayor parte del año.

Gráfica 4.3 Mayores temperaturas máximas alcanzadas en el DF entre marzo, abril y mayo de 1993 y 2002

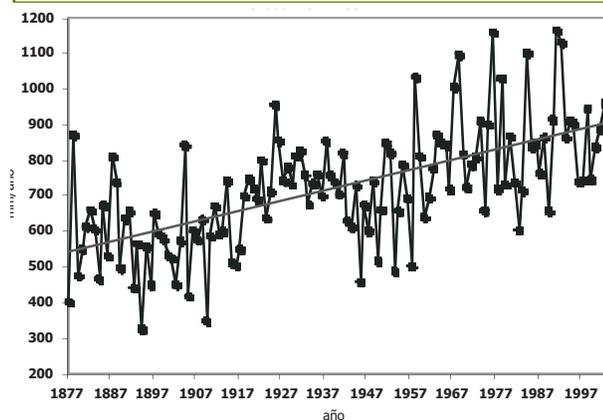


Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

3) Más sucesos de precipitación fuerte, lo que significaría un aumento de los daños por inundaciones, deslizos, aludes y derrumbamientos; aumento en la erosión del suelo; aumento 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 sobre los sistemas de seguros privados para atender siniestros por inundaciones y sobre los gobiernos para auxiliar en caso de desastre (IPCC, 2001d:II-7).

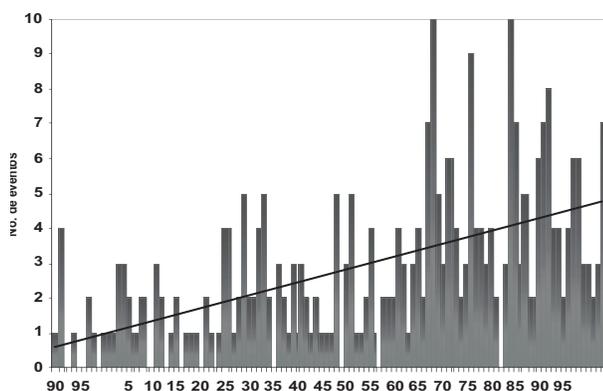
En los últimos cien años las precipitaciones en la Ciudad de México experimentaron un incremento. De acuerdo con los datos del Observatorio de Tacubaya, la precipitación pasó de alrededor de 600 mm por año a principios del siglo XX, a casi 900 mm por año para finales del mismo siglo (Gráfica 4.4). El aumento en la precipitación anual acumulada está asociado al hecho de que el número de eventos extremos con más de 30 mm/hr (los llamados “aguaceros”) también han aumentado, pasando de 1 o 2 por año a principios del siglo veinte, a 6 o 7 por año a finales del mismo siglo (Gráfica 4.5).

Gráfica 4.4 Precipitación anual acumulada en el Observatorio de Tacubaya, DF, de 1877 a 1997



Fuente: Observatorio de Tacubaya

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



Fuente: Observatorio de Tacubaya

Las características fisiográficas del Valle de México, en combinación con factores como la existencia de asentamientos humanos irregulares con vivienda precaria en zonas de riesgo, convierte a los fenómenos de tipo hidrológico en una amenaza constante para la población que habita estas zonas. El Distrito Federal tiene una población de más de 24 mil personas vulnerable a eventos hidrometeorológicos extremos, distribuidas en 168 sitios de riesgo. El Gobierno del Distrito Federal combate constantemente la ocupación ilegal de barrancas, no solamente por el valor ambiental que tie-

nen, sino porque al ocurrir una avenida pluvial intensa se producen deslizamientos de materiales como piedras, troncos de madera y basura, poniendo en riesgo a las personas y a sus viviendas (véase Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Problemas reportados por lluvia, DF, por Delegación Política

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

En tanto que los eventos extremos de lluvias afectan con mayor frecuencia e intensidad al poniente de la ciudad, los escurrimientos que producen inundaciones se presentan en la parte oriente. En la Tabla 4.1 se indican las Delegaciones que reportaron más problemas relacionados con lluvias y escurrimientos en el periodo 1998-2002, el 65% debido a insuficiencia del drenaje, el 30% por encharcamiento de vialidades y el 5% por daños a casas habitación.

Los años recientes han puesto de manifiesto la vulnerabilidad de la Ciudad de México ante eventos de precipitación extrema. Las inundaciones al poniente y al 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 de estos eventos. El 2 de agosto de 2006 se registró una precipitación de 50.4 mm en tan sólo 36 minutos, causando inundaciones severas en varias colonias del centro y el poniente del Distrito Federal.

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).*

Uno de los problemas básicos de la agricultura que se practica principalmente en el Suelo de Conservación del Distrito Federal es la escasez de agua, por lo que los cambios previstos en este escenario para el siglo XXI aumentarían la vulnerabilidad, especialmente de los ejidos y comunidades del sur de la ciudad.

La disminución de los niveles del acuífero del Valle de México se manifiesta en los hundimientos, visibles especialmente en emblemáticas construcciones antiguas como la Catedral Metropolitana. El crecimiento de la mancha urbana sobre el Suelo de Conservación³, implica una disminución constante de las infiltraciones al acuífero; este déficit, combinado con la sobreexplotación y un escenario de sequía como el que se anuncia, implica indudablemente un incremento en la vulnerabilidad del Distrito Federal ante escenarios de sequía provocados por el cambio climático.

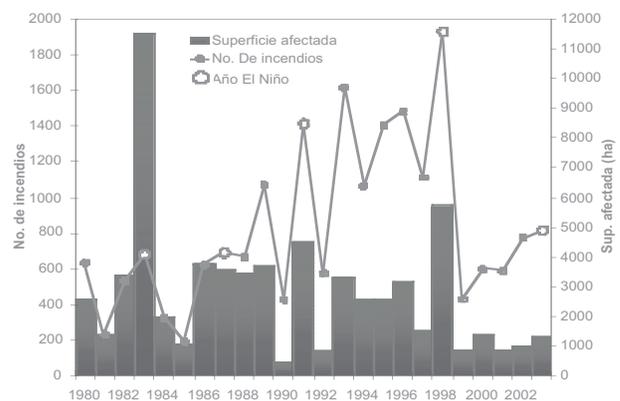
El problema del agua en el Valle de México ha sido ampliamente documentado, enfatizando las tensiones existentes entre las zonas de captación y las de consumo, dentro y fuera del Distrito Federal (Perló y González, 2005), o analizando los riesgos hidrometeorológicos y la vulnerabilidad (Carabias y Landa, 2005) o bien reconstruyendo la historia de desecación del sistema lacustre y sus posibles consecuencias catastróficas (Legorreta, 2005).

Es muy probable que, de persistir las tendencias actuales, el problema de la gestión del agua en el Distrito Federal se agravará. Aunque aumenten las precipitaciones, el actual sistema de drenaje hace imposible el aprovechamiento del agua de lluvia en la ciudad, dado que aguas residuales y pluviales son desechadas

por los mismos conductos. Una alternativa es la promoción de proyectos de captación de agua –algunos operando ya en el Suelo de Conservación. Campañas permanentes de educación ambiental para impulsar en la ciudadanía prácticas de ahorro de agua potable y de reuso de aguas residuales podrían conducir a una disminución del grado de vulnerabilidad de la Ciudad de México ante el escenario de sequía asociado al cambio climático.

En el Distrito Federal la temporada de estiaje o “de secas” se presenta durante la transición del invierno al verano. La falta de humedad en el suelo, las altas temperaturas e intensas rachas de vientos incrementan el número de incendios forestales en el Suelo de Conservación. Cuando la primavera es precedida por inviernos relativamente secos, como en el caso de los años Niño (Gráfica 4.6), la situación se vuelve aún más propicia para los incendios, con lo cual, a pesar de las medidas de prevención, la superficie afectada por evento es cada vez mayor. Las prácticas agrícolas de “tumba, roza y quema”, aún presentes en el Suelo de Conservación contribuyen a los incendios y a la deforestación (FAO, 2002).

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 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

y mayor radiación solar pueden resultar en aumentos en las concentraciones de ozono atmosférico y en mayor número de partículas suspendidas en el aire, con las consecuentes enfermedades respiratorias para la población. Estos mismos factores pueden producir también daños en la vegetación del Valle de México a causa del estrés al que están sometidas las plantas.

El efecto de isla de calor –consistente en el brusco aumento de la temperatura ambiente en el interior de las ciudades con respecto a su entorno rural- ya ha ocasionado alteraciones en el clima del Distrito Federal, con incrementos en la temperatura principalmente en la parte centro y, al parecer, cambios en el ciclo hidrológico (Jáuregui, 2000:130). Este efecto podría 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, de acuerdo con los datos disponibles, se están convirtiendo en realidad. A escala global, los escenarios generados con modelos numéricos coinciden cada vez más con lo que ocurre en el planeta. 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.

El análisis de la información climática de las décadas recientes muestra que el Valle de México es

altamente vulnerable a condiciones extremas, trátase de mayores temperaturas, lluvias intensas o sequías. La ciudad más grande de México, y una de las más complejas del mundo, se enfrenta ante la urgencia de diseñar, afinar y poner en marcha estrategias que le permitan aumentar su capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático y, con ello, reducir su vulnerabilidad ante los escenarios cada vez más probables de impactos adversos para su población.

¹ El Grupo de Trabajo II del IPCC elaboró el reporte sobre sensibilidad, capacidad de adaptación y vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas naturales y humanos y a las posibles consecuencias del cambio climático.

². 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*

³ Existe un fuerte debate sobre la tasa crecimiento anual de la mancha urbana sobre el Suelo de Conservación. La Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, PAOT, estimó, con base en datos de SEDUVI y CORENADER, que la mancha creció 300 hectáreas por año en promedio entre 1992 y 2002 (PAOT, 2006:10). Un estudio realizado por CORENADER estima un crecimiento promedio anual de 145 ha. para el periodo 2000-2005 (CORENADER, 2005).

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

5.1 Sector Energético

La relación entre las actividades de las sociedades y las emisiones de gases de efecto invernadero es estrecha, por ello las principales fuerzas determinantes en la trayectoria futura de los GEI seguirán siendo el cambio demográfico, el desarrollo social y económico y la rapidez y dirección del cambio tecnológico (IPCC, 2000:5).

Dado que son el resultado de complejas interrelaciones, la evolución de las emisiones de GEI es muy incierta, por ello es indispensable la construcción de escenarios que proporcionen imágenes alternativas de lo que, probablemente, ocurrirá en el futuro. Como señala el IPCC, los escenarios “constituyen un instrumento apropiado para analizar de qué manera influirán las fuerzas determinantes en las emisiones futuras, y para evaluar el margen de incertidumbre de dicho análisis” (IPCC, 2005:3).

En el contexto de la Estrategia Local de Acción Climática del Distrito Federal, y para describir de manera coherente las relaciones y la evolución de las fuerzas determinantes de las emisiones de GEI se han construido tres escenarios diferentes: alto, medio y bajo. Cada uno representa una línea evolutiva, determinada por los cambios o las tendencias en dos procesos centrales: el demográfico y el económico.

No se ha elaborado ningún escenario que incluya alguna de las medidas de reducción o captura de carbono desarrollados por el GDF. Tampoco hemos incluido en estos escenarios los efectos que diversas políticas públicas tienen sobre factores determinantes en las emisiones, es decir, sobre el cambio demográfico o el desarrollo social y económico. Por último, tampoco hemos incorporado a los escenarios consideraciones sobre los factores “sorpresa” o “desastre”.

Las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones

Cada uno de los tres escenarios de emisiones de GEI construidos, alto, medio y bajo, es a su vez el resultado de escenarios altos, medios y bajos para 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 para 18 de los 59 municipios del Estado de México que integran la ZMVM (CONAPO, 1998). De acuerdo con las proyecciones de CONAPO, la ZMVM pasa, de 17 millones de habitantes en el 2000, a 18.3 millones en el escenario bajo, 19.3 millones en el escenario medio y 20.5 en el escenario alto, en el 2012. En el DF la población se mantiene prácticamente constante, pasando de 8.6 millones de habitantes en 2000, a 8.9 millones en 2012, en los tres escenarios.

Vivienda

Para este sector también se utilizaron los escenarios de incremento en el número de viviendas formulados por CONAPO para la ZMVM según los cuales se pasa de 1.9 millones de viviendas en el 2000 a 2.4 millones (escenario bajo), 2.7 millones (escenario medio) y 2.9 millones (escenario alto) en el 2012. El DF pasa de 2.1 millones de viviendas en 2000 a 2.2 millones (escenario bajo), 2.5 millones (escenario medio) y 2.8 millones (escenario alto) en 2012.

Electrificación

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

Equipamiento de las viviendas

Continúa el ritmo de crecimiento mostrado en los años recientes para el número de equipos por vivienda y para el porcentaje de viviendas que cuentan con refrigerador, televisor, plancha, lavadora de ropa, ventilador y aire acondicionado. También mantienen la tendencia los ítems relacionados con la iluminación, el calentamiento de agua y la cocción de alimentos con GLP, gas natural y leña. 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 sub-sector industrial. Para 2001, 2002 y 2003 se consideró un incremento de 1.5% anual en el PIB.

Para el resto de los años se elaboraron tres escenarios, en el escenario bajo se consideró un incremento constante del PIB de 1.5% anual hasta el 2012. En el escenario medio el PIB se incrementa a partir de 2004 hasta llegar a 4.5% en el 2012. En el escenario alto el PIB se incrementa 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 del incremento en el PIB con el crecimiento histórico de la flota vehicular en el período 1996-2000 para 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

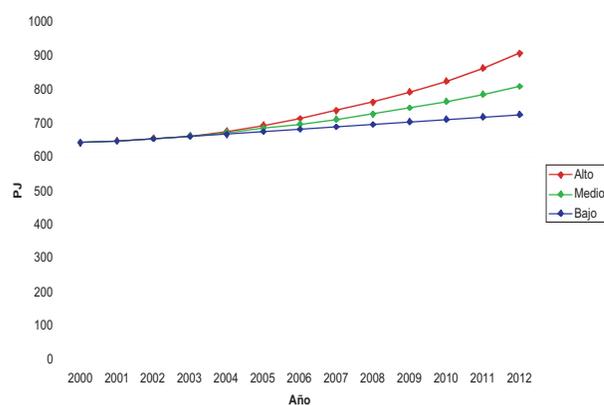
La generación *per capita* de residuos sólidos se mantiene constante, sólo varía la velocidad de generación de biogás en cada escenario.

Energía

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

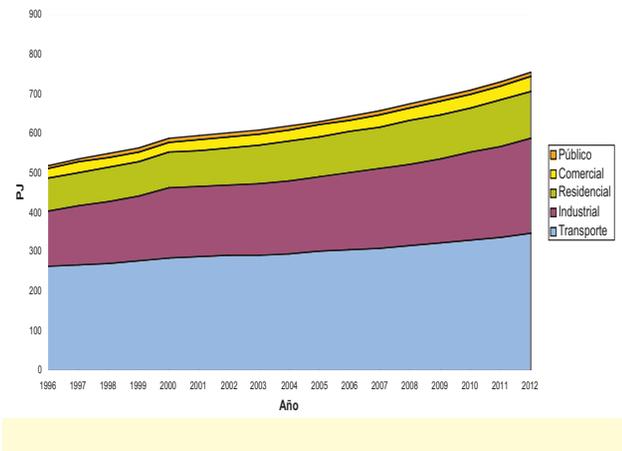
De acuerdo con los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 el consumo de energía en la ZMVM oscilará entre 727 PJ y 907 PJ. El consumo podría incrementarse al 2012 en 13% (escenario bajo), 26% (escenario medio) o en 41% (escenario alto), respecto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

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



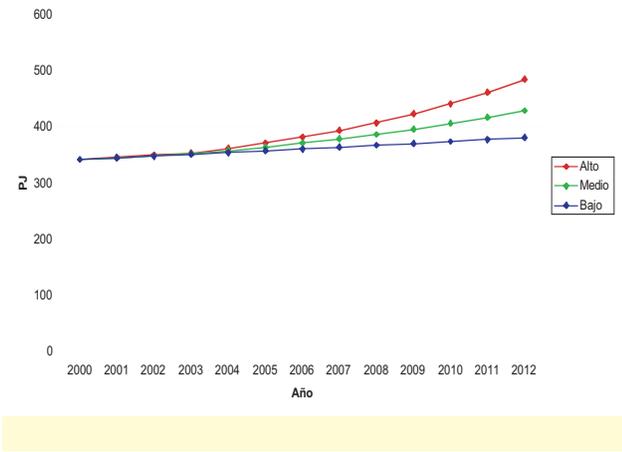
La participación por sectores en el consumo se mantendrá más o menos constante, al igual que la proporción con que contribuyen a la satisfacción de la demanda la electricidad y los combustibles. Véase Gráfica 5.2 en donde se muestran los datos históricos de 1996 a 2000 y la proyección del 2001 al 2012.

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 con 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 oscilaría entre 381 PJ y 485 PJ (véase Gráfica 5.3)

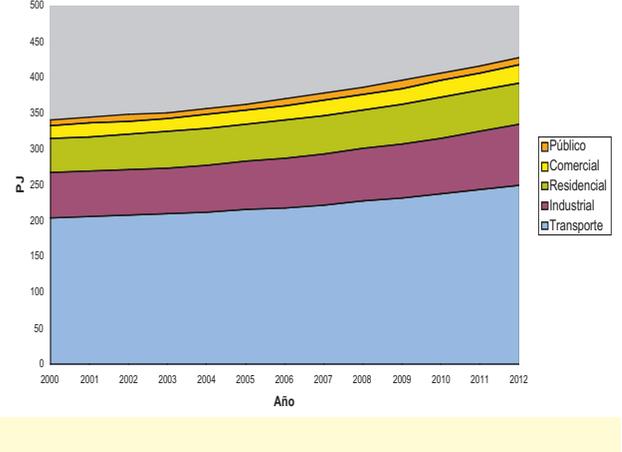
Gráfica 5.3 Tendencias en el consumo de energía en el DF Escenarios alto, medio y bajo



Al igual que para la ZMVM, en el DF la participación por sectores se mantendrá más o menos constante, lo mismo que la proporción con que contribuyen

a satisfacer la demanda la electricidad y los combustibles (véase Gráfica 5.4).

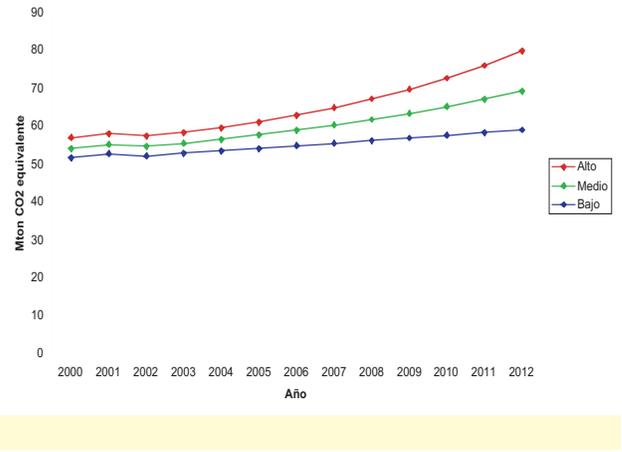
Gráfica 5.4 Participación por sectores en el escenario medio del consumo de energía en el DF



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

Tendencias en la emisión de GEI en la ZMVM
De acuerdo con 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 Mton y 80 Mton de bióxido de carbono equivalente (véase Grafica 5.5).

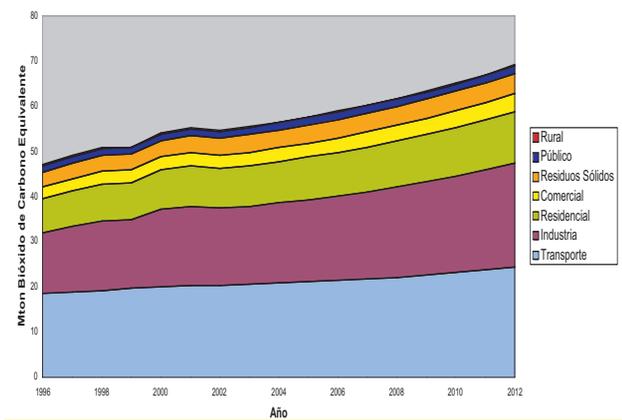
Gráfica 5.5 Tendencias en las emisiones de GEI en la ZMVM Escenarios alto, medio y bajo



Como se aprecia en la Gráfica 5.5, desde el mismo año 2000 se tienen tres escenarios de emisión, ya que los residuos sólidos (RS) se mantienen emitiendo biogás durante muchos años, de modo que 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 las décadas recientes.

Las emisiones de GEI en el 2012, respecto del año 2000, podrían incrementarse 14% en el escenario bajo, 28% para el escenario medio y en 40% para el escenario alto. La participación por sectores para el escenario medio está en la Gráfica 5.6, que muestra los datos históricos de 1996 a 2000 y la proyección del 2001 al 2012.

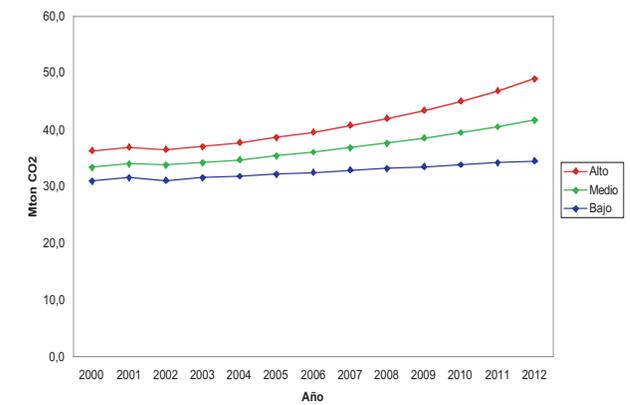
Gráfica 5.6 Participación por sectores en el escenario medio de las emisiones de GEI en la ZMVM



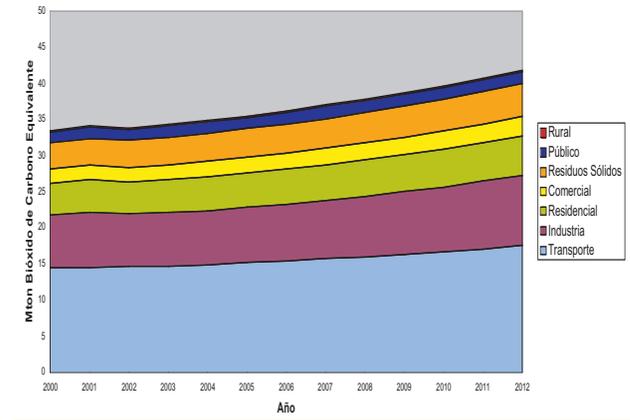
Tendencias en la emisión de GEI en el Distrito Federal
De acuerdo con los escenarios descritos para las fuerzas impulsoras que determinan las emisiones, para el año 2012 las emisiones de GEI en el DF oscilarán entre 35 y 49 Mton de bióxido de carbono equivalente, (véase Gráfica 5.7). Las emisiones de GEI en el 2012, respecto del año 2000, podrían incrementarse en 11% en el escenario bajo, 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 5.7 Tendencias en las emisiones de GEI en el DF Escenarios alto, medio y bajo



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

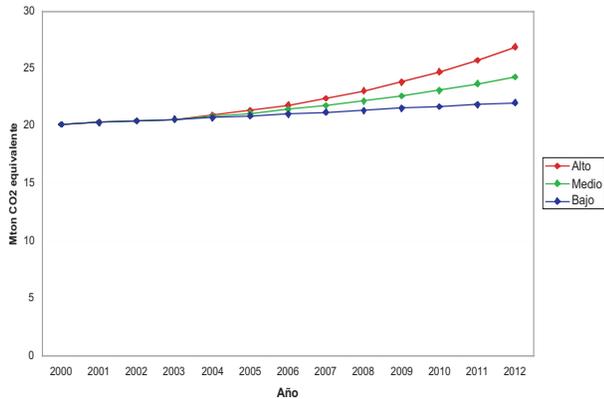


Transporte

Tendencias en las emisiones de GEI del transporte en la ZMVM
De acuerdo con 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 Mton y 27 Mton de bióxido de carbono equivalente (véase Gráfica 5.9). Los GEI generados por este sector podrían incrementarse, respecto del

año 2000, en 9% (escenario bajo), 20% (escenario medio) o 33% (escenario alto) para 2012.

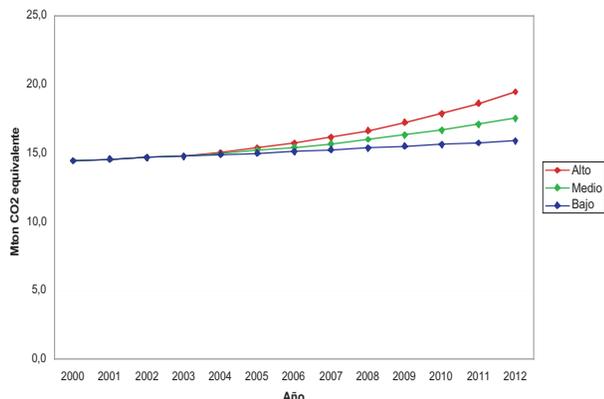
Gráfica 5.9 Tendencias en las emisiones del transporte en la ZMVM, escenarios alto, medio y bajo



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

De acuerdo con los 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). Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 10% (escenario bajo), 21% (escenario medio) o en 35% (escenario alto) durante el periodo 2001-2012.

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



Industria

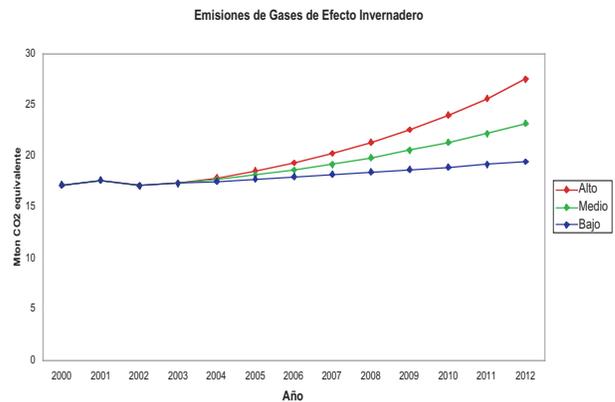
Tendencias en las emisiones de GEI de la Industria en la ZMVM
Bajo los escenarios contruidos, las emisiones de GEI debidas a la industria en la ZMVM oscilarán, para el año 2012, entre 19 y 28 Mton de bióxido de carbono equivalente (véase Gráfica 5.11).

Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 13% (escenario bajo), 35% (escenario medio) o en 60% (escenario alto) durante el periodo 2001-2012.

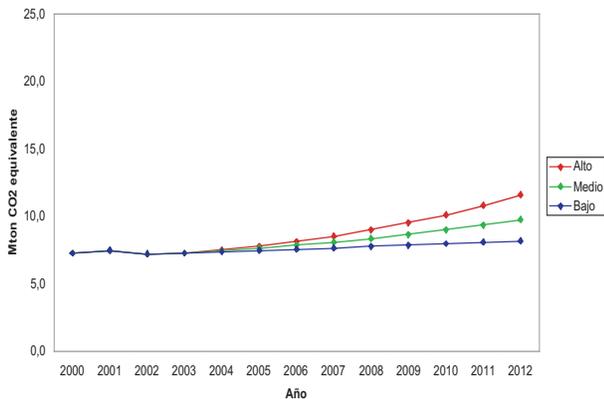
Tendencias en las emisiones de GEI de la Industria en el D. F.
Considerando los escenarios descritos, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la industria en el DF oscilarán entre 8 y 12 Mton de bióxido de carbono equivalente (véase Gráfica 5.12).

Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 12% (escenario bajo), 34% (escenario medio) o 59% (escenario alto) durante el periodo 2001-2012.

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



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



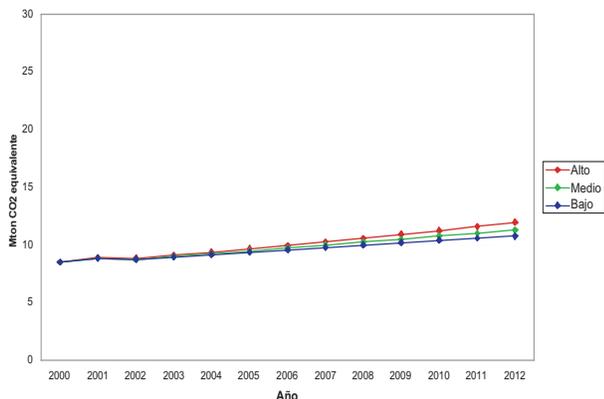
Residencial

Emisiones de GEI residenciales en la ZMVM

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

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

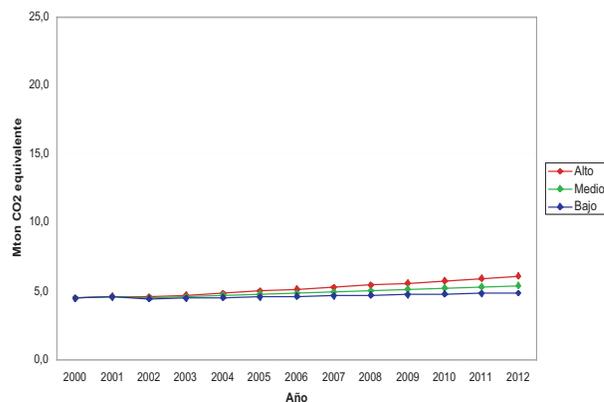
Gráfica 5.13 Tendencias en las emisiones de la vivienda en la ZMVM, escenarios alto, medio y bajo



Emisiones de GEI residenciales en el DF

Considerando los escenarios alto, medio y bajo descritos, para el año 2012 las emisiones de GEI debidas a la vivienda en el DF oscilarán entre 5 Mton 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 2001-2012.

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” (ver Capítulo III), se construyó un escenario alto considerando las proyecciones inerciales que resultan de una hipotética inacción gubernamental y social (“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 3.19, y que la emisión estaría en correspondencia con el valor del promedio ponderado (80.02 tonC), debido a que no se sabe con certeza qué tipo de vegetación será sustituida por cuál uso de suelo en los años venideros.

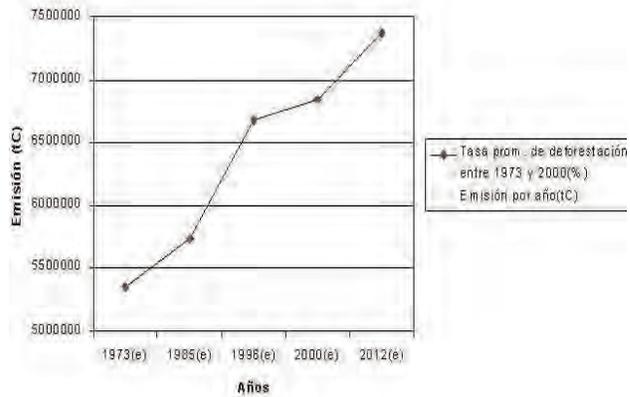
Partiendo de estos supuestos se obtiene que durante el periodo de 1973 a 1985 hubo una pérdida de 399 hectáreas anuales que representó una emisión de 31,920.7 tonC. Para el periodo de 1985-1996 se perdieron 1,077.25 hectáreas anuales, que representaron una emisión de 86,201.54 tonC. La proyección al año 2012 implica una pérdida de superficie de 495.03 hectáreas anuales y una emisión de 39,612.72 tonC (véase Tabla 5.1 y Gráfica 5.15).

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 tonC, lo que en términos de CO₂ equivalente corresponde a 116,563.5 ton.

Para el escenario bajo de emisiones por deforestación –tomando el dato de 240 hectáreas por año reportado en el segundo informe de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA, 2002)–, la emisión de carbono sería de 19,204.8 toneladas, que en términos de CO₂ equivalente corresponde a 70,289.6 toneladas.

De acuerdo con lo establecido en el Protocolo de Kioto, se evaluaron las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O. del sector agropecuario. Para el suelo de conservación las emisiones de estos gases de efecto invernadero se sitúan entre 115,926 y 197,072 tCO₂ equivalente. El sector forestal contribuye con una cantidad que oscila entre 70,290 y 190,608 tCO₂ equivalente, dependiendo del escenario, y el sector agropecuario con 52,100 tCO₂ equivalente, también según el escenario (ver Tabla 5.2).

Gráfica 5.15 Tendencias en las emisiones de la vivienda en el DF, escenarios alto, medio y bajo



Gráfica 5.16 Porcentajes de GEI en CO₂ equivalente del suelo de conservación del DF en el escenario alto

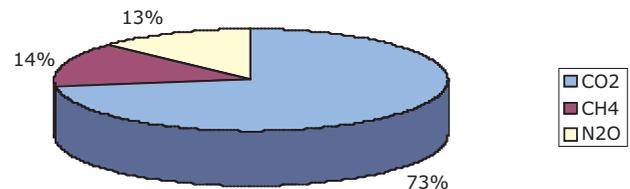


Tabla 5.1 Cálculos de emisión anual con base en superficies de vegetación perdida durante el periodo 1973-1996 y una proyección al 2012

	1973	1985	1996	2012
Biomasa Vegetal (ha)	56,800	52,412	39,485	
Hectáreas totales perdidas		4,388	12,927	
Pérdida anual (ha)		398.90	1,077.25	495.03
Promedio ponderado (biomasa tC/ha)		80.02	80.02	80.02
Emisión anual (tC)		31,920.7	86,201.54	39,612.72
Tasa de deforestación		1.39	1.44	1.35

En 1999 la deforestación tuvo la mayor contribución a las emisiones de GEI, con un 72% calculado por cambio de uso de suelo; en tanto que el sector agropecuario aportó el 28% de las emisiones (véase Gráfica 5.16)

Emisión por incendios forestales

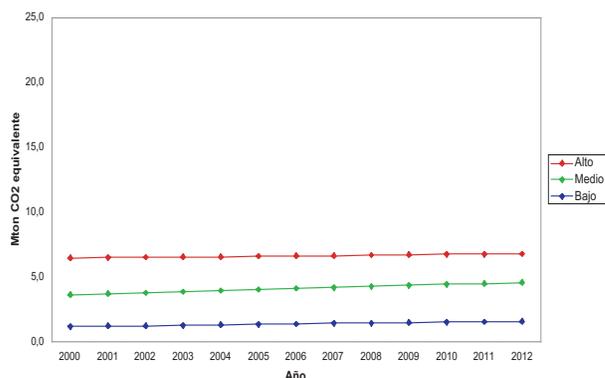
Para el escenario de emisiones por incendios forestales se tomó como base el dato de biomasa reportado por el IPCC en pastizales (IPCC, 1996). Los datos de hojarasca, árboles y reforestación se tomaron del estudio del contenido de carbono mencionado en el Capítulo III. Con relación a la superficie afectada se consideró el acumulado anual (ver Anexo 3). La operación de estos datos arrojó como resultado una estimación gruesa de emisión para el año 2012 de 1,455 tCO₂ equivalente, valor menor a los 13,543 tCO₂ equivalente emitidas en el año 1998.

En comparación con las emisiones de CO₂ provenientes del consumo energético de la ZMVM del año 2000 (50.335 millones de tCO₂), las emisiones totales en el suelo de conservación, que contabiliza al sector forestal, agrícola, pecuario e incendios forestales, representan sólo el 0.33 % de la emisión total de Distrito Federal.

5.3 Residuos Sólidos

De acuerdo con los escenarios construidos, 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 CO₂ equivalente (véase Gráfica 5.17)

Gráfica 5.16 Porcentajes de GEI en CO₂ equivalente del suelo de conservación del DF en el escenario alto



Los GEI generados por este sector podrían incrementarse en 36% (escenario bajo), 27% (escenario medio) o en 5% (escenario alto), durante el periodo 2001-2012.

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

Sector	GEI equivalentes de CO ₂ (ton)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Subtotal
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 ₂	Total Bajo			115,926
* Conversión a equivalentes de CO ₂	Total Medio			162,199
* Conversión a equivalentes de CO ₂	Total Alto			190,608

VI. ADAPTABILIDAD

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

Carlos Darwin

Se dispone de observaciones que señalan claramente que el cambio del clima, particularmente los aumentos de la temperatura, han influido ya en un conjunto diverso de sistemas físicos y biológicos en muchas partes del mundo. Entre los cambios observados pueden citarse como ejemplos la contracción de los glaciares; el deshielo del permafrost; el congelamiento ulterior y el deshielo anticipados de las superficies de ríos y lagos; el alargamiento de las estaciones de crecimiento de la vegetación en latitudes medias y altas; los desplazamientos de las zonas de plantas y animales hacia el polo; a mayores altitudes, las disminuciones de algunas poblaciones de plantas y animales; el florecimiento temprano o irregular de árboles; y la emergencia de insectos.

De acuerdo con el Grupo de Trabajo II del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC), la adaptabilidad es “la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas”. El IPCC define adaptación como el “ajuste de los *sistemas humanos* o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al *cambio climático* se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a *estímulos* climáticos proyectados o reales, o a sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada” (IPCC, 2001f:176, 173).

Los conceptos de adaptabilidad y adaptación han cobrado una gran importancia debido a que se espera que la tendencia al calentamiento global y en general los cambios en el clima continúen, sin que la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero modifique en el corto plazo dicha tendencia.

El cambio climático, como se experimentó 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 es insuficiente para la sobrevivencia de la humanidad.

La adaptación permite reducir los impactos adversos del cambio climático y mejorar los impactos benéficos, pero tendrá costos y no podrá impedir todos los daños. Los extremos, la variabilidad y la rapidez de cambio son características importantes que han de considerarse, y no son meramente cambios del promedio de las condiciones cli-

máticas. Hasta cierto punto, los sistemas humanos y naturales se adaptarán automáticamente al cambio climático. Una adaptación planificada puede ser complemento de la adaptación autónoma, aunque las opciones y los incentivos son mayores para la adaptación de los sistemas humanos que para la adaptación dirigida a proteger los sistemas naturales. La adaptación es una estrategia necesaria en todos los niveles, como complemento de los esfuerzos para mitigar el cambio climático.

Muchas de las comunidades y regiones vulnerables al cambio climático están también sometidas a presiones de fuerzas como el crecimiento de la población, el agotamiento de los recursos y la pobreza. La política para disminuir la presión ejercida en los recursos, para mejorar la situación respecto a riesgos ambientales y aumentar el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad pueden, simultáneamente, adelantar el desarrollo sostenible y la equidad, mejorar la capacidad de adaptación, y hacer que disminuya la vulnerabilidad a las tensiones climáticas. Si se incluyen

los riesgos climáticos en el diseño e implantación de iniciativas de desarrollo puede fomentarse la equidad y el desarrollo, lo que es más sostenible y permite disminuir la vulnerabilidad al cambio climático.

Entre los sistemas humanos y naturales sensibles al cambio climático se incluyen muchos recursos hídricos, la agricultura (especialmente la seguridad alimentaria) y la silvicultura, los asentamientos humanos, la energía, la industria, la salud humana, los seguros y otros servicios financieros. La vulnerabilidad de estos sistemas varía en función del lugar geográfico, del tiempo y de las condiciones sociales, económicas y ambientales.

Es claro que las sociedades con acceso limitado a los recursos, con bajo nivel tecnológico, con poca información y con aptitudes técnicas insuficientes, con deficientes niveles educativos, con infraestructura limitada, con instituciones inestables o débiles, con capacidades administrativas deficientes y con acceso inequitativo a los recursos, tienen poca capacidad para adap-

Recuadro 6.1 Internet y el debate sobre los impactos del cambio climático

<http://www.ipcc.ch>

Existen una gran cantidad de sitios en internet con información acerca del cambio climático. Destaca la página del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). El IPCC es el brazo científico de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Además de todos los reportes oficiales que ha generado, el IPCC ofrece recursos diversos para difundir entre la ciudadanía los retos y las alternativas ante el cambio climático.

Acerca del deshielo...

El debate sobre cambio climático y deshielo puede leerse en diversos blogs y sitios de internet, entre ellos:

Un Universo invisible bajo nuestros pies. (<http://weblogs.madrimasd.org/universo>);

Cambio Climático (<http://www.cambio-climatico.com/carrera-hacia-el-desastre-climatico>)

Programa de investigación sobre medio ambiente y clima (PACE) de la Comisión Europea (Harris, 1998) (<http://www.ucm.es/info/pace/>)

Partido Comunista Revolucionario de los Estados Unidos (<http://rwor.org/a/031/huracanes-calentamiento-global-3-s.htm>)

Tierramérica (<http://www.tierramerica.net/2001/0225/noticias1.shtml>)

Los impactos y sus evidencias

Los datos sobre los impactos del cambio climático pueden ubicarse en los reportes de organizaciones no gubernamentales como *GreenFacts*, cuyo objetivo es difundir el consenso científico sobre diversos temas (<http://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico/n-3/cambio-climatico-4.htm>)

tarse y son sumamente vulnerables. Menor capacidad de adaptarse hace a las personas y a las sociedades más vulnerables, tanto a los daños procedentes del cambio climático como a otras presiones. Es de esperarse que sociedades como la de la Ciudad de México se verán forzadas a desarrollar una mayor capacidad de adaptación para enfrentar el cambio climático, aprovechando los recursos a su alcance.

Las actividades requeridas para aumentar la capacidad de adaptación son básicamente equivalentes a las necesarias para fomentar el desarrollo sostenible. La adaptación al clima y los objetivos de equidad se pueden fomentar juntos mediante iniciativas para promover el bienestar de los miembros más pobres de la sociedad, por ejemplo mejorando la seguridad alimentaria, facilitando el acceso a agua de uso seguro y a la atención a la salud, y proporcionando amparo y acceso a otros recursos. La inclusión de los riesgos climáticos en el diseño y la ejecución de iniciativas de desarrollo es necesaria para reducir la vulnerabilidad y aumentar la sostenibilidad.

El proceso de adaptación debe conllevar programas de sensibilización y 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.

El Distrito Federal podrá incrementar su capacidad de adaptación destinando mayores recursos financieros para desarrollar programas y proyectos de investigación. Por ejemplo, aún no se cuenta con la información precisa y confiable sobre el impacto del cambio climático en los ecosistemas de la zona de montaña del Suelo de Conservación, ni acerca de cuál será la respuesta de dichos ecosistemas al impacto.

Las predicciones en materia de cambio climático global parecen convertirse en realidad. En la escala global, los escenarios generados con modelos matemáticos son cada vez más próximos a los cambios que

están ocurriendo en el planeta. Incluso cuando tales cambios se reducen de escala espacial y se llevan al ámbito 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 prolongadas. La ciudad tendrá que considerar estrategias para adaptarse a nuevas formas de variabilidad climática.

6.1 Las áreas rurales y el Suelo de Conservación

Los sistemas naturales pueden ser especialmente vulnerables al cambio climático dada su limitada capacidad de adaptación, por lo que algunos de ellos pueden sufrir daños significativos e irreversibles. Aunque pueda aumentar la abundancia o la extensión de algunas especies, el cambio climático hará que sean más graves los peligros de extinción de las más vulnerables, con la consecuente pérdida de diversidad biológica. Está bien establecido que la amplitud geográfica de los daños a los ecosistemas o de la pérdida de especies, así como el número de sistemas afectados aumentará conforme se incrementa la magnitud y la rapidez del cambio climático.

Las áreas rurales que rodean a la ciudad constituyen un factor esencial para la sustentabilidad del Distrito Federal y para el bienestar de sus habitantes. Por ello es importante continuar con los esfuerzos por revertir la tendencia de crecimiento de la mancha urbana sobre el Suelo de Conservación y por preservar las áreas de reserva ecológica y de recarga de acuíferos.

Para aumentar la capacidad de adaptación de la Ciudad de México ante el cambio climático se requiere promover el desarrollo de capacidades entre los campesinos que habitan y trabajan en el Suelo de Conservación, con énfasis en la adopción de prácticas agrícolas sustentables, en la reducción o erradicación del uso de agroquímicos y plaguicidas sintéticos, en la optimización del uso del agua y en las habilidades organizativas y de autogestión. Prácticas agrícolas

ambientalmente amigables pueden significar un incremento de la productividad de la tierra y del ingreso económico para los campesinos –como ha sido demostrado por el Programa de Agricultura Ecológica en los años recientes (SMA, 2006:174). Una mejor calidad de vida para los campesinos, basada en una gestión exitosa, productiva y sustentable de sus recursos naturales, puede contribuir a detener, e incluso a revertir la tendencia de conversión del suelo rural en suelo urbano.

En este sentido se plantea un escenario caracterizado por una población rural cuyos niveles de vida favorezcan su arraigo en el campo y que participe activa y organizadamente en la formulación e instrumentación de los programas y proyectos que se impulsen. Para ello se considera un amplio abanico de opciones económicas, sociales y ambientales estrechamente vinculadas entre sí, que promuevan encadenamientos productivos entre las diversas actividades mediante un enfoque integral, unificado y de alcance metropolitano. Entre los propósitos de estas acciones están:

- √ La elevación de las condiciones de vida de la población rural y el apoyo a su economía.
- √ La contención del avance urbano sobre la reserva ecológica, bosques y áreas de recarga de acuíferos, en el marco de los procesos de reestructuración urbana y racionalización del funcionamiento metropolitano que habrán de impulsarse.
- √ La democratización, desconcentración y descentralización de la planeación y la gestión metropolitana, asegurando su unidad e integración política y operativa con la planeación económica y social, así como la participación organizada e informada de la población.
- √ El ordenamiento ecológico.
- √ La recuperación de bosques y áreas verdes.
- √ El desarrollo rural sustentable.
- √ La conservación y restauración de los recursos naturales, y

√ La conservación y manejo sustentable de las barrancas del DF

6.2 Medidas de Adaptación en el Distrito Federal

Los planes de adaptación son medidas de protección que surgen como respuesta a los previsibles efectos del cambio climático, tanto sobre las personas, sus sociedades y sus actividades, como sobre el medio ambiente.

La Tabla 6.1 muestra algunas de las medidas de adaptación que, con un enfoque estratégico y desde una plataforma local, deberá tomar la Ciudad de México ante el cambio climático global. Las medidas de adaptación que ahí se incluyen deben ser adoptadas cuanto antes, especialmente aquellas que generarán beneficios locales, aún cuando no se produjeran cambios climáticos. La implantación de medidas preventivas facilitará, asimismo, la adopción de las disposiciones de emergencia que se pudiesen requerir en el futuro.

Impulsar el desarrollo del Distrito Federal con criterios de sustentabilidad supone tomar en cuenta los factores de riesgo y vulnerabilidad a los que está expuesta la ciudad y considerar los medios y las estrategias para su adaptabilidad frente a los efectos adicionales que propicia el clima. En este sentido, la Estrategia Local de Acción Climática se enmarca en la política ambiental del Gobierno del Distrito Federal como un enfoque que busca articular, precisamente con un sentido estratégico, los conocimientos científicos, el desarrollo tecnológico y de infraestructura, las capacidades administrativas y de gobierno, y la información y el acceso a los recursos para mejorar la calidad de vida de la población, encauzar con equidad el desarrollo económico y social y proteger, manejar y aprovechar sustentablemente sus ecosistemas.

Tabla 6.1 Adaptación por efecto del cambio climático en el Distrito Federal

Sector	Efectos previstos	Medidas de adaptación
Recursos hídricos	Disminución de la cantidad y calidad de recursos hídricos. Problemas con el mantenimiento de cuerpos de agua e infiltración a mantos acuíferos.	Desarrollo de una política de protección integral del acuífero, que lleve a un manejo sustentable del acuífero.
La agricultura, silvicultura y la seguridad alimentaria	Disminución general del rendimiento de las cosechas principalmente aquellas dedicadas a cultivos de temporal. Tensión por calor aumentada en el ganado.	Política de manejo sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad. Política de desarrollo rural equitativo y sustentable.
Ecosistemas terrestres y de agua dulce	Mayor riesgo de incendios forestales Aumento en la erosión del suelo, así como en las escorrentías por inundaciones.	Programa de protección contra incendios y crecimiento de la mancha urbana. Política de retribución por mantenimiento de los servicios ambientales.
Asentamientos humanos, energía e industria	Aumento de daños por inundaciones, aludes, derrumbamientos y deslizamientos de tierra. Hundimientos y agrietamientos debidos principalmente a la pérdida de nivel de los mantos freáticos Menor fiabilidad en las fuentes de energía, disminución del potencial hidroeléctrico en regiones propensas a la sequía.	Control y ordenamiento de asentamientos humanos que están en terrenos riesgosos. Deberá desarrollarse una política de protección integral del acuífero, que lleve a un manejo sustentable del acuífero. Promover los programas de ahorro y uso eficiente de energía en todos los sectores. Política de ampliación y manejo sustentable de áreas verdes urbanas.
Seguros y otros servicios financieros	Aumento de los riesgos para la vida humana y los bienes materiales, así como mayor riesgo de epidemias de enfermedades infecciosas.	La adaptación requerirá cambios en las funciones de la aseguración pública y privada. Esta es un área que requiere mayor estudio para conocer a detalle sus implicaciones.
Salud humana	Aumento de incidencia de muertes y enfermedades graves en los grupos de mayor edad y de pobreza urbana. Se registrará un aumento del número de personas expuestas a enfermedades transmitidas por vectores (p.ej., paludismo) y por aguas pantanosas (p.ej., cólera) y residuos en tiraderos clandestinos (plagas). Los aumentos en la temperatura del aire podrían afectar de manera indirecta la calidad del aire en la ciudad. Problemas con las condiciones de higiene en alimentos, principalmente aquellos que se expenden en las calles.	Se debe hacer un monitoreo sistemático de la morbilidad. Realización de programas de vigilancia y control de la salud pública que ayuden a detectar padecimientos relacionados con los cambios climáticos extremos, generando información que permita alertar a la población. Política de residuos sólidos. Política para mejorar la calidad del aire: promoción y patrones de movilidad amigables con el ambiente y consumo sustentables, y continuar las acciones del Programa de Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010. Política ambiental para la industria.
Información, capacitación e investigación		Fomento de la educación ambiental y corresponsabilidad. Política de promoción de una cultura ambiental. Política de corresponsabilidad social en la resolución de los problemas ambientales. Política de integración de las acciones locales a la escala global (Cambio Climático).

VII. MITIGACIÓN DE EMISIONES

La mitigación de emisiones es la principal medida que se puede adoptar para abatir las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Existen dos formas principales de mitigación: el control de las fuentes de emisión y el aumento o preservación de los sumideros de carbono. Estas opciones se pueden aplicar en los sectores de transporte, energía, Suelo de Conservación -incluyendo en éste los sectores forestal y agropecuario-, residencial y comercial, así como en el manejo de los residuos sólidos.

Una opción de mitigación de GEI se define como cualquier acción que dé como resultado una reducción en las emisiones de un sector determinado, por ejemplo, la eficiencia energética, que reduce el consumo de electricidad y, en consecuencia, la quema de combustibles necesaria para generarla.

Es bastante claro que en los países no desarrollados se otorga una escasa relevancia a las tareas necesarias para enfrentar el cambio climático global y a la adopción de medidas para la mitigación de emisiones de GEI, por lo que los proyectos vinculados al cambio climático enfrentan numerosas barreras.

El desarrollo de las opciones de mitigación es muy limitado en México debido a que no existen suficientes recursos económicos a escala local y nacional. De acuerdo con Sheinbaum y Massera, el país no tiene el capital necesario para realizar inversiones incrementales en las opciones de mitigación y reducir las emisiones de GEI, por lo que se hace indispensable evaluar especialmente aquéllas que coadyuven en el avance de los aspectos prioritarios para el desarrollo (Sheinbaum y Massera, 2000).

En el apartado 7.1 se enlistan las opciones de mitigación de GEI que podrían adoptarse en la ciudad a mediano y largo plazo en los sectores mencionados. En el punto 7.2 se aborda la normatividad internacional y nacional aplicable como otra opción de mitigación.

MDL Programático

La COP11 celebrada en Montreal en 2005 tomó decisiones sobre el funcionamiento del MDL que abren nuevas oportunidades de aplicación del mecanismo. Ello permitirá englobar diversas actividades en una sola propuesta. De manera inmediata se plantea la posibilidad de aprovechar estas oportunidades en las siguientes medidas concretas: desarrollo de un Sistema de Corredores de Transporte, semejante al Metrobús-Insurgentes; combustión del biogás generado por rellenos sanitarios; eficiencia energética en bombeo de agua; generación eléctrica mediante micro hidroelectricidad; eficiencia energética en alumbrado público y desarrollo de un sistema de tranvías.

Estimaciones preliminares indican que estas medidas acumularían reducciones por cerca de 80 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el lapso de 21 años, es decir, un promedio de 3.8 millones de toneladas anuales.

7.1 Opciones de Mitigación

Enseguida se enlistan las opciones de mitigación para los distintos sectores, algunas de ellas ya han sido incorporadas en las políticas para la disminución de contaminantes locales, especialmente en el *PROAIRE 2002-2010*. Sobre estas últimas se abundará en el siguiente capítulo.

Sector Transporte

1. Introducción de nuevas políticas de transporte de pasajeros y carga, entre ellas, la creación de corredores de transporte, la regulación de horarios y el diseño de rutas directas o exprés, así como la promoción de ciclistas.
2. Nuevas medidas de organización de tránsito.
 - a) Ampliación y mejoramiento de vialidades, con el fin de evitar congestionamientos.
 - b) Mejoramiento de la red de transporte público mediante el confinamiento de vías para autobuses, la regulación de microbuses y taxis y la ampliación del metro. Estas opciones tienen como objetivo transportar a la mayor cantidad de gente con el mínimo consumo de combustible y coadyuvar a la circulación fluida del transporte.
 - c) Control del número de vehículos en circulación.
 - d) Organización de taxis en sus bases, para reducir el tiempo que circulan sin pasajeros y, por tanto, reducir el uso de combustible y las emisiones de GEI 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. Desafortunadamente 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 normas para el control de emisiones

Sector Residencial

1. Establecimiento de programas basados en un mercado de equipos domésticos eficientes, que incluyan incentivos a los consumidores en la compra de estos equipos y se otorgue asistencia técnica a fabricantes y distribuidores.
2. Desarrollo y puesta en marcha de normas voluntarias y obligatorias para el uso eficiente de la energía. Por ejemplo, los equipos nacionales e importados deberán cumplir con la normatividad de eficiencia energética vigente en el país.
3. Desarrollo y aplicación de normas sobre eficiencia energética y utilización de fuentes renovables de energía en viviendas, edificios y unidades habitacionales, de observancia obligatoria al momento de la construcción.
4. Aplicación de programas de educación ambiental para promover entre la ciudadanía el uso de los productos de mayor eficiencia energética, enfatizando los beneficios que estos equipos tienen para la economía doméstica y para el medio ambiente.

Sector Comercial y de Servicios

1. Establecimiento de programas de adquisición de materiales amigables con el medio ambiente.
2. Disminución en el consumo de materiales. Mejora de la eficiencia en la utilización de los materiales (reciclaje, diseño más eficiente de los productos y sustitución de materiales).
3. Aplicación de instrumentos económicos (disminución de pago de impuestos e imposición de multas, entre otros), para incentivar la implantación de sistemas de administración ambiental en edificios comerciales, con el fin de asegurar el uso eficiente y racional de los

materiales, de la energía y del agua, así como el manejo adecuado de los residuos.

4. Desarrollo y aplicación de normas obligatorias sobre eficiencia energética, materiales de construcción y utilización de fuentes renovables de energía, en el momento de la construcción de los edificios comerciales.

5. Impulso a programas masivos de ahorro de energía en edificios, por ejemplo sistemas eficientes de iluminación, de aire acondicionado, electromotrices y de bombeo, y buen uso de los sistemas de aire comprimido. En el caso de sistemas que empleen energía térmica y agua caliente, se deberán utilizar combustibles limpios y aislar los sistemas de generación y distribución de vapor.

6. Promoción de programas para que las flotas vehiculares de las empresas utilicen combustibles limpios.

7. Impulso a la utilización de fuentes renovables de energía, particularmente al calentamiento de agua por medio del aprovechamiento de la energía solar.

Sector Público

1. Creación de programas en donde se impulse la utilización de alumbrado público eficiente 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 instauración de programas de mantenimiento preventivo.

3. Aplicación de instrumentos económicos (disminución de pago de impuestos e imposición multas, entre otros) para incentivar la implantación de sistemas de administración ambiental en los edificios públicos, con el objetivo de asegurar el uso eficiente y racional de la energía, del agua y de los materiales, así como el manejo adecuado de los residuos.

4. Desarrollo y aplicación de normas obligatorias sobre eficiencia energética y utilización de fuentes renova-

bles de energía en el momento de la construcción de los inmuebles públicos.

5. Establecimiento de programas de adquisición de insumos y equipo amigables con el medio ambiente y eficientes en el consumo de energía (

6. Realización de campañas masivas y programas de educación ambiental 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 del desempeño de las empresas y en beneficio de la sociedad en su conjunto.

2. Desarrollo de normatividad que promueva el uso de combustibles limpios, la eficiencia energética e imponga valores máximos de emisiones, sin comprometer los objetivos de desarrollo económico y generación de empleo de la Ciudad de México. 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 y ahorre energía y recursos.

4. Introducción y aplicación de tecnologías limpias, por ejemplo para la sustitución de combustibles y el mejoramiento de procesos. Promoción de los beneficios que las industrias pueden obtener 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 biogás (metano) proveniente de rellenos sanitarios.

6. Disminución en el consumo de materiales a través, por ejemplo, de mayor eficiencia en su utilización (reciclaje, diseño más eficiente de los productos y sustitución de materiales).

Suelo de Conservación (Forestal y Agropecuario)

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) establece tres grupos estratégicos de opciones de mitigación biológica: conservación de reservorios de carbono existentes; captación de carbono aumentando el tamaño de los reservorios y sustitución de productos biológicos (por ejemplo, madera en lugar de materiales de construcción elaborados con gran consumo de energía o uso de biomasa en lugar de combustibles fósiles). Según el IPCC con la conservación de reservorios y la captura se logran las mayores reservas de carbono (IPCC 2001g:6-8).

A escala local y con base en el uso de suelo, las opciones de mitigación en Suelo de Conservación se agruparon en dos sectores: el forestal y el agropecuario. La agrupación por categorías se hizo ajustándose en lo posible a los lineamientos de las opciones de mitigación del IPCC.

Sector Forestal

Las diversas opciones de mitigación de emisiones de GEI en el sector forestal del Suelo de Conservación dependen del uso actual del suelo, del potencial productivo, de cómo la bioenergía es sustituida por energía fósil y del horizonte de tiempo.

1. En tanto opción biológica para la mitigación del cambio climático, la conservación de reservorios, es decir, la preservación de un depósito existente para evitar las emisiones de CO₂ a la atmósfera, tiene en el ámbito local las siguientes opciones:

- a) Fomento al decreto de Áreas Naturales Protegidas.
- b) Manejo de los recursos naturales.
- c) Protección del bosque.

- d) Reducción de las tasas de deforestación.
- e) Ordenamiento ecológico.
- f) Uso adecuado de leña.

2. La captación tiene el objetivo de recuperar áreas degradadas para incrementar gradualmente el contenido de carbono en los reservorios por aumento en la vegetación y extraer, de ese modo, bióxido de carbono de la atmósfera. Medidas de mitigación por captura de carbono son las siguientes:

- a) Protección de cuencas.
- b) Restauración de suelos degradados.
- c) Desarrollo de plantaciones forestales para, entre otros objetivos, recuperar tierras degradadas, producir árboles de navidad, producir especies maderables y pulpa para papel.
- d) Establecimiento de sistemas agroforestales

3. En tanto opción biológica para la mitigación del cambio climático, la sustitución consiste en el reemplazo combustibles fósiles por productos biológicos y de productos industriales elaborados con alto consumo de energía por productos hechos con madera. En el Suelo de Conservación esta alternativa puede aplicarse mediante la creación de nuevos bosques con especies de alta tasa de crecimiento.

Sector Agropecuario

Según el IPCC, aunque la agricultura genera solamente 4% de las emisiones mundiales de carbono derivadas del uso de la energía, representa más del 20% de las emisiones de GEI, principalmente de CH₄ y N₂O, así como de CO₂ resultante de las actividades de desmonte de terrenos (IPCC:2001g:37). En cuanto a conservación, la mayor parte del contenido de carbono se encuentra en los suelos agrícolas, ya que el contenido en los cultivos es removido constantemente por la cosecha.

Entre las opciones de mitigación por prácticas agrícolas destacan:

1. El 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.

Entre las medidas de mitigación en el sector pecuario están:

1. La implantación de biodigestores.

2. El mejoramiento de la productividad y de la eficiencia en la producción del ganado mediante el uso de técnicas de mejora en la genética, en la nutrición y

3. Mediante el cuidado de los 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 para la combustión de los gases producidos y eventualmente para su aprovechamiento energético.
- b) Evaluación de tecnologías para eliminación de residuos: procesos de recuperación de energía, biodigestión mecanizada, pirólisis, etcétera.
- c) Introducción de nuevas tecnologías apropiadas para la disposición final de residuos que sustituyan la función de los rellenos sanitarios.
- d) Reducción en la cantidad de residuos orgánicos enviados a disposición final, para disminuir la cantidad de CO₂ resultante del proceso de metanogénesis.

2. Manejo de Residuos

- a) Fortalecer las políticas públicas y la educación ambiental para generalizar y mantener las prácticas de separación de los residuos sólidos en la fuente de generación.
- b) Acelerar la implantación y el desarrollo de los programas del servicio público de recolección separada de los residuos sólidos.
- c) Minimizar la generación de residuos, con un máximo aprovechamiento de los residuos sólidos

para reducir la cantidad que se envía al relleno.

- d) Fortalecer el 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) Fomentar el uso de materiales reciclados.
- h) Creación de centros de acopio para el reciclamiento y el reuso.
- i) Fomentar el tratamiento de residuos orgánicos y la producción de composta.

3. Fomentar una cultura de 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) Fomentar la educación ambiental para promover el uso de productos contenidos en envases retornables.
- c) Incentivar a las industrias para que reduzcan al máximo los materiales no reciclables en el envase y empaquetamiento de sus productos.
- d) Promover el uso de artículos hechos a partir de materiales reciclados.
- e) Fortalecer los canales de participación ciudadana en la práctica del reciclaje y del reuso.

7.2 Normatividad

Políticas y normas internacionales

Aunque aún es escasa la normatividad existente en el mundo directamente relacionada con la mitigación de las emisiones de GEI, existen algunos esfuerzos de legislación importantes en Europa y Japón para cons-

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 ₄ en la atmósfera	Estabilización de emisiones de CH ₄ 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 ₂ 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 ₄ , N ₂ O, CO y CO ₂
GOST 17.2.3.01-86 Rusia	Estándar de calidad del aire para la presencia de NO ₂ en la atmósfera para la protección de la naturaleza	NO ₂ 0.04 mg/m ³ anual
GOST 17.23.3.01-86 Rusia	Estándar de calidad del aire para la presencia de NO ₂ en la atmósfera para la protección de la naturaleza	NO ₂ 0.05 mg/m ³ mensual
European Environmental Agency 1986	Valor máximo permitido para la concentración de NO ₂ en la atmósfera	NO ₂ 80 microgramos/m ³
No. 5516 Unión Europea	Importación y venta de productos y equipos que contienen HFC	CERO contenido para el año 2000
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 NO _x	500 mg/m ³
1994.11.17 Eslovenia	Límite de emisión de NO _x para la industria del cemento, cerámica y ladrillos	1300-1800 mg/m ³
No. 3272 Unión Europea	Límite de emisión para NO ₂ de aparatos domésticos que utilizan gas	500 mg
EPA 335-3-7 Environmental Protection Agency Estados Unidos	Control de la concentración de NO ₂	NO ₂
EPA 335-3-9 Environmental Protection Agency Estados Unidos	Emisiones vehiculares	NO ₂ , CO, CO ₂
335-3-7-01 Estado de Alabama	Emisiones de NO ₂ en la producción de metales	NO ₂
335-3-7-02 Estado de Alabama	Emisiones de NO ₂ en el cracking de petróleo	NO ₂
IPCC ONU, 1996 Japón, 1996	Prohibición para el uso de CFC	CFC, HFC

Tabla 7.2 Normas Oficiales Mexicanas y gases de efecto invernadero

Norma	Título	Contaminantes normados
Calidad del aire		
NOM-034-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire	CO
NOM-037-1993	Métodos de medición para determinar la concentración de óxidos de nitrógeno	NOx
Fuentes móviles		
NOM-041-1993	Niveles máximos de emisión de gases de escape de vehículos automotores que usan gasolina como combustible	HC, CO, CO ₂ , NOx y O ₂
NOM-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
NOM-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
NOM-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 ₂ , NOx
NOM-048-1993	Niveles máximos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo provenientes del escape de motocicletas	HC, CO y humo
NOM-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 ₂ y O ₂
NOM-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
Fuentes fijas		
NOM-075-1995	Niveles máximos de emisión de compuestos orgánicos volátiles de separadores agua-aceite de las refinerías de petróleo	COV
NOM-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 ₂ y NOx
NOM-086-1994	Especificaciones de los combustibles fósiles que se usan en las fuentes fijas y móviles	S, Pb, Índice octano, aromáticos, olefinas y benceno
NOM-092-1995	Regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina	COV
NOM-093-1995	Método de prueba para determinar la eficiencia de los sistemas de recuperación de vapores en gasolineras	COV
NOM-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 ₂ = bióxido de carbono, Nox = óxidos de nitrógeno, HC = hidrocarburos, O ₂ = oxígeno, PST = partículas suspendidas totales, COV = compuestos orgánicos volátiles		

truir un marco jurídico local de impacto global ante el cambio climático.

En este sentido destacan tres Normas emitidas por la Agencia Europea de Protección Ambiental –una sobre el compromiso de no incrementar las emisiones de metano por arriba de lo que se emitió en 1990; otra que establece el límite de emisiones de bióxido de carbono y una más que establece el valor máximo permisible para el incremento de la temperatura en una década- y la Ley que promulgó Japón en enero de 2002 en la que se establecen medidas encaminadas a mitigar el calentamiento global.

La Tabla 7.1 es un listado de Normas relacionadas directa o indirectamente con la mitigación del calentamiento global o la reducción de emisiones de GEI. Es importante señalar que, aunque los Estados Unidos no han firmado el Protocolo de Kioto –octubre de 2006- algunos gobiernos locales como el de Alabama, así como la Agencia para la Protección Ambiental del Gobierno de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) están expidiendo Normas que se inscriben en los esfuerzos mundiales por mitigar las emisiones de GEI.

Normatividad Mexicana

Aunque en México no existe normatividad específica para limitar, reducir y mitigar la emisión de gases de efecto invernadero, las normas que, con el fin de mejorar la calidad del aire, controlan otras emisiones contaminantes a la atmósfera, han influido positivamente en la reducción de emisiones de GEI.

En materia de 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 en la prevención de riesgos para la salud, pero tienen relación directa con las emisiones de GEI.

Las Normas que regulan las emisiones de las fuentes móviles en la ZMVM son las que mayor impacto han tenido en la población ya que su objetivo ha sido reducir las emisiones contaminantes de los vehícu-

los que circulan en el Distrito Federal y en los municipios conurbados. Complementarios a estas Normas y para asegurar su cumplimiento, se han puesto en marcha el Programa de Verificación Vehicular, el Programa Hoy No Circula, el uso y la sustitución de convertidores catalíticos y la diversos programas de modernización de la flota vehicular de transporte público, particularmente de taxis, con la subsecuente chatarrización de las unidades sustituidas.

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

En el campo de las fuentes fijas destaca la norma NOM-085-ECOL-1994 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 conduce a la sustitución de combustóleo y otros combustibles sólidos por combustibles más limpios como el gas natural y en la optimización de los procesos de combustión en la industria.

La NOM-086-ECOL-1994 ligada a la anterior, establece las características que deben reunir los combustibles derivados del petróleo para satisfacer las exigencias ambientales. En enero de 2006 se publicó la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 que establece que a partir de octubre de 2006 deberá estar disponible en todo el país la gasolina Premium de bajo contenido de azufre.

VIII. ESTRATEGIAS, POLÍTICAS Y MEDIDAS DE REDUCCIÓN

Uno de los temas recurrentes en el debate internacional sobre cambio climático es el diseño estratégico de medidas de mitigación que se consolidan con la implantación de proyectos específicos. El objetivo es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la fijación de carbono en depósitos terrestres. El Gobierno del Distrito Federal no está obligado por los convenios internacionales vigentes a reducir las emisiones que se originan en la Ciudad de México, no obstante, ha establecido políticas públicas y ha desarrollado acciones locales a través de proyectos específicos para contribuir al esfuerzo global por mitigar el cambio climático.

A través de su Secretaría del Medio Ambiente, el GDF ha asumido la responsabilidad de coordinar los estudios en las área de diseño y establecimiento de proyectos vinculados con los GEI. Dichos proyectos incluyen la implantación de medidas para el ahorro y el uso eficiente de los recursos naturales; para la regulación y el uso eficiente de equipos; para la sustitución de combustibles y la promoción de combustibles alternos; para la utilización de nuevas tecnologías y fuentes renovables de energía; el desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono y prácticas más eficientes que impactan los sectores con mayor contribución de emisiones, definidas en el inventario local de GEI (véase Capítulo III).

En este contexto, se elaboró una metodología de jerarquización de proyectos para identificar, seleccionar e integrar a la estrategia local de acción climática determinados proyectos potenciales. Posteriormente se procedió a la formulación y desarrollo de algunos de los proyectos identificados.

La gestión ambiental en la Ciudad de México plantea grandes retos, entre ellos de manera destacada, la dotación de agua en calidad y cantidad suficientes y la disposición adecuada de los residuos sólidos. La precaria situación económica de una parte importante de la población exige que el Gobierno del Distrito Federal destine recursos suficientes al desarrollo social, a la atención de la salud y a la construcción de vivienda. No menos importantes son las tareas relacionadas con la construcción de infraestructura urbana, seguridad, etcétera. En la toma de decisiones sobre el destino de los recursos presupuestales tienen un enorme peso todas estas demandas y necesidades de la población, por ello, las actividades de mitigación de las emisiones de GEI dependen, de forma crítica, de los recursos que se obtengan por la venta de las reducciones, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

El Artículo 12 del Protocolo de Kioto define que el objetivo del MDL es ayudar a las Partes no incluidas en el Anexo I a lograr un desarrollo sostenible y contribuir al objetivo último de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), así como ayudar a las partes incluidas en el Anexo I a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones (ONU, 1998).

Mediante el MDL los países en desarrollo ponen en marcha proyectos de reducción de GEI, y obtienen recursos adicionales de los gobiernos de países industrializados. Los gases no emitidos pueden comercializarse en el marco del MDL.

La aprobación de un proyecto por parte del MDL puede convertirse en un respaldo importante para su puesta en marcha, dado que la sociedad advierte que existe un compromiso internacional con la reducción de GEI y que existe un consenso global sobre la necesidad de mitigar el cambio climático. Esto es particularmente importante en sociedades como la nuestra, en las que reducir las emisiones parece un objetivo poco cercano y menos urgente que resolver las carencias en la dotación de servicios esenciales como el acceso al agua potable, ya que en la ZMVM 29.4% de los habitantes no cuentan con este vital líquido dentro de sus viviendas (INEGI 2001a). Es claro que las barreras que enfrentan los proyectos de mitigación y captura de gases de efecto invernadero serían insuperables sin el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

8.1 Programas y Proyectos en Ejecución

A continuación se presentan los programas y proyectos que se encuentran en ejecución en la Ciudad de México y se indican los resultados esperados en materia de reducción de GEI. En el Anexo 4 se describen programas y proyectos potenciales, así como algunos que ya están en operación, pero para los que no se ha realizado una cuantificación de reducciones en términos de GEI. Algunas de las actividades que se describen a continuación no fueron diseñadas específicamente para reducir o fijar GEI, sin embargo reportan avances en este sentido.

Transporte

Actualización del Programa Hoy No Circula (HNC)

En 1989 se creó el Programa *Hoy No Circula* que prohibía, durante el periodo invernal comprendido entre el

20 de noviembre y el último día de febrero del año siguiente, la circulación de 20% del parque vehicular en el Distrito Federal entre las 5 y las 20 horas, un día a la semana. En 1990 se otorgó carácter obligatorio y permanente a la restricción, con lo cual el programa comenzó a aplicarse todo el año.

En su origen el HNC permitía retirar de circulación 450 mil vehículos diariamente, sobre un parque estimado de 2.5 millones de unidades. Sin embargo, las modificaciones al programa pensadas para impulsar la renovación de la flota vehicular exentando de la restricción a los vehículos de baja emisión de contaminantes, particularmente a los modelos nuevos, redujo a 240 mil el número de unidades retiradas diariamente de la circulación en 2003, sobre un parque vehicular de alrededor de 3.2 millones de unidades.

Según la Dirección General de Gestión Ambiental del Aire de la SMA, “se espera que para 2010 hayan cerca de 4.3 millones de automóviles de uso particular y cerca de 4.6 millones de unidades de todo tipo [...] el crecimiento del parque vehicular afectará la proporción de unidades que deberá descansar diariamente, ya que crecerá el número de vehículos modelo 1993 y posteriores, y disminuirá el número de unidades que deben respetar la restricción de circulación. De esta forma, para el 2010 se esperaba que tan sólo el 2.9% del parque vehicular deje de circular diariamente” (SMA, 2004c:25-26). Es claro que, con esta cobertura, el programa se volvería obsoleto.

Con base en estos datos y tomando en cuenta la dinámica de sustitución, incremento y uso del parque vehicular en la ZMVM, se tomó la decisión de revisar periódicamente el HNC para evaluar la reducción de emisiones contaminantes y actualizarlo periódicamente para mantener su efectividad.

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

√ Los vehículos nuevos pueden obtener holograma doble cero y están exentos del 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 dejar de circular un día a la semana.

Esta actualización del HNC se puso en marcha en el segundo semestre del 2004, con lo que dejaron de circular diariamente 30,000 unidades adicionales en ese periodo y, en 2005, se incorporaron a la restricción 22,000 unidades más (SMA, 2005:11). Se estima que, para 2010, 170,000 vehículos tendrían restricciones a la circulación, con lo cual el HNC mantendría una cobertura anual cercana al 8%.

Si el HNC no hubiera sido actualizado, las reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero hubieran descendido de 282,935 ton de bióxido de carbono equivalente en 2001, a solo 31,601 ton de CO₂ equivalente en 2012. Con la actualización del programa en 2004 se obtuvieron reducciones adicionales por 13,224 ton de bióxido de carbono equivalente en ese año, y para el 2012 se pueden lograr reducciones hasta de 175,272 ton de CO₂ equivalente anuales extras.

El acumulado de 2004 a 2012 será de 1 millón de ton de bióxido de carbono equivalente, mientras

que del 2005 al 2012 será de 1,7 millones de ton (véase Tabla 8.1).

Conversión de Microbuses a Gas Natural Comprimido.

En septiembre de 2000 el Gobierno del Distrito Federal, a través de la Secretaría del Medio Ambiente y con el apoyo financiero del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial (FFEM por sus siglas en francés), puso en marcha el Programa de Conversión a Gas Natural Comprimido de microbuses funcionando con gasolina. La meta del Convenio de Cooperación número CMX 1000.01W celebrado con la Agencia Francesa de Desarrollo fue convertir 860 microbuses, para lo cual se recibió un donativo del FFEM por 1.4 millones de Euros. El programa finalizó en 2003 y se alcanzó la conversión de 777 unidades, esto es, el 90% de lo planeado.

Con lo datos resultantes de las pruebas de emisiones realizadas en el Instituto Mexicano del Petróleo y considerando el consumo promedio de combustible y la vida útil de cada unidad, pudo determinarse que el Programa evitaría la emisión de 13,057.99 ton de CO₂ y 10,110.07 ton de CO₂ equivalente. En términos de GEI las reducciones anuales fueron de 11,454 ton de bióxido de carbono equivalente.

El acumulado de 2003 a 2004 fue de 22,908 ton de bióxido de carbono equivalente, mientras que del 2005 al 2012 será de 91,632 ton (véase Tabla 8.2).

Tabla 8.1 Programa Hoy No Circula, reducciones de GEI (tCO₂ 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
TOTAL	282,935	259,140	235,576	224,812	236,797	232,651	228,437	224,171	219,867	215,540	211,204	206,873

Tabla 8.2 Conversión de microbuses a Gas Natural Comprimido, reducciones de GEI (tCO₂ 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.

En agosto de 2002 el Gobierno del Distrito Federal, a través de la Secretaría del Medio Ambiente y de la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI) y con la participación de Nacional Financiera, Banorte y la industria automotriz, puso en marcha el Programa de Financiamiento para la Sustitución de Taxis en el Distrito Federal. El programa consiste en el otorgamiento de apoyo económico y crédito a los concesionarios de taxis modelo 1992 o anteriores para adquirir vehículos nuevos de cuatro puertas, con un rendimiento vehicular mínimo de 10 km/l. Hasta octubre de 2005 se habían sustituido 2,640 vehículos, con la subsecuente chatarrización de las unidades retiradas para garantizar la efectividad del programa en términos de reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera (SMA, 2005:15). La meta de la primera etapa del programa fue la sustitución de 3,000 unidades.

Los taxistas que han adquirido vehículos nuevos se han visto beneficiados con la exención al programa HNC, esta medida funcionó como incentivo para que otros concesionarios sustituyan sus unidades, deteniendo la renovación del parque vehicular que da servicio de taxi en el Distrito Federal. De acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente, para octubre de 2005 habían sido sustituidas 35,636 unidades (SMA, 2005:15).

Los resultados del Programa de Sustitución de Taxis representan una reducción anual de gases de efecto invernadero por un monto de 14,165 ton de bióxido de carbono equivalente- A esta cifra hay que añadir la reducción de 103,873 ton de CO₂ equivalente adicionales, por la sustitución de unidades inducida por la exención al programa HNC.

La reducción acumulada de 2003 a 2004 fue de 231,354 ton de bióxido de carbono equivalente, mientras que se estima que la reducción acumulada de 2005 a 2012 será de 944,302 ton de CO₂ equivalente (véase Tabla 8.3).

Sectores Servicios, Residencial y ComercialLámparas Ahorradoras en el Sector Residencial

En la ZMVM no existe un programa específico para el reemplazo en los hogares de lámparas incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (LFC). Sin embargo, la Secretaría del Medio Ambiente ha impulsado este reemplazo como parte de las acciones destinadas a promover la administración ambiental, tanto en edificios públicos como en unidades habitacionales. La *Guía de buenas prácticas ambientales para el hogar* (SMA, s/f1) ha sido distribuida entre los administradores de edificios de viviendas, como parte de un esfuerzo de concientización y con el apoyo de la Procuraduría Social del Gobierno del Distrito Federal. Esta guía recomienda la sustitución de los “focos convencionales” por lámparas fluorescentes compactas.

Se estima que en 2001 cada vivienda de la ZMVM contaba con cinco focos y que en una de cada cinco viviendas había una lámpara fluorescente compacta. El ahorro promedio al reemplazar una lámpara convencional por una LFC es de 50 W, con una operación diaria de 3.5 horas. Se prevé que, para 2012, 80% de las lámparas instaladas en las viviendas será del tipo LFC. En términos de consumo de energía, el ahorro por reemplazo de lámparas incandescentes en 2001 fue de 52,886 MWh en tanto que para el año 2012 será de 1,308,373 MWh. Con este ahorro, las reducciones de emisiones de GEI pasarían de 34,487 ton de bióxido de carbono

Tabla 8. 3 Renovación de taxis, reducciones de GEI (tCO₂ 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
TOTAL	113,316	118,038								

equivalente durante el año 2001 a 853,190 ton de CO₂ equivalente para el año 2012.

La reducción acumulada de emisiones de GEI, de 2001 a 2004, fue de 568,133 ton de CO₂ equivalente, mientras que de 2005 a 2012 será de 4,648,064 ton de CO₂ equivalente (véase Tabla 8.4).

Conversión de Gas Licuado de Petróleo a Gas Natural en Viviendas

El uso de gas natural (GN) en lugar del gas licuado de petróleo (GLP) se ha incrementado en los años recientes en el Distrito Federal. De las 242,314 conexiones a la red de distribución de GN existentes en 2004 en el DF, el 56%, es decir, 136,581 viviendas se conectaron durante el periodo 2001-2004. Se espera que para el año 2012 276, 526 viviendas usarán gas natural, principalmente en las estufas y en los calentadores de agua.

Este incremento de las conexiones a la red de distribución de GN representa una reducción anual de emisiones de GEI de 203,214 ton de CO₂ equivalente para 2004, para el año 2012 las reducciones anuales estimadas serán de 223,353 ton de CO₂ equivalente.

La reducción acumulada de emisiones entre 2001 y 2004 fue de 797,584 ton de CO₂ equivalente, mientras que de 2005 a 2012 será de 1,716,601 ton de CO₂ equivalente (véase la Tabla 8.5).

Lámparas Ahorradoras en Comercios y Servicios

Aunque en la Ciudad de México no existe un programa especial para impulsar la iluminación eficiente en comercios y servicios, en el ámbito federal existen algunas iniciativas para reemplazar las lámparas fluorescentes T-12 por T-8, que son más eficientes.

En este apartado se presenta una estimación de los ahorros de energía y de la reducción en emisiones de GEI que se podrían obtener en caso de llevarse a cabo el reemplazo de lámparas en el sector comercial y de servicios del DF, sector en el que el 40% del consumo eléctrico corresponde a iluminación.

Los consumos de energía proyectados a 2012 se tomaron de la *Prospectiva del Sector Eléctrico 2003-2012*, (SENER, 2003a), que estima un consumo del 2.7% para el sector comercios y servicios del DF. Se considera que una lámpara fluorescente de potencia promedio T-12, al sustituirse por una T-8 produce un ahorro de 28.67 kWh/año. Para los cálculos se estimó 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.

Tabla 8. 4 Lámparas ahorradoras en el sector residencial, reducciones de GEI (tCO₂ equivalente/año)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Lámparas Ahorradoras en el Sector Residencial	34,487	112,776	177,052	243,818	313,117	384,992	459,489	536,655	616,542	699,203	784,876	853,190

Tabla 8. 5 Conversión de Gas Licuado de Petróleo a Gas Natural en Viviendas reducciones de GEI (tCO₂ 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
Beneficio Neto	195,574	198,125	200,671	203,214	205,752	208,285	210,812	213,334	215,849	218,358	220,859	223,353

Las reducciones en las emisiones de GEI pasarán de 7,636 ton de CO₂ equivalente a 320,641 ton de CO₂ equivalente entre 2001 y 2012.

La reducción acumulada en las emisiones de GEI de 2001 a 2012 será de 1,806,572 ton de CO₂ equivalente (véase Tabla 8.6).

Gobierno

Sistema de Administración Ambiental

Con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en inglés) y mediante Acuerdo publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal en julio de 2001, el Gobierno del Distrito Federal creó el Comité del Sistema de Administración Ambiental (SAA), como una unidad de asesoría, planeación y apoyo de las políticas y acciones de la Secretaría del Medio Ambiente (GDF, 2001).

El SAA tiene entre sus objetivos estratégicos reducir el impacto negativo al medio ambiente asociado a las actividades operativas de la

Administración Pública del Distrito Federal, impulsando una cultura de responsabilidad ambiental entre los funcionarios y los empleados del GDF. El SAA promueve un manejo eficiente de la energía, el agua y los materiales de oficina, la realización de compras verdes –adquisición de productos de menor impacto ambiental– y el manejo adecuado de residuos sólidos que incluye la reducción, la reutilización, el reciclaje y la separación (SMA, s/f2).

Entre julio de 2001 y agosto de 2006 se incorporaron al SAA 30 edificios públicos (SMA, 2006b). En el periodo se realizaron en estos edificios 23 diagnósticos sobre el uso de agua, 25 diagnósticos de energía, 27 diagnósticos de iluminación, 15 diagnósticos de materiales y 46 diagnósticos de residuos. De los diagnósticos sobre el uso de energía e iluminación se derivan dos tipos de acciones generales: aquellas relacionadas con el uso eficiente, que no requiere de inversión económica, y las acciones de sustitución de equipos de iluminación. Los ahorros reales de energía alcanzados fueron de 201,223 kWh al año en uso eficiente de la energía, y de 123,343 kWh anuales por sustitución de equipos de iluminación.

Tabla 8. 6 Sustitución de iluminación en comercios y servicios, reducciones de GEI (tCO₂ 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 lámparas 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 ₂ 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

Tabla 8. 7 Sistema de administración ambiental, reducciones de GEI (tCO₂ 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

En términos emisiones de GEI de seguir con la sinergia actual las reducciones pasarían de 74.6 ton de CO₂ equivalente en 2003, a 584.18 ton de CO₂ para 2012. En el caso de la sustitución de iluminación, las reducciones pasarían de 21.8 ton de CO₂ equivalente durante 2003, a 548.8 ton de CO₂ equivalente para 2012.

El acumulado de reducciones de 2001 a 2004 fue de 308.1 ton de CO₂ equivalente, mientras que de 2005 a 2012 será de 5, 838 ton de CO₂ equivalente (véase tabla 8.7).

Sustitución de Alumbrado Público

La Ciudad de México cuenta con 345,000 luminarias de alumbrado público, que anualmente consumen 283 millones de kWh y que durante 2000 generaron 190 mil ton de CO₂ equivalente.

El GDF ha impulsado programas de ahorro y uso eficiente de energía eléctrica en el alumbrado público que incluyen la sustitución por lámparas modernas de las luminarias con tecnología obsoleta - cuyo consumo se incrementa con el tiempo; la instalación de sistemas atenuadores de iluminación, el mantenimiento correctivo y preventivo de las instalaciones, la eliminación de pérdidas no técnicas, etcétera. La meta es instalar 31,970 lámparas que representarán un ahorro de energía eléctrica por 11,301 MWh anuales.

Las reducciones durante el año 2004 se estimaron en 3,684 ton de CO₂ equivalente y para el año 2008 serán de 7,369 ton de CO₂ equivalente.

El acumulado de reducciones en las emisiones de GEI de 2001 a 2004 fue de 9,283 ton de CO₂ equivalente, y se estima que, de lograrse las metas establecidas y continuar con la tendencia, del 2005 al 2012

la reducción acumulada será de 65,635 ton de CO₂, (véase Tabla 8.8).

Residuos Sólidos Municipales

Programa de Separación de Residuos

Durante el año 2000 el Distrito Federal generó alrededor de 12,000 ton diarias de residuos sólidos, lo que representa aproximadamente 4.3 millones de ton anuales. De este total el 46% provino 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 generadores (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 y gracias a la ausencia de oxígeno, ciertas bacterias aprovechan el carbono orgánico disponible en los materiales transformándolo en metano y bióxido de carbono. Se estima que durante 2000 se emitieron por metanogénesis 3.6 millones de ton de CO₂ equivalente, de las cuales 88% era metano y el resto bióxido de carbono. En la ZMVM el carbón orgánico disponible proviene de cuatro fracciones de los residuos, cuya participación en peso se muestra en el apartado 5.3 de esta Estrategia Local de Acción Climática.

Con el objetivo de promover y regular la gestión integral de los residuos sólidos –sin incluir a los residuos peligrosos- y la prestación del servicio de limpieza, el 22 de abril de 2003 se publicó en la Gaceta

Tabla 8. 8 Sustitución de iluminación pública, reducciones de GEI (tCO₂ 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

Oficial del Distrito Federal la Ley de Residuos Sólidos del DF (LRSDF). Esta Ley incluye disposiciones para reducir la generación, regular la separación en la fuente y la recolección selectiva y propiciar el adecuado aprovechamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Un propósito importante de la Ley es reducir la cantidad de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios (ALDF, 2003).

Derivado de la LRSDF y en cumplimiento de ella, en octubre de 2004 la Secretaría del Medio Ambiente del GDF estableció una coordinación permanente con la Secretaría de Obras y Servicios y con las dieciséis Delegaciones Políticas para poner en marcha el Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2004-2008.

Una primera acción importante del programa ha sido el trabajo de educación ambiental con la ciudadanía para lograr el cumplimiento de separación de los residuos en dos fracciones –orgánica e inorgánica– en la fuente y la recolección selectiva. Ambas acciones requieren de un esfuerzo importante, ya que implica un importante cambio en las prácticas cotidianas de la población y una modificación sustancial en la operación del sistema de limpia del Distrito Federal.

Con la separación de los residuos sólidos se abre la posibilidad de aprovechar la fracción orgánica en la elaboración de composta, y reciclar parte de la fracción inorgánica; con ello se reduce significativa-

mente la cantidad que se lleva a los sitios de disposición final, de modo que la única fracción que irá a parar a los rellenos sanitarios será el papel no reciclado y los textiles.

Dado que las emisiones de GEI provenientes de los rellenos sanitarios son el producto de residuos colocados ahí durante muchas décadas, tienen un decaimiento exponencial de acuerdo a su antigüedad.

La separación de residuos propiciada por el Programa General de Gestión Integral de Residuos Sólidos significará una reducción de las emisiones de GEI del relleno sanitario estimada en 69,736 ton anuales de CO₂ equivalente en 2006. Para 2012 la reducción será de 466,095 ton de CO₂ equivalente, que corresponden a un 10% de las emisiones potenciales estimadas para ese año sin la aplicación del programa.

La cifra acumulada de 2006 a 2012 será de 1,893,276 ton de CO₂ equivalente (véase Tabla 8.9).

Suelo de Conservación

Reforestación rural

El Programa de Reforestación Rural puesto en marcha desde 1998 por la Secretaría del Medio Ambiente del GDF en Suelo de Conservación de la Ciudad de México se financió parcialmente con el apoyo del Fondo de Cooperación Económica a Ultramar del Japón. Durante el periodo 2001-2006 se plantaron 10.2

Tabla 8. 9 Programa de separación de residuos, reducciones de GEI (tCO₂ equivalente/año)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
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
Reducción Neta	0	0	0	0	0	69,736	138,385	205,968	272,510	338,030	402,552	466,095

Tabla 8. 10 Reforestación rural, captura de GEI (tCO₂ 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

millones de árboles con especies adecuadas a las condiciones del suelo de conservación del DF y se repusieron 18.58 millones de plantas muertas en plantaciones con baja supervivencia, lo que da un total de 28.78 millones de árboles plantados en 5 621 hectáreas (SMA,2006:165). Se realizaron reforestaciones con especies nativas en el suelo de conservación, cubriendo una superficie de 30,200 hectáreas en su primera etapa. El programa incluye el ulterior mantenimiento, monitoreo y evaluación de las áreas reforestadas.

Uno de los beneficios ambientales de este programa es la captura de carbono, que durante el período 2000-2004 representó 630,640 ton de CO₂ equivalente, y para el período 2005-2012 será de 1,085,312 ton de CO₂ equivalente (véase Tabla 8.10).

Prevención y combate de incendios forestales

El objetivo de este programa es prevenir, controlar y abatir los incendios forestales, evitando con ello la emisión de GEI. Entre las causas de orden antropogénico que los originan están la quema de pasto para la obtención de rebrote usado en la alimentación del ganado, la práctica de tumba, roza y quema para limpiar terrenos agrícolas, las fogatas, la disposición inadecuada de colillas de cigarrillos, el vandalismo, etcétera.

Entre las acciones realizadas para la prevención y el combate de los incendios forestales destacan el fortalecimiento de la coordinación interinstitucional, la aplicación de técnicas y procedimientos de inspección y vigilancia, la implantación de programas específicos de capacitación especializada y entrenamiento, y

la aplicación periódica de prácticas físicas como el chaponeo, la apertura y limpieza de brechas, el acondicionamiento de caminos, las quemas controladas, las líneas negras, la poda, etcétera.

El beneficio ambiental de este programa consiste en evitar emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera, que durante el período 2001-2004 representó 35,424 ton de CO₂ equivalente, y para el período 2005-2012 serán 70,848 ton de CO₂ equivalente. (véase Tabla 8.11).

Programa de sustitución de eucalipto por especies adecuadas a la Ciudad de México 2003-2030

Se tiene proyectado retirar 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. Se proyecta para el 2006 el retiro de aproximadamente 300 mil árboles de alto riesgo en vialidades, unidades habitacionales y áreas con alta concentración de población.

8.2 Estudio de caso: Reducción de emisiones de GEI obtenida por la implantación de los Corredores de Transporte Público Masivo de Pasajeros en la Avenida Insurgentes

Conjuntamente con el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (*Global Environment Facility*, GEF), el Banco Mundial y el Centro de Transporte Sustentable (CTS), en octubre de 2002 el Gobierno del Distrito Federal, a través de la Secretaría del Medio Ambiente inició el pro-

Tabla 8. 11 Prevención y combate de incendios forestales, emisiones evitadas de GEI (tCO₂ 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

yecto *Introducción de medidas ambientalmente amigables en el transporte de la Zona Metropolitana del Valle de México* (PIMAAT), el cual incluye el desarrollo de un sistema de transporte basado en carriles confinados denominado Metrobús.

Este proyecto se enmarca en el *Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010* (PROAIRE), la *Estrategia Local de Acción Climática* (ELAC) y el *Plan de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2001-2006* (PITV). El Metrobús constituye una alternativa de transporte masivo, basada en la operación de rutas troncales, con una infraestructura particular que proporciona una ventaja efectiva sobre el transporte público tradicional ya que las unidades pueden desplazarse con mayor velocidad por carriles exclusivos confinados y cuenta con estaciones especiales que permiten el ascenso y descenso eficiente de pasajeros, usando autobuses de plataforma alta y dispositivos especiales de cobro.

La implantación del Metrobús representa el inicio de una reforma integral al sistema de transporte público de pasajeros en la Ciudad de México. Esta reforma consiste en la modificación del esquema organizacional para mejorar las condiciones de servicio, de operación y de negocio; la adecuación general de la infraestructura de la vialidad para lograr un mayor flujo de vehículos por unidad de tiempo; y la modernización tecnológica de la flota para lograr una mayor eficiencia energética, propiciando así una disminución significativa en los niveles de emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

El Metrobús se inscribe en el ámbito internacional dentro de los sistemas de *Bus Rapid Transit* (BRT) o transporte Rápido en Autobús, que están creciendo en ciudades de diferentes latitudes. Está definido como un sistema de transporte masivo, con operación regulada y controlada, recaudo centralizado, que opera de manera exclusiva en una vialidad con carriles reservados para el transporte público, total o parcialmente confinados, y que cuenta con paradas predeterminadas y con infraestructura para el ascenso y descenso de pasajeros, estaciones ubicadas a lo largo del recorrido, con terminales

en su origen y destino y con una organización fiscal para la prestación del servicio como personas morales.

La primera línea del Metrobús de la Ciudad de México se construyó en la Avenida de los Insurgentes, a lo largo de un tramo que comprende 19 de sus 30 kilómetros, el cual se extiende desde el punto conocido como Indios Verdes, al norte de la Ciudad, hasta San Ángel en el Sur.

Para potenciar los beneficios del Metrobús se estableció un esquema organizacional y normativo basado en la aplicación de reglas claras que permiten la operación regulada del sistema. Este esquema está compuesto por cuatro elementos fundamentales:

- La creación de un organismo público responsable de la planeación, administración y control del Sistema Metrobús;
- La constitución de empresas operadoras eficientes que dan el servicio de transporte;
- Un fideicomiso privado de administración, distribución e inversión; y,
- Un sistema de peaje moderno para el manejo eficiente y transparente de los ingresos del sistema obtenidos por el cobro a los usuarios.

La relación entre todos los actores del sistema se rige por los contratos, los convenios, el fideicomiso, las reglas de operación, los reglamentos existentes y demás instrumentos jurídicos definidos y avalados por las leyes vigentes.

El Organismo Público Descentralizado Metrobús, creado por decreto de la Jefatura de Gobierno del Distrito Federal publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 9 de marzo de 2005 (GDF, 2005), es la instancia responsable de garantizar la prestación adecuada del servicio en el corredor, el cual es operado en un 25% por la empresa de transporte de superficie del GDF denominada Red de Transporte de Pasajeros (RTP), y en un 75% por Corredor Insurgentes Sociedad Anónima (CISA), una empresa privada constituida, luego de un intenso proceso de negociación, el 26 de octubre de 2004 por los 262 concesionarios que anteriormente operaban el Ramal Insurgentes de la Ruta 2.

El 25 de febrero de 2005 las dos empresas operadoras constituyeron un fideicomiso privado responsable de la administración de los ingresos totales del sistema y de su distribución entre los diversos actores. A su vez, el fideicomiso contrató a una empresa privada para financiar, suministrar y operar la plataforma tecnológica necesaria para la utilización de una tarjeta inteligente para el cobro del peaje.

En este proceso de desarrollo e implantación del proyecto, las responsabilidades han sido compartidas entre los diferentes actores institucionales involucrados.

En primera instancia, el Gobierno del Distrito Federal se ha encargado de la planeación, coordinación, rectoría y gestión del proyecto, así como del financiamiento para la construcción de la infraestructura del corredor. Los recursos aportados por el Banco Mundial se han destinado al financiamiento de estudios y análisis para el diseño e implementación de la infraestructura de los corredor Insurgentes y de los corredores previstos en el marco del PIMAA. El apoyo del Banco Mundial ha sido importante también para la gestión y la venta de los bonos de carbono resultantes de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivada de la operación del corredor Insurgentes. Por su parte, las empresas que operan el servicio han participado financieramente con la adquisición de las unidades que conforman la flotilla de vehículos articulados.

Beneficios Ambientales

- Aspiremos a un Aire Más Limpio

La modificación de las características organizacionales y operacionales del transporte público en la Avenida Insurgentes propiciarán una reducción en el consumo de combustibles, consecuencia del reemplazo vehicular por unidades modernas más eficientes, con mantenimiento programado; de la mejora en el flujo vehicular en el corredor y del cambio modal de usuarios de vehículos privados hacia el corredor. Aunado a lo anterior y pese a la afectación necesaria de áreas verdes¹,

con la implantación del corredor Insurgentes se mejora la calidad del aire en la Ciudad de México.

Tal y como se anticipa en el PROAIRE y en el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006, la reducción en el consumo de combustible derivada de la implantación de corredores de transporte implica, a su vez, reducciones en las emisiones de contaminantes a la atmósfera, significativas en el caso de la Avenida Insurgentes. Los contaminantes locales, que afectan a la salud de los ciudadanos, tendrán una reducción estimada en 11,096 toneladas anuales, (1,108 ton/año de monóxido de carbono; 9,709 ton/año de hidrocarburos totales; 206 ton/año de óxido de nitrógeno; y 1.27 ton/año de partículas menores a diez micras).

De acuerdo con los datos anteriores, el Metrobús se perfila como un sistema de movilidad de alta capacidad y eficiencia, ambientalmente viable, que contribuye a mejorar la calidad del aire en la capital, y a disminuir el tiempo de exposición a contaminantes, tanto de los usuarios y transeúntes como de los vecinos de la Avenida Insurgentes.

En lo que respecta a los contaminantes globales, se estima que éstos se reducirán en 37,472 toneladas anuales de CO₂ equivalente (que engloba al metano, al óxido nitroso y al bióxido de carbono). Estas cantidades de GEI no emitidos han sido comprometidos ya para su venta en el mercado internacional de bonos de carbono instituido en el marco del Protocolo de Kioto, específicamente al Fondo Español de Carbón.

El 3 de noviembre de 2005 se firmó, por primera vez en el mundo para un proyecto de transporte, un convenio entre el Gobierno del Distrito Federal y el Fondo Español de Carbono para valorizar económicamente la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en la Ciudad de México. El convenio fue firmado, por parte del Gobierno del Distrito Federal, por Claudia Sheinbaum, entonces Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, y por el Director del Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal–Metrobús Avenida Insurgentes, Guillermo Calderón; en tanto que, por parte del Fondo Español de Carbono, firmó Isabel

Guerrero, Directora de la Subregión para Colombia y México del Banco Internacional para la Reconstrucción y Fomento del Fondo Español de Carbono.

- *Lo que Respiramos*

La puesta en marcha del Metrobús Insurgentes redundará en beneficios para la salud de los habitantes de la Ciudad de México. Así lo sugiere un estudio realizado por el Instituto Nacional de Ecología (INE), en colaboración con el Centro de Transporte Sustentable, el cual mostró que los niveles de exposición personal al monóxido de carbono, al benceno y a partículas suspendidas PM_{2.5} en usuarios del Metrobús mostraron reducciones de entre 23% y 59% en comparación con los niveles que se registraban en el uso de microbuses y autobuses que anteriormente circulaban por la Avenida de los Insurgentes.

El estudio denominado “Beneficios en la exposición personal a pasajeros por la instrumentación del Metrobús” se llevó a cabo en dos etapas, la primera de julio a agosto de 2004, la cual midió la exposición personal de los usuarios de microbuses y autobuses sobre la Avenida de los Insurgentes, la segunda etapa se realizó de agosto a octubre de 2005, para determinar la exposición personal a estos contaminantes de los pasajeros que utilizan el Metrobús. La reducción en la exposición de estos últimos fue de 53% menos al monóxido de carbono, 59% menos al benceno y 35% menos exposición a las llamadas PM_{2.5}. De acuerdo con el boletín de prensa con el que el Centro de Transporte Sustentable difundió los resultados, las mediciones se realizaron en un total de 36 microbuses, 37 autobuses y 68 metrobuses, de lunes a viernes durante la “hora pico” del tráfico de la mañana (entre 7:30 y 9:00 horas), utilizando equipo portátil de medición colocado cerca del área respiratoria del personal técnico del estudio. El proyecto se realizó con el apoyo de *World Resources Institute*, de la William and Flora Hewlett Foundation y de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (CTS, 2006)

La reducción en la exposición a contaminantes se debió a diversos factores, entre ellos, el uso de mejo-

res tecnologías vehiculares que reducen las emisiones; paradas fijas que reducen las altas emisiones asociadas con el arranque de los vehículos y la separación del transporte del resto del tránsito, lo que minimiza la infiltración de los contaminantes emitidos por los vehículos cercanos. Debe considerarse además la reducción de la duración promedio de los viajes debida a la mayor velocidad de desplazamiento permitida por el carril exclusivo, lo que disminuye a la vez el tiempo de exposición personal a los contaminantes.

- *Una Avenida sin ruido*

La mejora tecnológica que representa el Metrobús Insurgentes redujo el nivel sonoro continuo (ruido) de la Avenida, como se había previsto durante el diseño del corredor. Dicha reducción corresponde en general a las primeras horas de la mañana y últimas de la tarde, favoreciendo un descenso del nivel de ruidos en horas frontera entre el día y la noche, con lo que se mejora el descanso de la población que habita los edificios colindantes con la vía.

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 la magnitud de la contribución de los proyectos a la mitigación de las emisiones de GEI y, por lo tanto, al desarrollo sustentable de la ciudad. La metodología funcionó como una herramienta para ordenar jerárquicamente la amplia gama de proyectos con posibilidades de instaurarse en la Ciudad de México y, a la vez, contribuyó a mejorar la estrategia de implantación de los mismos.

Basada en los trabajos de Kepner y Tregoe (1989), la metodología ha sido adaptada para cumplir con los requerimientos de planeación de la ELAC, permite obtener, de manera ordenada y sistemática, una lista jerarquizada de los proyectos puestos a considera-

ción de los tomadores de decisiones y, a su vez, es flexible ante la posibilidad de incorporar nuevos proyectos. La metodología opera a través de ocho fases:

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

2. Requisitos deseables de los proyectos. En esta fase se realiza un análisis de los principales instrumentos políticos, administrativos y de planeación del GDF vinculados con el cambio climático para establecer detalladamente los objetivos que se persiguen en la materia. A partir de este análisis se definen las características ideales de un proyecto que cumpliría de manera totalmente efectiva con los objetivos planteados en la estrategia de acción climática del Distrito Federal. El resultado es una lista de atributos deseables para cada uno los proyectos.

3. Peso relativo de cada requisito deseable. Dado que no todos los requisitos deseables, incluidos en la lista resultante de la fase anterior, contribuyen en la misma medida al cumplimiento efectivo de los objetivos de la ELAC del Distrito Federal, en esta fase se hace una ponderación del peso relativo de cada atributo deseable, jerarquizándolos de acuerdo a su importancia.

4. Escalas de valor. Implica definir el intervalo de valor para cada requisito deseable, sobre el que se evaluará cada uno de los proyectos, ya que la dispersión de valores para cada proyecto ante cada requisito puede ser muy diferente. En este proceso el nivel de conocimiento que tienen los evaluadores es importante. Si los expertos participantes en la evaluación cuentan con amplia información y buen 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. Serán expertos en el tema quienes establece-

rán la jerarquía de cada uno de los requisitos deseables, a través de una ponderación de los mismos. Cada experto le asignará un valor al criterio deseable y posteriormente le asignará 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. Para aquellos proyectos que cumplen con los requisitos sustantivos se forma un grupo de expertos sobre el tema y se les entrega la información necesaria para que realicen el proceso de evaluación, la escala de valor y las reglas para el uso del discriminante.

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 las fichas de cada uno de los proyectos, con información sobre los aspectos técnicos, económicos, ambientales, de implantación, etcétera. A continuación se elabora 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 la lista de proyectos jerarquizados.

Resultados obtenidos

A. Determinación de los criterios de jerarquización

Se definieron dos requisitos sustantivos:

√ Que el proyecto siguiera los lineamientos del Plan de Desarrollo del DF, del Programa de Protección Ambiental del DF y del PROAIRE 2002–2010.

√ Que la reducción de las emisiones de GEI fuera cuantificable con las herramientas con que se cuenta para esos fines.

Con relación a los criterios deseables se buscó que los proyectos incluyeran aspectos económicos, sociales y ambientales, así como la reducción de contaminantes, dada 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 rubro se ponderó que el proyecto contribuyera de forma significativa a la reducción de las emisiones de contaminantes locales.
- b) Mínimas barreras sociales para la implantación. Se evaluó la aceptación o el rechazo de los actores sociales involucrados a la implantación del proyecto. Mínimas barreras sociales para la continuidad. Se evaluaron los obstáculos que potencialmente pudieran plantear los actores involucrados para la continuidad del proyecto.
- c) Sustentabilidad. Se evaluaron los beneficios económicos, sociales y ambientales de los proyectos, en la perspectiva del desarrollo sustentable de la ZMVM.
- d) Capacidad institucional para esquemas de financiamiento. Se evaluó primordialmente que las instituciones involucradas en el proyecto tuvieran la capacidad para diseñar y poner en marcha esquemas alternativos de financiamiento (recursos de inversión, crédito externo, donaciones, socios financieros, etcétera).
- e) Disponibilidad de información para determinar la viabilidad técnica. Se evaluó la cantidad de información existente para determinar la viabilidad técnica del proyecto.
- f) Viabilidad del esquema de control (monitoreo y verificación). Se evaluó que el monitoreo pudiera realizarse de manera ágil, eficiente y sin mayores complicaciones.
- g) Mayores reducciones de GEI. Se realizó la evaluación y comparación de cada uno de los proyectos considerados, asignándole la calificación más elevada a los que contribuyeran en mayor grado a las reducciones de GEI.
- h) Disponibilidad de información para el cálculo de indicadores económicos. Se evaluó la disponibilidad de información para el cálculo de los indicadores económicos del proyecto.

Tabla 8.12 Programa de separación de residuos, reducciones de GEI (tCO₂ equivalente/año)

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

B. Pesos Relativos de los Requisitos deseables

Para cumplir con las fases 3 y 6 de la metodología, se llevó a cabo en junio de 2002 un taller de jerarquización de proyectos, con la participación de diversos servidores públicos de la Secretaría del Medio Ambiente, conocedores del tema. Se asignó un valor de importancia a cada criterio, en una escala del 1 al 10, con los siguientes resultados (véase Tabla 8.12).

C. Determinación de los proyectos a considerar

A la lista base para la jerarquización se incorporaron proyectos de los distintos sectores incluidos en el PRO-AIRE 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 estimación de contaminantes generados a la atmósfera, la estimación de las reducciones de emisiones de GEI resultantes de la implantación del proyecto y el costo estimado de la inversión y los beneficios ambientales que aportarían.

Se seleccionaron los siguientes proyectos, considerados representativos de cada sector.

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 transporte eléctrico en todas sus modalidades.
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. Programa de ahorro de energía en alumbrado público.
11. Programa de ahorro de energía en bombeo de agua.
12. Generación eléctrica mediante micro hidroelectricidad.
13. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua.
14. Profundización y ampliación de las medidas propuestas por el Sistema de Administración Ambiental del GDF.

Sector residencial:

15. Ahorro y uso eficiente del agua en viviendas.
16. Incorporación de sistemas ahorradores de agua.
17. Incorporación de sistemas de iluminación eficiente en viviendas.
18. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua.

Sector comercial y de servicios:

19. Ahorro y uso eficiente del agua.
20. Incorporación de sistemas ahorradores de agua.
21. Incorporación de sistemas de iluminación eficiente.
22. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua.

Sector Industria:

23. Reconversión energética en la industria.
24. Promoción del uso de energía solar en sustitución de combustibles fósiles.

Suelo de Conservación:

25. Contención del crecimiento de la mancha urbana en el área rural de la ZMVM.
26. Reforestación Rural.
27. Prevención y combate de Incendios Forestales.

Residuos:

28. Combustión del biogás de rellenos sanitarios.

D. Jerarquización de los proyectos

Para la sistematización del proceso los datos de las fases a, b y c fueron integrados en un programa, sobre una hoja de cálculo, el cual permitió 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, con lo cual los expertos evaluadores pueden tener una perspectiva amplia sobre el conjunto de las iniciativas a jerarquizar. Los campos para la descripción de 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”).

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

Para la evaluación los expertos emplearon un intervalo de 0 a 10, donde el 0 y 10 significan una nula y una buena contribución del proyecto respectivamente.

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

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

1. Renovación de autobuses de la red de transportes de pasajeros
2. Programa integral para el transporte público de carga
3. Corredores de Transporte
4. Introducción de transporte eléctrico en todas sus modalidades
5. Ahorro y uso eficiente del agua en viviendas
6. Incorporación de sistemas ahorradores de agua en comercios y servicios

7. Incorporación de sistemas de iluminación eficiente en viviendas
8. Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua en viviendas
9. Reforestación Rural
10. Combustión del biogas de rellenos sanitarios
11. Programa de ahorro de energía en alumbrado público
12. Programa de ahorro de energía en bombeo de agua

¹ La resolución del dictamen de impacto ambiental para la realización del proyecto Metrobús puede consultarse en internet:

<http://www.metrobus.df.gob.mx/metrobus/index7.htm>

ANEXO 1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO EN LOS BOSQUES DEL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DF

Las variaciones de carbono almacenado y las emisiones netas de CO₂ a lo largo del tiempo pueden estimarse mediante una combinación de mediciones directas, modelos basados en principios aceptados de análisis estadístico, inventario de bosques, técnicas de teledetección, mediciones de flujo, muestreos de suelos y estudios de situación ecológica. Los métodos difieren en exactitud, precisión, verificabilidad, costo y escala de aplicación. El costo de medición de la variación de carbono almacenado en un área dada aumenta en la medida en que se incrementa la precisión deseada y la heterogeneidad del sitio (IPCC, 2000).

En el presente diagnóstico se realizó un muestreo sistemático al azar con una intensidad de 0.019%. En cada sitio de muestreo se tomaron datos de coordenadas geográficas, de diámetro normal de árboles (a la altura del pecho, convencionalmente a 1.30 m), densidad de copa y muestras de hojarasca.

La sistematización de los datos fue la base de un análisis que tomó en cuenta tablas volumétricas, densidad de la madera y el factor de expansión de biomasa. Este proceso permitió estimar el contenido de carbono en biomasa arbórea, raíces y hojarasca.

Preliminarmente se generó la cartografía (escala 1:50,000) de los tipos de vegetación mediante el sistema de información geográfica de la SMA, con base en fotografía aérea del suelo de conservación del año 2000 y se ubicaron 67 sitios. Una vez que se contó con la cartografía final se determinó el levantamiento de siete sitios adicionales que arrojarían información sobre algunos tipos de vegetación de interés, lo que resultó en un total de 74 sitios muestreados (0.019%).

Se levantaron sitios circulares de diferentes dimensiones:

1000 m² para recabar información de especie, diámetro y altura del arbolado,

100 m² que se trazaron dentro de los sitios de 1000 m², para obtener datos de regeneración, reforestación, edad e incremento del arbolado, y en el centro de estos sitios se colectó el mantillo en una superficie de 0.25 m².

Los datos obtenidos en campo se capturaron en hojas de cálculo, para estar en condiciones de procesar la información.

Cálculos

Para estimar el contenido de carbono almacenado en las áreas boscosas del Distrito Federal, se usó la siguiente función matemática:

$$CT = CV + CM$$

Donde:

CT = Carbono total

CV = Carbono contenido en la vegetación

CM = Carbono contenido en el mantillo

Carbono contenido en la vegetación (CV)

El carbono contenido en la vegetación es la suma del carbono contenido en la biomasa aérea y el carbono contenido en las raíces:

$$CV = C_{BA} + C_{BR}$$

Donde:

C_V = Carbono contenido en vegetación

C_{BA} = Carbono contenido en biomasa aérea

C_{BR} = Carbono contenido en biomasa de raíz

i) Contenido de carbono en biomasa aérea

El contenido de carbono en la vegetación aérea es el producto del volumen total del árbol, densidad de la madera, factor de expansión de la biomasa y del contenido de carbono en la biomasa (Ayala López, 1988).

$$C_{BA} = V * WD * CC$$

Donde:

C_{BA} = Carbono contenido en biomasa aérea

V = Volumen total árbol

WD = Densidad de la madera

CC = Contenido de carbono ("0.5") (IPCC 1997)

ii) Contenido de carbono en las raíces:

El contenido de carbono en las raíces es el producto del contenido de carbono en la biomasa y el factor de expansión de la raíz

$$C_{BR} = C_{BA} * f$$

Donde:

C_{BR} = Carbono contenido en biomasa de raíz

C_{BA} = Carbono contenido en biomasa aérea

f = Factor de expansión de la raíz (0.18)

ANEXO 2. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE GEI POR INCENDIOS FORESTALES EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL

La metodología que se utilizó para determinar las emisiones de GEI por incendios forestales fue la del IPCC (1997). Para poder aplicarla se realizó un procedimiento que consta de varias etapas:

Etapas 1: Recopilación de datos

Se recopilaron los datos históricos sobre incendios forestales en el Suelo de Conservación del Distrito Federal de 1998 a 2002.

Etapas 2: Base de datos

Se elaboró una base de datos por año con las siguientes variables: número de incendios, tipo de vegetación y superficie afectada.

Etapas 3: Cálculo de biomasa y de las emisiones de GEI

a) Biomasa. A partir de los datos sobre incendios se calculó la biomasa por tipo de vegetación: árbol adulto; reforestación; arbusto; pastizal y hojarasca. Los cálculos de biomasa del arbolado adulto, arbusto y hojarasca fueron procesados con información del año 2000 de la SMA. Los cálculos de biomasa por reforestación y pastizal se hicieron con base en información bibliográfica (IPCC, 1997 y Acosta *et alii* 2002). En función del cálculo de biomasa se elaboró un escenario alto y uno bajo para, posteriormente, obtener un promedio.

b) Emisiones de GEI. Para el cálculo de las emisiones, los valores de biomasa se utilizaron junto con sus factores de oxidación, con lo que se obtiene el carbono liberado. Con este valor junto con los factores de emisión, se determinaron las emisiones de los GEI CO₂, N₂O y CH₄. En el caso de N₂O se calculó la emisión agregando otro factor, la relación carbono/nitrógeno. El CO₂ emitido es aquel que se liberó durante la quema de biomasa aérea.

Etapas 4 Línea base

A partir de los datos históricos de las emisiones de GEI del escenario alto y bajo, se calculó el promedio anual y este valor se usó para determinar un promedio ponderado por tipo de vegetación, este valor se supuso constante durante el periodo 2003 al 2012.

ANEXO 3. METODOLOGÍA PARA ESTIMAR LAS EMISIONES DE GEI POR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS EN EL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DF

Se uso la metodología del IPCC para el cálculo de las categorías de fuente de GEI por actividades agropecuarias (IPCC, 1997).

Categoría de fuente de GEI	Gases de Efecto Invernadero		
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Sector: Agrícola			
Suelos agrícolas: uso de fertilizantes sintéticos		√	
Sector: Pecuario, ganado doméstico			
Fermentación entérica			√

Sector agrícola

Estimaciones de óxido nitroso procedente de los campos agrícolas

Las acciones provenientes de campos agrícolas que son emisoras directas de N₂O son: uso de fertilizantes sintéticos, estiércol y cultivos fijadores de nitrógeno:

Fertilizantes como fuente emisora

Para la cuantificación de las emisiones de N₂O por el uso de fertilizantes sintéticos se realizó el siguiente procedimiento:

Cantidad de nitrógeno aportado por fertilizante sintético

Este parámetro fue estimado a través del producto entre la cantidad total de fertilizante nitrogenado usado en los campos agrícolas y la fracción del total del fertilizante sintético nitrogenado que se emite como NO_x + NH₃ en el Suelo de Conservación:

$$F_{SN} = (N_{FERT})(1-Frac_{GASF})$$

Donde:

F_{SN} = Cantidad de nitrógeno aportado por fertilizante sintético usado en los cultivos agrícolas

N_{FERT} = Fracción total de nitrógeno usado

Frac_{GASF} = Fracción del total del fertilizante nitrogenado

Emisiones de óxido nitroso

La variable de estimación de N₂O se obtuvo a través del resultado del producto entre la cantidad de fertilizante usado y el factor de emisión:

$$N_2O_{FERT} = (FSN)(F_{N2O})$$

Donde:

N₂O_{FERT} = Emisiones de N₂O

FSN = Cantidad de fertilizante sintético usado en los cultivos agrícolas

F_{N2O} = Factor de emisión de óxido nitroso por fuente directa

Sector Pecuario

Fermentación entérica

Los elementos que tienen que ver con las emisiones de metano en el ganado son: procesos digestivos, tamaño del hato, crecimiento y producción. Las estimaciones de metano por fermentación entérica se realizan a través del resultado del producto del número de cabezas de ganado y emisiones de metano por tipo de ganado, como se muestra en la siguiente función matemática:

$$CH_4fe = (NTG)(fCH_4)^1$$

Donde:

CH₄fe = Emisiones de metano por fermentación entérica

NTG = Número de cabezas por tipo de ganado

fCH₄ = Factores medio de emisión de metano establecidos por el IPCC

ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS DE ALGUNOS DE LOS PROYECTOS PROPUESTOS

Sector transporte

Sustitución del transporte de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad.

Objetivo General. Sustituir las unidades de transporte público urbano de pasajeros de mediana capacidad, que prestan el servicio de transporte colectivo en la ZMVM, por vehículos nuevos de mayor capacidad que reúnan las características básicas de calidad, comodidad, seguridad, bajas emisiones de contaminantes y desempeño dinámico.

Descripción y alcances. En el año 2000 en la ZMVM circularon aproximadamente 32 mil microbuses, estas unidades recorren en promedio 200 km/día y generan más de 246 mil ton anuales de contaminantes, lo cual representa el 11.7% del total de emisiones contaminantes generadas por las fuentes móviles para el año base.

Las emisiones de este tipo de vehículos, estimadas para el año 2010, son 6,676 ton/año de NO_x, 13,852 ton/año de HC; 151,933 ton/año de CO y 41 ton/año de PM₁₀.

El GDF ha iniciado el programa de sustitución de microbuses por autobuses nuevos; dichas unidades deberán satisfacer las especificaciones de homologación establecidas por la SETRAVI, incluyendo el cumplimiento de los límites de emisión definidos en las NOM vigentes.

Entre el año 2001 y el 2006 el GDF sustituirá todos los microbuses registrados en su jurisdicción, lo cual equivale a alrededor de 16 mil autobuses y autobuses cortos nuevos. Las reducciones de emisiones estimadas, con respecto a la línea base de emisiones para este tipo de transporte al año 2010, serán de 13,374 ton/año de HC, 151,933 ton/año de CO, 5,027 ton de NO_x y 12 ton/año de PM₁₀. El costo estimado del programa es de 744 millones de dólares, de los cuáles 16.3 millones de dólares serán financiados por el sector público y 724.7 millones de dólares por la iniciativa privada.

El programa consiste en otorgar a los concesionarios de microbuses modelo 1995 y anteriores un apoyo financiero de 100 mil pesos para la adquisición de un nuevo vehículo, con el requisito de entregar la unidad actual, para llevar a cabo su destrucción y evitar su reintroducción en la ZMCM u otras ciudades. En el periodo 2001-2006 se registró un acumulado de 2,266 apoyos con un monto de 220.8 millones de pesos (SETRAVI, 2006:21) En agosto de 2006 se habían renovado 3,982 vehículos, con una reducción de 19,461 ton/año de todos los contaminantes (SMA, 2006:35)

Actores involucrados. SETRAVI, SEDECO, SMA, Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, concesionarios y permisionarios.

Periodo de ejecución. De 2001 a 2006.

Vida útil del proyecto. 10 años.

Establecimiento de una Red de Trenes Suburbanos

Objetivo General. Maximizar el uso de la infraestructura y derechos de vía existentes en la red ferroviaria de la ZMVM para su uso en transporte urbano, suburbano y regional de pasajeros.

Descripción y alcances. El crecimiento poblacional en los últimos 10 años ha llevado a que se incremente el número de personas que se desplazan en unidades de baja capacidad hacia la región centro, lo que ocasiona que se produzcan grandes cantidades de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Es por esto que se propone contar con un sistema de transporte masivo adecuado.

Dado que se han privatizado las operaciones de Ferrocarriles Nacionales de México, existe la posibilidad de aprovechar la infraestructura ferroviaria de la ZMVM para la instalación de un sistema de transporte masivo metropolitano mediante trenes suburbanos, que contribuya a satisfacer eficientemente la demanda de viajes con toda la región limítrofe y entre la periferia y el centro de la ciudad de una manera fluida, sin necesidad de cortes y transbordos en los viajes entre el DF y los municipios conurbados del Estado de México.

Para esto, se debe impulsar la participación de la iniciativa privada en la construcción de líneas de transporte suburbano en el DF y en el Estado de México, así como definir los esquemas de inversión conjunta con los gobiernos locales y federal. La inversión en infraestructura podría cubrirse con recursos públicos y los costos de operación con recursos privados, considerando la posibilidad de generar ingresos adicionales mediante la creación de desarrollos inmobiliarios asociados a las líneas de la red, que además de incrementar la viabilidad financiera de los proyectos, permita orientar el crecimiento espacial de la ciudad, aprovechando la viabilidad de las vías ferroviarias para la implantación de trenes de pasajeros.

En julio de 2003 se firmó entre la Federación, el Gobierno del Estado de México y el GDF un convenio para impulsar el proyecto del tren suburbano de la ZMVM. El proyecto inicial corresponde a la ruta de Buenavista a Cuautitlán, atendiendo la demanda inicial de unos 320 mil pasajeros al día. Recorrerá 21 km a través de tres municipios del Estado de México y dos delegaciones del Distrito Federal.

En diciembre de 2003 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dio a conocer la convocatoria para la licitación de la concesión del servicio de pasajeros del tren suburbano que cubrirá dicha ruta y que enlazará al DF con el Estado de México. Inicialmente se estimaba que las obras concluirían a más tardar en 2005, actualmente se espera que el tren Buenavista-Cuautitlán entre en operación en 2007. El trazo de la ruta supone la Construcción de terminales en Cuautitlán y Buenavista, así como cinco estaciones en Tultitlán, Lechería, San Rafael, Tlalnepantla y Fortuna, previéndose conexión en esta última estación con la línea 6 del Metro (estación Ferrería) y con la línea B del Metro en la terminal de Buenavista.

Actores involucrados. SCT, SETRAVI, Secretaría de Comunicaciones y Transportes del GEM, Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010.

Vida útil del proyecto. 16 años.

Localización de taxis en bases

Objetivo General. Reducir el recorrido promedio de los taxis libres y por lo tanto la contaminación ambiental.

Descripción y Alcances. Se requiere atender las necesidades de traslado de los más de 20 millones de habitantes proyectados para 2010 en la ZMVM, calculadas en 35 millones de tramos-viaje diarios. Por lo que compete a los taxis libres en el DF, sólo el 10% cuenta con bases fijas, Es un reto por lo que se plantea realizar la instalación de 2,500 bases fijas distribuidas en la Ciudad de México, incluyendo la construcción de la infraestructura requerida y el establecimiento de normas de operación para las mismas. Para ello, se plantea concertar con los representantes de los prestadores del servicio, la incorporación de las unidades a las bases, las condiciones de operación y estimar la capacidad para determinar la cantidad de taxis que podrán hacer uso de cada base. El objetivo es reducir las emisiones contaminantes y aumentar la seguridad de los usuarios.

El costo estimado del proyecto es de 130 millones de pesos y la reducción de emisiones contaminantes se calcula en 469 ton/año de HC, 6,048 ton/año de CO, 115 ton/año de NOx, y 12 ton/año de SO₂.

A 2004 se habían desarrollado algunas lanzaderas, de manera informal, en estaciones del metro, prácticamente organizadas por los propios taxistas.

Actores involucrados. Secretaría de Comunicaciones y Transportes del GEM y SETRAVI.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2004.

Vida útil del proyecto. 2 años.

Renovación de la flota vehicular de transporte de pasajeros de baja capacidad

Objetivo General. Reducir las emisiones generadas por los taxis que circulan en la ZMVM.

Descripción y alcances. Se llevará a cabo la renovación del parque vehicular de este sector, debido a que no cumplen con la restricción de edad reglamentada por la SETRAVI. El 56% de la flota de taxis corresponde a modelos 1992 y anteriores, por lo que no cuentan con los sistemas necesarios de control de emisiones.

De acuerdo al inventario de emisiones 1998, los taxis emitieron 11,093 ton/año de NOx; 15,310 ton/año de HC; 131,453 ton/año de CO y 199 ton/año de PM₁₀. Se estima que para el año 2010, los taxis emitirán 11,288 ton/año de NOx; 15,733 ton/año de HC; 135,812 ton/año de CO y 202 ton/año de PM₁₀.

Con la instrumentación de este programa se espera una reducción de emisiones al año 2010, con respecto a la línea base de emisiones de taxis, de 11,434 ton/año de HC, 8,579 ton/año de NOx y 124 ton/año de PM₁₀. Cabe señalar que el costo de la renovación de unidades se estima en 800 millones de dólares; 80 millones financiados por el sector público y 720 millones por el sector privado.

El Programa de Financiamiento para la Sustitución de Taxis en el DF, puesto en marcha en 2002, consiste en otorgar 15 mil pesos de apoyo económico a los concesionarios de taxis modelo 1992 y anteriores, para cubrir el costo de una unidad nueva, el cual no forma parte del adeudo. El apoyo se otorga a cambio de la destrucción de la unidad obsoleta. Adicionalmente, los concesionarios pueden obtener un crédito con la banca de desarrollo o con la banca comercial hasta por \$68,500.00.

Al 30 de septiembre de 2006 se reporta un acumulado de 60,333 unidades sustituidas (sumando las unidades que forman parte del programa y las sustituciones inducidas), de las cuales 2,973 corresponden al mismo número de créditos otorgados por el GDF por un monto total de 44.6 millones de pesos (SETRAVI, 2006:32).

Actores involucrados. SETRAVI, en colaboración con SEDECO, SMA, concesionarios AMIA, Nacional Financiera, HSBC y BANORTE.

Periodo de ejecución. De 2001 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Regulación del transporte de carga

Objetivo General. Reducir las emisiones generadas y el congestionamiento vehicular ocasionado por los vehículos de carga que circulan en el DF.

Descripción y alcances. Diariamente circulan en la ZMVM alrededor de 3.5 millones de vehículos automotores (datos de 2003), de los cuáles el 11% son vehículos de carga, contribuyendo con 18% del total de emisiones generadas por el transporte en la ZMVM. Algunos traen mercancías a la ciudad mientras que otros solamente la cruzan siendo su destino final otros estados de la República. Se estima que en la ZMVM se comercializa un total de 25 mil toneladas de productos que son distribuidos a lo largo y ancho de la mancha urbana. Los puntos de mayor concentración de estas mercancías se ubican principalmente dentro del Distrito Federal (en la Central de Abastos, la Zona Industrial de Vallejo, el puerto interno de Pantaco, Ferrería, la Merced y la Viga) y en el Estado de México, (Barrientos). Estos complementan a los 44,738 establecimientos de tipo industrial que se ubican en la ZMVM, de los cuales el 62 % se ubica dentro del Distrito Federal, concentrándose en las delegaciones de Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Cuauhtémoc y Azcapotzalco, en tanto que en el Estado de México los municipios con mayor participación en este renglón son: Ecatepec, Tlalnepantla, Nezahualcóyotl y Naucalpan.

La sociedad y las autoridades locales y federales reconocen que, dada la complejidad del problema, es necesario diseñar y ejecutar acciones que coadyuven con la disminución de las emisiones de contaminantes que genera el transporte de carga. Resulta indispensable establecer estrategias que, considerando las limitaciones financieras existentes, sean factibles de ser instrumentadas técnicamente. Es en este sentido que se plantea limitar la circulación del transporte de carga en el DF para disminuir el congestionamiento y el incremento de emisiones provocado por estas unidades, sobre todo en horas de alta circulación por arterias primarias. La congestión de las vialidades de acceso y salida de la ciudad se deben, en buena parte, a la falta de infraestructura para el abasto en zonas periféricas (centrales de carga y operadores logísticos). Las vialidades de acceso a la ciudad carecen del equipamiento de apoyo a los transportistas de carga, tales como señalamientos, medidas de prioridad para el tránsito y seguridad, lo que genera una carga adicional a la vialidades durante todo el día. Una proporción de las mercancías que ingresan al DF, así como los productos de las grandes empresas, se distribuye en horarios diurnos, generando maniobras de carga y descarga en vía pública en horas de alta concentración de vehículos, con lo que se reduce la capacidad vial. Por otro lado, el transporte de materiales y residuos peligrosos se realiza sin ninguna restricción a las unidades que los trasladan. Con base en este diagnóstico, las acciones propuestas incluyen:

1. Consolidar un padrón de vehículos de carga. En una primera etapa incorporando principalmente unidades ligeras, incluir los que tienen placa federal y ubicar, al menos, los registrados en el Distrito Federal.
2. Estructurar los proyectos de señalización, medidas de prioridad y operativos de seguridad y vigilancia permanente, en una primera etapa en los tres principales accesos.

Las acciones puntuales son las siguientes:

- a) Estructurar el proyecto ejecutivo de señalización para el transporte de carga.
- b) Desarrollo y operación de un programa piloto que regule la circulación del transporte de carga en el DF, iniciando con la restricción a las unidades articuladas en el horario pico matutino, de las 7:00 a las 9:00 horas. Una vez valorado el programa, establecer los cambios pertinentes en el reglamento de tránsito para hacerlo obligatorio.
- c) Instrumentar operativos permanentes de patrullaje y puntos de control en estas vías para preservar la seguridad de los vehículos, coordinadamente con la Secretaría de Seguridad Pública.

Con estas medidas se espera un aumento en la velocidad cruceo de vialidades de acceso a la ciudad, la disminución del potencial de emisiones atmosféricas en vialidad primaria de acceso, además de una reducción del índice de accidentalidad en el DF.

Actores involucrados. SMA, SETRAVI, SSP y Sector Privado

Periodo de ejecución. De 2001 a 2010. **Vida útil del proyecto.** 8 años.

Expansión del metro

Objetivo General. Generar una oferta de transporte rápido, eficiente, seguro y menos contaminante, acorde con la demanda futura esperada en la ZMVM.

Descripción y alcances. En los próximos 10 años se incrementarán en 8 millones adicionales los viajes por persona al día mayoritariamente en el Estado de México, debido al crecimiento poblacional esperado en esa entidad. Por este motivo es indispensable ampliar los sistemas de transporte masivos en toda la ZMVM para ofertar alternativas de transporte eficientes, seguras y menos contaminantes.

En el mediano plazo se añadirán nuevas líneas o se establecerán ampliaciones en los corredores de mayor demanda de viajes. El Plan Maestro del Metro y de los Trenes Ligeros incluye la proyección de varias opciones de crecimiento de las redes, las cuales deberán ser evaluadas para determinar cuáles tienen prioridad en su construcción. La operación de nuevas líneas del Metro o del tren ligero permitirá ofertar mayor número de viajes por persona al día.

Dentro del programa operativo del Metro se propone la construcción en el corto plazo de 32 km que incluyen la ampliación de las líneas 7, 8 y 9 y la construcción de la línea 12. En el mediano plazo se prevé la ampliación de las líneas 4 y 5 en 18 km y la construcción de la línea 13; y para el largo plazo, entre 2009 y 2020, se plantea la construcción de 26 km de Metro y 52.6 km de nuevas líneas de Metro de rodadura férrea.

Si las ampliaciones previstas se llevan a cabo a su nivel máximo de aplicación, se obtendría una reducción de contaminantes de 2,841 ton/año de HC, 9,375 ton/año de CO, 7,074 ton/año de NOx, 91 ton/año de SO₂ y 352 ton/año de PM₁₀.

Entre las acciones que se realizan actualmente están el estudio de la línea 12, la modernización del paradero Taxqueña, la conversión de coches N a coches M con nuevas características como pintura antigrafiti y cristales antirayaduras, la rehabilitación de 336 vagones y el mantenimiento mayor de la línea 5 (Pantitlán-Politécnico).

Además concluyó la construcción y entrega al GDF de 45 trenes neumáticos por parte del grupo BOMBARDIER-CAF –el último tren fue entregado en mayo de 2006–; el diseño conceptual de la modernización de la línea 2, la rehabilitación de estructuras y cimentación de la terminal Pantitlán de la Línea 9 y se le dio mantenimiento al tramo Pantitlán-Puebla, el cual consideró la renivelación de las vías.

Actores involucrados. SETRAVI y Sistema de Transporte Colectivo Metro del GDF.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 17 años

Fomento al uso de combustibles alternativos en vehículos del sistema de transporte público de pasajeros

Objetivo General. Impulsar el uso de combustibles y energías alternativas en vehículos del sistema de transporte público de pasajeros de la ZMVM.

Descripción y alcances. Desde 1998 el Gobierno del Estado de México (GEM) inició un programa que incluye estímulos fiscales para alentar la conversión de unidades de transporte público a sistemas de combustión de GNC. Como resultado de la primera fase del programa se convirtieron 250 unidades. El GEM realizará reuniones con las organizaciones de transportistas para dar a conocer las ventajas del GNC. Asimismo, buscará mecanismos de financiamiento y otorgamiento de beneficios fiscales. En el caso de la conversión de las unidades de transporte público a GLP, se emitirá un acuerdo por el cual se verifiquen dichas conversiones para asegurar su óptimo funcionamiento. Por cada vehículo convertido a GNC se reduce la emisión de CO en 99%, de HC en 87% y de NOx en 37%.

GNC

En el DF existe un parque vehicular de 2,154 unidades a GNC. De este total, 1,043 son para uso de transporte público para pasajeros, y de éstos 777 fueron convertidos a través del Fondo Francés para el Medio Ambiente Mundial. Se estima una disminución anual de 13,057 ton de CO₂ y 10,110 ton de CO₂ equivalente. En el Estado de México existen 575 unidades a GNC, 2 estaciones de abasto y 2 más en el DF. Está en proyecto la construcción de una estación de servicio dual gasolina-GNC. En 2001 se llevó a cabo la repotenciación de un autobús de RTP a GNC, resultando un 90% de reducción de emisiones respecto a las unidades que utilizan diesel, sin embargo los costos de conversión indican que es más conveniente la renovación del parque vehicular de la empresa.

GLP

En la ZMVM se estima que circulan aproximadamente 60,000 unidades convertidas a GLP, de las cuales únicamente se tienen registradas 40,169. Estas cuentan con sistemas de conversión que garantizan bajas emisiones. De éstas, 16,566 corresponden a registros realizados ante la SMA y 23,603 ante la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SEGEM). Durante el 2003, la SMA ha otorgado 2,547 hologramas a vehículos a GLP. Existen 20 estaciones de suministro de GLP en el DF y 37 en el Estado de México, que cumplen con los lineamientos establecidos en materia de medio ambiente y protección civil. En febrero de 2002 se publicaron en la Gaceta Oficial del DF los lineamientos para la obtención de un holograma distintivo. El uso de GLP en sustitución de la gasolina con equipo certificado ha permitido a las 40,169 unidades una reducción del 82% de NOx, 92% CO₂ y 90% de HC, con lo que se han dejado de emitir 121,548 ton/año de contaminantes en la ZMVM. Para fortalecer el programa de conversión de unidades del transporte público a uso de GNC, en el mes de noviembre del 2003 el Fondo Francés del Medio Ambiente Mundial aprobó destinar 1.5 millones de euros al Gobierno del Estado de México.

Actores involucrados. SCT, SEGEM, Secretarías de Planeación y Finanzas del Estado de México, organizaciones de transportistas, distribuidores de GNC y GLP.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010.

Vida útil del proyecto. 8 años.

Renovación de la flota de transporte de carga local

Objetivo General. Garantizar que los vehículos que prestan el servicio de transporte de carga en la ZMVM reúnan las características básicas de calidad, seguridad y ambientales.

Descripción y alcances. Los camiones de carga a gasolina representan una fuente importante en la generación de contaminantes, con más de 251,000 toneladas al año. Esto se debe a que la gran mayoría de camiones de carga a gasolina (72.5%) corresponde a modelos 1992 y anteriores, por lo que se hace necesario renovar la flota vehicular y contar con unidades que tengan sistemas de control de emisiones.

El GDF diseñará esquemas de financiamiento para fomentar la sustitución de camiones obsoletos de carga a gasolina, de placa local, con la ulterior destrucción de las unidades retiradas de la circulación. Mediante este programa se pretende retirar al 4.4% del total de los camiones cada año hasta el 2010.

Se publicó un decreto que otorga beneficios fiscales a la chatarrización de vehículos obsoletos. El gobierno federal invertirá en estímulos fiscales para alentar a la industria del transporte de carga a sustituir sus unidades viejas por nuevas. Actualmente el GDF realiza la depuración del padrón vehicular. El GEM desarrolla la actualización de su padrón vehicular. En los últimos 17 meses la SCT invirtió 976 millones de pesos en la sustitución de 1,700 unidades de transporte terrestre, 100 unidades por mes con el programa de compra de unidades y sustitución a través de NAFIN.

Actores involucrados. SMA, SETRAVI, Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones y Asociación de Camioneros de Transporte de Carga.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 7 años

Ampliación de la red de trolebuses, tranvías y tren ligero

Objetivo General. Satisfacer la demanda de una transportación rápida, eficiente, segura, menos contaminante y alterna a los servicios de transporte de combustión interna en la ZMVM

Descripción y alcances. Debido a que este tipo de transporte es uno de los más eficientes en cuanto a la reducción de contaminantes, se propone la expansión de la red de trolebús, así como la rehabilitación de las vías existentes. Esta expansión puede resultar altamente efectiva donde la densidad de viajes es mayor y las condiciones de viabilidad influyen en el aumento de emisiones de contaminantes de los vehículos automotores. Se consolidarán corredores de transporte atendidos por trolebuses, mejorando las condiciones operativas de la vialidad. Definir los términos para la competencia del trolebús con otros modos de superficie, evitando en lo posible la sobreposición de rutas. Adaptar y/o construir carriles exclusivos para la operación del trolebús.

La implantación de este tipo de medida llevará a la reducción de emisiones de contaminantes al 2020 de 18,554 ton/año de HC, 62,830 ton/año de CO, 45,729 ton/año de NOx, 598 ton/año de SO₂ y 2,189 ton/año de PM₁₀.

Actores involucrados. SETRAVI y Sistema de Transportes Eléctricos del GDF.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 16 años

Ciclovía

Objetivo General. Creación de un espacio en la ciudad para promover el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo no contaminante.

Descripción y alcances. La ciclovía es una vialidad confinada y señalizada espacialmente construida para que la población que se desplaza en medios no motorizados y no contaminantes lo haga de manera segura y agradable, ya sea en viajes de placer o utilitarios. La ciclovía es un proyecto encaminado a recuperar el espacio comunitario, que mejora la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, favoreciendo la interconexión con distintos medios de transporte y la integración paisajística, económica y social de la ciudad a lo largo de sus 80 km.

La ciclovía está integrada por un eje troncal que va desde Avenida Ejército Nacional hasta Parres, en el límite con el Estado de Morelos, recorriendo la antigua vía del tren México-Cuernavaca. Asimismo cuenta con tres ramales, uno ubicado en la Primera Sección del Bosque de Chapultepec, otro en la Segunda Sección y el tercero que corre desde Av. Chapultepec hasta el Zócalo.

Actualmente se estudia la creación de nuevos ramales en concordancia con el sistema de transporte urbano se gestiona la colocación de mobiliario urbano que preste los servicios necesarios para los usuarios. Paralelamente se trabaja en una estrategia de difusión que incluye una agenda de actividades que promuevan la participación ciudadana en el aprovechamiento y uso adecuado de este espacio, con actividades educativas, recreativas, culturales y deportivas. El 25 de enero de 2004 se inauguró el primer tramo de la Ciclovía. Para 2005 estaban funcionando 8 tramos con una longitud total de 80 kilómetros. La obra tuvo programada una inversión de 100 millones de pesos, con beneficio para un millón de personas.

Actores involucrados. SMA, FIMEVIC, Centro de Transporte Sustentable, Organizaciones civiles de ciclistas, Delegaciones Políticas de Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras y Tlalpan, Secretaría de Cultura del GDF, Secretaría de Turismo del GDF e Instituto del Deporte.

Periodo de ejecución. Construcción de la troncal enero de 2003-sept 2004

Construcción de ramales en el Bosque de Chapultepec: año 2003. Construcción de ramal Chapultepec-Zócalo: enero-mayo de 2004.

Creación de nuevos ramales 2004-2006.

Vida útil del proyecto. Indefinida

Sector residencial**Incorporación de sistemas ahorradores de agua e iluminación eficiente en viviendas**

Objetivo General. Reducir emisiones contaminantes generadas por el sector residencial, optimizando el uso de los recursos vitales para la ZMVM.

Descripción y alcances. Se plantea la optimización del uso de los recursos disponibles por medio de la incorporación de sistemas ahorradores de energía y agua en la construcción de las viviendas de interés social y promoviendo, a su vez, la remodelación de las viviendas existentes en el DF. Se plantea la evaluación de las características económicas, técnicas y ambientales de las diversas tecnologías existentes en el mercado.

La meta del proyecto es la incorporación de sistemas ahorradores de agua y energía en 75 mil viviendas, de las cuales 30 mil son construcciones nuevas y 45 mil son remodelaciones, a un ritmo de avance promedio de 10 mil viviendas nuevas y 15 mil remodelaciones por año. La incorporación de sistemas ahorradores permitirá una reducción de 23,524 ton CO₂ equivalente por año en 25,000 viviendas y una reducción de contaminantes locales de 0.36 ton de PM₁₀, 1.68 ton CO, 11.34 ton de NO_x y 0.43 ton de HC. Se espera obtener un ahorro del 40% en el consumo de agua.

Actores involucrados. SMA, INVI–SEDUVI

Periodo de ejecución. De 2002 a 2006

Vida útil del proyecto. 4 años

Incorporación de sistemas solares para el precalentamiento de agua en viviendas

Objetivo General. Implementación de tecnologías adecuadas en precalentamiento solar de agua en viviendas de interés social del Distrito Federal.

Descripción y alcances. Usar fuentes solares de energía en calentadores de agua en las 50,000 viviendas nuevas de Interés Social construidas por el GDF entre 2002 y 2006, en combinación con los calentadores convencionales a GLP existentes.

Para la realización de estas acciones se plantea la ejecución de un proyecto piloto cuyo objetivo es la evaluación de los calentadores solares, para definir cuáles serán los más adecuados para su utilización masiva en las 50,000 viviendas que planea construir el GDF.

Se espera un ahorro en el consumo de GLP de 0.12 PJ en 10,000 viviendas por año, lo que se reflejaría en una reducción de las emisiones de CO₂ en 4,979 ton/año. En las emisiones de los contaminantes locales se esperan las siguientes reducciones por año: PM₁₀ 0.175 ton, CO 0.816 ton, NOx 5.527 ton, HC 0.207 ton.

Actores involucrados. SMA, INVI-SEDUVI

Periodo de ejecución. De 2002 a 2006

Vida útil del proyecto. 4 años

Programa masivo de precalentamiento solar de agua en viviendas

Objetivo General. Implementación de tecnologías adecuadas para el calentamiento solar de agua en viviendas del DF.

Descripción y alcances. Incorporar dispositivos que utilicen fuentes renovables de energía, como los calentadores solares de agua, en las viviendas existentes en el DF, como un instrumento de ayuda a los calentadores convencionales existentes.

Para la realización del proyecto se plantea un estudio piloto que establezca la factibilidad del mismo y de elementos para evaluar cuál de las tecnologías existentes en el mercado es la más adecuada. La finalidad de este proyecto es reducir las emisiones de GEI con la instalación de calentadores solares que se irían intercalando con los calentadores convencionales.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, INVI-SEDUVI

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Sectores industria, comercio y servicios

Capacitación en prácticas eficientes de combustión en establecimientos comerciales y de servicios que cuenten con caldera

Objetivo General. Mejoramiento de la combustión en las calderas.

Descripción y alcances. Las emisiones de los equipos de combustión están determinadas por las condiciones de calibración, edad del equipo, mantenimiento, tiempo de operación y prácticas de trabajo, entre otros. Las condiciones de operación deberán determinarse con mayor exactitud mediante el estudio del tipo de equipo utilizado, las prácticas de trabajo y los programas de mantenimiento.

Un análisis global de los servicios mostró que un número reducido reportaba emisiones de contaminantes controladas en la combustión. La CAM promoverá y fomentará medidas para la incorporación de sistemas de gestión ambiental rentable en las empresas, establecerá estímulos y reconocimientos a la implantación de los sistemas y ofrecerá programas de capacitación y asistencia para la evaluación de éstos.

Las autoridades ambientales fortalecerán los programas de autorregulación e implantación de sistemas de administración ambiental, previstos en la LGEEPA, así como en las leyes ambientales locales. Asimismo, promoverán conjuntamente con instituciones de educación superior y de asistencia técnica pública y privada, el conocimiento e implantación de los sistemas de administración ambiental.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SEDECO, SEGEM, Secretaría de Desarrollo Económico del GEM, CAM y cámaras industriales.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 7 años

Fortalecer los lineamientos del uso de combustibles y la operación de hornos artesanales para la fabricación de tabique, ladrillo, teja, loza y similares

Objetivo General. Controlar y regular la operación de cocción artesanal de tabique, ladrillo, teja, loza y similares, para la reducción de las emisiones a la atmósfera generadas por los diferentes tipos de materiales que se utilizan como combustible.

Descripción y alcances. Actualmente se cuenta con aproximadamente 570 hornos distribuidos en el Valle de México, cuya capacidad de producción individual varía entre 3,500 a 70,000 unidades anuales.

Aún cuando se han establecido lineamientos para la utilización de combustibles en la operación de hornos artesanales, se ha detectado que se siguen empleando combustóleo y chapopote, recorte de tela, aserrín y madera impregnados de grasas, aceites, lubricantes y solventes gastados, natas de pintura, etcétera.

En consecuencia se plantea realizar censos periódicos de hornos existentes en la ZMVM, cuantificando la emisión de contaminantes generados por los diversos combustibles y materiales comburentes usados, determinar los factores de emisión; e identificar y localizar las fuentes de suministro para garantizar el uso de materiales orgánicos como combustibles. Las acciones de este proyecto incluyen la elaboración y la publicación de Normas Técnicas Estatales en las que se establezcan los lineamientos para la operación de hornos; estructurar programas de capacitación y sensibilización a los productores y a las autoridades municipales sobre el uso de combustibles y materiales comburentes menos agresivos al ambiente y la salud, así como de tecnologías que aumenten la eficiencia en el proceso de combustión y contribuyan a la reducción de emisiones de los hornos. El programa se complementa con la elaboración e implementación de esquemas de inspección y vigilancia conjunta con las autoridades municipales.

Con la ejecución de este proyecto se espera una reducción máxima de 6,000 ton de HC al 2010 y la recuperación del hidrocarburo residual, para su posterior tratamiento, disposición o aprovechamiento.

Actores involucrados. SEGEM, Municipios del Estado de México y productores artesanales de tabique, ladrillo, teja, loza y similares.

Periodo de ejecución. De 2001 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Promover y desarrollar instrumentos económicos de fomento ambiental para los establecimientos industriales y de servicios en la ZMVM

Objetivo General. Implantar instrumentos económicos que promuevan un mejoramiento del desempeño ambiental en la industria y en los servicios, que fortalezcan la autorregulación ambiental con base en el principio de "el que contamina paga".

Descripción y alcances. Se llevarán a cabo programas de estímulos dirigidos a la industria y a los servicios, con el objetivo de mejorar los procesos productivos y disminuir su impacto ambiental negativo, a través de incentivos fiscales, mediante la coordinación institucional y con los mecanismos de instrumentación requeridos. El objetivo es difundir las posibilidades y las limitaciones de las medidas de mejoramiento de desempeño ambiental, con una estrategia de largo plazo que incluya aspectos económicos, sociales y políticos. Las acciones pueden conducir tanto a un mejoramiento de la cultura ambiental en los establecimientos industriales y de servicios, como a una mayor certidumbre en la operación de éstos.

Actores involucrados. SMA y SEDECO del GDF, Secretarías de Ecología y de Desarrollo Económico del GEM, SEMARNAT, INE, y Secretaría de Economía del Gobierno Federal e instituciones financieras.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Instrumentación de programas de producción más limpia

Objetivo General. Incidir en la reducción de emisiones de contaminantes del aire mediante la aplicación de herramientas y programas de producción más limpia en la industria de la ZMVM.

Descripción y alcances. Actualmente existen una serie de herramientas que, aplicadas adecuadamente, pueden contribuir a la reducción y al control de la contaminación atmosférica generada por la industria de la ZMVM. Los sistemas de administración ambiental, la evaluación del ciclo de vida de productos y procesos, el ecodiseño, el etiquetado ambiental y la contabilidad total de costos son herramientas que atienden fundamentalmente aspectos preventivos de la contaminación. Estas herramientas se basan en el análisis de procesos industriales para propiciar el uso eficiente de las materias primas, sobre todo de aquellas que intervienen durante la fabricación pero no forman parte del producto final.

Se promoverán talleres, principalmente entre la industria mediana y pequeña, para la capacitación en el uso eficiente de materias primas y buenas prácticas de gestión empresarial, entre otros temas.

La SEMARNAT y los gobiernos locales deberán elaborar esquemas que promuevan y hagan viables los programas de autorregulación y de intercambio de créditos de emisiones en la cuenca atmosférica.

Se promoverá entre la mediana y la pequeña industria el uso de programas internos de inspección y mantenimiento, en el almacenamiento, el transporte y la transformación de materias primas, así como en el almacenamiento de productos y subproductos, con el fin de minimizar pérdidas por emisiones fugitivas y evaporativas.

Se tienen programados recursos de la USAID para realizar estudios en tres industrias del Distrito Federal, con la finalidad de conocer sus emisiones e implementar proyectos piloto para reducirlas.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SEDECO, SEGEM, SHCP, Agencias de cooperación técnica, Centro Mexicano para la Producción Más Limpia, y asociaciones y cámaras de industriales.

Periodo de ejecución. De 2001 a 2010

Vida útil del proyecto. 7 años

Programa de precalentamiento solar en comercios y servicios

Objetivo General. Inducir en los establecimientos comerciales y de servicios tecnología solar en el proceso de producción.

Descripción y alcances. Actualmente existen tecnologías que, aplicadas adecuadamente, pueden contribuir a la reducción y control de la contaminación atmosférica de la ZMVM generada por la industria, atendiendo fundamentalmente el aspecto preventivo de la contaminación. Entre estas tecnologías se incluye a los calentadores solares, que constituyen una opción alternativa de uso de energía renovable, aplicable como dispositivo adicional al sistema tradicional de calentamiento de agua, con el fin de reducir emisiones de contaminantes. El programa que promovería el empleo de este tipo de tecnología en comercios y servicios.

Actores involucrados. SMA, asociaciones de profesionales, cámaras industriales, universidades y centros de investigación.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010.

Vida útil del proyecto. 9 años.

Incentivo solar para la industria

Objetivo General. Inducir en los establecimientos industriales el uso de tecnología solar, que contribuya a disminuir las emisiones de contaminantes en el sector

Descripción y alcances. Para fomentar el uso de tecnología solar en la industria es necesario establecer una política de incentivos que, a través de un programa, permitan una disminución significativa en las emisiones de contaminantes, entre ellos los precursores de ozono. Se planea promover el proyecto entre la mediana y pequeña industria.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SHCP

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Reconversión energética en la industria

Objetivo General. Reducir las emisiones contaminantes asociadas a equipos de combustión mediante la promoción de la sustitución de combustibles líquidos por gaseosos y la aplicación de otros mecanismos de reconversión tecnológica

Descripción y alcances. De acuerdo con los registros de las autoridades ambientales de la ZMVM existen más de 300 empresas que consumen diesel, gasóleo y combustóleo como energéticos, los cuales generan emisiones altamente contaminantes del aire. El inventario de emisiones de 1998 reporta que estas empresas emitieron a la atmósfera más de 3 mil toneladas de SO₂, más de mil toneladas de NOx y más de 50 toneladas de PM₁₀. De continuar la tendencia en el consumo de estos energéticos, y considerando las proyecciones al 2010, la emisión de contaminantes crecería en un 65%.

Diversos organismos e instituciones ambientales han realizado estudios que muestran que la sustitución de los combustibles por gas natural tendrá efectos benéficos en la calidad del aire dado que las emisiones se reducirían considerablemente.

Se estima que alrededor de 300 industrias están en condiciones de iniciar la reconversión a gas natural dado que están localizadas cerca de las líneas de distribución de este energético. La reconversión significaría una reducción en la emisión anual de contaminantes a la atmósfera de 1,015 toneladas de NOx, 4,190 toneladas de SO₂ y 8 toneladas de PM₁₀.

La CAM coordinará un grupo técnico encargado de proponer la actualización de la normatividad para restringir el uso de combustibles líquidos en las empresas de nueva instalación; identificar las industrias susceptibles a participar en el programa; identificar las zonas que cubre la red de distribución de gas natural; incentivar la participación voluntaria de las industrias; realizar un análisis de las características de los equipos de combustión existentes en las industrias que utilizan combustibles líquidos; y analizar las propuestas de reconversión.

Actores involucrados. SMA, SEGEM, SEMARNAT, SENER

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Sector público y gobierno

Programa de ahorro de energía en el alumbrado público

Objetivo General. Optimizar el uso de energía mediante un programa que promueva el ahorro y la utilización eficiente de electricidad en el alumbrado público.

Descripción y alcances. Se plantea desarrollar programas para promover el ahorro y el uso racional de la energía eléctrica en el sector público, especialmente en el alumbrado público. El proyecto incluye el análisis de las alternativas existentes en el mercado para el ahorro de energía.

Actores involucrados. GDF, Luz y Fuerza del Centro, SMA, Delegaciones Políticas.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2004

Vida útil del proyecto. 2 años.

Sector eléctrico

Generación eléctrica mediante incineración de basura

Objetivo General. Realización de estudios para llevar la generación de electricidad mediante la incineración de basura.

Descripción y alcances. En la ZMVM se generan una gran cantidad de desechos sólidos a los que se les da poco o ningún uso. Este proyecto se plantea la utilización adecuada de desechos sólidos mediante su incineración para la generación de energía eléctrica. Esta medida contribuirá a dar un buen uso a los recursos existentes, contribuyendo a la reducción de fuentes tradicionales de emisiones.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA y delegaciones del DF.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Disminución de emisiones generadas por las plantas de energía eléctrica situadas en la Zona Metropolitana del Valle de México

Objetivo General. Disminuir la emisión de contaminantes por la generación de energía eléctrica en la ZMVM mediante la aplicación de tecnologías más eficientes.

Descripción y alcances. Las plantas de generación de energía eléctrica constituyen la principal fuente de emisión de NOx en el sector industrial al producir 10,000 toneladas de este contaminante al año. La instalación de quemadores de bajos NOx en los equipos de combustión de las plantas generadoras de energía eléctrica disminuiría la emisión de este contaminante hasta en un 40%.

Para lograr este objetivo se llevará a cabo un análisis del beneficio ambiental generado por la instalación de quemadores de bajo NOx en las Unidades 3 y 4 de la central Jorge Luque y se concluirá la repotenciación de la Unidad 4 de la Central Termoeléctrica Valle de México. Además se concluirán los trabajos en todas las unidades de las plantas generadoras que estén dentro de la norma de óxidos de nitrógeno.

En el seno de la CAM se está impulsando la firma de un convenio para la realización un estudio que permita obtener información confiable sobre la cantidad de contaminantes emitidos por la CFE, el impacto de estos en la calidad del aire de la ZMVM y para hacer el análisis de escenarios a diferentes regímenes de generación.

Actores involucrados. SEMARNAT, SENER, CFE, Compañía de Luz y Fuerza del Centro, SMA, SEGEM, IMP y CAM.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Sector educativo

Subprogramas de educación ambiental

Objetivo General. Promover e impulsar una cultura ambiental que propicie la participación informada, responsable y consciente de los diversos grupos de la sociedad en la mejora ambiental y de la calidad vida de la población de la ciudad.

Descripción y alcances. Partiendo de la premisa de que la educación ambiental es una estrategia fundamental e indispensable de las políticas de protección al medio ambiente, y que junto con otras estrategias económicas, tecnológicas, normativas y de participación social puede potenciar acciones y resultados en la atención de la problemática ambiental y en la transición hacia la sustentabilidad de la ciudad, el Grupo de Trabajo de Educación Ambiental de la CAM se dio a la tarea de elaborar una propuesta en la materia, incluyendo programas y acciones concretas.

La propuesta está integrada por cuatro grandes componentes que se vinculan y complementan entre sí para cumplir con los objetivos planteados: comunicación educativa; información, formación y capacitación ambiental; educación formal y educación no formal.

En una sociedad tan diversa como es la que habita en la ZMVM, lograr que la ciudadanía asuma la protección al medio ambiente como una responsabilidad compartida, implica el uso de modalidades y estrategias educativas que permitan tener un impacto masivo, con acciones y mensajes significativos para todos los grupos de edad y para todos los sectores socioeconómicos. Para cada uno de los componentes se crearon lineamientos y se definieron acciones a corto, mediano y largo plazo, involucrando a diversas instituciones, organizaciones, escuelas y empresas.

Actores involucrados en los distintos subprogramas. SMA, GTEA-CAM, SEMARNAT, INE, SEGEM, SETRAVI (DF y GEM), SEP, Secretaría de Educación del GEM, Subsecretaría de Servicios Educativos del DF/SEP, Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable, Museos y Centros de Educación Ambiental, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, ONGs, Secretaría de Educación, Cultura y Bienestar Social, Coordinación General de Actualización y Capacitación de Maestros en Servicio, escuelas de nivel medio superior y superior, medios de comunicación, PROFECO, CONAE, FIDE, ClyFC; espacios públicos y privados como verifí-centros, bancos, oficinas de expedición de licencias de manejo, tesorerías, compañías de luz y teléfono, etcetera

Periodo de ejecución. Indefinido

Vida útil del proyecto. No definida

Contención de crecimiento de la mancha urbana en el área rural de la ZMVM

Objetivo General. Contener el crecimiento urbano y los asentamientos irregulares en Suelo de Conservación y recuperar áreas rurales de la ZMVM mediante un monitoreo basado en el uso de herramientas de percepción remota y Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Descripción y alcances. El crecimiento de la mancha urbana, ocasionado en el DF básicamente por asentamientos irregulares y en el Estado de México por desarrollos inmobiliarios, es uno de los factores principales en la reducción del área rural de la ZMVM. Se requiere de un sistemático monitoreo semestral basado en la información proporcionada por imágenes satelitales y aéreas que permitan hacer análisis espacial mediante el uso de un SIG, con la finalidad de cuantificar y determinar la forma y el ritmo del crecimiento de la mancha urbana. Este análisis debe proveer información para la toma de decisiones y la aplicación de los instrumentos jurídicos necesarios para la contención de asentamientos irregulares y para la recuperación del área rural de la ZMVM.

El monitoreo debe generar un informe semestral que muestre en todas sus dimensiones el proceso de crecimiento de la mancha urbana, así como el impacto de la aplicación de las medidas legales de contención y recuperación del área rural de la ZMVM, mediante un esquema de concurrencia y complementariedad de los diferentes niveles de gobierno. Una alternativa adicional es crear un fideicomiso para la reubicación de los asentamientos precarios, una vez que se realicen las acciones de recuperación.

En cuanto a la contención de los asentamientos irregulares, es preciso redoblar las acciones de vigilancia y la actuación legal, sin omitir la fijación física de barreras al crecimiento de la mancha en los sitios donde tal acción sea viable. Asimismo es necesaria la elaboración de un inventario de los recursos naturales de la ZMVM: la armonización del monitoreo y del SIG entre las instancias correspondientes del GDF y de la PROFEPA; la elaboración de un informe semestral conjunto para que sea discutido entre todos los actores involucrados; la instrumentación de un programa de inspección y vigilancia sistemática para la contención de asentamientos irregulares y la instrumentación conjunta de operativos especiales para la recuperación del área rural de la ZMVM.

Los beneficios esperados son: contar con información del estado actual del área rural de la ZMVM, disminuir la tasa de deforestación y conservar e incrementar el capital natural de área rural de la ZMVM. Es importante señalar que el costo aproximado de este proyecto es de 20 millones de pesos.

Actores involucrados. SEMARNAT, PROFEPA, CONABIO, SMA, SEDUVI y delegaciones del DF.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Reforestación rural

Objetivo General. Mejorar las condiciones ambientales en beneficio de la población, incrementando las áreas arboladas mediante programas de reforestación rural.

Descripción y alcances. Ante el deterioro que sufren los bosques, tanto en área como en calidad, se requiere realizar acciones para conservar estos recursos. Para ello es necesario reforestar las zonas que por algunas razones han perdido la cubierta o la densidad forestal. La reforestación debe efectuarse con especies nativas y en concertación con los núcleos agrarios.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, CORENA y SEGEM.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2007.

Vida útil del proyecto. 10 años

Prevención y combate de incendios forestales

Objetivo General. Reducir la ocurrencia y efectos de los incendios forestales en el suelo de conservación del Distrito Federal.

Descripción y alcances. De acuerdo con las estadísticas de la Secretaría del Medio Ambiente el promedio anual de incendios entre 2000 y 2006 fue de 918, con una superficie de afectación de 1387 hectáreas anuales. Conviene señalar que el promedio de afectación por incendio es de 1.5 hectáreas, principalmente de pastos y arbustos que se regeneran durante la temporada de lluvias. A pesar de que el número de siniestros y la superficie afectada es relativamente baja, comparada con las estadísticas nacionales, el principal impacto de los incendios forestales es la emisión de contaminantes. Ante esto se plantea fortalecer las capacidades de prevención y combate modernizando la infraestructura de detección y la capacidad operativa para apagar los incendios.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA y CORENA

Periodo de ejecución. Indefinido

Vida útil del proyecto. Permanente

Control y ordenamiento de los asentamientos humanos

Objetivo General. Elaborar y actualizar los planes, programas y proyectos que permitan ordenar el crecimiento de los asentamientos humanos en la ZMVM.

Descripción y alcances. En las 13 franjas de integración metropolitana entre el Estado de México y el Distrito Federal existen conflictos relacionados con la información para el establecimiento de límites interestatales, lo que ha generado que dentro de los planes y programas de cada uno de los gobiernos y dependencias locales, existan áreas de traslape u omisión, favoreciendo con ello los asentamientos irregulares en estas zonas.

Para atender el problema del crecimiento urbano es necesario actualizar el Programa de información de la ZMVM. Se deben identificar los datos de las variables socioeconómicas asociadas a la información sobre la cubierta vegetal y a partir de ahí tomar las decisiones relacionadas con la creación o restricción de asentamientos humanos. Es necesario también hacer el análisis de la dinámica de cambios de uso del suelo correlacionando los aspectos socioeconómicos con el patrón de crecimiento de los asentamientos humanos. Las dependencias de los gobiernos locales del Distrito Federal y del Estado de México deben realizar foros de información, a nivel delegacional y municipal, con participación de la ciudadanía, para orientar la toma de decisiones sobre el ordenamiento de los asentamientos humanos. Todo esto requiere de un diagnóstico continuamente actualizado sobre la situación de los asentamientos humanos en el Suelo de Conservación del Distrito Federal y en los municipios conurbados del Estado de México.

Para lograr los objetivos planteados en este proyecto e implementar medidas de contención de la mancha urbana y recuperación del área rural, se deben realizar monitoreos del crecimiento urbano y de los asentamientos irregulares mediante el uso de herramientas de percepción remota y sistemas de información geográfica (SIG).

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SEDUVI, SEGEM, Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del GEM; Comisión para la Regularización de la Tenencia de la Tierra.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Manejo de áreas naturales protegidas

Objetivo General. Fortalecer los sistemas de ANP (Áreas Naturales Protegidas) con un enfoque metropolitano que garantice la conservación de la biodiversidad y preserve los servicios ambientales que prestan estas áreas a la metrópolis.

Descripción y alcances. Durante mucho tiempo las Áreas Naturales Protegidas (ANP) han estado sometidas a la presión de la mancha urbana. A ello hay que añadir la falta de programas de manejo que contribuyan a la protección de los recursos naturales en estas áreas. Es indispensable establecer esquemas de organización y administración de las ANP que tomen en cuenta las condiciones socioeconómicas de la población que las habita y las formas de tenencia de la tierra que en ellas existen. Una coordinación institucional metropolitana es necesaria para proteger y conservar aquellas ANP que comprenden territorio de más de una entidad federativa.

Para que las ANP cumplan con los objetivos para los que fueron creadas, es indispensable constituir un sistema de manejo, administración y operación que contribuya a su conservación y restauración. Las autoridades gubernamentales deberán elaborar los programas de manejo y los sistemas de administración de las ANP e integrar un sistema de áreas naturales protegidas de la ZMVM, que vincule con el SIG sus recursos naturales, además de realizar un diagnóstico y la caracterización de cada ANP y establecer acciones conjuntas entre la federación y los gobiernos locales para regularizar la tenencia de la tierra en los territorios que comprenden.

Actores involucrados. SEMARNAT, SEDENA, SMA y SEGEM

Periodo de ejecución. Del 2002 al 2010

Vida útil del proyecto. 8 años

Saneamiento y restauración de los recursos naturales

Objetivo General. Elaborar y ejecutar planes de manejo de limpia y saneamiento que contribuyan al mejoramiento fitosanitario de la masa forestal existente en la ZMVM.

Descripción y alcances. Los recursos naturales están sometidos a una continua degradación por incendios, pastoreo, extracción de materia orgánica, cambio de uso del suelo, plagas y enfermedades; en el caso de macizos arbolados, algunos por sus edades son sobremaduros. Todo esto dificulta la regeneración de la vegetación por la vía natural, lo que conlleva a un proceso de degradación genética continua. Aunado a lo anterior existen volúmenes importantes de maderas muertas en áreas de bosque y no existen mecanismos normativos que faciliten su extracción. Un problema adicional es la indefinición de la propiedad de la tierra en áreas en litigio. Por todo lo anterior se propone la identificación de los sitios con daños o en estado de riesgo, elaborar un inventario y valorar los daños, promover un esquema de incentivos para los habitantes de las comunidades con el fin de lograr su participación en las acciones de limpia y saneamiento, firmar convenios con los núcleos agrarios y desarrollar esquemas de organización y comercialización de productos. El objetivo de estas acciones es mejorar el estado fitosanitario de la masa forestal existente en la ZMVM.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SEGEM, y Secretaría de Desarrollo Agropecuario del GEM

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 8 años.

Plantaciones comerciales para la producción de árboles de navidad

Objetivo General. Reconvertir la productividad de algunas áreas del Suelo de Conservación del DF para recuperar el uso de suelo forestal.

Descripción y alcances. Este proyecto forma parte de la opción de mitigación de reforestación y se instrumentó a través de las siguientes acciones:

- √ Concertación con los dueños de las tierras
- √ Selección de las áreas para reforestar
- √ Selección de especies a utilizar en la reforestación
- √ Ejecución, seguimiento y monitoreo del proyecto

En las plantaciones forestales se utilizaron las especies *Pinus ayacahute* y *Abies religiosa*. Además de capturar carbono las plantaciones incrementan el área forestal y la recarga de los mantos freáticos y sirven como reguladoras del clima.

Actores involucrados. Por definir

Periodo de ejecución. 2002-indefinido

Vida útil del proyecto. Por definir

Avances en la recuperación, restauración y ampliación de áreas verdes urbanas

Objetivo General. Promover, fomentar y ejecutar acciones en materia de protección, desarrollo y conservación de los recursos naturales en áreas verdes y bosques urbanos.

Descripción y alcances. De acuerdo con las cifras de la Secretaría del Medio Ambiente, las áreas verdes del DF cubren en conjunto una superficie de 12,828 ha, incluyendo aquí las áreas privadas y las públicas. Estas últimas están constituidas por bosques urbanos, plazas, deportivos, jardines, alamedas, glorietas, camellones y arriates principalmente. (SMA, 2005:40). Las autoridades ambientales aplicarán las acciones prioritarias para la delimitación física de las áreas verdes urbanas, para la reforestación y la conservación del suelo y del agua; elaborarán y aplicarán los programas de manejo y propondrán un esquema de administración para el desarrollo sustentable de las áreas verdes urbanas. Entre 2002 y 2005 se llevó a cabo la creación del Parque Ecológico El Cantil en la Delegación Gustavo A. Madero, y del Parque de Educación Ambiental Sensorial, en la Delegación Iztapalapa; se apoyó el establecimiento de áreas verdes en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y en las preparatorias del Gobierno del Distrito Federal. En 2006, mediante el FIMEVIC, se están construyendo los parques urbanos Torres Buenavista, en Iztapalapa y Presa Tarango en Alvaro Obregón. Estas acciones de reforestación en suelo urbano tienen como beneficios ambientales la captura de carbono, la captación de contaminantes atmosféricos y agua de lluvia y el incremento de la superficie de área verde promedio por habitante.

Actores involucrados. SEMARNAT, SMA, SEGEM, Secretaría de Desarrollo Agropecuario del GEM

Periodo de ejecución. Por Definir

Vida útil del proyecto. No definida

PROYECTOS Y PROGRAMAS CON BENEFICIOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN LA REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A continuación se enlistan los proyectos y programas que tienen beneficios directos e indirectos en la reducción de emisiones de GEI

1. Programa para evitar el cambio de uso de suelo.
2. Manejo y conservación de suelos en áreas degradadas de la zona rural del DF.
3. Gestión y Restauración de Áreas Naturales Protegidas.
4. Manejo de cultivos agroforestales.
5. Protección del recurso suelo a través de prácticas y obras de conservación.
6. Protección de los recursos naturales del DF a través de una vigilancia más eficiente.
7. Monitoreo de los asentamientos humanos ubicados en el suelo de conservación.

Algunos proyectos potenciales:

1. Manejo de Recursos Naturales.
2. Inversión ambiental para la vigilancia social de la ZMVM.
3. El pago compensado por servicios ambientales.
4. Limpia y saneamiento de los bosques del D.F.
5. Aprovechamiento de productos no maderables en el suelo de conservación (uso de suelo).

SUELO DE CONSERVACIÓN**Sector agropecuario****Intercalación de cultivos agrícolas con especies fijadoras de nitrógeno**

Objetivo General. Impulsar la intercalación de cultivos agrícolas con especies fijadoras de nitrógeno para propiciar una agricultura sustentable.

Descripción y alcances. Este proyecto se propone propiciar una agricultura sustentable a través de la promoción de cultivos que ayuden a restablecer la calidad del suelo. Opera mediante programas ejecutados en interacción con los habitantes de las áreas rurales y con SAGARPA. La estrategia consiste en promover entre la población rural la adopción de cultivos con especies fijadoras de nitrógeno, principalmente leguminosa. Se enfatiza la difusión de los beneficios que estos cultivos tienen en el mejoramiento del suelo y las mejoras adicionales, por ejemplo, el mayor rendimiento de los cultivos. La intercalación implica, además, disminución en la emisión de óxidos de nitrógeno a la atmósfera.

Actores Involucrados. SEMARNAT, SAGARPA, GDF y núcleos agrarios del DF.

Periodo de ejecución. De 2002 a 2010

Vida útil del proyecto. 9 años

Promover y fomentar acciones de mejoramiento en la productividad y eficiencia de la producción animal

Objetivo General. Incrementar la eficiencia en la nutrición alimentaria del ganado que se produce en el Suelo de Conservación.

Descripción y alcances. En el suelo de conservación se produce ganado bovino y ovino principalmente. Para instrumentar el proyecto se identifica a los productores interesados en el mejoramiento de la nutrición del ganado, se concerta con ellos, se hace el diagnóstico y análisis nutrimental del ganado, se ejecutan las acciones concertadas y se les da seguimiento. Los beneficios que se obtienen son: reducción de la emisión de metano hacia la atmósfera resultante de los procesos digestivos, alta productividad de los hatos ganaderos, generación de empleos y transferencia de conocimientos al resto de los productores.

Actores involucrados. Por definir

Periodo de ejecución. A partir de 2002

Vida útil del proyecto. No definida

Producción de cultivos agrícolas con fertilización orgánica.

Objetivo General. Reducir el uso de fertilizantes sintéticos nitrogenados en el Suelo de Conservación sustituyéndolos por abonos orgánicos en algunos cultivos agrícolas de temporal, incrementando con ello la productividad de la agricultura en esta región del Distrito Federal y propiciando prácticas agrícolas ambientalmente amigables.

Descripción y alcances. Pasos para la instrumentación: Identificación de los productores interesados en este tipo de sistemas; concertación con los productores, selección de los cultivos en donde se aplica la composta; análisis químico, específicamente del suelo y de la composta orgánica que se va a usar; aplicación y seguimiento del proyecto. Este proyecto operó en algunos cultivos agrícolas y en invernaderos, principalmente de hortalizas. La estimación de la superficie agrícola donde operó el proyecto, incluyendo invernaderos, es de 77 ha para gramíneas y de 13,000 ha para hortalizas. Con este proyecto se reducen las emisiones de óxido nitroso a la atmósfera, se aminoran las infiltraciones de otros contaminantes al suelo y al agua y se generan empleos para los productores que habitan en el Suelo de Conservación del DF. Para mayor información sobre este proyecto puede consultarse la Norma Ambiental del DF, NADF-002-RNAT-2002 que establece las condiciones y requisitos mínimos que deberán observarse en la práctica de la agricultura ecológica en el Suelo de Conservación del Distrito Federal (SMA, 2002:5-13).

Actores involucrados. No determinados

Periodo de ejecución. A partir de 2002

Vida útil del proyecto. No definida

PROYECTOS Y PROGRAMAS CON BENEFICIOS DIRECTOS E INDIRECTOS EN LA REDUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

A continuación se enlistan proyectos y programas con beneficios directos e indirectos en la reducción de GEI:

1. Programa de Agricultura Ecológica
2. Promoción y fomento de acciones de mejoramiento en la productividad y eficiencia de la producción ganadera

Algunos proyectos potenciales:

1. Fomento a la Agricultura Ecológica o Sello Verde
2. Turismo alternativo

ANEXO 5. METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN EL SISTEMA DE CORREDORES DE TRÁNSITO RÁPIDO DE AUTOBUSES

La metodología desarrollada identifica los cambios en las emisiones antropogénicas de Gases de Efecto Invernadero (GEI), que son significativas y razonablemente atribuibles a la implantación de proyectos de transporte, evaluando la diferencia en el consumo de los combustibles para vehículos en una línea base dinámica, contra el consumo de combustibles que se obtiene con el proyecto, incluidas las posibles fugas. Durante este proceso se hace uso del análisis estadístico para determinar la expansión de las incertidumbres asociadas con cada medición.

Esta metodología puede aplicarse para evaluar el impacto de proyectos que implican sólo el remplazo de viejos autobuses por nuevos autobuses; esquemas de sincronización de semáforos; medidas de restricción del tránsito; construcción de puentes y túneles; esquemas de cobro; cambios en el tipo de combustibles, etcétera. En particular esta metodología se ha aplicado para evaluar la implantación de un Corredor de Tránsito Rápido de Autobuses en el Distrito Federal.

La metodología ajusta la línea base de acuerdo a los cambios en población; el parque vehicular desagregado por tipo de vehículo; marca, modelo, año y tipo de combustible utilizado; así como los datos de vehículo-kilómetro-viajado. El consumo de combustible se ajusta mediante el modelo de transporte MOVES2004, basado en los datos reales de la mezcla de vehículos y combustibles de la Zona Metropolitana del Valle de México.

La diferencia en el consumo de cada tipo de combustible es convertido a emisiones de bióxido de carbono equivalente, aplicando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas, ajustados con los poderes caloríficos de los combustibles mexicanos y la mezcla del parque vehicular de la zona metropolitana.

Se subdivide cualquier proyecto multirutas en rutas individuales y se miden las diferencias en el consumo de combustible de todos los vehículos que transitan en el corredor. Se identifican las posibles interferencias causadas por la actividad del corredor en vehículos que operan en cada ruta, así como en las rutas alimentadoras y en las que transitan por calles que desembocan o cruzan al corredor. Los efectos del cambio modal también son evaluados.

Donde operan flotas de vehículos sobre rutas fijas, su consumo diario de combustible y kilómetros recorridos son evaluados directamente.

Para el resto de los vehículos, los cambios en el tiempo de viaje o velocidad promedio bajo diferentes condiciones de carga de tráfico, son utilizadas junto con curvas de consumo de combustible sensibles a la velocidad, para determinar las diferencias en combustible consumido. Así, usando mediciones directas de las fuentes de emisión, la metodología determina el cambio en las emisiones entre el proyecto y el escenario de línea base.

Se evalúan otras emisiones temporales, como las debidas a la construcción del proyecto y las pérdidas debidas a la chatarrización de vehículos sustituidos.

Se trata de una metodología basada en mediciones sobre rutas de transporte, versátil y aplicable a diversos proyectos de transporte.

En el caso del Sistema de Corredores de Transporte Público de Pasajeros del Distrito Federal, en particular del que corre sobre Avenida Insurgentes (Metrobús), se han consideraron las siguientes fuentes de variación de las emisiones de GEI:

- √ Reemplazo de vehículos por unidades modernas más eficientes.
- √ Mejora en el flujo vehicular en el corredor.

- √ Mejora en el flujo vehicular en las rutas alimentadoras.
- √ Mejora en el flujo vehicular en otras rutas de la ciudad.
- √ Cambio modal de usuarios de vehículos privados hacia el corredor.
- √ Afectación del flujo vehicular en calles perpendiculares.
- √ Afectación del tiempo y distancia de viaje de vehículos que daban vuelta izquierda.
- √ Personas que cambian del metro hacia el corredor y otros cambios modales.
- √ Vehículos extras que usen el corredor por ser más rápido.
- √ Retrasos en el flujo vehicular causado por la construcción del corredor.
- √ Emisiones de Gases de Efecto Invernadero debidas a la construcción del corredor: cemento, acero, uso de maquinaria, etcétera.
- √ Emisiones de Gases de Efecto Invernadero debidas al proceso de chatarrización de vehículos sustituidos.

La metodología optimiza estadísticamente el programa de mediciones requerido, de modo que se obtenga el mejor balance entre la línea base y los esfuerzos de verificación y las incertidumbres resultantes, con el fin de maximizar el valor neto de las reducciones de emisiones certificadas, una vez descontados los costos de medición. Para esto se aplica el 95% del intervalo de confianza de la diferencia entre la línea base y las emisiones debidas al proyecto, con el fin de establecer todas las reducciones en las emisiones.

Finalmente se desarrolló una metodología de Monitoreo y Verificación en la que se tiene especial cuidado en el control de calidad y el manejo de la documentación que respalda todas las variables que requiere la metodología. Esto incluye la obtención, el procesamiento, el control y el almacenaje de la información.

ANEXO 6. CARÁTULA DE LA HOJA DE CÁLCULO PARA LA JERARQUIZACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

PROCESO DE JERARQUIZACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL DISTRITO FEDERAL Y SU ZONA METROPOLITANA										
Instrucciones:										
1. Ante cada criterio, calificar los proyectos en un rango de 10 a 0, donde el 10 significa una buena contribución del proyecto al entorno y 0 significa una contribución nula. 2. Ud puede ver una descripción amplia de cada proyecto haciendo clic sobre el mismo. 3. Cada criterio tiene una nota de descripción que se desplegará al colgar el cursor en la celda. 4. Se recomienda que se realice la evaluación por proyecto, es decir en forma horizontal. 5. Ante la presencia de dudas en la evaluación de algún criterio, favor de contactar al responsable de la evaluación.										
SECTORES Y PROYECTOS	CRITERIOS									
	Disponibilidad de información para el cálculo de indicadores económicos	Capacidad institucional para esquemas de financiamiento	Viabilidad de esquema de control (monitoreo y verificación)	Mínimas barreras sociales para la implementación	Máximos impactos locales	Mínimas barreras sociales para su continuidad	Mayores reducciones de GEI	Disponibilidad de información para determinar la viabilidad técnica	Sustentabilidad	EVALUACIÓN FINAL DEL PROYECTO
TRANSPORTE										
Sustitución del transporte de pasajeros de mediana capacidad por vehículos nuevos de alta capacidad.										0
Ampliación de la red de trolebuses y tren ligero										0
Localización de taxis en bases										0
Renovación de la flota vehicular de transporte de pasajeros de baja capacidad.										0
Introducción de vehículos eléctricos.										0
Renovación de autobuses de la red de transportes de pasajeros y el servicio.										0
Fomento del uso de combustibles alternativos en vehículos del sistema de transporte público de pasajeros										0
RESIDENCIAL										
Ahorro y uso eficiente del agua en viviendas del DF.										0
Incorporación de sistemas ahorradores de agua e iluminación eficiente en viviendas nuevas y remodelación de viviendas apoyadas por el Gobierno del Distrito Federal.										0
Incorporación de sistemas de solares para el precalentamiento de agua en viviendas nuevas del Gobierno del Distrito Federal.										0
PUBLICO										
Programa de ahorro de energía en alumbrado público.										0
Generación eléctrica mediante incineración de basura										0
Generación eléctrica mediante hidroelectricidad.										0
RURAL										
Contención del crecimiento de la mancha urbana en el área rural de la ZMVM.										0
Prevención y combate de incendios										0
Reforestación Rural.										0
OTROS										
Reconversión energética en la industria.										0
Promover el uso de energía solar en sustitución de combustibles fósiles.										0

ANEXO 7. LÍNEA BASE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CONSUMO DE ENERGÍA DE LA ZMVM

ESCENARIO MEDIO, AÑO BASE 2000

Bióxido de carbono equivalente (1/12)

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ZIMM TOTAL (residuos, rural, público y gobierno sólo DF)														
TOTAL	Mt CO2 Equiv	54,107	55,246	54,671	55,506	56,531	57,660	58,922	60,310	61,786	63,400	65,160	67,070	69,164
Rural	Mt CO2 Equiv	0,183	0,175	0,176	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181
Residuos Sólidos	Mt CO2 Equiv	3,589	3,675	3,760	3,845	3,928	4,010	4,091	4,171	4,251	4,329	4,407	4,484	4,560
Energía	Mt CO2 Equiv	50,335	51,395	50,735	51,480	52,422	53,469	54,649	55,957	57,353	58,889	60,572	62,405	64,423
ZIMM RURAL DF														
EMISIONES														
Total	Mt CO2 Equiv	0,183	0,175	0,176	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181
Forestal	t CO2 Equiv	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246
Agropecuaria	t CO2 Equiv	32,069	27,828	28,643	28,779	28,708	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700
Incendios	t CO2 Equiv	5,840	2,212	2,143	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382
CAPTURA														
Forestal	t CO2 Equiv	87,984	135,664	145,432	153,269	161,714	161,714	161,714	161,714	161,714	161,714	161,714	161,714	161,714
RESERVORIO														
Forestal	t CO2 Equiv	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547
RESIDUOS SÓLIDOS DF														
Total	Mt CO2 Equiv	3,589	3,675	3,760	3,845	3,928	4,010	4,091	4,171	4,251	4,329	4,407	4,484	4,560
Residuos Sólidos	t CO2 Equiv	3,589,043	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

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO2 Equivalente													
ZMVM ENERGÍA													
Total Combustibles Mt CO2 Equiv	36.63634	36.870	37.193	37.523	38.055	38.651	39.317	40.057	40.875	41.778	42.773	43.868	45.072
Gasolinas	17,505,601	17,639,173	17,775,294	17,913,815	18,148,778	18,414,820	18,714,285	19,049,806	19,424,330	19,841,144	20,303,909	20,816,695	21,384,023
GN (incluye Gen Electr)	8,003,253	8,046,029	8,162,004	8,282,652	8,454,394	8,643,698	8,851,289	9,078,073	9,325,138	9,593,772	9,885,473	10,202,254	10,546,136
GLP	5,644,374	5,691,520	5,739,264	5,786,465	5,852,223	5,923,347	6,000,376	6,083,885	6,174,506	6,272,952	6,380,028	6,497,536	6,626,420
Diesel	4,012,974	4,015,866	4,030,368	4,044,186	4,079,289	4,121,145	4,169,930	4,225,897	4,289,368	4,360,740	4,440,484	4,529,159	4,627,396
Combustóleo	663,555	660,793	659,126	658,411	665,018	674,083	685,617	699,662	716,293	735,619	757,778	782,941	811,312
Gasóleo	564,057	569,257	574,828	580,732	592,725	606,661	622,634	640,759	661,172	684,036	709,536	737,887	769,335
Leña	230,649	235,309	240,088	244,914	249,789	254,715	259,696	264,735	269,834	274,994	280,218	285,576	291,069
Coque	4,366	4,351	4,344	4,342	4,389	4,452	4,531	4,627	4,739	4,870	5,019	5,189	5,380
Petróleo diáfano	7,507	7,664	7,819	7,973	8,206	8,463	8,746	9,058	9,402	9,780	10,195	10,652	11,154
Querosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Electricidad Mt CO2 Equiv	16.7793	17.54	16.55	16.97	17.38	17.83	18.34	18.91	19.49	20.12	20.81	21.55	22.36
(Debidas al consumo total de Electr)													
Emissiones de GN por generación eléctrica en la ZMVM	3.0807	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013	3.013
Emissiones fuera de la ZMVM debidas al consumo eléctrico en la ZMVM	13.69865	14.525	13.542	13.957	14.367	14.817	15.332	15.900	16.479	17.112	17.800	18.537	19.351
Suma combustibles más emisiones fuera de la ZMVM debidas al consumo eléctrico en la ZMVM	50.3350	51.395	50.735	51.480	52.422	53.469	54.649	55.957	57.353	58.889	60.572	62.405	64.423

Bióxido de carbono equivalente (3/12)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO2 Equivalente													
Generación Eléctrica													
Total Combustibles	t CO2	3,080,652	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578
GN	t CO2	3,080,652	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578	3,012,578
Jorge Luque	t CO2	436,579	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054	419,054
Lechería	t CO2	111,896	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016	76,016
Nonoalco	t CO2	114,526	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649	105,649
Valle de México, LFC	t CO2	33,328	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534	27,534
Valle de México, CFE	t CO2	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324	2,384,324
Público													
Total Combs y Electr	t CO2	1,540,657	1,597,790	1,480,312	1,592,799	1,586,308	1,602,925	1,635,502	1,632,331	1,634,957	1,639,446	1,634,480	1,641,607
Plantas de Asfalto													
Total Combs y Electr	t CO2	25,670	18,102	20,465	20,504	20,540	20,611	20,645	20,678	20,711	20,746	20,786	20,827
Electricidad	t CO2	2,550	2,520	2,499	2,477	2,456	2,433	2,388	2,365	2,342	2,321	2,298	2,276
Diesel	t CO2	22,674	15,239	17,588	17,646	17,704	17,761	17,872	17,928	17,982	18,037	18,098	18,161
Gasolina	t CO2	395	301	340	341	342	344	346	347	348	349	350	351
GLP	t CO2	50	42	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39
Metro													
11 Líneas	t CO2	657,778	697,189	641,506	712,367	714,689	716,980	721,493	723,723	725,935	728,132	730,613	733,144

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Serv. De Transp Eléctricos														
Trolebus y Tren Ligero	t CO2	43,470	44,102	42,989	64,033	73,422	82,812	92,201	92,489	92,775	93,059	93,341	93,659	93,983
IN MUEBLES GOB CENTRAL, DELEGACIONES, MERCADOS, DEPORTIVOS Y FUENTES														
Inmuebles Gob Central	t CO2	150,300	165,740	154,190	154,703	155,208	155,705	156,197	156,685	157,169	157,650	158,127	158,666	159,215
Semáforos														
Semáforos	t CO2	5,059	5,184	4,807	4,839	4,855	4,870	4,886	4,901	4,916	4,931	4,946	4,963	4,980
Alumbrado Decorativo														
Alumbrado Decorativo	t CO2	344	689	534	546	548	549	551	553	554	556	558	560	562
Habitación Popular														
Habitación Popular	t CO2	1,639	1,674	1,557	1,562	1,568	1,573	1,578	1,582	1,587	1,592	1,597	1,602	1,608
Servicios Directos														
Servicios Directos	t CO2	1,841	1,894	1,762	1,767	1,773	1,779	1,785	1,790	1,796	1,801	1,807	1,813	1,819

Bióxido de carbono equivalente (5/12)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO2 Equivalente													
Bombeo de Agua													
Agua Potable	406,176	395,535	383,847	385,848	372,717	360,686	367,041	383,228	375,289	379,443	373,986	367,888	369,111
Drenaje	36,266	47,208	19,995	44,406	35,210	27,278	28,618	37,170	35,886	29,801	37,543	31,003	30,151
Pot. Y Tratamiento	21,962	25,653	28,268	19,672	21,042	22,046	21,013	23,484	24,156	23,320	20,111	21,857	22,565
TOTAL	464,404	468,397	432,110	449,927	428,969	410,011	416,672	443,882	435,331	432,563	431,639	420,748	421,818
Alumbrado Público													
Alumbrado Público	190,150	194,820	180,392	182,551	184,736	186,951	189,199	191,482	193,801	196,158	198,553	201,071	203,651
Comercial													
Total Com bs y Electr													
Electricidad	2,928,375	3,019,415	2,920,406	2,964,212	3,038,317	3,121,871	3,215,527	3,320,032	3,436,233	3,565,092	3,707,696	3,865,273	4,039,210
	1,876,181	1,951,438	1,836,410	1,863,956	1,910,555	1,963,095	2,021,988	2,087,702	2,160,772	2,241,801	2,331,473	2,430,561	2,539,936
Total Combustibles													
GLP	1,052,194	1,067,977	1,083,996	1,100,256	1,127,763	1,158,776	1,193,540	1,232,330	1,275,461	1,323,291	1,376,223	1,434,712	1,499,274
	994,041	1,008,952	1,024,086	1,039,448	1,065,434	1,094,733	1,127,575	1,164,221	1,204,969	1,250,155	1,300,162	1,355,419	1,416,412
GN	58,152	59,025	59,910	60,809	62,329	64,043	65,964	68,108	70,492	73,135	76,061	79,293	82,862
Residencial													
Total Com bs y Electr													
Electricidad	8,526,222	8,867,516	8,780,235	9,016,406	9,255,400	9,497,336	9,742,327	9,990,444	10,241,747	10,496,307	10,754,229	11,018,140	11,288,142
	4,153,219	4,401,474	4,218,721	4,358,365	4,499,750	4,642,924	4,787,933	4,934,803	5,083,554	5,234,214	5,386,828	5,542,710	5,701,919
Total Combustibles													
Leña	4,373,003	4,466,041	4,561,514	4,658,041	4,755,650	4,854,411	4,954,394	5,055,642	5,158,193	5,262,093	5,367,401	5,475,431	5,586,223
	230,649	235,309	240,088	244,914	249,789	254,715	259,696	264,735	269,834	274,994	280,218	285,576	291,069
GLP	3,784,665	3,801,137	3,818,055	3,834,229	3,849,685	3,864,485	3,878,683	3,892,314	3,905,405	3,917,985	3,930,094	3,942,672	3,955,697
Querosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GN	357,690	429,595	503,371	578,898	656,176	735,212	816,014	898,592	982,955	1,069,115	1,157,089	1,247,182	1,339,457

Bióxido de carbono equivalente (6/12)

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Cocción														
TOTAL	tCO2	2,314,487	2,357,870	2,402,364	2,447,240	2,492,512	2,538,215	2,584,385	2,631,045	2,678,212	2,725,910	2,774,167	2,823,660	2,874,404
Leña	tCO2	33,363	34,037	34,729	35,427	36,132	36,844	37,565	38,294	39,031	39,778	40,534	41,309	42,103
GLP	tCO2	2,127,828	2,139,720	2,151,905	2,163,714	2,175,161	2,186,280	2,197,100	2,207,640	2,217,914	2,227,940	2,237,738	2,247,844	2,258,248
Querosinas	tCO2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GN	tCO2	153,296	184,112	215,730	248,099	281,218	315,091	349,720	385,111	421,266	458,192	495,895	534,507	574,053
Calentamiento de Agua														
TOTAL	tCO2	2,058,516	2,108,172	2,159,150	2,210,801	2,263,138	2,316,196	2,370,008	2,424,597	2,479,981	2,536,184	2,593,234	2,651,771	2,711,819
Leña	tCO2	197,285	201,271	205,359	209,487	213,657	217,870	222,131	226,441	230,802	235,216	239,685	244,268	248,966
GLP	tCO2	1,656,837	1,661,418	1,666,150	1,670,514	1,674,523	1,678,205	1,681,584	1,684,675	1,687,490	1,690,045	1,692,356	1,694,828	1,697,449
GN	tCO2	204,394	245,483	287,640	330,799	374,958	420,121	466,294	513,481	561,688	610,923	661,194	712,675	765,404
Electricidad														
TOTAL	tCO2	4,153,219	4,401,474	4,218,721	4,358,365	4,499,750	4,642,924	4,787,933	4,934,803	5,083,554	5,234,214	5,386,828	5,542,710	5,701,919
Iluminación	tCO2	1,405,451	1,469,900	1,391,043	1,419,565	1,448,388	1,477,533	1,507,022	1,536,868	1,567,081	1,597,677	1,628,672	1,660,465	1,693,067
TOTAL OTROS USOS ELÉCTRICOS	tCO2	2,747,768	2,931,575	2,827,678	2,938,800	3,051,363	3,165,391	3,280,911	3,397,935	3,516,472	3,636,537	3,758,156	3,882,245	4,008,852
Refrigerador	tCO2	1,320,975	1,391,202	1,325,390	1,361,265	1,397,481	1,434,055	1,471,009	1,508,353	1,546,100	1,584,263	1,622,858	1,662,286	1,702,564
A.C.	tCO2	113,579	140,624	152,993	175,690	198,445	221,233	244,032	266,818	289,565	312,250	334,850	357,422	379,954
TV	tCO2	643,807	685,020	659,330	684,132	709,531	735,545	762,192	789,486	817,442	846,075	875,404	905,654	936,851
Plancha	tCO2	200,967	210,607	199,700	204,185	208,719	213,306	217,949	222,650	227,410	232,232	237,119	242,128	247,262
Lavadora	tCO2	213,538	225,459	215,334	221,716	228,180	234,729	241,366	248,093	254,910	261,821	268,827	275,995	283,328
Ventilador	tCO2	117,041	129,240	128,569	137,397	146,305	155,295	164,368	173,522	182,760	192,081	201,486	211,026	220,706
Otros	tCO2	137,862	149,423	146,362	154,416	162,702	171,227	179,995	189,013	198,284	207,815	217,612	227,732	238,187

Bióxido de carbono equivalente (7/12)

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Industrial														
Total Com bs y Electr		17.181	17.609	17.107	17.313	17.698	18.141	18.643	19.210	19.844	20.552	21.339	22.212	23.179
Electricidad	Mton CO2	9.23	9.60	9.04	9.17	9.40	9.66	9.95	10.27	10.63	11.03	11.47	11.96	12.50
Total Combustibles		7.948	8.006	8.071	8.141	8.297	8.481	8.693	8.936	9.211	9.521	9.867	10.252	10.680
Coque	Mton CO2	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
GLP	Mton CO2	0.732	0.747	0.761	0.776	0.798	0.822	0.850	0.879	0.912	0.949	0.989	1.033	1.081
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011
Gasolinás	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel	Mton CO2	1.469	1.472	1.476	1.482	1.505	1.532	1.565	1.603	1.647	1.697	1.754	1.818	1.890
Gasóleo	Mton CO2	0.564	0.569	0.575	0.581	0.593	0.607	0.623	0.641	0.661	0.684	0.710	0.738	0.769
Combustóleo	Mton CO2	0.564	0.661	0.659	0.658	0.665	0.674	0.686	0.700	0.716	0.736	0.758	0.783	0.811
GN	Mton CO2	4.507	4.545	4.586	4.630	4.723	4.832	4.957	5.099	5.259	5.439	5.640	5.863	6.111
1.1 Minería														
TOTAL	Mton CO2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Diesel	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gasóleo	Mton CO2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
1.2 Industria manufacturera														
TOTAL	Mton CO2	7.947	8.005	8.069	8.139	8.295	8.479	8.691	8.934	9.209	9.518	9.864	10.249	10.677
Coque	Mton CO2	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Gas licuado	Mton CO2	0.732	0.747	0.761	0.776	0.798	0.822	0.850	0.879	0.912	0.949	0.989	1.033	1.081
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011	0.011
Gasolinás	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel	Mton CO2	1.469	1.472	1.476	1.482	1.504	1.532	1.565	1.603	1.647	1.697	1.754	1.818	1.890
Gasóleo	Mton CO2	0.562	0.567	0.573	0.579	0.591	0.604	0.620	0.638	0.659	0.681	0.707	0.735	0.766
Combustóleo	Mton CO2	0.664	0.661	0.659	0.658	0.665	0.674	0.686	0.700	0.716	0.736	0.758	0.783	0.811
Gas Natural	Mton CO2	4.507	4.545	4.586	4.630	4.723	4.832	4.957	5.099	5.259	5.439	5.640	5.863	6.111

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.2.1 Industria metálicas básicas (incluye siderúrgica y metales no ferrosos)														
TOTAL	Mton CO2	0.854	0.836	0.820	0.807	0.804	0.804	0.807	0.813	0.823	0.836	0.852	0.871	0.894
Coque	Mton CO2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Gas licuado	Mton CO2	0.026	0.025	0.025	0.024	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.023	0.024	0.024
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel	Mton CO2	0.372	0.367	0.364	0.362	0.363	0.366	0.371	0.377	0.384	0.393	0.403	0.415	0.428
Gasóleo	Mton CO2	0.026	0.026	0.026	0.025	0.025	0.025	0.026	0.026	0.026	0.027	0.028	0.028	0.029
Combustóleo	Mton CO2	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Gas Natural	Mton CO2	0.416	0.404	0.393	0.383	0.379	0.376	0.375	0.375	0.377	0.381	0.385	0.392	0.400
1.2.2 Industria química (incluye petroquímica)														
TOTAL	Mton CO2	2.204	2.238	2.272	2.307	2.365	2.431	2.504	2.586	2.677	2.778	2.890	3.013	3.149
Gas licuado	Mton CO2	0.072	0.073	0.074	0.075	0.077	0.079	0.082	0.084	0.087	0.090	0.094	0.098	0.102
Gasolinas	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Diesel	Mton CO2	0.600	0.608	0.615	0.623	0.638	0.655	0.673	0.694	0.718	0.744	0.773	0.805	0.840
Gasóleo	Mton CO2	0.089	0.090	0.091	0.092	0.094	0.097	0.100	0.103	0.106	0.110	0.114	0.119	0.124
Combustóleo	Mton CO2	0.065	0.066	0.067	0.068	0.069	0.071	0.074	0.076	0.079	0.082	0.085	0.089	0.093
Gas Natural	Mton CO2	1.376	1.399	1.422	1.445	1.483	1.525	1.573	1.625	1.684	1.748	1.819	1.898	1.985
1.2.3 Industria de la celulosa y papel (incluye imprenta)														
TOTAL	Mton CO2	1.049	1.075	1.101	1.127	1.163	1.203	1.246	1.294	1.345	1.402	1.464	1.532	1.607
Gas licuado	Mton CO2	0.070	0.072	0.074	0.076	0.078	0.081	0.083	0.087	0.090	0.094	0.098	0.103	0.108
Gasolinas	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Diesel	Mton CO2	0.017	0.017	0.017	0.018	0.018	0.019	0.020	0.021	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025
Gasóleo	Mton CO2	0.190	0.195	0.199	0.204	0.210	0.218	0.225	0.234	0.243	0.253	0.265	0.277	0.290
Combustóleo	Mton CO2	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016	0.016
Gas Natural	Mton CO2	0.760	0.779	0.798	0.816	0.843	0.871	0.903	0.937	0.975	1.016	1.061	1.111	1.165

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.2.4 Minerales no metálicos														
TOTAL	Mton CO2	0.813	0.808	0.804	0.801	0.808	0.817	0.829	0.845	0.863	0.885	0.911	0.939	0.972
Gas licuado	Mton CO2	0.036	0.036	0.037	0.037	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.043	0.045	0.047
Diesel	Mton CO2	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.029	0.029	0.030	0.030	0.031	0.032	0.033	0.034
Gasóleo	Mton CO2	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.016	0.016	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019
Combustóleo	Mton CO2	0.224	0.222	0.220	0.219	0.221	0.223	0.226	0.230	0.234	0.240	0.246	0.254	0.262
Gas Natural	Mton CO2	0.509	0.506	0.504	0.502	0.506	0.512	0.520	0.530	0.542	0.555	0.571	0.590	0.610
1.2.5 Productos alimenticios, bebidas y tabaco														
TOTAL	Mton CO2	1.168	1.160	1.155	1.152	1.162	1.176	1.194	1.217	1.244	1.277	1.314	1.356	1.404
Leña	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	Mton CO2	0.063	0.062	0.062	0.061	0.061	0.062	0.063	0.064	0.065	0.066	0.068	0.070	0.072
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.128	0.127	0.126	0.125	0.126	0.127	0.128	0.130	0.133	0.136	0.140	0.144	0.148
Gasóleo	Mton CO2	0.084	0.084	0.084	0.084	0.085	0.086	0.088	0.090	0.092	0.095	0.098	0.101	0.105
Combustóleo	Mton CO2	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.020	0.020	0.021	0.021	0.022	0.023	0.024
Gas Natural	Mton CO2	0.873	0.868	0.865	0.862	0.870	0.881	0.895	0.913	0.934	0.958	0.987	1.019	1.055
1.2.6 Industria textil														
TOTAL	Mton CO2	0.850	0.843	0.838	0.834	0.840	0.849	0.861	0.876	0.895	0.917	0.942	0.972	1.005
Gas licuado	Mton CO2	0.053	0.052	0.052	0.052	0.052	0.053	0.053	0.054	0.055	0.057	0.058	0.060	0.062
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.263	0.261	0.259	0.258	0.260	0.263	0.267	0.272	0.278	0.285	0.292	0.302	0.312
Gasóleo	Mton CO2	0.120	0.118	0.117	0.116	0.117	0.118	0.119	0.121	0.123	0.126	0.129	0.133	0.137
Combustóleo	Mton CO2	0.318	0.316	0.315	0.314	0.316	0.320	0.325	0.331	0.338	0.347	0.357	0.368	0.381
Gas Natural	Mton CO2	0.096	0.095	0.094	0.094	0.094	0.095	0.096	0.098	0.100	0.102	0.105	0.108	0.112

CO2 Equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.2.7 Madera y productos de madera														
TOTAL	Mton CO2	0.063	0.064	0.065	0.066	0.067	0.069	0.071	0.073	0.076	0.079	0.082	0.085	0.089
Gas licuado	Mton CO2	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.014	0.014
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Gasóleo	Mton CO2	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
Combustóleo	Mton CO2	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016
Gas Natural	Mton CO2	0.034	0.035	0.036	0.036	0.037	0.039	0.040	0.041	0.043	0.045	0.047	0.049	0.051
1.2.8 Maquinaria (incluye productos metálicos fabricados y equipo de transporte)														
TOTAL	Mton CO2	0.929	0.963	0.995	1.027	1.067	1.111	1.158	1.208	1.263	1.321	1.385	1.455	1.531
Coque	Mton CO2	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Gas licuado	Mton CO2	0.390	0.404	0.417	0.430	0.447	0.465	0.484	0.505	0.527	0.552	0.578	0.607	0.638
Gasolinas	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Diesel	Mton CO2	0.054	0.056	0.058	0.060	0.062	0.065	0.068	0.071	0.074	0.077	0.081	0.085	0.090
Gasóleo	Mton CO2	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.039	0.040	0.042	0.044	0.046	0.048	0.051	0.053
Combustóleo	Mton CO2	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.010	0.010	0.011
Gas Natural	Mton CO2	0.442	0.459	0.475	0.490	0.509	0.531	0.553	0.577	0.603	0.632	0.662	0.696	0.732
1.2.9 Otros														
TOTAL	Mton CO2	0.018	0.018	0.018	0.019	0.019	0.020	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026
Gas licuado	Mton CO2	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.013
Gasolinas	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009
Gasóleo	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Gas Natural	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

Bióxido de carbono equivalente (11/12)

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO2 Equivalente														
Transporte														
Total Combustibles														
Gasolina	t CO2	20,159,043	20,301,417	20,446,313	20,593,751	20,843,757	21,126,672	21,444,939	21,801,301	22,198,831	22,640,954	23,131,486	23,674,667	24,275,209
Diesel	t CO2	17,504,346	17,637,987	17,774,047	17,912,545	18,147,475	18,413,482	18,712,909	19,048,389	19,422,867	19,839,633	20,302,344	20,815,071	21,382,335
Diesel	t CO2	2,521,216	2,528,796	2,536,437	2,544,140	2,557,080	2,571,504	2,587,469	2,605,038	2,624,280	2,645,272	2,668,099	2,692,850	2,719,628
GLP	t CO2	133,466	134,618	135,813	137,051	139,187	141,671	144,546	147,861	151,670	156,036	161,030	166,732	173,233
GNC		16	16	15	15	15	15	14	14	14	13	13	13	12
Total Combustibles		20,159,043	20,301,417	20,446,313	20,593,751	20,843,757	21,126,672	21,444,939	21,801,301	22,198,831	22,640,954	23,131,486	23,674,667	24,275,209
Autos Particulares		8,508,707	8,628,739	8,750,464	8,873,906	9,082,545	9,317,445	9,580,326	9,873,149	10,198,135	10,557,796	10,954,964	11,392,830	11,874,984
Gasolina	t CO2	1,150	1,166	1,182	1,199	1,227	1,259	1,294	1,334	1,378	1,427	1,480	1,539	1,605
Diesel		3,914	3,969	4,025	4,082	4,178	4,286	4,407	4,541	4,691	4,856	5,039	5,240	5,462
GLP														
Taxis		2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813	2,184,813
Gasolina		25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
GLP														
Combis		546,547	538,285	530,147	522,133	508,977	494,871	479,908	464,189	447,815	430,880	413,519	395,807	377,856
Gasolina		1,245,226	1,226,885	1,209,011	1,191,301	1,162,217	1,131,005	1,097,870	1,063,025	1,026,691	989,092	950,456	911,008	870,974
Diesel		33,227	32,740	32,260	31,788	31,012	30,179	29,295	28,365	27,395	26,392	25,361	24,309	23,240
GLP		40,256	39,666	39,085	38,513	37,572	36,563	35,492	34,366	33,191	31,976	30,726	29,451	28,157
GNC		12	11	11	11	11	11	10	10	10	9	9	9	8
Pickups		1,640,582	1,653,886	1,667,299	1,680,820	1,703,538	1,728,866	1,756,908	1,787,778	1,821,608	1,858,540	1,898,732	1,942,360	1,989,616
Gasolina		7,480	7,541	7,602	7,664	7,767	7,883	8,011	8,152	8,306	8,474	8,657	8,856	9,072
Diesel		6,969	7,026	7,083	7,140	7,237	7,344	7,464	7,595	7,738	7,895	8,066	8,251	8,452
GLP														
Vehiculos < 3 ton		2,670,884	2,692,240	2,713,768	2,735,467	2,771,922	2,812,557	2,857,535	2,907,041	2,961,279	3,020,476	3,084,881	3,154,770	3,230,447
Gasolina		273,514	275,701	277,906	280,128	283,861	288,022	292,628	297,698	303,252	309,314	315,910	323,067	330,817
Diesel		3,469	3,470	3,471	3,473	3,475	3,477	3,479	3,482	3,485	3,488	3,491	3,495	3,499
Gasolina		1,415,067	1,415,569	1,416,072	1,416,575	1,417,413	1,418,335	1,419,342	1,420,434	1,421,611	1,422,873	1,424,220	1,425,652	1,427,171
Diesel		349	349	349	349	349	350	350	350	350	351	351	351	352
GLP														
Autobuses		3,339	3,362	3,386	3,409	3,448	3,492	3,540	3,593	3,650	3,713	3,781	3,855	3,935
Gasolina		658,031	662,564	667,128	671,724	679,436	688,016	697,495	707,905	719,283	731,670	745,110	759,653	775,351
Diesel		448	451	454	457	462	468	475	482	489	498	507	517	528
GLP														

ENERGÍA		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ZMVM TOTAL (público y gobierno sólo DF)														
Total Combustibles	PJ	555.326	558.871	563.943	569.133	577.380	586.624	596.922	608.345	620.972	634.893	650.212	667.066	685.586
Gasolinas	PJ	252.945	254.875	256.842	258.843	262.238	266.082	270.409	275.258	280.669	286.692	293.378	300.788	308.985
GN (incluye Gen Eléctric)	PJ	142.772	143.529	145.590	147.734	150.786	154.150	157.839	161.870	166.262	171.038	176.224	181.857	187.972
GLP	PJ	89.997	90.746	91.505	92.256	93.303	94.437	95.666	96.999	98.447	100.020	101.734	103.615	105.680
Diesel	PJ	51.213	51.244	51.431	51.608	52.066	52.614	53.253	53.988	54.821	55.759	56.808	57.975	59.269
Combustóleo	PJ	8.563	8.528	8.506	8.497	8.582	8.699	8.848	9.029	9.244	9.493	9.779	10.104	10.470
Gasóleo	PJ	7.602	7.672	7.748	7.827	7.989	8.177	8.392	8.636	8.911	9.219	9.563	9.945	10.369
Leña	PJ	2.079	2.121	2.164	2.208	2.251	2.296	2.341	2.386	2.432	2.479	2.526	2.574	2.624
Petróleo diáfano	PJ	0.108	0.110	0.113	0.115	0.118	0.122	0.126	0.130	0.135	0.141	0.147	0.153	0.161
Coque	PJ	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.053	0.055	0.057
Querosinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GN dedicado a la generación eléctrica	PJ	54.863	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650	53.650
Total Electricidad	PJ	88.016	89.774	91.396	93.691	96.026	98.576	101.485	104.740	108.050	111.662	115.577	119.766	124.377
(Consumo total de Electricidad)														
Generación eléctrica en la ZMVM	PJ	17.838	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597	17.597
Importación de electricidad hacia la ZMVM	PJ	70.177	72.177	73.799	76.094	78.428	80.978	83.887	87.143	90.452	94.064	97.980	102.169	106.780
Suma combustibles más importación Electricidad	PJ	625.503	631.048	637.742	645.226	655.809	667.602	680.810	695.488	711.424	728.957	748.192	769.235	792.365

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGÍA													
Generación Eléctrica													
Total Combustibles	TJ	54,863	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650
GN	TJ	54,862.737	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413	53,650.413
TOTAL	TJ	54,863	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650	53,650
Jorge Luque L	TJ	7,774.945	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856	7,462.856
Lechería	TJ	1,992.739	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760	1,353.760
Nonoalco	TJ	2,039.563	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479	1,881.479
V de México LFC	TJ	593.527	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355	490.355
V de México CFE	TJ	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963	42,461.963
Público													
Total Combs y Electr	PJ	8.272	8.310	8.316	8.940	8.972	9.198	9.496	9.596	9.728	9.871	9.961	10.118
Plantas de Asfalto													
Total Combs y Electr	PJ	0.325	0.224	0.256	0.257	0.258	0.259	0.260	0.261	0.262	0.262	0.263	0.264
Electricidad	TJ	13.824	13.824	13.872	13.918	13.963	14.052	14.096	14.140	14.183	14.226	14.274	14.324
Diesel	TJ	304.935	204.936	236.529	237.317	238.091	239.609	240.357	241.100	241.837	242.569	243.396	244.239
Gasolina	TJ	5.650	4.308	4.867	4.883	4.899	4.931	4.946	4.961	4.976	4.991	5.008	5.026
GLP	TJ	0.799	0.667	0.606	0.609	0.610	0.614	0.616	0.618	0.620	0.622	0.624	0.626

ENERGÍA		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Metro														
11 Líneas	PJ	3,450	3,569	3,542	3,933	3,946	3,958	3,971	3,983	3,996	4,008	4,020	4,034	4,048
Serv. De Transp Eléctricos														
Trolebus y Tren Ligero	PJ	0,228	0,226	0,237	0,356	0,475	0,593	0,712	0,831	0,949	1,068	1,187	1,305	1,424
INMUEBLES GOB CENTRAL, DELEGACIONES, MERCADOS, DEPORTIVOS Y FUENTES														
Inmuebles Gob Central	PJ	0,788	0,848	0,851	0,854	0,857	0,860	0,862	0,865	0,868	0,870	0,873	0,876	0,879
Semáforos														
Semáforos	PJ	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Alumbrado De corativo														
Alumbrado Decorativo	PJ	0,002	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Habitación Popular														
Habitación Popular	PJ	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009
Servicios Directos														
Servicios Directos	PJ	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

ENERGÍA		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bombeo de Agua														
TOTAL	PJ	2.436	2.398	2.386	2.484	2.368	2.264	2.300	2.451	2.403	2.388	2.383	2.323	2.329
Agua Potable	PJ	2.131	2.025	2.119	2.130	2.058	1.991	2.026	2.116	2.072	2.095	2.065	2.031	2.038
Drenaje	PJ	0.190	0.242	0.110	0.245	0.194	0.151	0.158	0.205	0.198	0.165	0.207	0.171	0.166
Pot. Y Tratamiento	PJ	0.115	0.131	0.156	0.109	0.116	0.122	0.116	0.130	0.133	0.129	0.111	0.121	0.125
Alumbrado Público														
Alumbrado Público	PJ	0.997	0.997	0.996	1.008	1.020	1.032	1.045	1.057	1.070	1.083	1.096	1.110	1.124
Comercial														
Total Combs y Electr	PJ	26.632	27.031	27.436	27.848	28.544	29.329	30.209	31.191	32.283	33.493	34.833	36.313	37.947
Electricidad	PJ	9.841	9.989	10.139	10.291	10.548	10.838	11.163	11.526	11.930	12.377	12.872	13.419	14.023
Total Combustibles	PJ	16.790	17.042	17.298	17.557	17.996	18.491	19.046	19.665	20.353	21.116	21.961	22.894	23.924
GN	PJ	1.034	1.050	1.065	1.081	1.108	1.139	1.173	1.211	1.254	1.301	1.353	1.410	1.473
GLP	PJ	15.756	15.992	16.232	16.476	16.888	17.352	17.873	18.453	19.099	19.816	20.608	21.484	22.451
Residencial														
Total Combs y Electr	PJ	90.214	92.540	94.925	97.339	99.782	102.257	104.765	107.305	109.880	112.490	115.136	117.846	120.622
Electricidad	PJ	21.786	22.530	23.292	24.063	24.843	25.634	26.434	27.245	28.067	28.898	29.741	30.602	31.481
Total Combustibles	PJ	68.428	70.010	71.633	73.276	74.939	76.623	78.330	80.060	81.814	83.592	85.395	87.245	89.142
Leña	PJ	2.079	2.121	2.164	2.208	2.251	2.296	2.341	2.386	2.432	2.479	2.526	2.574	2.624
GLP	PJ	59.989	60.250	60.518	60.774	61.019	61.254	61.479	61.695	61.902	62.102	62.294	62.493	62.700
Querosinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GN	PJ	6.361	7.639	8.951	10.294	11.668	13.074	14.511	15.979	17.479	19.011	20.576	22.178	23.818

Cocción														
TOTAL	PJ	36.754	37.496	38.258	39.027	39.804	40.589	41.382	42.185	42.998	43.820	44.653	45.506	46.382
Leña	PJ	0.301	0.307	0.313	0.319	0.326	0.332	0.339	0.345	0.352	0.359	0.365	0.372	0.380
Gas licuado	PJ	33.727	33.915	34.109	34.296	34.477	34.653	34.825	34.992	35.155	35.314	35.469	35.629	35.794
Querosinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	PJ	2.726	3.274	3.836	4.412	5.001	5.603	6.219	6.848	7.491	8.148	8.818	9.505	10.208
Calentamiento de agua														
TOTAL	PJ	31.674	32.514	33.375	34.249	35.135	36.035	36.948	37.875	38.816	39.772	40.742	41.738	42.760
Leña	PJ	1.778	1.814	1.851	1.888	1.926	1.964	2.002	2.041	2.080	2.120	2.160	2.202	2.244
Gas licuado	PJ	26.262	26.334	26.409	26.478	26.542	26.600	26.654	26.703	26.747	26.788	26.825	26.864	26.905
Gas Natural	PJ	3.635	4.365	5.115	5.882	6.668	7.471	8.292	9.131	9.988	10.864	11.757	12.673	13.611
Iluminación														
Electricidad	PJ	7.372	7.524	7.680	7.837	7.997	8.158	8.320	8.485	8.652	8.821	8.992	9.168	9.348

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGÍA														
Otros usos eléctricos														
TOTAL	PJ	14,413	15,006	15,612	16,225	16,847	17,476	18,114	18,760	19,415	20,078	20,749	21,434	22,133
Refrigerador	PJ	6,929	7,121	7,318	7,516	7,716	7,917	8,122	8,328	8,536	8,747	8,960	9,178	9,400
A.C.	PJ	0,596	0,720	0,845	0,970	1,096	1,221	1,347	1,473	1,599	1,724	1,849	1,973	2,098
TV	PJ	3,377	3,506	3,640	3,777	3,917	4,061	4,208	4,359	4,513	4,671	4,833	5,000	5,172
Plancha	PJ	1,054	1,078	1,103	1,127	1,152	1,178	1,203	1,229	1,256	1,282	1,309	1,337	1,365
Lavadora	PJ	1,120	1,154	1,189	1,224	1,260	1,296	1,333	1,370	1,407	1,446	1,484	1,524	1,564
Ventilador	PJ	0,614	0,662	0,710	0,759	0,808	0,857	0,907	0,958	1,009	1,060	1,112	1,165	1,219
Otros	PJ	0,723	0,765	0,808	0,853	0,898	0,945	0,994	1,044	1,095	1,147	1,201	1,257	1,315
Industrial														
Total Combs y Electr	PJ	176.182	177.887	179.702	181.617	185.431	189.851	194.907	200.635	207.079	214.290	222.327	231.258	241.160
Electricidad	PJ	48,428	49,154	49,892	50,640	51,906	53,334	54,934	56,719	58,704	60,906	63,342	66,034	69,005
Total Combustibles	PJ	127.754	128.733	129.810	130.976	133.525	136.518	139.974	143.916	148.375	153.385	158.985	165.224	172.154
Coque	PJ	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,047	0,048	0,049	0,050	0,051	0,053	0,055	0,057
GLP	PJ	11,374	11,601	11,827	12,051	12,395	12,777	13,198	13,663	14,175	14,739	15,360	16,043	16,794
Petróleo diáfano	PJ	0,108	0,110	0,113	0,115	0,118	0,122	0,126	0,130	0,135	0,141	0,147	0,153	0,161
Gasolinas	PJ	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,015	0,016	0,016	0,017	0,018
Diesel	PJ	19,800	19,837	19,898	19,980	20,278	20,647	21,088	21,605	22,200	22,879	23,645	24,506	25,468
Gasóleo	PJ	7,602	7,672	7,748	7,827	7,989	8,177	8,392	8,636	8,911	9,219	9,563	9,945	10,369
Combustóleo	PJ	8,563	8,528	8,506	8,497	8,582	8,699	8,848	9,029	9,244	9,493	9,779	10,104	10,470
GN	PJ	80,248	80,926	81,661	82,449	84,104	86,037	88,260	90,790	93,644	96,846	100,422	104,401	108,817
1.1 Minería														
TOTAL	PJ	0,022	0,024	0,026	0,027	0,029	0,030	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040	0,043	0,045
Diesel	PJ	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gasóleo	PJ	0,022	0,024	0,025	0,027	0,029	0,030	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040	0,043	0,045

ENERGÍA**1.2 Industria manu facturera**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
TOTAL	PJ	127.731	128.708	129.785	130.949	133.496	136.487	139.941	143.882	148.339	153.346	158.945	165.181	172.109
Coque	PJ	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.051	0.053	0.055	0.057
Gas licuado	PJ	11.374	11.601	11.827	12.051	12.395	12.777	13.198	13.663	14.175	14.739	15.360	16.043	16.794
Petróleo diáfano	PJ	0.108	0.110	0.113	0.115	0.118	0.122	0.126	0.130	0.135	0.141	0.147	0.153	0.161
Gasolinas	PJ	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.018
Diesel	PJ	19.800	19.837	19.898	19.980	20.278	20.647	21.088	21.605	22.200	22.879	23.645	24.506	25.468
Gasóleo	PJ	7.580	7.649	7.722	7.800	7.960	8.146	8.360	8.602	8.875	9.181	9.523	9.902	10.324
Combustóleo	PJ	8.563	8.528	8.506	8.497	8.582	8.699	8.848	9.029	9.244	9.493	9.779	10.104	10.470
Gas Natural	PJ	80.248	80.926	81.661	82.449	84.104	86.037	88.260	90.790	93.644	96.846	100.422	104.401	108.817

1.2.1 Industria metálicas básicas (incluye siderúrgica y metales no ferrosos)

TOTAL	PJ	13.345	13.049	12.794	12.574	12.506	12.492	12.531	12.619	12.757	12.944	13.182	13.470	13.812
Coque	PJ	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.029	0.029	0.029	0.030	0.030	0.031	0.032
Gas licuado	PJ	0.407	0.393	0.381	0.371	0.365	0.361	0.358	0.357	0.358	0.360	0.363	0.368	0.374
Petróleo diáfano	PJ	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008
Diesel	PJ	5.007	4.953	4.910	4.876	4.897	4.938	4.998	5.077	5.175	5.292	5.430	5.589	5.771
Gasóleo	PJ	0.354	0.349	0.344	0.341	0.341	0.343	0.346	0.351	0.357	0.364	0.373	0.383	0.394
Combustóleo	PJ	0.137	0.132	0.127	0.123	0.120	0.118	0.117	0.116	0.115	0.115	0.116	0.117	0.118
Gas Natural	PJ	7.402	7.186	6.996	6.828	6.747	6.696	6.675	6.682	6.716	6.776	6.862	6.975	7.115

1.2.2 Industria química (incluye petroquímica)

TOTAL	PJ	35.773	36.332	36.897	37.468	38.421	39.493	40.692	42.027	43.511	45.154	46.971	48.978	51.192
Gas licuado	PJ	1.121	1.137	1.154	1.171	1.199	1.232	1.269	1.309	1.355	1.405	1.461	1.523	1.591
Gasolinas	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Petróleo diáfano	PJ	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049	0.050	0.052	0.053	0.055	0.057	0.059	0.062	0.065
Diesel	PJ	8.085	8.188	8.294	8.403	8.599	8.822	9.074	9.356	9.672	10.023	10.413	10.845	11.323

ENERGÍA		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasóleo	PJ	1.196	1.212	1.227	1.244	1.273	1.306	1.343	1.385	1.432	1.484	1.542	1.606	1.676
Combustóleo	PJ	0.833	0.846	0.860	0.873	0.896	0.921	0.949	0.981	1.015	1.054	1.097	1.144	1.196
Gas Natural	PJ	24.492	24.902	25.315	25.730	26.405	27.162	28.005	28.942	29.981	31.130	32.398	33.798	35.341
1.2.3 Industria de la celulosa y papel (incluye imprenta)														
TOTAL	PJ	17.566	18.009	18.442	18.868	19.478	20.144	20.870	21.664	22.532	23.482	24.523	25.663	26.914
Gas licuado	PJ	1.093	1.120	1.147	1.173	1.211	1.252	1.297	1.346	1.400	1.459	1.523	1.594	1.671
Gasolinas	PJ	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007
Petróleo diáfano	PJ	0.017	0.018	0.018	0.018	0.019	0.020	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026
Diesel	PJ	0.224	0.230	0.236	0.241	0.249	0.257	0.266	0.277	0.288	0.300	0.313	0.327	0.343
Gasóleo	PJ	2.561	2.625	2.687	2.749	2.837	2.933	3.038	3.153	3.279	3.416	3.567	3.733	3.914
Combustóleo	PJ	0.138	0.142	0.145	0.149	0.153	0.159	0.164	0.171	0.177	0.185	0.193	0.202	0.212
Gas Natural	PJ	13.527	13.869	14.204	14.533	15.004	15.518	16.078	16.690	17.360	18.093	18.896	19.775	20.740
1.2.4 Minerales no metálicos														
TOTAL	PJ	13.112	13.025	12.962	12.920	13.023	13.175	13.377	13.628	13.929	14.283	14.693	15.160	15.689
Gas licuado	PJ	0.566	0.567	0.568	0.570	0.579	0.589	0.601	0.616	0.632	0.652	0.673	0.698	0.725
Diesel	PJ	0.382	0.380	0.379	0.378	0.382	0.387	0.393	0.401	0.410	0.421	0.433	0.448	0.464
Gasóleo	PJ	0.207	0.206	0.205	0.204	0.206	0.209	0.212	0.216	0.221	0.227	0.233	0.241	0.249
Combustóleo	PJ	2.889	2.863	2.843	2.828	2.845	2.873	2.912	2.961	3.022	3.094	3.178	3.275	3.385
Gas Natural	PJ	9.068	9.009	8.967	8.939	9.012	9.119	9.259	9.434	9.644	9.890	10.174	10.499	10.866
1.2.5 Productos alimenticios, bebidas y tabaco														
TOTAL	PJ	19.634	19.512	19.427	19.373	19.537	19.774	20.086	20.473	20.936	21.478	22.103	22.817	23.624
Leña	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	PJ	0.980	0.968	0.959	0.951	0.954	0.961	0.972	0.987	1.005	1.027	1.053	1.084	1.118
Petróleo diáfano	PJ	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Diesel	PJ	1.728	1.710	1.695	1.684	1.692	1.707	1.729	1.756	1.791	1.832	1.881	1.937	2.001
Gasóleo	PJ	1.139	1.136	1.134	1.134	1.147	1.164	1.185	1.211	1.241	1.275	1.315	1.360	1.410
Combustóleo	PJ	0.243	0.243	0.243	0.243	0.246	0.250	0.255	0.260	0.267	0.275	0.283	0.293	0.304
Gas Natural	PJ	15.541	15.453	15.393	15.358	15.494	15.690	15.943	16.256	16.629	17.066	17.568	18.140	18.787

ENERGÍA**1.2.6 Industria textil**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	11.797	11.702	11.629	11.577	11.655	11.779	11.946	12.158	12.416	12.721	13.074	13.480	13.940
Gas licuado	0.822	0.815	0.809	0.805	0.810	0.818	0.829	0.844	0.861	0.882	0.906	0.933	0.965
Petróleo diáfano	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Diesel	3.544	3.517	3.497	3.482	3.507	3.546	3.598	3.663	3.742	3.835	3.942	4.066	4.205
Gasdeo	1.613	1.595	1.580	1.569	1.575	1.588	1.607	1.632	1.663	1.700	1.744	1.795	1.853
Combustóleo	4.106	4.080	4.060	4.048	4.080	4.129	4.192	4.271	4.366	4.477	4.606	4.753	4.919
Gas Natural	1.707	1.690	1.678	1.668	1.678	1.693	1.716	1.745	1.780	1.822	1.871	1.928	1.992

1.2.7 Madera y productos de madera

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	1.011	1.027	1.042	1.058	1.085	1.115	1.149	1.187	1.228	1.275	1.326	1.382	1.445
Gas licuado	0.184	0.184	0.183	0.183	0.184	0.187	0.190	0.193	0.198	0.203	0.209	0.216	0.224
Petróleo diáfano	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Diesel	0.027	0.026	0.026	0.026	0.027	0.027	0.028	0.028	0.029	0.030	0.030	0.031	0.033
Gasdeo	0.054	0.055	0.056	0.057	0.059	0.060	0.062	0.065	0.067	0.070	0.073	0.076	0.080
Combustóleo	0.135	0.138	0.140	0.143	0.147	0.152	0.157	0.163	0.169	0.176	0.183	0.191	0.200
Gas Natural	0.611	0.623	0.636	0.648	0.667	0.688	0.711	0.736	0.764	0.795	0.829	0.866	0.907

1.2.8 Maquinaria (incluye productos metálicos fabricados y equipo de transporte)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
TOTAL	15.229	15.784	16.317	16.833	17.504	18.220	18.987	19.812	20.704	21.670	22.719	23.862	25.107
Coque	0.016	0.016	0.017	0.017	0.018	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025
Gas licuado	6.057	6.271	6.477	6.676	6.938	7.217	7.517	7.840	8.190	8.568	8.980	9.429	9.918
Gas dienas	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009
Petróleo diáfano	0.029	0.030	0.032	0.033	0.034	0.036	0.038	0.039	0.041	0.043	0.045	0.048	0.050
Diesel	0.725	0.753	0.780	0.806	0.839	0.874	0.912	0.953	0.996	1.043	1.095	1.150	1.211
Gasdeo	0.438	0.454	0.469	0.484	0.503	0.523	0.545	0.569	0.594	0.622	0.652	0.684	0.720
Combustóleo	0.081	0.084	0.087	0.090	0.094	0.098	0.102	0.107	0.112	0.117	0.123	0.129	0.136
Gas Natural	7.878	8.170	8.450	8.721	9.072	9.446	9.847	10.278	10.743	11.247	11.794	12.389	13.038

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGÍA													
1.2.9 Otros													
TOTAL	PJ	0.263	0.268	0.273	0.278	0.286	0.304	0.315	0.327	0.339	0.354	0.369	0.386
Gas licuado	PJ	0.144	0.146	0.149	0.151	0.155	0.165	0.171	0.177	0.183	0.191	0.199	0.208
Gasolinas	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Petróleo diáfano	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel	PJ	0.078	0.080	0.081	0.083	0.086	0.091	0.095	0.098	0.102	0.107	0.112	0.117
Gasóleo	PJ	0.018	0.018	0.019	0.019	0.020	0.021	0.022	0.022	0.023	0.024	0.025	0.027
Gas Natural	PJ	0.022	0.023	0.023	0.023	0.024	0.026	0.026	0.027	0.028	0.030	0.031	0.032

Transporte

Total Combustibles	TJ	287,180	289,227	291,310	293,430	297,026	301,097	305,678	310,808	316,533	322,903	329,973	337,804	346,465
Gasolina	TJ	252,928	254,859	256,825	258,826	262,220	266,064	270,391	275,238	280,649	286,671	293,357	300,766	308,962
Diesel	TJ	31,108	31,202	31,296	31,391	31,551	31,729	31,926	32,142	32,380	32,639	32,920	33,226	33,556
GLP	TJ	2,877	2,902	2,928	2,954	3,000	3,054	3,116	3,187	3,269	3,364	3,471	3,594	3,734
GNC	TJ	267	264	262	259	255	250	245	240	235	229	224	218	212
Total Combustibles	TJ	287,180	289,227	291,310	293,430	297,026	301,097	305,678	310,808	316,533	322,903	329,973	337,804	346,465
Autos Particulares	Gasolina	122,946	124,680	126,439	128,223	131,237	134,632	138,430	142,661	147,357	152,554	158,293	164,620	171,587
	Diesel	14,185	14,385	14,588	14,794	15,142	15,533	15,972	16,460	17,002	17,601	18,263	18,993	19,797
	GLP	84,365	85,555	86,762	87,986	90,054	92,383	94,990	97,893	101,115	104,681	108,619	112,961	117,742
Taxis	Gasolina	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280	31,569,280
	GLP	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546	0,546
Combis	Gasolina	7,897,292	7,777,904	7,660,321	7,544,516	7,354,424	7,150,592	6,934,392	6,707,258	6,470,664	6,226,111	5,975,115	5,719,181	5,459,801
Microbuses	Gasolina	17,992,784	17,729,217	17,469,511	17,213,609	16,793,354	16,342,359	15,863,578	15,360,094	14,835,089	14,291,810	13,733,535	13,163,538	12,585,061
	Diesel	409,969	403,963	398,046	392,215	382,640	372,364	361,455	349,983	338,020	325,642	312,921	299,934	286,753
	GLP	867,779	855,067	842,541	830,200	809,931	788,180	765,089	740,806	715,485	689,283	662,358	634,868	606,968
	GNC	198,672	195,762	192,894	190,069	185,428	180,449	175,162	169,603	163,806	157,807	151,642	145,349	138,961
Pickups	Gasolina	23,705,450	23,897,695	24,091,498	24,286,873	24,615,139	24,981,113	25,386,292	25,832,356	26,321,173	26,854,816	27,435,575	28,065,977	28,748,798
	Diesel	92,297	93,046	93,801	94,561	95,839	97,264	98,842	100,579	102,482	104,560	106,821	109,275	111,934
	GLP	150,236	151,454	152,683	153,921	156,001	158,321	160,888	163,715	166,813	170,195	173,876	177,871	182,199
Vehiculos < 3 ton	Gasolina	38,592,717	38,901,306	39,212,362	39,525,906	40,052,658	40,639,806	41,289,722	42,005,057	42,788,763	43,644,116	44,574,730	45,584,591	46,678,080
	Diesel	3,374,764	3,401,749	3,428,949	3,456,367	3,502,429	3,553,773	3,610,605	3,673,158	3,741,690	3,816,487	3,897,865	3,986,173	4,081,794
	Gasolina	50,124	50,142	50,160	50,177	50,207	50,240	50,275	50,314	50,356	50,400	50,448	50,499	50,553
Tractocamiones	Diesel	17,459,851	17,466,050	17,472,250	17,478,453	17,488,795	17,500,178	17,512,603	17,526,074	17,540,592	17,556,160	17,572,780	17,590,456	17,609,191
	GLP	7,519	7,521	7,524	7,527	7,531	7,536	7,541	7,547	7,553	7,560	7,567	7,575	7,583
Autobuses	Gasolina	48,254	48,586	48,921	49,258	49,823	50,452	51,147	51,911	52,745	53,653	54,639	55,705	56,857
	Diesel	8,119,141	8,175,069	8,231,383	8,288,084	8,383,238	8,489,108	8,606,062	8,734,507	8,874,897	9,027,733	9,193,565	9,372,999	9,566,695
	GLP	9,651	9,717	9,784	9,852	9,965	10,090	10,229	10,382	10,549	10,731	10,928	11,141	11,371
Vehiculos > 3 ton	Gasolina	8,191,162	8,238,525	8,286,162	8,334,075	8,414,391	8,503,590	8,601,930	8,709,697	8,827,207	8,954,810	9,092,887	9,241,856	9,402,172
	Diesel	1,637,898	1,647,369	1,656,894	1,666,475	1,682,535	1,700,371	1,720,035	1,741,584	1,765,081	1,790,596	1,818,206	1,847,994	1,880,050
Motocicletas	Gasolina	1,934,681	1,965,744	1,997,306	2,029,375	2,083,680	2,145,015	2,213,896	2,290,912	2,376,738	2,472,140	2,577,986	2,695,263	2,825,088
Camiones Carga	GLP	1,756,969	1,792,052	1,827,835	1,864,332	1,926,375	1,996,894	2,076,640	2,166,482	2,267,420	2,380,607	2,507,367	2,649,220	2,807,915
Vehiculos GNC	GNC	68,528	68,726	68,924	69,124	69,456	69,824	70,228	70,668	71,144	71,658	72,210	72,801	73,433

ANEXO 8. LÍNEA BASE DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y CONSUMO DE ENERGÍA DEL DISTRITO FEDERAL

ESCENARIO MEDIO, AÑO BASE 2000

Bióxido de Carbono equivalente (1/8)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO₂ equivalente													
ZMVM TOTAL (residuos, rural, público y gobierno sólo DF)													
TOTAL	33.535	34.177	33.814	34.331	34.896	35.519	36.225	37.005	37.815	38.704	39.673	40.719	41.870
Rural	0.198	0.175	0.176	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181	0.181
Residuos Sólidos	3.589	3.675	3.760	3.845	3.928	4.010	4.091	4.171	4.251	4.329	4.407	4.484	4.560
Energía	29.748	30.327	29.878	30.305	30.787	31.327	31.952	32.652	33.383	34.194	35.085	36.054	37.129
ZMVM RURAL DF													
EMISIONES													
Total	0.198	0.175	0.176	0.181									
Forestal	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246	145,246
Agropecuario	27,677	27,828	28,643	28,779	28,708	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700	28,700
Incendios	24,798	2,212	2,143	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382	7,382
CAPTURA													
Forestal	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
RESERVORIO													
Forestal	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547	14,118,547
RESIDUOS SÓLIDOS DF													
Total	3.589	3.675	3.760	3.845	3.928	4.010	4.091	4.171	4.251	4.329	4.407	4.484	4.560
Residuos Sólidos	3.589	3.675	3.760	3.845	3.928	4.010	4.091	4.171	4.251	4.329	4.407	4.484	4.560
ZMVM ENERGÍA													
Total Combustibles	19.940	20.084	20.251	20.419	20.699	21.014	21.367	21.759	22.195	22.676	23.207	23.793	24.438
Gasolinas	12,414,403	12,516,184	12,619,728	12,724,879	12,902,901	13,103,858	13,329,352	13,581,186	13,861,388	14,172,224	14,516,230	14,896,233	15,315,385
GN (incluye Gen Eléctric)	1,455,334	1,481,974	1,518,064	1,555,978	1,606,760	1,662,084	1,722,006	1,786,642	1,856,160	1,930,781	2,010,782	2,096,742	2,188,895
GLP	3,053,084	3,062,374	3,071,792	3,081,376	3,102,059	3,126,272	3,154,309	3,185,491	3,223,171	3,264,735	3,311,624	3,365,116	3,425,146
Diesel	2,639,250	2,643,415	2,657,895	2,670,563	2,694,633	2,722,198	2,753,408	2,788,443	2,827,516	2,870,755	2,918,803	2,971,629	3,029,715
Combustóleo	36,583	36,500	36,475	36,497	36,923	37,484	38,181	39,017	39,996	41,126	42,415	43,873	45,512
Gasóleo	215,425	216,745	218,257	219,938	223,957	228,731	234,289	240,667	247,912	256,078	265,231	275,448	286,814
Leña	121,147	122,601	124,069	125,554	127,057	128,580	130,126	131,696	133,291	134,912	136,560	138,252	140,066
Coque	624	589	557	528	506	488	472	459	447	438	430	424	419
Petróleo diáfano	3,813	3,908	4,001	4,092	4,223	4,365	4,521	4,692	4,879	5,083	5,307	5,552	5,821
Querosinas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Electricidad	9.94	10.37	9.75	10.01	10.21	10.44	10.71	11.02	11.31	11.64	12.00	12.38	12.81
(Debidas al consumo total de Electr)													

CO₂ e quivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ZMM ENERGÍA														
Emisiones de GN por generación eléctrica en la ZMM		0.131	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123	0.123
M CO ₂ Equiv		9.808	10.243	9.627	9.885	10.088	10.313	10.586	10.892	11.189	11.517	11.877	12.261	12.691
Emisiones fuera del área ZMM debidas al consumo eléctrico en la ZMM														
M CO ₂ Equiv														
Suma combu stibles más emisiones fuera de la ZMM debidas al consumo eléctrico en la ZMM		29.748	30.327	29.878	30.305	30.787	31.327	31.952	32.652	33.383	34.194	35.085	36.054	37.129
Generación Eléctrica														
Total Combustibles														
GN	t CO ₂	130,704	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297
Jorge Luque	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lechería	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nonoalco	t CO ₂	130,704	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297	123,297
Valle de México, LFC	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valle de México, CFE	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pública														
Total Combs y Electr		1,540,657	1,597,790	1,480,312	1,591,241	1,583,155	1,577,020	1,596,466	1,627,332	1,622,408	1,623,240	1,625,891	1,619,037	1,624,228
Plantas de Asfalto														
Total Combs y Electr		25,670	18,102	20,465	20,504	20,540	20,576	20,611	20,645	20,678	20,711	20,746	20,786	20,827
Electricidad	t CO ₂	2,550	2,520	2,499	2,477	2,456	2,433	2,411	2,388	2,365	2,342	2,321	2,298	2,276
Diesel	t CO ₂	22,674	15,239	17,588	17,646	17,704	17,761	17,817	17,872	17,928	17,982	18,037	18,098	18,161
Gasolina	t CO ₂	395	301	340	341	342	344	345	346	347	348	349	350	351
GLP	t CO ₂	50	42	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39
México														
11 Líneas		657,778	697,189	641,506	712,367	714,689	716,980	719,246	721,493	723,723	725,935	728,132	730,613	733,144
Serv. de Transportes Eléctricos														
Tren Ligero		43,470	44,102	42,989	64,083	73,422	82,812	92,201	92,489	92,775	93,059	93,341	93,659	93,983

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO₂ equivalente													
Gobierno DF													
INMUEBLES GOB CENTRAL, DELEGACIONES, MERCADOS, DEPORTIVOS Y FUENTES													
Inmuebles Gob Central	150,300	165,740	154,190	154,703	155,208	155,705	156,197	156,685	157,169	157,650	158,127	158,666	159,215
Semáforos													
Semáforos	5,059	5,184	4,807	4,839	4,855	4,870	4,886	4,901	4,916	4,931	4,946	4,963	4,980
Alumbrado Decorativo													
Alumbrado Decorativo	344	689	534	546	548	549	551	553	554	556	558	560	562
Habitación Popular													
Habitación Popular	1,639	1,674	1,557	1,562	1,568	1,573	1,578	1,582	1,587	1,592	1,597	1,602	1,608
Servicios Directos													
Servicios Directos	1,841	1,894	1,762	1,767	1,773	1,779	1,785	1,790	1,796	1,801	1,807	1,813	1,819
Bombeo de Agua													
Agua Potable	406,176	395,535	383,847	385,848	372,717	360,686	367,041	383,228	375,289	379,443	373,986	367,888	369,111
Drenaje	36,266	47,208	19,995	44,406	35,210	27,278	28,618	37,170	35,886	29,801	37,543	31,003	30,151
Pot. Y Tratamiento	21,962	25,653	28,268	19,672	21,042	22,046	21,013	23,484	24,156	23,320	20,111	21,857	22,555
TOTAL	464,404	468,397	432,110	449,927	428,969	410,011	416,672	443,882	435,331	432,563	431,639	420,748	421,818
Alumbrado Público													
Alumbrado Público	186,608	186,659	186,681	186,675	186,643	186,586		191,482	193,801	196,158	198,553	201,071	203,651
Comercial													
Total Combs y Electr	1,967,181	2,048,960	1,981,773	2,011,500	2,061,787	2,118,486	2,182,041	2,252,957	2,331,811	2,419,254	2,516,024	2,622,955	2,740,988
Electricidad	1,273,167	1,324,236	1,246,179	1,264,871	1,296,493	1,332,147	1,372,111	1,416,705	1,466,289	1,521,275	1,582,126	1,649,366	1,723,588
Total Combustibles	714,014	724,724	735,595	746,629	765,294	786,340	809,930	836,253	865,522	897,979	933,898	973,589	1,017,400
GLP	674,552	684,670	694,940	705,364	722,998	742,881	765,167	790,035	817,686	848,349	882,283	919,780	961,171
GN	39,462	40,054	40,655	41,265	42,296	43,459	44,763	46,218	47,836	49,629	51,615	53,808	56,230

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Residencial														
CO₂ equivalente														
Total Combs y Electr														
Electricidad	t CO ₂	4,478,364	4,620,158	4,537,313	4,622,203	4,707,821	4,794,261	4,881,594	4,969,886	5,059,182	5,149,509	5,240,905	5,335,595	5,431,981
	t CO ₂	2,181,462	2,293,259	2,180,085	2,234,288	2,288,828	2,343,751	2,399,093	2,454,886	2,511,156	2,567,916	2,625,186	2,684,088	2,743,827
Total Combustibles														
Leña	t CO ₂	2,296,903	2,326,899	2,357,228	2,387,915	2,418,993	2,450,510	2,482,501	2,514,999	2,548,026	2,581,593	2,615,719	2,651,508	2,688,153
GLP	t CO ₂	121,147	122,601	124,069	125,554	127,057	128,580	130,126	131,696	133,291	134,912	136,560	138,292	140,066
Querosinas	t CO ₂	1,987,880	1,980,471	1,973,035	1,965,593	1,958,168	1,950,794	1,943,495	1,936,286	1,929,178	1,922,171	1,915,270	1,909,261	1,903,526
	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GN	t CO ₂	187,875	223,828	260,124	296,768	333,768	371,135	408,881	447,017	485,557	524,510	563,889	603,955	644,562
Cocción														
TOTAL	t CO ₂	1,215,675	1,228,498	1,241,456	1,254,562	1,267,833	1,281,292	1,294,960	1,308,850	1,322,974	1,337,336	1,351,947	1,367,373	1,383,195
Leña	t CO ₂	17,524	17,734	17,947	18,161	18,379	18,599	18,823	19,050	19,281	19,515	19,753	20,004	20,260
GLP	t CO ₂	1,117,633	1,114,838	1,112,028	1,109,214	1,106,410	1,103,635	1,100,902	1,098,221	1,095,597	1,093,031	1,090,527	1,088,531	1,086,694
Querosinas	t CO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GN	t CO ₂	80,518	95,926	111,482	127,186	143,044	159,058	175,235	191,579	208,096	224,790	241,667	258,838	276,241
Calentamiento de Agua														
TOTAL	t CO ₂	1,081,227	1,098,401	1,115,772	1,133,353	1,151,160	1,169,217	1,187,542	1,206,150	1,225,052	1,244,257	1,263,772	1,284,135	1,304,958
Leña	t CO ₂	103,623	104,866	106,122	107,392	108,678	109,981	111,303	112,646	114,011	115,397	116,807	118,288	119,805
GLP	t CO ₂	870,247	865,633	861,007	856,378	851,758	847,159	842,592	838,065	833,581	829,139	824,743	820,730	816,832
GN	t CO ₂	107,357	127,902	148,642	169,582	190,725	212,077	233,646	255,438	277,461	299,720	322,222	345,117	368,321
Electricidad														
TOTAL	t CO ₂	2,181,462	2,293,259	2,180,085	2,234,288	2,288,828	2,343,751	2,399,093	2,454,886	2,511,156	2,567,916	2,625,186	2,684,088	2,743,827
Iluminación	t CO ₂	738,208	765,848	718,841	727,731	736,732	745,880	755,125	764,536	774,101	783,823	793,708	804,089	814,723
ELECTRODOMÉSTICOS	t CO ₂	1,443,254	1,527,411	1,461,244	1,506,557	1,552,096	1,597,891	1,643,968	1,690,350	1,737,054	1,784,092	1,831,478	1,879,999	1,929,105
Refrigerador	t CO ₂	693,837	724,845	684,914	697,844	710,838	723,912	737,079	750,351	763,737	777,242	790,875	804,971	819,293
A.C.	t CO ₂	59,657	73,268	79,061	90,066	100,940	111,679	122,277	132,732	143,038	153,191	163,184	173,084	182,838
TV	t CO ₂	338,157	356,909	340,718	350,716	360,908	371,304	381,912	392,741	403,797	415,086	426,614	438,568	450,823
Plancha	t CO ₂	105,557	109,730	103,198	104,674	106,166	107,677	109,208	110,760	112,335	113,934	115,566	117,252	118,985
Lavadora	t CO ₂	112,160	117,469	111,277	113,661	116,065	118,482	120,942	123,417	125,920	128,450	131,009	133,652	136,340
Ventilador	t CO ₂	61,475	67,337	66,440	70,435	74,419	78,393	82,360	86,321	90,279	94,235	98,191	102,191	106,206
Otros	t CO ₂	72,411	77,853	75,635	79,160	82,759	86,435	90,190	94,027	97,948	101,954	106,050	110,281	114,618

Bióxido de Carbono equivalente (5/8)

CO ₂ equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Industria														
Total Combs y Electr		7.296	7.505	7.213	7.301	7.464	7.651	7.864	8.103	8.372	8.671	9.004	9.373	9.781
Mton CO ₂		4.97	5.17	4.86	4.93	5.06	5.20	5.35	5.53	5.72	5.93	6.17	6.43	6.72
Electricidad														
Total Combustibles		2.329	2.339	2.351	2.366	2.406	2.454	2.511	2.577	2.651	2.736	2.832	2.938	3.057
Coque		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GLP		0.298	0.303	0.309	0.315	0.323	0.333	0.344	0.356	0.369	0.383	0.399	0.417	0.436
Petróleo diáfano		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
Gasolinas		0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel		0.677	0.682	0.689	0.695	0.709	0.725	0.744	0.765	0.789	0.816	0.846	0.880	0.917
Gasóleo		0.215	0.217	0.218	0.220	0.224	0.229	0.234	0.241	0.248	0.256	0.265	0.275	0.287
Combustóleo		0.037	0.037	0.036	0.036	0.037	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.044	0.046
GN		1.097	1.095	1.094	1.095	1.107	1.124	1.145	1.170	1.199	1.233	1.272	1.316	1.365
1.1 Minería														
TOTAL		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gasóleo		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.2 Industria manufacturera														
TOTAL		2.329	2.339	2.351	2.366	2.406	2.454	2.511	2.577	2.651	2.736	2.832	2.938	3.057
Coque		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado		0.298	0.303	0.309	0.315	0.323	0.333	0.344	0.356	0.369	0.383	0.399	0.417	0.436
Petróleo diáfano		0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006
Gasolinas		0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel		0.677	0.682	0.689	0.695	0.709	0.725	0.744	0.765	0.789	0.816	0.846	0.880	0.917
Gasóleo		0.215	0.217	0.218	0.220	0.224	0.229	0.234	0.241	0.248	0.256	0.265	0.275	0.287
Combustóleo		0.037	0.037	0.036	0.036	0.037	0.037	0.038	0.039	0.040	0.041	0.042	0.044	0.046
Gas Natural		1.097	1.095	1.094	1.095	1.107	1.124	1.145	1.170	1.199	1.233	1.272	1.316	1.365
1.2.1 Industria metálica y metales no ferrosos														
TOTAL		0.194	0.183	0.173	0.164	0.158	0.152	0.147	0.143	0.139	0.136	0.134	0.132	0.130
Coque		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado		0.013	0.012	0.012	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Petróleo diáfano		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel		0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Gasóleo		0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Combustóleo		0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
Gas Natural		0.168	0.158	0.150	0.142	0.136	0.131	0.127	0.123	0.120	0.118	0.116	0.114	0.113
1.2.2 Industria química (incluye petroquímica)														
TOTAL		0.893	0.904	0.915	0.926	0.947	0.971	0.999	1.029	1.064	1.102	1.145	1.192	1.244
Mton CO ₂														

CO₂ equivalente		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.2.3 Industria de la celulosa y papel (incluye imprenta)														
TOTAL	Mton CO2	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.138	0.143	0.148	0.154	0.160	0.167	0.175	0.183
Gas licuado	Mton CO2	0.016	0.016	0.017	0.017	0.018	0.018	0.019	0.019	0.020	0.021	0.022	0.023	0.024
Gasolinas	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005
Gasóleo	Mton CO2	0.052	0.054	0.055	0.056	0.058	0.060	0.062	0.064	0.067	0.069	0.072	0.076	0.079
Combustóleo	Mton CO2	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002
Gas Natural	Mton CO2	0.048	0.049	0.050	0.051	0.053	0.055	0.057	0.059	0.061	0.064	0.066	0.069	0.073
1.2.4 Mineriales no metálicos														
TOTAL	Mton CO2	0.106	0.107	0.108	0.109	0.111	0.114	0.117	0.120	0.124	0.128	0.133	0.138	0.144
Gas licuado	Mton CO2	0.022	0.022	0.022	0.022	0.023	0.023	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027	0.028	0.030
Diesel	Mton CO2	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009
Gasóleo	Mton CO2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004
Combustóleo	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	Mton CO2	0.075	0.076	0.076	0.077	0.079	0.080	0.082	0.085	0.087	0.090	0.094	0.097	0.102
1.2.5 Productos alimenticios, bebidas y tabaco														
TOTAL	Mton CO2	0.491	0.482	0.474	0.467	0.466	0.467	0.470	0.475	0.481	0.490	0.500	0.512	0.526
Leña	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	Mton CO2	0.044	0.043	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.079	0.078	0.076	0.075	0.075	0.075	0.076	0.077	0.078	0.079	0.081	0.083	0.085
Gasóleo	Mton CO2	0.022	0.022	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.022	0.022	0.022	0.023	0.024
Combustóleo	Mton CO2	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
Gas Natural	Mton CO2	0.342	0.336	0.330	0.326	0.325	0.326	0.327	0.331	0.335	0.341	0.348	0.357	0.367
1.2.6 Industria textil														
TOTAL	Mton CO2	0.109	0.107	0.105	0.104	0.103	0.104	0.104	0.105	0.107	0.108	0.111	0.113	0.117
Gas licuado	Mton CO2	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.025	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027
Gasóleo	Mton CO2	0.047	0.046	0.045	0.044	0.044	0.044	0.045	0.045	0.046	0.047	0.047	0.049	0.050
Combustóleo	Mton CO2	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Gas Natural	Mton CO2	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.023	0.023	0.023	0.024	0.024	0.025	0.025
1.2.7 Madera y productos de madera														
TOTAL	Mton CO2	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015
Gas licuado	Mton CO2	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.012	0.012	0.012	0.013
Petróleo diáfano	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	Mton CO2	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Gasóleo	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	Mton CO2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

CO₂ equivalente

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gas Natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													
1.2.8 Maquinaria (incluye productos metálicos fabricados y equipo de transporte)													
TOTAL	0.397	0.415	0.432	0.449	0.469	0.491	0.514	0.538	0.564	0.593	0.623	0.656	0.692
Coque	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													
Gas licuado	0.141	0.148	0.154	0.160	0.175	0.175	0.183	0.192	0.201	0.211	0.222	0.234	0.247
Gasolinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													
Petróleo diáfano	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Mton CO2													
Diesel	0.030	0.032	0.033	0.034	0.036	0.037	0.039	0.041	0.043	0.045	0.047	0.050	0.053
Mton CO2													
Gasóleo	0.013	0.013	0.014	0.014	0.015	0.016	0.016	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021	0.022
Mton CO2													
Combustóleo	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006
Mton CO2													
Gas Natural	0.207	0.217	0.226	0.234	0.245	0.256	0.268	0.281	0.295	0.309	0.325	0.342	0.361
Mton CO2													

1.2.9 Otros

TOTAL	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.007
Gas licuado	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mton CO2													
Gasolinas	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													
Petróleo diáfano	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													
Diesel	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005
Mton CO2													
Gasóleo	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Mton CO2													
Gas Natural	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mton CO2													

Transporte

Total Combustibles	14,446,287	14,555,009	14,665,438	14,777,591	14,967,416	15,181,600	15,421,817	15,689,956	15,988,137	16,318,733	16,684,394	17,088,078	17,533,079
t CO2													
Gasolina	12,413,557	12,515,420	12,618,912	12,724,052	12,902,056	13,102,995	13,328,468	13,580,281	13,860,459	14,171,269	14,515,247	14,895,219	15,314,338
t CO2													
Diesel	1,939,847	1,945,771	1,951,742	1,957,760	1,967,868	1,979,131	1,991,593	2,005,303	2,020,313	2,036,683	2,054,477	2,073,767	2,094,628
t CO2													
GLP	92,873	93,807	94,773	95,769	97,482	99,464	101,745	104,363	107,356	110,771	114,660	119,082	124,105
t CO2													
GNC	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9
t CO2													

Total Combustibles t CO2 Equip

Total Combustibles	14,446,287	14,555,009	14,665,438	14,777,591	14,967,416	15,181,600	15,421,817	15,689,956	15,988,137	16,318,733	16,684,394	17,088,078	17,533,079
Autos Particulares	6,052,937	6,138,325	6,224,918	6,312,733	6,461,155	6,628,258	6,815,266	7,023,575	7,254,764	7,510,621	7,793,159	8,104,649	8,447,644
Gasolina	818	829	841	853	873	896	921	949	980	1,015	1,053	1,095	1,141
Diesel	2,784	2,823	2,863	2,904	2,972	3,049	3,135	3,231	3,337	3,455	3,585	3,728	3,886
GLP	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102	1,958,102
Gasolina	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
GLP	79,350	78,150	76,969	75,805	73,895	71,847	69,675	67,393	65,016	62,558	60,036	57,465	54,859
Gasolina													

Transporte

Microbuses	764,022	752,830	741,802	730,936	713,091	693,940	673,610	652,231	629,938	606,869	583,163	558,959	534,395
Gasolina	20,387	20,088	19,794	19,504	19,028	18,517	17,974	17,404	16,809	16,193	15,561	14,915	14,259
Diesel	24,699	24,338	23,981	23,630	23,053	22,434	21,777	21,085	20,365	19,619	18,853	18,070	17,276
GLP	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5
GNC	758,442	764,593	770,794	777,044	787,547	799,256	812,220	826,491	842,131	859,204	877,785	897,955	919,801
Gasolina	3,458	3,486	3,515	3,543	3,591	3,644	3,703	3,768	3,840	3,918	4,002	4,094	4,194
Diesel	3,222	3,248	3,274	3,301	3,346	3,395	3,450	3,511	3,577	3,650	3,729	3,815	3,907
GLP													

Bióxido de Carbono equivalente (8/8)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
CO₂ equivalente													
Vehículos < 3 ton	2,400,554	2,419,749	2,439,098	2,458,601	2,491,366	2,527,888	2,568,314	2,612,810	2,661,568	2,714,763	2,772,649	2,835,465	2,903,482
Gasolina					255,131	258,871	263,010	267,567	272,559	278,008	283,936	290,368	297,334
Diesel	245,831	247,797	249,778	251,775	2,710	2,712	2,713	2,716	2,718	2,720	2,723	2,725	2,728
Gasolina	2,705	2,706	2,707	2,708	1,105,374	1,106,093	1,106,879	1,107,730	1,108,648	1,109,632	1,110,682	1,111,799	1,112,984
Diesel	1,103,545	1,103,936	1,104,328	1,104,720	272	273	273	273	273	274	274	274	274
GLP	272	272	272	272	2,626	2,659	2,696	2,736	2,780	2,828	2,880	2,936	2,996
Autobuses	2,543	2,561	2,578	2,596	517,403	523,938	531,156	539,083	547,748	557,181	567,416	578,490	590,445
Gasolina	501,104	504,555	508,031	511,531	352	356	361	367	373	379	386	394	402
Diesel	341	343	346	348	283,848	286,857	290,174	293,809	297,773	302,078	306,736	311,761	317,169
Gasolina	276,317	277,915	279,522	281,138	66,468	67,173	67,950	68,801	69,729	70,737	71,828	73,005	74,271
Diesel	64,705	65,079	65,455	65,834	127,716	131,475	135,697	140,418	145,679	151,526	158,014	165,202	173,159
Motocicletas	118,583	120,487	122,422	124,387	67,464	69,934	72,727	75,873	79,408	83,372	87,811	92,779	98,337
Gasolina	61,532	62,760	64,013	65,291									
Camiones Carga													
GLP													
Vehículos GNC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGÍA														
ZMM TOTAL (público y gobierno DF)														
Total Combustibles	PJ	290.622	292.928	295.440	297.989	302.185	306.908	312.190	318.067	324.580	331.778	339.713	348.463	358.083
Gasolinas	PJ	179.38	180.85	182.35	183.87	186.44	189.34	192.60	196.24	200.29	204.78	209.75	215.24	221.30
GN (Incluye Gen Eléctr)	PJ	24.52	25.13	25.77	26.44	27.34	28.32	29.39	30.53	31.77	33.09	34.51	36.04	37.67
GLP	PJ	48.83	48.98	49.13	49.29	49.62	50.02	50.47	50.99	51.59	52.26	53.02	53.89	54.86
Diesel	PJ	33.36	33.41	33.60	33.76	34.08	34.43	34.84	35.30	35.81	36.37	37.00	37.69	38.45
Combustóleo	PJ	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59
Gasóleo	PJ	2.90	2.92	2.94	2.96	3.02	3.08	3.16	3.24	3.34	3.45	3.57	3.71	3.87
Leña	PJ	1.09	1.11	1.12	1.13	1.15	1.16	1.17	1.19	1.20	1.22	1.23	1.25	1.26
Petróleo diáfano	PJ	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08
Coque	PJ	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Querosinas	PJ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
GN dedicado a la generación eléctrica	PJ	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Total Electricidad	PJ	52.14	53.06	53.83	55.26	56.45	57.76	59.33	61.14	62.89	64.82	66.93	69.16	71.66
(Consumo total de Electricidad)														
Generación eléctrica en el DF	PJ	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Importación de electricidad hacia el DF	PJ	51.94	52.87	53.64	55.07	56.25	57.56	59.13	60.95	62.70	64.63	66.73	68.97	71.46
Suma combustibles más importación Electricidad	PJ	342.564	345.796	349.078	353.056	358.439	364.472	371.324	379.012	387.278	396.408	406.448	417.432	429.547
Generación Eléctrica														
Total Combustibles	TJ	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753
GN	TJ	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753
TOTAL	TJ	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753
Jorge Luque L	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lechería	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nonoalco	TJ	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753	753
V de México LFC	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V de México CFE	TJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Público														
Total Combs y Electr	PJ	8.272	8.310	8.316	8.940	8.972	9.014	9.198	9.496	9.596	9.728	9.871	9.961	10.118

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGÍA													
Bombeo de Agua													
TOTAL	PJ	2.436	2.398	2.386	2.484	2.368	2.264	2.451	2.403	2.388	2.383	2.323	2.329
Agua Potable	PJ	2.131	2.025	2.119	2.130	2.058	1.991	2.116	2.072	2.095	2.065	2.031	2.038
Drenaje	PJ	0.190	0.242	0.110	0.245	0.194	0.151	0.205	0.198	0.165	0.207	0.171	0.166
Pot. Y Tratamiento	PJ	0.115	0.131	0.156	0.109	0.116	0.122	0.130	0.133	0.129	0.111	0.121	0.125
Alumbrado Público													
Alumbrado Público	PJ	0.997	0.997	0.996	1.008	1.020	1.032	1.045	1.070	1.083	1.096	1.110	1.124
Comercial													
Total Combs y Electr	PJ	18.072	18.343	18.618	18.898	19.370	19.903	20.500	21.166	21.907	22.728	23.637	24.642
Electricidad	PJ	6.678	6.779	6.880	6.983	7.158	7.355	7.575	7.822	8.095	8.399	8.735	9.106
Total Combustibles	PJ	11.394	11.565	11.738	11.914	12.212	12.548	12.924	13.344	13.811	14.329	14.902	15.536
GN	PJ	0.702	0.712	0.723	0.734	0.752	0.773	0.796	0.822	0.851	0.883	0.918	0.957
GLP	PJ	10.692	10.852	11.015	11.180	11.460	11.775	12.128	12.522	12.961	13.447	13.985	14.579
Residencial													
Total Combs y Electr	PJ	47.384	48.215	49.054	49.900	50.755	51.619	52.494	53.381	54.278	55.188	56.110	57.068
Electricidad	PJ	11.443	11.739	12.036	12.336	12.637	12.940	13.246	13.554	13.864	14.178	14.494	14.819
Total Combustibles	PJ	35.942	36.477	37.017	37.564	38.118	38.680	39.249	39.827	40.414	41.010	41.616	42.249
Leña	PJ	1.092	1.105	1.118	1.132	1.145	1.159	1.173	1.187	1.201	1.216	1.231	1.247
GLP	PJ	31.509	31.391	31.273	31.155	31.038	30.921	30.805	30.691	30.578	30.467	30.358	30.263
Querosinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
GN	PJ	3.341	3.980	4.626	5.277	5.935	6.600	7.271	7.949	8.634	9.327	10.027	10.740
Coccción													
TOTAL	PJ	19.305	19.536	19.770	20.007	20.246	20.489	20.735	20.986	21.240	21.498	21.761	22.037
Leña	PJ	0.158	0.160	0.162	0.164	0.166	0.168	0.170	0.172	0.174	0.176	0.178	0.180
Gas licuado	PJ	17.715	17.671	17.626	17.582	17.537	17.493	17.450	17.407	17.366	17.325	17.285	17.254
Querosinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	PJ	1.432	1.706	1.982	2.262	2.544	2.828	3.116	3.407	3.700	3.997	4.297	4.603
Calentamiento de agua													
TOTAL	PJ	16.637	16.940	17.247	17.558	17.872	18.190	18.513	18.841	19.174	19.512	19.855	20.212
Leña	PJ	0.934	0.945	0.957	0.968	0.980	0.991	1.003	1.015	1.028	1.040	1.053	1.066
Gas licuado	PJ	13.794	13.721	13.647	13.574	13.501	13.428	13.355	13.284	13.213	13.142	13.073	13.009
Gas Natural	PJ	1.909	2.274	2.643	3.016	3.392	3.771	4.155	4.542	4.934	5.330	5.730	6.137

ENERGÍA

Iluminación

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Electricidad	3.872	3.920	3.969	4.018	4.068	4.118	4.169	4.221	4.274	4.328	4.382	4.439	4.498
Otros usos eléctricos													
TOTAL	7.571	7.819	8.068	8.318	8.569	8.822	9.076	9.333	9.590	9.850	10.112	10.380	10.651
Refrigerador	3.639	3.710	3.781	3.853	3.925	3.997	4.069	4.143	4.217	4.291	4.366	4.444	4.523
A.C.	0.313	0.375	0.437	0.497	0.557	0.617	0.675	0.733	0.790	0.846	0.901	0.956	1.009
TV	1.774	1.827	1.881	1.936	1.993	2.050	2.109	2.168	2.229	2.292	2.355	2.421	2.489
Plancha	0.554	0.562	0.570	0.578	0.586	0.594	0.603	0.612	0.620	0.629	0.638	0.647	0.657
Lavadora	0.588	0.601	0.614	0.628	0.641	0.654	0.668	0.681	0.695	0.709	0.723	0.738	0.753
Ventilador	0.322	0.345	0.367	0.389	0.411	0.433	0.455	0.477	0.498	0.520	0.542	0.564	0.586
Otros	0.380	0.399	0.418	0.437	0.457	0.477	0.498	0.519	0.541	0.563	0.586	0.609	0.633

Industrial

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total Combs y Electr	62.782	63.310	63.884	64.499	65.792	67.303	69.040	71.018	73.250	75.753	78.549	81.660	85.113
Electricidad	26.054	26.445	26.842	27.244	27.925	28.693	29.554	30.514	31.582	32.767	34.078	35.526	37.124
Total Combustibles	36.728	36.866	37.043	37.255	37.867	38.609	39.487	40.503	41.667	42.986	44.471	46.134	47.989
Coque	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
GLP	4.625	4.713	4.801	4.888	5.024	5.175	5.342	5.527	5.731	5.956	6.204	6.478	6.778
Petróleo diáfano	0.055	0.056	0.058	0.059	0.061	0.063	0.065	0.068	0.070	0.073	0.076	0.080	0.084
Gasolinas	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009
Diesel	9.121	9.197	9.280	9.369	9.557	9.776	10.028	10.314	10.638	11.001	11.406	11.857	12.358
Gasóleo	2.903	2.921	2.942	2.964	3.019	3.083	3.158	3.244	3.341	3.451	3.575	3.712	3.866
Combustóleo	0.472	0.471	0.471	0.471	0.476	0.484	0.493	0.503	0.516	0.531	0.547	0.566	0.587
GN	19.538	19.494	19.480	19.491	19.718	20.017	20.389	20.835	21.358	21.961	22.649	23.427	24.302

1.1 Minería

TOTAL	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0000
Diesel	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gasóleo	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

1.2 Industria manufacturera

TOTAL	36.728	36.865	37.043	37.254	37.867	38.609	39.486	40.503	41.667	42.986	44.471	46.134	47.989
Coque	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
Gas licuado	4.625	4.713	4.801	4.888	5.024	5.175	5.342	5.527	5.731	5.956	6.204	6.478	6.778
Petróleo diáfano	0.055	0.056	0.058	0.059	0.061	0.063	0.065	0.068	0.070	0.073	0.076	0.080	0.084
Gasolinas	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009
Diesel	9.121	9.197	9.280	9.369	9.557	9.776	10.028	10.314	10.638	11.001	11.406	11.857	12.358
Gasóleo	2.903	2.921	2.942	2.964	3.019	3.083	3.158	3.244	3.341	3.451	3.575	3.712	3.866
Combustóleo	0.472	0.471	0.471	0.471	0.476	0.484	0.493	0.503	0.516	0.531	0.547	0.566	0.587
Gas Natural	19.538	19.494	19.480	19.491	19.718	20.017	20.389	20.835	21.358	21.961	22.649	23.427	24.302

ENERGIA

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.2.1 Industria metálicas básicas (incluye siderúrgica y metales no ferrosos)													
TOTAL	PJ	3.369	3.176	3.003	2.846	2.731	2.631	2.546	2.473	2.412	2.319	2.286	2.261
Coque	PJ	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.004	0.004
Gas licuado	PJ	0.201	0.189	0.179	0.170	0.163	0.157	0.152	0.147	0.144	0.138	0.136	0.135
Petróleo diáfano	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	PJ	0.055	0.052	0.049	0.046	0.045	0.042	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037
Gasóleo	PJ	0.031	0.029	0.028	0.026	0.025	0.023	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021	0.021
Combustóleo	PJ	0.084	0.080	0.075	0.071	0.068	0.064	0.062	0.060	0.059	0.058	0.057	0.057
Gas Natural	PJ	2.991	2.820	2.666	2.527	2.424	2.336	2.260	2.196	2.142	2.059	2.030	2.007
1.2.2 Industria química (incluye petroquímica)													
TOTAL	PJ	13.117	13.274	13.438	13.606	13.916	14.269	14.670	15.121	15.625	16.187	17.503	18.268
Gas licuado	PJ	0.620	0.627	0.635	0.643	0.658	0.674	0.693	0.715	0.738	0.765	0.827	0.863
Gasolinas	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Petróleo diáfano	PJ	0.021	0.022	0.022	0.022	0.023	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.029	0.030
Diesel	PJ	7.061	7.146	7.233	7.324	7.491	7.681	7.897	8.139	8.411	8.713	9.422	9.834
Gasóleo	PJ	1.024	1.036	1.049	1.062	1.086	1.114	1.145	1.180	1.220	1.263	1.366	1.426
Combustóleo	PJ	0.243	0.246	0.249	0.252	0.258	0.264	0.272	0.280	0.289	0.300	0.324	0.338
Gas Natural	PJ	4.148	4.198	4.249	4.303	4.401	4.512	4.639	4.782	4.941	5.119	5.535	5.777
1.2.3 Industria de la celulosa y papel (incluye imprenta)													
TOTAL	PJ	1.875	1.919	1.962	2.004	2.066	2.134	2.209	2.290	2.380	2.478	2.704	2.834
Gas licuado	PJ	0.248	0.259	0.259	0.265	0.273	0.282	0.292	0.303	0.315	0.328	0.357	0.375
Gasolinas	PJ	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007
Petróleo diáfano	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	PJ	0.045	0.046	0.047	0.048	0.050	0.051	0.053	0.055	0.057	0.060	0.065	0.068
Gasóleo	PJ	0.707	0.739	0.739	0.753	0.779	0.804	0.832	0.863	0.897	0.934	1.019	1.068
Combustóleo	PJ	0.014	0.015	0.015	0.015	0.016	0.016	0.017	0.017	0.018	0.019	0.020	0.021
Gas Natural	PJ	0.857	0.877	0.896	0.916	0.944	0.975	1.009	1.046	1.087	1.132	1.235	1.294
1.2.4 Minerales no metálicos													
TOTAL	PJ	1.801	1.816	1.832	1.849	1.886	1.929	1.979	2.035	2.099	2.170	2.339	2.437
Gas licuado	PJ	0.339	0.342	0.345	0.348	0.355	0.363	0.372	0.383	0.395	0.408	0.440	0.459
Diesel	PJ	0.087	0.088	0.089	0.090	0.091	0.094	0.096	0.099	0.102	0.105	0.113	0.118
Gasóleo	PJ	0.038	0.038	0.038	0.038	0.040	0.040	0.042	0.043	0.046	0.047	0.049	0.051
Combustóleo	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	PJ	1.337	1.348	1.360	1.373	1.400	1.432	1.469	1.510	1.558	1.611	1.736	1.809
1.2.5 Productos alimenticios, bebidas y tabaco													
TOTAL	PJ	8.188	8.034	7.903	7.792	7.774	7.789	7.836	7.913	8.022	8.162	8.537	8.774
Leña	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	PJ	0.680	0.667	0.656	0.647	0.645	0.647	0.650	0.657	0.666	0.678	0.709	0.728
Petróleo diáfano	PJ	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002
Diesel	PJ	1.068	1.048	1.031	1.016	1.014	1.016	1.022	1.032	1.046	1.064	1.113	1.144
Gasóleo	PJ	0.297	0.291	0.287	0.283	0.282	0.283	0.284	0.287	0.291	0.296	0.310	0.318
Combustóleo	PJ	0.049	0.048	0.047	0.046	0.046	0.046	0.047	0.047	0.048	0.049	0.051	0.052
Gas Natural	PJ	6.093	5.978	5.881	5.798	5.785	5.796	5.831	5.889	5.969	6.073	6.352	6.529

		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
ENERGIA														
1.2.6 Industria textil														
TOTAL	PJ	1.592	1.561	1.536	1.514	1.510	1.513	1.522	1.537	1.557	1.584	1.617	1.657	1.703
Gas licuado	PJ	0.164	0.161	0.159	0.156	0.156	0.156	0.157	0.159	0.161	0.164	0.167	0.171	0.176
Petróleo diáfano	PJ	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Diesel	PJ	0.336	0.330	0.324	0.320	0.319	0.319	0.321	0.324	0.329	0.334	0.341	0.350	0.359
Gasóleo	PJ	0.630	0.618	0.608	0.599	0.598	0.599	0.602	0.608	0.616	0.627	0.640	0.655	0.674
Combustóleo	PJ	0.036	0.035	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.035	0.036	0.036	0.037	0.038
Gas Natural	PJ	0.421	0.413	0.406	0.400	0.399	0.400	0.402	0.406	0.412	0.419	0.428	0.438	0.450
1.2.7 Madera y productos de madera														
TOTAL	PJ	0.190	0.189	0.188	0.187	0.188	0.190	0.193	0.196	0.201	0.206	0.211	0.218	0.226
Gas licuado	PJ	0.167	0.166	0.165	0.164	0.166	0.167	0.170	0.173	0.177	0.181	0.186	0.192	0.198
Petróleo diáfano	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Diesel	PJ	0.023	0.023	0.023	0.022	0.023	0.023	0.023	0.024	0.024	0.025	0.025	0.026	0.027
Gasóleo	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Combustóleo	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas Natural	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.2.8 Maquinaria (incluye productos metálicos fabricados y equipo de transporte)														
TOTAL	PJ	6.537	6.835	7.119	7.392	7.730	8.085	8.462	8.864	9.295	9.759	10.261	10.804	11.395
Coque	PJ	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gas licuado	PJ	2.197	2.298	2.393	2.485	2.598	2.718	2.844	2.980	3.124	3.280	3.449	3.632	3.830
Gasolinas	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Petróleo diáfano	PJ	0.026	0.028	0.029	0.030	0.031	0.033	0.034	0.036	0.038	0.040	0.042	0.044	0.046
Diesel	PJ	0.407	0.425	0.443	0.460	0.481	0.503	0.527	0.552	0.579	0.607	0.639	0.672	0.709
Gasóleo	PJ	0.171	0.179	0.186	0.193	0.202	0.211	0.221	0.232	0.243	0.255	0.268	0.282	0.298
Combustóleo	PJ	0.046	0.048	0.050	0.052	0.055	0.057	0.060	0.063	0.066	0.069	0.073	0.077	0.081
Gas Natural	PJ	3.688	3.857	4.017	4.171	4.361	4.562	4.775	5.002	5.245	5.507	5.789	6.096	6.429
1.2.9 Otros														
TOTAL	PJ	0.059	0.061	0.062	0.064	0.066	0.068	0.071	0.074	0.077	0.080	0.084	0.088	0.092
Gas licuado	PJ	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010	0.010	0.011	0.011	0.012	0.012	0.013	0.013	0.014
Gasolinas	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Petróleo diáfano	PJ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Diesel	PJ	0.039	0.040	0.041	0.042	0.044	0.045	0.047	0.049	0.051	0.053	0.055	0.058	0.061
Gasóleo	PJ	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009	0.009	0.010	0.010
Gas Natural	PJ	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005
Transporte														
Total Combustibles	TJ	205,495	207,058	208,647	210,260	212,991	216,074	219,532	223,393	227,688	232,452	237,722	243,542	249,961
Gasolina	TJ	179,369	180,841	182,336	183,855	186,427	189,331	192,589	196,227	200,276	204,767	209,737	215,227	221,283
Diesel	TJ	23,935	24,008	24,082	24,156	24,281	24,420	24,573	24,742	24,928	25,130	25,349	25,587	25,845
GLP	TJ	2,002	2,022	2,043	2,064	2,101	2,144	2,193	2,250	2,314	2,388	2,472	2,567	2,675
GNC	TJ	189	188	186	185	182	180	177	174	171	167	164	161	158

	TJ	205,495	207,058	208,647	210,260	212,991	216,074	219,532	223,393	227,688	232,452	237,722	243,542	249,961
Total Combustibles														
Autos Particulares	Gasolina	87,461	88,695	89,946	91,215	93,360	95,774	98,477	101,487	104,827	108,524	112,607	117,107	122,064
	Diesel	10	10	10	11	11	11	11	12	12	13	13	14	14
	GLP	60	61	62	63	64	66	68	70	72	74	77	80	84
Taxis	Gasolina	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293	28,293
	GLP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Combis	Gasolina	1,147	1,129	1,112	1,095	1,068	1,038	1,007	974	939	904	867	830	793
Microbuses	Gasolina	11,040	10,878	10,719	10,562	10,304	10,027	9,733	9,424	9,102	8,769	8,426	8,077	7,722
	Diesel	252	248	244	241	235	228	222	215	207	200	192	184	176
	GLP	532	525	517	509	497	484	469	455	439	423	406	390	372
	GNC	122	120	118	117	114	111	107	104	101	97	93	89	85
Pickups	Gasolina	10,959	11,048	11,138	11,228	11,380	11,549	11,736	11,942	12,168	12,415	12,683	12,975	13,291
	Diesel	43	43	43	44	44	45	46	46	47	48	49	51	52
	GLP	69	70	71	71	72	73	74	76	77	79	80	82	84
Vehiculos < 3 ton	Gasolina	34,687	34,964	35,244	35,525	35,999	36,527	37,111	37,754	38,458	39,227	40,063	40,971	41,954
	Diesel	3,033	3,057	3,082	3,107	3,148	3,194	3,245	3,301	3,363	3,430	3,503	3,583	3,669
Tractocamiones	Gasolina	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	Diesel	13,616	13,621	13,626	13,631	13,639	13,648	13,657	13,668	13,679	13,691	13,704	13,718	13,733
	GLP	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Autobuses	Gasolina	37	37	37	38	38	38	39	40	40	41	42	42	43
	Diesel	6,183	6,225	6,268	6,312	6,384	6,465	6,554	6,651	6,758	6,875	7,001	7,138	7,285
	GLP	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
Vehiculos > 3 ton	Gasolina	3,993	4,016	4,039	4,062	4,101	4,145	4,193	4,245	4,303	4,365	4,432	4,505	4,583
	Diesel	798	803	808	812	820	829	838	849	860	873	886	901	916
Motocicletas	Gasolina	1,713	1,741	1,769	1,797	1,845	1,900	1,961	2,029	2,105	2,189	2,283	2,387	2,502
Camiones Carga	GLP	1,326	1,353	1,380	1,407	1,454	1,508	1,568	1,636	1,712	1,797	1,893	2,000	2,120
Vehiculos GNC	GNC	68	68	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72

ANEXO 9. METODOLOGÍA PARA ELABORAR EL INVENTARIO Y LA LÍNEA BASE DE EMISIONES DE GEI POR EL CONSUMO Y LA GENERACIÓN DE ENERGÍA

Para la estimación de las emisiones de GEI originadas por la quema de combustibles se utilizó la Metodología del IPCC, tanto en la elaboración de los inventarios del año 2000 y del 2004, así como para la Línea Base 2000-2012. Se estimaron las emisiones provenientes de los sectores transporte, industria, vivienda, comercio, público, y generación de energía eléctrica.

Metodología General

La metodología general para el cálculo de emisiones del sector energético puede resumirse en la siguiente ecuación:

$$ET_i = \sum_j \sum_m \sum_k A_{jmk} * C_{ijmk}$$

Donde:

ET_i = Emisiones totales del GEI i

A_{jmk} = Actividad energética del sector j utilizando la tecnología m con el energético k

C_{ijmk} = Coeficiente de emisión del GEI i asociada a la actividad j , la tecnología m y el energético k

Aún cuando la metodología de cálculo es sencilla, la dificultad estriba en tener la información disponible. En el caso de la ZMVM y el DF se dispone de diversas fuentes de información, como se describe en cada caso.

Metodologías “top-down” y “bottom-up”

Debido a la carencia de información en diversos sectores, se trabajó integrando las metodologías “top-down” y “bottom-up”, es decir, se construyó la base de datos de los sectores y ahí donde se encontró divergencia o carencia de información se comparó con el balance de energía de la región y con los reportes oficiales para hacer coincidir los consumos de combustibles.

Metodología por Usos Finales

La metodología por usos finales permite estudiar el uso de la energía basándose en la actividad última del consumo. Su principal ventaja sobre otros métodos es que permite reconocer los cambios que se producen con el tiempo debido a las modificaciones en el consumo individual de cada tecnología, el tipo de energético utilizado, la eficiencia con que se hace este consumo, el número de equipos existentes, etcétera (Sheinbaum *et al*, 1996). Esta metodología es sumamente intensiva en información.

Actividad Energética

La actividad energética refleja el consumo de energía de cada sector, en cada caso ésta se ha determinado de modo que, al profundizar en la actividad última del consumo para la elaboración del inventario y la línea base, se tengan elementos de juicio sólidos que permitan enfocar los esfuerzos encaminados a mitigar las emisiones de GEI.

Transporte

En el sector transporte la actividad energética "A" correspondiente a un uso final puede descomponerse en cuatro variables:

- número de vehículos "N"
- kilometraje recorrido anual "km"
- rendimiento de combustible "RC"
- poder calorífico del combustible "PC"

Así, la actividad energética "A" del transporte puede expresarse como la suma de los diversos consumos energéticos "k" que utilizan las tecnologías "m" en cada uso final:

$$A = \sum_m \sum_k N_{mk} * km_{mk} * PC_{mk} / RC_{mk}$$

Dada la disponibilidad de información, el kilometraje recorrido anual correspondiente a la tecnología "m" que consume el energético "k" se puede descomponer en tres términos:

- kilometraje recorrido diario "km-diario"
- días que el vehículo circula al año "días-año"
- factor de días que circula el tipo de vehículo de acuerdo al holograma de la flota correspondiente "factor-holograma"

$$km_{mk} = km - diario_{mk} * días - año_{mk} * factor - holograma_{mk}$$

Se determinó la actividad para cada tipo de vehículo en el Distrito Federal, en los municipios conurbados del Estado de México y finalmente se sumaron ambas, para estimar la actividad de la ZMVM.

Usos finales considerados

Se consideraron 26 tipos diferentes de tecnologías:

- vehículos a gasolina: autos particulares, taxis, combis, microbuses, *Pick up*, vehículos de carga menor a 3 toneladas, tractocamiones, autobuses, vehículos de carga mayor a 3 toneladas y motocicletas;
- vehículos a diesel: autos particulares, microbuses, *Pick up*, vehículos de carga menor a 3 toneladas, tractocamiones, autobuses, vehículos de carga mayor a 3 toneladas;
- vehículos a GLP: autos particulares, taxis, microbuses, *Pick up*, tractocamiones, autobuses, y camiones de carga en general;
- vehículos a gas natural comprimido: microbuses y vehículos en general.

En las Tablas A9.1 y A9.1 bis se incluye toda la flota vehicular del Distrito Federal y del Estado de México.

Línea base 2000-2012

Para la estimación de lo que serán las emisiones de GEI durante el período 2000 al 2012, se consideraron escenarios de incremento de la flota vehicular "N" de cada tecnología "m" que consume el energético cada "k", basados en los tres escenarios de crecimiento del PIB ya descritos en el Capítulo V. Tendencias en las Emisiones de GEI, el resto de los factores se mantuvieron constantes:

$$N_{mk} = PIB * CrecFlota_{mk} / PIB$$

Tabla A9.1 Flota vehicular del Distrito Federal, 2000

Tipo de vehículo	Combustible	Número de vehículos en el 2000	Kilometraje recorrido diariamente (km/día)	Días que circula al Año	Factor de días que sí circulan de acuerdo al holograma de la flota	Rendimiento del combustible (km/lt)	Crecimiento de la flota / PIB promedio de 1996 a 2000
Autos Particulares	Gasolina	1,648,050	33	313	1.37	8.5	0.94
	Diesel	190	33	313	1.37	8.5	0.94
	GLP	1,131	33	313	1.37	8.5	0.94
Taxis	Gasolina	103,692	200	313	1.17	8.5	0.00
	GLP	2	200	313	1.17	8.5	0.00
Combis	Gasolina	2,661	200	313	1.00	4.6	-1.01
Microbuses	Gasolina	16,617	200	313	1.00	3.0	-0.98
	Diesel	379	200	313	1.00	3.0	-0.98
	GLP	801	200	313	1.00	3.0	-0.98
Pickups	GNC	183	200	313	1.00	3.0	-0.98
	Gasolina	63,993	60	313	1.32	4.6	0.54
	Diesel	249	60	313	1.32	4.6	0.54
Vehículos < 3 ton	GLP	406	60	313	1.32	4.6	0.54
	Gasolina	267,470	60	313	1.00	4.6	0.53
	Diesel	12,711	60	313	1.00	2.5	0.53
Tractocamiones	Gasolina	140	60	313	1.17	2.5	0.02
	Diesel	48,916	60	313	1.17	2.5	0.02
	GLP	21	60	313	1.17	2.5	0.02
Autobuses	Gasolina	129	200	313	0.36	2.5	0.46
	Diesel	21,711	200	313	0.36	2.5	0.46
	GLP	26	200	313	0.36	2.5	0.46
Vehículos > 3 ton	Gasolina	16,739	60	313	1.00	2.5	0.39
	Diesel	3,347	60	313	1.00	2.5	0.39
Motocicletas	Gasolina	78,347	33	313	1.00	15.0	1.07
Camiones Carga	GLP	15,236	60	313	1.17	8.0	1.33
Vehículos GNC	GNC	999	60	313	0.91	8.0	0.19
TOTAL		2,304,147					

Tabla A9.1bis Flota vehicular del Estado de México, 2000

Tipo de vehículo	Combustible	Número de vehículos en el 2000	Kilometraje recorrido diariamente (km/día)	Días que circula al Año	Factor de días que sí circulan de acuerdo al holograma de la flota	Rendimiento del combustible (km/lt)	Crecimiento de la flota / PIB promedio de 1996 a 2000
Autos Particulares	Gasolina	657,424	33	313	1.40	8.5	0.94
	Diesel	76	33	313	1.40	8.5	0.94
	GLP	451	33	313	1.40	8.5	0.94
Taxis	Gasolina	11,992	200	313	1.17	8.5	0.00
	GLP	0	200	313	1.17	8.5	0.00
Combis	Gasolina	15,581	200	313	1.00	4.6	-1.01
Microbuses	Gasolina	10,462	200	313	1.00	3.0	-0.98
	Diesel	238	200	313	1.00	3.0	-0.98
	GLP	505	200	313	1.00	3.0	-0.98
	GNC	116	200	313	1.00	3.0	-0.98
Pickups	Gasolina	76,754	60	313	1.28	4.6	0.54
	Diesel	299	60	313	1.28	4.6	0.54
	GLP	486	60	313	1.28	4.6	0.54
Vehículos < 3 ton	Gasolina	31,111	60	313	0.97	4.6	0.53
	Diesel	1,479	60	313	0.97	2.5	0.53
Tractocamiones	Gasolina	40	60	313	1.17	2.5	0.02
	Diesel	13,784	60	313	1.17	2.5	0.02
	GLP	6	60	313	1.17	2.5	0.02
Autobuses	Gasolina	21	200	313	0.69	2.5	0.46
	Diesel	3,528	200	313	0.69	2.5	0.46
	GLP	4	200	313	0.69	2.5	0.46
Vehículos > 3 ton	Gasolina	17,548	60	313	1.00	2.5	0.39
	Diesel	3,509	60	313	1.00	2.5	0.39
Motocicletas	Gasolina	10,019	33	313	1.01	15.0	1.07
Camiones Carga	GLP	5,605	60	313	1.03	8.0	1.33
Vehículos GNC	GNC	26	60	313	0.51	8.0	0.19
TOTAL		861,063					

Fuentes de Información

La información relativa a número de vehículos, kilometraje recorrido anual, rendimiento de combustible y poder calorífico del combustible, se obtuvo a partir de información de la SETRAVI, del Instituto Mexicano del Petróleo y del INEGI. La cobertura incluye a toda la ZMVM.

Industria

En el sector industrial la actividad energética “A” correspondiente a un uso final puede descomponerse en tres variables:

- Estructura “S” de la rama industrial “i”, es la participación de la rama industrial en el sector industrial, expresada como la relación del producto interno bruto (PIB) de la rama al PIB total del sector Industrial.
- Intensidad energética “IE” de la rama industrial “i” con el combustible “j”, expresada como la relación de la energía consumida por la rama industrial al PIB de dicha rama.
- Producción total “P”, expresada como el PIB total del sector industrial.

$$A = \sum_i \sum_j S_i * IE_{ij} * P$$

Se determinó la actividad para cada rama industrial en el Distrito Federal, en los municipios conurbados del Estado de México y finalmente se sumaron ambas, para estimar la actividad de la ZMVM. Es importante mencionar que se utilizaron unidades económicas para la definición de estos factores debido al nivel de agregación sectorial y a la disponibilidad de datos.

Ramas Industriales consideradas

Las ramas industriales consideradas son la minería y la manufacturera. Dentro de la manufacturera se incluyen: productos alimenticios, bebidas y tabaco; textil, prendas de vestir e industria del cuero; industria de la madera, productos de madera y muebles; papel y productos de papel, imprentas y editoriales; sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico; productos minerales no metálicos (excluye los derivados del petróleo y del carbón); industrias metálicas básicas; productos metálicos, maquinaria y equipo, incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión; y otras industrias manufactureras. En adelante estas ramas industriales se citarán con nombres abreviados. Los energéticos contabilizados son electricidad, GLP, gas natural, diesel, coque, petróleo diáfano, gasóleo, gasolinas y combustóleo (véanse las Tablas A9.2 y A9.3).

Línea base 2000-2012

Para la estimación de las emisiones de GEI de cada rama industrial durante el periodo 2000 al 2012 se consideraron los tres escenarios de crecimiento del PIB ya descritos en Capítulo V; la intensidad energética de cada división industrial se mantuvo constante a partir del 2000, es decir, no se consideraron mejoras en la eficiencia energética.

Fuentes de Información

La información relativa a los consumos de cada combustible se obtuvo del procesamiento de la base de datos original Datagen (COAs) del inventario de emisiones del Instituto Nacional de Ecología. Los consumos de electricidad, así como el resto de la información económica se obtuvo de las encuestas industriales y de los anuarios estadísticos del INEGI.

Tabla A9.2 Estructura de la industria en el DF y en el Estado de México en el 2000

Estructura	Distrito Federal	Estado de México
MINERIA	0.2%	1.4%
MANUFACTURERA		
Alimentos, bebidas y tabaco	18%	21%
Textiles, prendas de vestir e industria de cuero	8%	8%
Industria de la madera y productos de madera	2%	2%
Papel, productos de papel, imprentas y editoriales	9%	5%
Sustancias químicas, derivados del petróleo, hule y plástico	21%	17%
Minerales no metálicos	3%	6%
Industrias metálicas básicas	2%	4%
Maquinaria y equipo	33%	33%
Otras industrias manufactureras	4%	2%

Tabla A9.3 Intensidad energética de la industria en el Distrito Federal y en el Estado de México en el 2000

Rama	Unidades	Valor DF	Valor Edo Mex
1. Minería			
Total	MJ/\$1993	0.002	0.029
Diesel	MJ/\$1993	0.002	0.000
Gasóleo	MJ/\$1993	0.000	0.029
1.1 Industria metálicas básicas			
Total	MJ/\$1993	3.278	4.336
Coque	MJ/\$1993	0.006	0.010
Gas licuado	MJ/\$1993	0.195	0.090
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.000	0.003
Diesel	MJ/\$1993	0.053	2.152
Gasóleo	MJ/\$1993	0.030	0.140
Combustóleo	MJ/\$1993	0.082	0.023
Gas Natural	MJ/\$1993	2.910	1.917

Tabla A9.3 (continuación) Intensidad energética de la industria en el Distrito Federal y en el Estado de México en el 2000

Rama	Unidades	Valor DF	Valor Edo Mex
1.2 Industria química			
Total	MJ/\$1993	0.960	2.433
Gas licuado	MJ/\$1993	0.045	0.054
Gasolinas	MJ/\$1993	0.000	0.000
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.002	0.003
Diesel	MJ/\$1993	0.517	0.110
Gasóleo	MJ/\$1993	0.075	0.019
Combustóleo	MJ/\$1993	0.018	0.063
Gas Natural	MJ/\$1993	0.304	2.185
1.3 Industria de la celulosa y papel			
Total	MJ/\$1993	0.320	5.805
Gas licuado	MJ/\$1993	0.042	0.313
Gasolinas	MJ/\$1993	0.001	0.000
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.000	0.006
Diesel	MJ/\$1993	0.008	0.066
Gasóleo	MJ/\$1993	0.120	0.686
Combustóleo	MJ/\$1993	0.002	0.046
Gas Natural	MJ/\$1993	0.146	4.688
1.4 Minerales no metálicos			
Total	MJ/\$1993	1.066	3.524
Gas licuado	MJ/\$1993	0.201	0.071
Diesel	MJ/\$1993	0.052	0.092
Gasóleo	MJ/\$1993	0.022	0.053
Combustóleo	MJ/\$1993	0.000	0.900
Gas Natural	MJ/\$1993	0.791	2.408
1.5 Productos alimenticios, bebidas y tabaco			
Total	MJ/\$1993	0.694	0.999
Leña	MJ/\$1993	0.000	0.000
Gas licuado	MJ/\$1993	0.058	0.026
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.000	0.000
Diesel	MJ/\$1993	0.090	0.058
Gasóleo	MJ/\$1993	0.025	0.073
Combustóleo	MJ/\$1993	0.004	0.017
Gas Natural	MJ/\$1993	0.516	0.825

Tabla A9.3 (continuación) Intensidad energética de la industria en el Distrito Federal y en el Estado de México en el 2000

Rama	Unidades	Valor DF	Valor Edo Mex
1.6 Industria textil			
Total	MJ/\$1993	0.304	2.493
Gas licuado	MJ/\$1993	0.031	0.161
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.001	0.000
Diesel	MJ/\$1993	0.064	0.783
Gasóleo	MJ/\$1993	0.120	0.240
Combustóleo	MJ/\$1993	0.007	0.994
Gas Natural	MJ/\$1993	0.080	0.314
1.7 Madera y productos de madera			
Total	MJ/\$1993	0.159	0.868
Gas licuado	MJ/\$1993	0.140	0.018
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.000	0.001
Diesel	MJ/\$1993	0.019	0.004
Gasóleo	MJ/\$1993	0.000	0.057
Combustóleo	MJ/\$1993	0.000	0.142
Gas Natural	MJ/\$1993	0.000	0.645
1.8 Maquinaria y equipo			
Total	MJ/\$1993	0.300	0.490
Coque	MJ/\$1993	0.000	0.001
Gas licuado	MJ/\$1993	0.101	0.217
Gasolinas	MJ/\$1993	0.000	0.000
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.001	0.000
Diesel	MJ/\$1993	0.019	0.018
Gasóleo	MJ/\$1993	0.008	0.015
Combustóleo	MJ/\$1993	0.002	0.002
Gas Natural	MJ/\$1993	0.169	0.236
1.9 Otros			
Total	MJ/\$1993	0.021	0.207
Gas licuado	MJ/\$1993	0.003	0.137
Gasolinas	MJ/\$1993	0.000	0.000
Petróleo diáfano	MJ/\$1993	0.000	0.000
Diesel	MJ/\$1993	0.014	0.040
Gasóleo	MJ/\$1993	0.002	0.011
Gas Natural	MJ/\$1993	0.001	0.019

Residencial

En el caso de las viviendas la actividad energética “A” correspondiente a un uso final puede descomponerse en cuatro variables:

- consumo unitario del equipo doméstico, “Cu”
- número de equipos por vivienda equipada, “Ne”
- saturación del equipo es decir, el porcentaje de viviendas que cuentan con dicho equipo, “S”
- número total de viviendas, “N”

Así, la actividad energética “A” de las viviendas puede expresarse como la suma de los diversos consumos energéticos “k” que utilizan las tecnologías “m” en cada uso final:

$$A = N \sum_m \sum_k Cu_{mk} * S_{mk} * Ne_{mk}$$

Se determinó la actividad para cada uso final en el Distrito Federal y para toda la ZMVM. El correspondiente al Estado de México se obtuvo mediante la diferencia de los primeros.

Usos finales considerados

Debido al fuerte requerimiento de información se seleccionaron los usos finales y equipos que de acuerdo a estudios anteriores (Sheinbaum *et al*, 1996 y Masera *et al* 1991) son los que más contribuyen al consumo de energía eléctrica de las viviendas: cocción de alimentos y calentamiento de agua con GLP, gas natural, y leña; iluminación, refrigeración de alimentos, uso de televisión, planchado y lavado de ropa, ventilación y acondicionamiento de aire. A cada uso final se le asignan diferentes tecnologías (estufa, calentador de agua, iluminación eléctrica, refrigerador, televisión, aire acondicionado, ventilador, plancha, lavadora de ropa, otros, etcétera.) (véase Tabla A9.4).

Línea base 2000-2012

Para la estimación de lo que serán el consumo de energía y las emisiones de GEI durante el período 2000 al 2012 se consideraron escenarios de incremento tendenciales de las saturaciones de cada tecnología y del número de equipos por vivienda. El número total de viviendas se basó en tres escenarios de incremento, ya descritos en el Capítulo V; el resto de los factores se mantuvieron constantes.

Fuentes de Información

La información relativa a las saturaciones de las diversas tecnologías, el número de equipos por vivienda y los niveles de electrificación se obtuvo a partir del procesamiento de las bases de datos originales de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) del INEGI correspondientes a los años 1984, 1992, 1994, 1996 y a los reportados en la publicación impresa del 2000.

Es importante mencionar que para saber si una vivienda cuenta con electricidad, los encuestadores del INEGI no preguntan a los habitantes si “pagan recibo de luz”, sino que observan si la vivienda tiene conexión a la red de servicio eléctrico. De esta forma, las viviendas que se conectan de manera ilegal a la red aparecen como viviendas que sí cuentan con servicio eléctrico.

Para la estimación de los consumos y del tipo de energéticos empleados por los equipos considerados en este trabajo se recurrió a estimaciones de expertos basadas en trabajos experimentales (Friedmann, 1993; Masera *et al*, 1991; Campero, 1992; De Buen, 1993; Schipper y Hawk, 1991; Sheinbaum *et al*, 1996 y Sheinbaum, 1996).

Comercial

En el sector comercial la actividad energética “A” correspondiente puede descomponerse en dos variables:

Tabla A9.4 Características del equipamiento de las viviendas en la ZMVM en el 2000

Cocción de alimentos		Electrodomésticos	
Consumo Unitario	(GJ/viv*año)	Consumo Unitario	(Kwh/equipo*año)
Leña	40	Refrigerador	550
GLP	9	Aire acondicionado	1600
Gas Natural	9	Televisor	160
Saturación		Plancha	70
Leña	0.2%	Lavadora de ropa	120
GLP	92%	Ventilador	88
Gas Natural	7%	Otros	50
Calentamiento de agua		Equipos por vivienda equipada	Número de equipos
Consumo Unitario	(GJ/viv*año)	Refrigerador	1.0
Leña	30	Aire acondicionado	1.0
GLP	12	Televisor	1.5
Gas Natural	12	Plancha	1.1
Saturación		Lavadora de ropa	1.0
Leña	1.5%	Ventilador	1.4
GLP	54%	Otros	1.0
Gas Natural	7%	Saturación	
Iluminación		Refrigerador	85%
Consumo Unitario	(Kwh/viv*año)	Aire Condicionado	2.7%
Electricidad	507	Televisor	97%
Saturación		Plancha	97%
Electricidad	99.5%	Lavadora de Ropa	63%
		Ventilador	34%
		Otros	100%

Saturación: % de viviendas que cuentan con el equipo

- Intensidad energética, “*IE*”, expresada como la relación de la energía consumida con el combustible “*j*” por el comercio al PIB del sector.
- Producción total “*P*”, expresada como el PIB comercial.

$$A = \sum_j IE_j * P$$

Se determinó la actividad para cada uso final en el Distrito Federal y para toda la ZMVM. El correspondiente al Estado de México se obtuvo mediante la diferencia de los primeros.

Se utilizaron unidades económicas para la definición de estos factores debido al nivel de agregación sectorial y a la disponibilidad de datos. Los energéticos contabilizados fueron la electricidad, el gas natural y el GLP.

Línea base 2000-2012

Para la estimación de lo que serán las emisiones de GEI del sector durante el período 2000 al 2012 se consideraron los tres escenarios de crecimiento del PIB ya descritos en el Capítulo V, la intensidad correspondiente a cada energético se mantuvo constante a partir del 2000, es decir, no se consideraron mejoras en la eficiencia energética.

Fuentes de Información

La información relativa al consumo de cada energético se obtuvo de los anuarios estadísticos del INEGI, de los informes oficiales de PEMEX, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro y del Balance de Energía de la ZMVM 2000, del Programa Universitario de Energía.

Bombeo de agua y alumbrado público

El sector público incluye el bombeo de agua y el alumbrado público, aquí la actividad energética “*A*” corres-

pondiente a un uso final puede descomponerse en dos variables:

- Intensidad Energética “*IE_{bombeo}*”, expresada como la relación de la electricidad consumida por el bombeo de agua al número de habitantes.
- Intensidad Energética “*IE_{alumbrado}*”, expresada como la relación de la electricidad consumida por el alumbrado público al número de viviendas.
- Número de habitantes “*H*”.
- Número de viviendas “*V*”

$$A = (IE_{bombeo} * H) + (IE_{alumbrado} * V)$$

Se determinó esta actividad únicamente para el Distrito Federal.

Usos finales considerados

Los usos finales considerados fueron el bombeo de agua potable; drenaje; plantas de potabilización y tratamiento, y el alumbrado público de calles y avenidas.

Línea base 2000-2012

Para la estimación de lo que serán las emisiones de GEI del sector durante el período 2000 al 2012, se consideraron los tres escenarios de crecimiento poblacional y de viviendas ya descritos en el Capítulo V, la intensidad energética se mantuvo constante a partir del 2000, es decir, no se consideraron mejoras en la eficiencia energética.

Fuentes de Información

La información relativa al consumo eléctrico por bombeo de agua y por el alumbrado público se obtuvo a partir de los reportes oficiales del Gobierno de la Ciudad de México.

Público (excepto bombeo de agua y alumbrado público)

En el sector gobierno la actividad energética "A" correspondiente puede descomponerse en dos variables:

- Intensidad Energética "IE", expresada como la relación de la energía consumida con el energético "j" en el uso final "m" al número de habitantes.
- Número de habitantes "H".

$$A = \sum_m \sum_j IE_{mj} * H$$

Se determinó esta actividad únicamente para el Distrito Federal.

Usos finales considerados

Los usos finales considerados fueron todas las líneas del metro, trolebús y tren ligero; todos los edificios del gobierno central, delegaciones y mercados; instalaciones deportivas, fuentes y semáforos; alumbrado decorativo de edificios históricos, monumentos y para fechas especiales; alumbrado de áreas comunes en habitación popular y servicios directos.

Línea base 2000-2012

Para la estimación de lo que serán las emisiones de GEI del sector durante el período 2000 al 2012, se consideraron los tres escenarios de crecimiento poblacional ya descritos en el Capítulo V, la intensidad energética se mantuvo constante a partir del 2000, es decir, no se consideraron mejoras en la eficiencia energética.

Fuentes de Información

La información relativa al consumo de energía se obtuvo de los reportes oficiales del Gobierno de la Ciudad de México.

Generación de energía eléctrica

La actividad energética "A" correspondiente a la generación de energía eléctrica puede descomponerse en dos variables:

- Consumo de energía "CE", correspondiente al energético "k" de la unidad de generación "m" en la central de generación "n".
- Variación en el consumo de energía "VCE" debido a variaciones en el factor de planta, eficiencia, demanda, etcétera, de la unidad de generación "m" en la central de generación "n".

$$A = \sum_m \sum_n CE_{mn} \pm VCE_{mn}$$

Usos finales considerados

Las centrales consideradas son las que se encuentran en la ZMVM: Jorge Luque; Lechería; Nonoalco; Valle de México de Comisión Federal de Electricidad; y Valle de México de Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

Línea base 2000-2012

Dado que la generación de energía eléctrica de la ZMVM se utiliza de manera estratégica para darle estabilidad al sistema, se consideró que el factor de planta se mantendrá constante al menos en el período 2000-2012, que no se instalarán nuevas unidades ni centrales de generación y que no se presentarán mejoras significativas en la eficiencia energética actual.

Fuentes de Información

La información relativa al consumo de energía se obtuvo de las Cédulas de Operación de cada una de las centrales y de los reportes oficiales de Comisión Federal de Electricidad y de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro.

**Tabla A9.5 Coeficientes de emisión
de Gases de Efecto Invernadero debidas al consumo de combustibles**

Combustible	CO ₂ kg/TJ	CH ₄ kg/TJ	N ₂ O kg/TJ
Gas natural	56100	50	0.1
Gas licuado	63067	4	-
Combustóleo ligero	77367	0.2	0.3
Combustóleo pesado	77367	3.0	0.3
Gasolina	69300	20	0.6
Diesel	74067	5	0.6
Gasóleo	74067	0.2	0.4
Petróleo diáfano	69300	0.2	0.4
Coque	94600	-	1.4
Leña	109633	12	15
Carbón bituminoso	94600	0.7	1.6
Querosinas	71867	18	0.2

**Tabla A9.6 Coeficientes de emisión de Gases de Efecto Invernadero
debidas al consumo de electricidad**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
kg CO ₂ / kWh	0.684	0.701	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651	0.651
kg CH ₄ / kWh	2.06E-05	2.02E-05	1.59E-05										
kg NO / kWh	5.25E-06	5.43E-06	3.60E-06										

Tabla A9.7 Poder calorífico de los combustibles mexicanos

Combustible	Unidades	2000
Gas natural	kJ / m ³	32,326
Gas licuado	MJ / bl	3,734
Combustóleo ligero	MJ / bl	6,392
Combustóleo pesado	MJ / bl	6,392
Gasolina	MJ / bl	5,126
Diesel	MJ / bl	5,729
Gasóleo	MJ / bl	5,665
Petróleo diáfano	MJ / bl	5,665
Coque	MJ / ton	31,672
Leña	MJ / ton	14,486
Carbón bituminoso	MJ / ton	19,136
Querosinas	MJ / bl	5,665

Coeficientes de Emisión

Los coeficientes de emisión se tomaron del *Manual de Referencia de las Directrices del IPCC para los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, 1996* (IPCC, 1997) (véase Tabla A9.5).

En cuanto a los coeficientes de emisión correspondientes al consumo de electricidad, para los años 2000 y 2001 se supone que la emisión generada por un kWh consumido en cualquier momento, depende de la estructura total de generación.

De esta forma se estima un factor de emisión (ton/kWh) que depende de los combustibles fósiles utilizados para generar un kWh promedio en determinado año y del consumo total de electricidad en el mismo año.

Para los años 2002 al 2012 se aplicó la metodología de la Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A.C. (ATPAE), en donde el coeficiente se determina considerando el parque de generación actual y las tendencias nacionales en la construcción de nuevas centrales de generación a partir del 2002, este coeficiente se aplicó para las proyecciones futuras (Véase Tabla A9.6).

Poder calorífico de los combustibles

Los poderes caloríficos de los combustibles corresponden a los reportados por la Secretaría de Energía (véase Tabla A9.7).

Residuos Sólidos

Metodología de Cálculo de Emisiones Generadas

Se utilizó la metodología por omisión del IPCC, basada en el contenido de carbón orgánico disponible, para determinar el potencial total de generación de biogás de los residuos sólidos. Para esto se consideraron los datos reales de composición de los residuos y las característi-

cas reales de los rellenos sanitarios de la ZMVM. En seguida se aplicó la *Metodología cinética de decaimiento de primer orden* recomendada por la EPA para determinar el decaimiento en las emisiones de biogás generado por los residuos desde 1960 hasta el 2012.

La información utilizada provino del *Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la Ciudad de México*, (JICA, 1999); de los valores conservadores por omisión recomendados por IPCC y de los recomendados por EPA; de los datos históricos de población del INEGI y de los escenarios futuros de población del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

UNIDADES DE MEDIDA, SIGLAS Y ABREVIATURAS

CO₂: Bióxido de carbono

CH₄: Metano

CO: Monóxido de carbono

COT: Compuestos orgánicos totales

N₂O: Oxido nitroso

HFCs: Hidrofluorocarbonos

PFCs: Perfluorocarbonos

SF₆: Hexafluoruro de azufre

t o ton = 1,000 kilogramos

kt o kton = kilotoneladas = 10⁶ kilogramos

Mt o Mton = Megatoneladas = 10⁹ kilogramos

J = Joule

TJ = Terajoule = 10¹² Joules

PJ = Petajoule = 10¹⁵ Joules

MtCO₂ equivalente = Megatoneladas de CO₂ equivalente

= 10⁶ toneladas de CO₂ equivalente

MWh = Mega Watt-hora = 10⁶ Watt-hora (unidad de energía)

MJ/\$1993: Mega Joules por cada peso de 1993 (intensidad de energía por cada peso de 1993)

AIE: Agencia Internacional de Energía

ANP: Área Natural Protegida

APDF: Administración pública del DF

ATPAE: Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A.C.

CAM: Comisión Ambiental Metropolitana

CC: Cambio climático

CCA: Comisión de Cooperación Ambiental

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe

CERESO: Centro de Readaptación Social

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático

COA Cédula de operación anual

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

CONAPO: Consejo Nacional de Población.

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
CORENADER: Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Gobierno del Distrito Federal.
DF: Distrito Federal
EDUSAT: Sistema de televisión educativa
ELAC: Estrategia Local de Acción Climática
ELACDF: Estrategia Local de Acción Climática del DF
ECOCE: Ecología y Compromiso Empresarial
ENIGH: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares, INEGI.
EPA: United States Environmental Protection Agency. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.
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
JICA: Japan International Cooperation Agency. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
LGEEPA: 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
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
PITV: Programa Integral de Transporte y Vialidad.
PJ: Petajoule
PK: Protocolo de Kioto
PM₁₀: Partículas menores a 10 micras.
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
PRODERS: Programas de Desarrollo Regional Sustentable

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

- ACOSTA M., J. VARGAS, A. VELÁZQUEZ, J. D. ETCHEVERS, (2002), *Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas de Oaxaca*, México, *Agrociencia* 36:752-736.
- ALDF, (2003), "Decreto por el que se crea la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, XIII Época, No. 33, 22 de abril de 2003, México. Consultado en internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/abril03_22_33.pdf
- ANAM, (2000), *Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático*, Autoridad Nacional del Ambiente, República de Panamá. Consultado en internet: http://www.anam.gob.pa/cambio%20climatico/comunicaciones_nacionales.htm
- ATPAE, (2003), *Metodología para Determinar las Reducciones de Emisiones de GEI por Proyectos de Eficiencia Energética y Energías Renovables*. Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A.C., México. Internet: www.atpae.org.mx
- AYALA LÓPEZ, R., (1988), *Ecuaciones para estimar biomasa en pinos y encinos en la Meseta Central de Chiapas*, Tesis de licenciatura en ingeniería forestal, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- CAM, (2003) *Programa para mejorar la calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (PROAIRE 2002-2010)*, Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México (SEGEM), Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMA GDF), Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Salud (SSA), México.
- CAMPERO, E., (1992), "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*. Ed. Quintanilla J. UNAM, UC (Berkeley) México.
- CARABIAS, J. Y R. Landa, (2005), *Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*, Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México, Fundación Gonzalo Río Arronte, México.
- CESPEDES, (1998) "Después de Kioto: México y el Cambio Climático", *Serie Cuadernos de Trabajo*, No. 1, Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, México.
- CONAPO, (1998), "Escenarios Demográficos y Urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010", en *La situación demográfica de México, 1998*, Consejo Nacional de Población, México. Consultado en internet: <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/1998/PDF/08.pdf>

- CORENADER, (2005), *Análisis del crecimiento urbano en el Suelo de Conservación del DF 2000-2005*, Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México.
- CORTÉS, F Y R. RUVALCABA, (1982), *Técnicas estadísticas para el estudio de la desigualdad social*, Centro de Estudios Sociológicos de El Colegio de México y FLACSO, México.
- CTS, INE, (2006), "Reduce Metrobús niveles de exposición a contaminantes en usuarios", Boletín de prensa, 18 de abril de 2006, Centro de Transporte Sustentable, Instituto Nacional de Ecología, México. Consultado en internet: <http://www.cts-ceiba.org/pdf/prensa.pdf>
- DE BUEN, O; (1993), "Residential Air Conditioning in Northern Mexico: Impacts and Alternatives". *Master's Thesis, Energy and Resources*. University of California. Berkeley, Estados Unidos.
- SMA; (2002) "Programa de Reconocimiento a la Calidad Ambiental". *Taller efectuado 8 de febrero de 2002*. Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Educación Ambiental, México.
- Ellis, J; Bosi, M; (1999), *Options for Project Emission Baselines*, OECD, IEA, Paris.
- EPA, (1995) "Guidance for Mitigation Assesments, Version 2.0". *Lawrence Berkeley Laboratory Report #LBL-363 87*. Universidad de California. Berkeley, Estados Unidos.
- EPA, (1998), *User's Manual Lanfill Gas Emissions Model V.2.01*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. Consultado en Internet: <http://www.epa.gov/ttn/atw/landfill/landflpg.html>
- FAO, (2002), *Captura de Carbono en los Suelos para un Mejor Manejo de la Tierra. Informes sobre recursos mundiales de suelos*. [Basado en el trabajo de Michel Robert, Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, Francia] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Consultado en internet: <http://www.fao.org/docrep/005/Y2779S/y2779s00.HTM>
- FERNANDEZ, A., J. MARTÍNEZ, P. OSNAYA, (2003), *Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002*, SEMARNAT, INE, México.

-
- FRIEDMANN, R; (1993), "Mexico's Residential Sector: Main Electric End Uses and Savings Potential". *Proceedings of the 1993 ECEEE Summer Study: The Energy Efficient Challenge for Europe 1:311-22*. Eds. Ling, R; Wilhite, H; The European Council for an Energy Efficient Economy. Oslo, Noruega.
- GDF, (2000), "Decreto de Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal" en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, X Época, No. 139, 1 de agosto de 2000, Gobierno del Distrito Federal, México. Consultado en internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/2000_agosto_1_139.pdf
- GDF, (2000), *La Ciudad de México Hoy: Bases para un Diagnóstico*, Fideicomiso de Estudios Estratégicos sobre la Ciudad de México (FEESCM), México.
- GDF, (2001), "Acuerdo por el que se crea el Comité del Sistema de Administración Ambiental de la Administración Pública del Distrito Federal", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, XI Época, No. 89, 24 de julio de 2001. Consultado en internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/2001_julio_24_89.pdf
- GDF, (2003), "Decreto por el que se crea la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal" en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, XIII Época, No. 33, 22 de abril de 2003, México. Consultado en internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/abril03_22_33.pdf
- GDF, (2005), "Decreto por el que se crea el Organismo Público Descentralizado Metrobús", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, XV Época, No. 29, 9 de marzo de 2005, México. Consultado en internet: http://www.consejeria.df.gob.mx/gaceta/pdf/marzo05_09_29.pdf
- GDF, (2006), "Declaratoria de la Zona Metropolitana del Valle de México suscrita por el Jefe de Gobierno del Distrito Federal y el Gobernador del Estado de México, el 22 de diciembre de 2005 en el marco de la cuarta sesión plenaria de la Comisión Ejecutiva de Coordinación Metropolitana", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, XVI Época, No. 10, 23 de enero de 2006, México.
- HALSNAS, K., G. MACKENZIE, J.M. CHRISTENSEN, J. SWISHER, A. VILLAVICENCIO, (1998), *UNEP Greenhouse Abatement Costing Studies*, UNEP Collaborating Centre on Energy And Environment, Risø National Laboratory, Denmark.
- HARRIS, CHARLES, coord. (1998), "Permafrost y clima en Europa: Cambio climático, degradación del permafrost de montaña y riesgos geotécnicos" en *Proyecto Pace, Environmental and climate Research Programme*. Consultado en internet: <http://www.ucm.es/info/pace/>

- IBAÑEZ, JUAN JOSÉ, (2006), "Suelos, cambio climático y permafrost" en *Un Universo invisible bajo nuestros pies*, Blog: <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/01/10/11841.aspx>
- INE, (1993), "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", en *Diario Oficial de la Federación*, 22 de octubre de 1993, Instituto Nacional de Ecología, México. Consultado en internet: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/247/crp1.html>
- INE, SEMARNAP, (1999), *Estrategia Nacional de Acción Climática*, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- INE, SEMARNAT, (2000), *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998*, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. Consultado en internet: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/download/362.pdf>
- INEGI, (1992), *Estados Unidos Mexicanos. Resumen General. XI Censo de Población y Vivienda 1990*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (1995) *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1994*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (1997), *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1996*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México
- INEGI, (1997a), *Conteo 95. Estados Unidos Mexicanos. Resultados Definitivos. Tabulados Básicos*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (1999), *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 1998*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2001a) *Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2000*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2001), *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares ENIGH-2000*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.

-
- INEGI, (2001a), *XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Tabulados Básicos. Estados Unidos Mexicanos*. Tomo I. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2002), *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares ENIGH-2002*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2005a), *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2004*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2005), *Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana 2002*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México.
- INEGI, (2006a), *II Censo de Población y Vivienda 2005*, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, (2006b), *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por entidad federativa 1999-2004*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- IPCC, (1990), *First Assessment Report*. 1990. Intergovernmental Panel on Climate Change, United Nations.
- IPCC, (1995), *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas inventories (3 Volumes)*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, (1997) *Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (3 Volumes)*, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC, OECD, AIE, (1997), *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996. Vol. 1, 2 y 3*, Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Organization for Economic Cooperation And Development (OECD), International Energy Agency (IEA),. Consultado en internet: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm>
- IEA, 1997: *CO 2 Emissions from fuel combustion: a new basis for comparing emissions of a major greenhouse gas, 1972-1995*, International Energy Agency, Paris.

- IPCC (2000), *Informes Especial del IPCC. Escenarios de Emisiones. Resumen para responsables de Políticas*, Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre Cambio Climático (IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consultado en internet: <http://www.ipcc.ch/pub/sres-s.pdf>
- IPCC (2000) *Land Use Change and Forestry. Special Report of the IPCC*, Cambridge University Press, United Kingdom.
- IPCC, (2001a), *Cambio climático 2001: Informe Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consultado en internet: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/
- IPCC, (2001b), *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press Inglaterra. Consultado en internet: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/index.htm
- IPCC, (2001c), *Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press. Consultado en internet: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf
- IPCC, 2001d, *Tercer informe de evaluación. Cambio climático 2001. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico*, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consultado en internet: <http://ipcc.ch/pub/un/ipccwg2s.pdf>
- IPCC, (2001e), *Tercer informe de evaluación. Cambio climático 2001. La base científica. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consultado en internet: <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg1s.pdf>
- IPCC, (2001f). *Tercer informe de evaluación. Cambio climático 2001. Anexos*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). Organización Meteorológica Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Consultado en internet: <http://www.ipcc.ch/pub/un/syrspanish/annex.pdf>

-
- IPCC, (2001g), Tercer informe de Evaluación. Cambio climático 2001. Mitigación. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Grupo de trabajo III. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Consultado en internet: <http://www.ipcc.ch/pub/un/ipccwg3s.pdf>
- JÁUREGUI, E., (2000), "El clima de la Ciudad de México", en *Temas Selectos de Geografía: Textos Monográficos (Urbanización)*, Ed. Plaza y Valdés, México.
- JICA, (1999), *Estudio sobre Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos*, Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Gobierno del Distrito Federal (GDF), Kokusai Kogyo Co., LTD, México. Consultado en internet: <http://www.sma.df.gob.mx/rsolidos/06/01clave.pdf>
- JUSTE, J., (1999), *Derecho Internacional del Medio Ambiente*, McGraw-Hill, Madrid.
- KEPNER, C., B. TREGOE, (1989), *El nuevo directivo racional*, McGraw-Hill, México.
- KNIGHT, D., (2001), "Ambiente: El cambio climático ya está entre nosotros" en *Tierramérica, Medio ambiente y desarrollo*, edición del 25 de febrero de 2001, Consultado en internet: <http://www.tierramerica.net/2001/0225/noticias1.shtml>
- KRAUSE, F; (1996), "The cost of mitigating carbon emissions. A review of methods and findings from European studies", *Energy Policy* vol.24 nos.10/11:899-915.
- LEGORRETA, J., (2005a), "Cinco grandes lagos, extinguidos en menos de 500 años" en *Agua, La Jornada, Edición Especial*, México.
- LEGORRETA, J., (2005b), "Inundaciones recientes presagian una catástrofe en el DF" en *Agua, La Jornada, Edición Especial*, México.
- MARTÍNEZ, C.; V. LIBREROS; A. QUIÑONES; R. LÓPEZ; G. ORTIZ; J.L. MONTESILLO, (2004), *Gestión del Agua en el Distrito Federal: Retos y Propuestas*, Programa Universitario de Estudios de la Ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- MARTÍNEZ, F.; F. SIMÓN-SORIA; G. LÓPEZ ABENTE, (2004), "Valoración del impacto de la ola de calor del verano de 2003 sobre la mortalidad", en *Gaceta Sanitaria. Informe SESPAS 2004: La salud pública desde la perspectiva de genero y clase social*, Suplemento 1, Volumen 18, España. Consultado en internet: <http://www.sespas.es/informe2004/sepas2004p250-258.pdf>

MASERA, O; O. DE BUEN; R. FRIEDMANN; (1991) "Consumo residencial de energía en México: estructura, impactos ambientales, potencial de ahorro". *Primera Reunión Internacional sobre Energía y Medio Ambiente en el Sector Residencial Mexicano*, Ed. Quintanilla, J. UNAM, UC (Berkeley) México D.F.

MASERA, O; C. SHEINBAUM; (1999), *Mitigación de emisiones de carbono y prioridades de desarrollo nacional*, Instituto de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), México.

MILLER, T.; (1994), *Ecología y Medio Ambiente*, Grupo Editorial Iberoamérica. México.

OLADE, CEPAL; (1997), *Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Enfoques para la Política Energética*", Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Quito, Ecuador.

ONU, (1988), *Resolución 43/53. Protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras*, Cuadragésimo Tercer Periodo de Sesiones de la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas, 6 de diciembre de 1988. Consultado en internet: <http://www.un.org/spanish/documents/ga/43/list43.htm>

ONU, (1992), *Convenio sobre la diversidad biológica. Convenio de Río*. Organización de las Naciones Unidas.

ONU, (1992), *Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático*, Organización de las Naciones Unidas, Nueva York. Consultado en Internet en: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

ONU, (1998), *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Organización de las Naciones Unidas. Consultado en internet: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>

PAOT, (2006), *Elementos para una gestión adecuada del Suelo de Conservación del Distrito Federal*, Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del DF, Subprocuraduría de Ordenamiento Territorial, México. Consultado en internet: <http://www.paot.org.mx/centro/paot/suelodeconservacion06.pdf>

PARTIDA, V. Y C ANZALDO, (2003), Escenarios demográficos y urbanos de la zona metropolitana del valle de México" en *La situación demográfica de México, 2003*, Consejo Nacional de Población, México. Consultado en internet: <http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/2003/04.pdf>

-
- PERLÓ M. Y A. E. GONZÁLEZ, (2005), *¿Guerra por el agua en el Valle de México? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*, Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad (PUEC), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Fundación Friedrich Ebert, México.
- QUEVEDO, C.; (1998) "Análisis de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) en la utilización de energía" en *Seminario Latinoamericano y del Caribe sobre Gases de Efecto Invernadero*, 21 y 22 de mayo de 1998, Ecuador.
- RAMOS, J.; (2001) "De Kioto a Marrakech: Historia de una flexibilización anunciada" en *Ecología Política. Cuadernos de Debate Internacional*, No. 22, págs. 45-56, Icaria Editorial, Barcelona. Consultado en internet: <http://www.ecologiapolitica.info/ep/22.pdf>
- REDDY, A., (1995), "The DEFENDUS Approach to Integrated Energy Planning". *Energy for Sustainable Development II*, págs. 15-26.
- ROSAS, C., (2002), *Australia y Canadá: ¿potencias medias o hegemonías frustradas. Una visión desde México*. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
- SCHIPPER, L; HAWK, D; (1991) "More efficient household electricity-use: An International Perspective", *Energy Policy*, vol. 19(3): 244-265.
- SEMARNAP, (1997), *México. Primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México. Consultado en internet el 29 de mayo de 2006: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/download/c-clima.pdf>
- SEMARNAP, (1999), *Programa Nacional de Acción Climática. Documento para consulta pública*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, México.
- SEMARNAT, (2003), *La deforestación en 24 regiones PRODEFS*, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México.
- SEMARNAT, (2004), "Acuerdo por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretaría denominada Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero", *Diario Oficial de la Federación*, 23 de enero de 2004, México.

- SEMARNAT, INE, (2001), *México. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México, consultado en internet el 29 de mayo de 2006: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/download/segconal.pdf>
- SEMARNAT, INE, (2006), *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, United States Environmental Protection Agency, Western Governors' Association, North American Commission for Environmental Cooperation, México. Consultado en internet: <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calaires/inem1999/final1%20INEM,%201999.pdf>
- SENER, (1997), *Balance Nacional de Energía 1996-1997*, Secretaría de Energía, México.
- SENER, (2002), *Balance Nacional de Energía 2001-2002*, Secretaría de Energía México.
- SENER, (2003), *Balance nacional de Energía 2002*, Secretaría de Energía, Consultado en internet: <http://www.energia.gob.mx/work/sites/SenerNva/resources/LocalContent/4058/1/balance2002.pdf>
- SENER, (2003a), *Prospectiva del sector eléctrico 2003-2012*, Secretaría de Energía, México. Consultado en internet: http://www.sener.gob.mx/work/sites/SenerNva/resources/LocalContent/3403/1/prospectiva_elect.pdf
- SENER, (2004), *Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo 2004-2013*, Secretaría de Energía, México. Consultado en internet: <http://www.energia.gob.mx/work/sites/Sener/resources/LocalContent/3995/12/glp0413.pdf>
- SENER, (2005), *Balance Nacional de Energía 2004*, Secretaría de Energía, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, México. Consultado en internet el 18 de octubre de 2006: <http://www.energia.gob.mx/work/sites/SenerNva/resources/LocalContent/4058/1/balance2004.pdf>
- SETRAVI, (2006), *Informe de Gestión 2006*, Secretaría de Transporte y Vialidad, Gobierno del Distrito Federal, México. Consultado en internet: <http://www.setravi.df.gob.mx/informes/informeGestion2006.pdf>
- SHEINBAUM, CLAUDIA, (1996) *Consumo de Energía Residencial en México*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- SHEINBAUM, CLAUDIA; MARTÍNEZ, M; RODRÍGUEZ, L; (1996) "Trends and Prospects in Mexican Residential Energy Use". *Energy Policy* vol. 21: 493-504. México.

-
- SHEINBAUM, CLAUDIA, coord., (1997), *Final Report to the USAID-Support to the National Climate Change Plan for Mexico*, en *Instituto de Ingeniería Reporte 6133*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- SHEINBAUM, C., OVEN, M., VÁZQUEZ, O., (1999), "El Programa de Mejoramiento Ambiental de la Delegación Tlalpan". *Memorias del XX Seminario Nacional sobre Uso Racional de la Energía*. ATPAE. México D.F.
- SHEINBAUM, C., L.V. OZAWA, O. VÁZQUEZ Y G. ROBLES, (2000). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero asociados a la producción y uso de energía en la Zona Metropolitana del Valle de México. Reporte Final del Grupo de Energía y Medio Ambiente de la UNAM a la Comisión Ambiental Metropolitana*, México.
- SHEINBAUM, C; VÁZQUEZ, O; (1997) "Commercial and Residential Efficient Lighting", en C. Sheimbaum coord. *Final Report to the USAID-Support for a Climate Change National Plan for Mexico*, Instituto Nacional de Ecología e Instituto de Ingeniería. UNAM. México D.F. Págs. 25-29
- SMA, 2001, *Inventario de Emisiones a la Atmósfera, Zona Metropolitana del Valle de México 2000*, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México. Consultado en internet: <http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules.php?name=News&file=article&sid=204>
- SMA, (2002), *Programa de Protección Ambiental del Distrito Federal 2002-2006*, Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Gobierno del Distrito Federal, México.
- SMA, (2002), *Segundo informe*. Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México.
- SMA, (2002), "Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-002-RNAT-2002, que establece las condiciones para la agricultura ecológica en el suelo de conservación del Distrito Federal", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 18 de diciembre de 2003. México.
- SMA, (2004a), *Cuarto informe*. Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal, México. Consultado en internet: http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/-informe_de_trabajo_sma_2004.pdf
- SMA, (2004b), "Programa de gestión integral de residuos sólidos para el Distrito Federal", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, No. 101 Bis, 1º. de octubre de 2004, México.

- SMA, (2004c), *Actualización del Programa Hoy No Circula*, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, Dirección de Instrumentación de Políticas, México.
- SMA, (2005), *Quinto informe. Gobierno del Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente*. México. Internet: [http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/informe de trabajo sma 2005.pdf](http://www.sma.df.gob.mx/sma/download/archivos/informe_de_trabajo_sma_2005.pdf)
- SMA, (2006a), *Inventario de Emisiones de la ZMVM, 2004*, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México.
- SMA, (2006b), *Sexto informe de trabajo. Secretaría del Medio Ambiente. Octubre 2006*, Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, México.
- SMA, (s/f1), *Guía de buenas prácticas ambientales para el hogar*, Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, México.
- SMA, (s/f2), *Guía de prácticas ambientales para Edificios Públicos*, Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, México.
- ZÚÑIGA, J. F., D.M. PÉREZ, (1999) *Opciones de mitigación del cambio climático en el sector residencial*, Centro de Tecnología Nuclear, Cuba.