



INSTITUTO  
MEXICANO DEL  
TRANSPORTE



Certificación ISO 9001:2008 ‡

---

---

# Movilidad de pasajeros en México: Implicaciones ambientales y económicas

Víctor Manuel Islas Rivera  
Salvador Hernández García  
José Antonio Arroyo Osorno  
Martha Lelis Zaragoza  
Juan Ignacio Ruvalcaba Martínez

**Publicación Técnica No. 372**  
**Sanfandila, Qro. 2012**



---

**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES**  
**INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

**Movilidad de pasajeros en México:  
Implicaciones ambientales y económicas**

**Publicación Técnica No. 372**  
**Sanfandila, Qro. 2012**

---



El presente reporte preliminar del estudio fue realizado en la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional del Instituto Mexicano del Transporte, por Víctor Manuel Islas Rivera, Salvador Hernández García, Antonio Arroyo Osorno y Juan Ignacio Ruvalcaba con la colaboración de Martha Lelis Zaragoza del área de Formación Profesional del IMT.



# Índice

---

Resumen .....	iii
Abstract .....	v
Resumen ejecutivo .....	vii
1 Introducción.....	1
2 Movilidad y contaminación en México .....	5
2.1 Emisiones GEI del transporte.....	5
2.2 Transporte y contaminación del aire en la Ciudad de México .....	8
2.3 Calidad del aire .....	14
2.4 Contaminación acústica .....	15
2.4.1 Estudios en carreteras interurbanas .....	16
2.4.2 Algunas mediciones en la Ciudad de México.....	16
2.5 Estimaciones económicas del efecto de las emisiones del transporte .....	17
2.6 Desarrollo tecnológico en vehículos y combustibles .....	18
2.6.1 Diagnóstico de los combustibles.....	18
3 Desarrollo del financiamiento del transporte urbano en el D.F.....	23
3.1 Inversión pública directa: presupuesto para el transporte urbano en el D. F.	23
4 Programas de fomento al transporte sustentable en México .....	25
4.1 Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).....	25
4.2 Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM).....	25
4.3 Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU).....	27
4.4 Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para el Transporte Urbano (MASTU) .....	28
5 Desarrollo y aplicación de algunas políticas de movilidad sustentable .....	29
5.1 Los proyectos de autobuses rápidos confinados (BRT) en México.....	29

5.1.1 El Sistema Integrado de Transporte (SIT-Optibús) .....	29
5.1.2 El transporte público masivo en Guadalajara.....	30
5.1.3 El sistema METROBÚS en la Ciudad de México .....	30
5.1.4 El sistema MEXIBÚS en el Estado de México .....	34
5.2 El programa de ciclovías .....	34
5.3 Programa de sustitución de taxis .....	35
5.4 El Programa "Hoy no circula" y la verificación de vehículos no contaminantes.....	35
5.4.1 Los programas de verificación de emisiones .....	36
5.4.2 La verificación en la vía pública .....	36
5.4.3 Inspección de normas de calidad en los talleres mecánicos.....	36
5.4.4 El programa "Hoy no circula" .....	37
Conclusiones .....	39
Bibliografía .....	43
Anexos .....	47

# Resumen

---

En el presente documento se incluyen los resultados de una investigación que continúa el estudio de la movilidad urbana e interurbana, enfocándose en las consecuencias ambientales que se podrían estar generando, no sólo por la forma en que actualmente es diseñado y operado el sistema de transporte que se aboca a su atención, sino también por los impactos en la productividad y competitividad que podrían presentarse si no se atienden adecuadamente la demanda de viajes entre y dentro de las ciudades. Para conocer la relación entre el transporte y la contaminación en México se revisan las emisiones de gases de efecto invernadero (G.E.I.), destacando el inventario de emisiones del sector transporte. En ese sentido, se revisa la evolución de la contaminación en el periodo 2004-2009 para el caso de la Ciudad de México. En contrapartida, se analiza el desarrollo tecnológico en vehículos y combustibles, así como de las inversiones totales en infraestructura de transporte y también una serie de medidas de fomento al transporte sustentable en México, destacando los programas MEDEC y PROTRAM. El reporte incluye una descripción de algunos de los proyectos que podrían considerarse buenas prácticas de una política de transporte sustentable.



# Abstract

---

The current research report is focus on the implications of urban and interurban mobility at the increasing levels of pollution and environment damage in Mexico. However, we are conscious that there are not only negative environmental consequences caused by the way the Mexican transport system is designed and managed. There are a lot of problems originated by the negative impacts on productivity and efficiency of all economic activities when the transport system is not adequate to the real needs of mobility. Therefore, we analyze the contribution of Mexican transport system to atmospheric pollution, focusing at Mexico City's case. Then, we have revised some of the possible technological developments to be incorporated in vehicles and fuel options. We turn to analyze the Federal Government programs with national coverage in order to improve the performance of urban transport in Mexico (MEDEC and PROTRAM). Finally, the report contains a brief description of some of the most recent urban transport projects that could be considered good practices for sustainable transport policy.



# Resumen ejecutivo

---

La presente publicación tiene por objeto destacar las principales implicaciones económicas y ambientales derivadas de la gestión del servicio de transporte urbano e interurbano con orientación al desarrollo de políticas públicas que promuevan la movilidad urbana sustentable. Para ello se realizó una recopilación de los principales programas nacionales y de la Ciudad de México, orientados al abatimiento de los efectos no deseados del servicio de transporte, tales como la contaminación atmosférica, ruido, cambio climático, disminución de la productividad y el empleo.

Una dimensión de las consecuencias de las enormes cantidades de viajes y vehículos en circulación en la Ciudad de México lo representan las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Del análisis realizado en el presente trabajo se comprueba que si bien los montos de dichas emisiones son muy grandes en el año 2004 (1.8 millones de toneladas de monóxido de carbono, 822 mil toneladas de contaminantes orgánicos totales, 180 mil toneladas de óxidos de nitrógeno, 27 mil toneladas de partículas suspendidas y 6 mil 622 toneladas de dióxido de sulfuro), muestran una tendencia a estabilizarse o, en el caso del monóxido de carbono, a descender sensiblemente. Esta tendencia se refleja en la reducción en casi todas las concentraciones horarias de los elementos contaminantes de la atmósfera que se respira en la Ciudad de México. Esta reducción adquiere mayor relevancia cuando se toman en cuenta que los niveles máximos de concentración se encuentran ya muy por debajo de los niveles que la norma mexicana considera como la máxima concentración permisible para el ser humano. Este comportamiento señala una tendencia general decreciente que no se explica por el incremento en la cantidad de vehículos en circulación. En realidad, es una consecuencia de los diversos programas y acciones gubernamentales que están alcanzando los objetivos que fueron planteados. Entre estos programas destacan la sustitución de vehículos antiguos, la mejora de los combustibles, el uso obligatorio de los convertidores catalíticos y los programas de verificación vehicular.

El Gobierno Federal Mexicano, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, ha creado dos programas con cobertura nacional con el propósito de mejorar el desempeño de los transportes urbanos en México, tanto en términos de eficiencia y calidad del servicio como en la contención de los impactos negativos en el medio ambiente. Estos dos programas son el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) y el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU). El primero está orientado a apoyar financieramente -en coordinación con las autoridades locales y dependencias federales- el desarrollo de proyectos para un transporte público urbano y suburbano eficiente, seguro, cómodo, confiable y accesible a la mayoría de la población, para ciudades preferentemente mayores de 500 mil habitantes, mientras que el segundo tiene como objetivo el de contribuir a la transformación del transporte urbano en las ciudades y zonas metropolitanas del país hacia un menor crecimiento en la

tendencia de las emisiones de carbono e impulsar el uso de tecnologías limpias en el transporte urbano.

En el presente informe se incluye una muy breve descripción de algunos de los proyectos o programas que se han instrumentado en México y que ilustran la tendencia que probablemente va a tener la política de transporte, tanto por parte de los gobiernos locales, como por los programas de apoyo del gobierno federal. En particular, se destaca la gran aceptación que han tenido los proyectos de autobuses rápidos confinados (BRT) en las ciudades de León, Guadalajara y México. Además, se destacan el programa de ciclovías, la sustitución de taxis viejos, el programa "Hoy no circula" y la verificación de vehículos, como las acciones emblemáticas de la política de movilidad sustentable en la Ciudad de México.

En el capítulo 1, Introducción, se da un panorama de la actualidad del problema, desde el punto de vista de entidades internacionales y nacionales, asimismo, se ubica al estudio dentro de una serie de proyectos de investigación que el IMT ha desarrollado recientemente.

En el capítulo 2, Transporte y contaminación en México, se relata la situación actual de México en cuanto al desarrollo de políticas de control de las emisiones del transporte, teniendo como caso principal el de la Ciudad de México, en el que la operación de programas de control de la calidad del aire, por más de 20 años, ha permitido el abatimiento de las principales emisiones contaminantes a niveles tolerables o permisibles, sin embargo, se mantiene el reto de reducir otros efectos dañinos a la salud humana y ambiental como son el ruido y el calentamiento global, primordialmente.

En el capítulo 3, Evolución de las inversiones en transporte y el empleo en el DF, se describe la evolución de las inversiones en el sector transporte para el caso de la Ciudad de México, así como el cambio reciente del empleo para el total de las actividades económicas y en especial para el sector transporte.

El capítulo 4, Políticas de fomento al transporte sustentable en México, destaca las características de los programas federales como son los Programas para Mejorar la Calidad del Aire (Proaires), el Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (PROTRAM), y el Proyecto para la Transformación del Transporte Urbano (PTTU), así como Programas locales del DF relacionados con la gestión de los servicios de transporte en la Ciudad de México.

Por último en el capítulo 5, Conclusiones, se resumen los principales hallazgos, tales como un diagnóstico actual, virtudes y defectos de los programas descritos, así como la elaboración de recomendaciones generales para la confrontación de problemas pendientes y estudios sugeridos.

# 1 Introducción

---

La presente publicación tiene como objetivo principal dar a conocer la evolución y magnitud de las principales implicaciones ambientales y económicas derivadas de la gestión del servicio de transporte urbano e interurbano con orientación al diseño de un grupo de políticas públicas que promuevan la movilidad urbana sustentable.

México ha experimentado un fuerte crecimiento de su población urbana, dicho crecimiento está asociado a una serie de problemas entre los que destacan no sólo las necesidades de traslado de millones de personas, sino la consecuente utilización de una gran cantidad de recursos para atender dicha movilidad con efectos adversos a la salud humana y del medio ambiente. Entre esos recursos están no sólo las altas inversiones en infraestructura y vehículos, o el consumo de crecientes cantidades de energéticos, sino también el tiempo, la salud y la vida de las personas.

Como reconoce un documento de la OCDE, "el principal reto que se enfrenta en el diseño de las políticas de transporte y uso del suelo, consiste en asegurar que la creciente cantidad de asentamientos urbanos y suburbanos (que se presentan en todos los estratos socio-económicos) tengan un acceso integral a los servicios y actividades en sus vidas cotidianas, mientras que se minimizan los impactos negativos que la realización de los viajes pueden tener en el ambiente, la equidad, la economía y la salud."<sup>1</sup> En ese sentido, se intenta hacer un primer análisis de las condiciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de un proceso de gestión de estrategias para la movilidad sustentable en México. "Es necesario contar con paquetes integrales de políticas (compuestos de una mezcla inter-sectorial de medidas regulatorias, tarifarias y tecnológicas) tales que envíen las señales correctas a los mercados de uso del suelo y del transporte".<sup>2</sup>

Especial atención se ha dado en los últimos años al tema de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y el calentamiento global, como lo señala el estudio "México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono (MEDEC)" (Johnson, 2009), auspiciado por el Banco Mundial, señala que "el sector del transporte en América Latina está creciendo velozmente en términos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) debido al rápido crecimiento económico y en la utilización de vehículos. En México el número de vehículos está previsto que crezca a un ritmo anual de 5%, pasando de una flota de 24 millones en 2008 a 70 millones en 2030". De igual forma, Johnson menciona que "un análisis de las opciones de mitigación para el transporte en México demuestra que hay numerosos beneficios conjuntos en estas opciones", que incluyen beneficios financieros, ahorros de tiempo y el

---

<sup>1</sup> ECMT-OCDE Implementing sustainable urban transport policies. CEMT/CM (2001) 13, p. 3.

<sup>2</sup> Ibid., p. 3.

mejoramiento ambiental local. Entre las opciones que pueden proporcionar las reducciones más grandes de GEI en México están la inspección de vehículos y los programas de mantenimiento, una planificación optimizada del transporte, normas de eficiencia vehicular y políticas de densificación. Los beneficios económicos resultantes de estas intervenciones incluyen a los beneficios financieros en comparación con los medios alternativos de transporte, el ahorro de tiempo para los individuos, por ejemplo, reduciendo los congestionamientos, así como la salud local se beneficia debido a las menores emisiones de contaminantes.

Otro elemento de gran importancia es el energético, pues actualmente las emisiones contaminantes están fuertemente asociadas al autotransporte, como lo señala Flavin (2008) “las emisiones derivadas de combustibles derivados del petróleo se verán seriamente limitadas por su producción en un futuro de mediano plazo, pues se espera que dentro de las siguientes dos décadas se inicie su declinación en el ámbito mundial. De esta forma se requiere que los servicios de transporte inicien lo antes posible su cambio al uso de otras fuentes de energía, siendo la electricidad (producida por fuentes renovables) la de mayor importancia, además de los bio-combustibles avanzados y el gas natural comprimido”. Dentro de este contexto es de suma importancia el apoyo al mejoramiento del servicio de transporte público masivo.

En México, la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2007) resalta dos líneas de acción específicas para el sector transporte: modernizar la flota vehicular con motores diesel e incrementar la cobertura del ferrocarril, derivado de estas líneas de acción, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012 (DOF, 2009) contempla doce metas de reducción en la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con el sector transporte.

Por lo anterior, este documento presenta los principales resultados de un proyecto de investigación que, como lo indica su título, forma parte de una serie de estudios de la movilidad urbana e interurbana, enfocándose en las consecuencias económicas y ambientales que se podrían estar generando, no sólo por la forma en que actualmente es diseñado y operado el sistema de transporte que se aboca a su atención, sino también por los impactos en la productividad y competitividad que podrían presentarse si no se atienden adecuadamente las necesidades que subyacen en la demanda de viajes entre y dentro de las ciudades.

Entre los resultados, se destaca el éxito parcial del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la ZMCM, apoyado principalmente en una política de cambio en la tecnología vehicular y calidad de los combustibles, teniendo como resultado la reducción de contaminantes en la Ciudad de México, asimismo, se subraya las bondades del PROTRAM, PTTU y PECC.

Sin embargo, no es el análisis de la contaminación el asunto central del problema, sino analizar las principales implicaciones económicas y ambientales que están directamente relacionadas con la forma en que se realiza actualmente la gestión de la movilidad urbana e interurbana, tratando de contribuir a la formulación de los lineamientos de política pública que conlleven a una Movilidad Urbana Sustentable (MUSE). Especial énfasis se da a la realización de un diagnóstico de la situación actual de cuatro variables que son: las emisiones contaminantes, los niveles de ruido, el empleo y la productividad como efecto de la movilidad urbana e interurbana.

Con base en la información disponible y de los resultados vertidos por los otros estudios realizados en el IMT, que forman parte de esta línea de investigación, el diagnóstico se concentra al caso de la Ciudad de México y a la movilidad entre las principales ciudades mexicanas. Se pone especial énfasis en la evolución reciente de la situación de la contaminación atmosférica en la Ciudad de México, la cual constituye probablemente la manifestación más evidente de la gravedad de una situación que se originó ante la falta de las políticas adecuadas en la gestión del transporte urbano en México.



## **2 Movilidad y contaminación en México**

---

El proceso de crecimiento urbano y de la población en México es el principal agente demandante de los sistemas de transporte para adaptarse eficientemente a las necesidades de la demanda urbana de movilidad.

De igual forma, a pesar de las grandes inversiones y acciones de los diferentes ámbitos de gobierno en México, los sistemas de transporte en la mayoría de las ciudades no son los idóneos para atender la creciente demanda de viajes, manifestándose dicha deficiencia principalmente en grandes y cotidianos congestionamientos urbanos. Las principales causas del congestionamientos son el uso excesivo de vehículos de baja capacidad y un deficiente marco de políticas y programas integrales de transporte urbano; teniendo como resultados adicionales grandes costos por pérdida de tiempo, gastos por servicios de salud, baja productividad acompañados por un incremento en la demanda de espacio para vías y estacionamiento. Asimismo, si bien el problema de la contaminación del aire se ha combatido con cierto éxito, existen otra serie aspectos que no han recibido la suficiente atención, tales como el consumo energético, el bajo nivel de servicio y la expansión de las ciudades.

Por otra parte, el transporte contamina en tres diferentes medios: en la atmósfera, en la litósfera y en la hidrósfera. Sin embargo, la contaminación atmosférica es la más notoria para la mayoría de los habitantes de las ciudades, quienes perciben o resienten las molestias de la contaminación atmosférica. Muchos de ellos atribuyen este mal a la desorganización existente en el transporte.

En años recientes, un tema que ha tomado gran notoriedad es el del cambio climático derivado del incremento de las emisiones antropogénicas de Gases de efecto invernadero (GEI), destacando las emisiones derivadas del uso de hidrocarburos, tanto por la industria como por los servicios, siendo el servicio por autotransporte uno de los principales emisores.

### **2.1 Emisiones GEI del transporte**

De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE, [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)), los “GEI son componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y antropogénicos, que absorben y emiten radiaciones a longitudes de ondas específicas (dentro del espectro de la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes); estas propiedades originan el efecto invernadero”. Los principales GEI son el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) y ozono (O<sub>3</sub>). Por su parte, el Protocolo de Kyoto contabiliza también los siguientes gases de efecto invernadero: hexafluoruro de azufre, hidrofluorocarbonos y perfluorocarbonos. Es necesario señalar que el vapor de agua no se contabiliza en la metodología de estimación de GEI aceptada por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático

(UNFCCC, por sus siglas en inglés) debido a su rápida rotación a través del ciclo del agua y a que éste es visto más como un efecto del cambio de la temperatura ambiental, así, no tiende a acumularse en el largo plazo como sucede con los otros gases mencionados.

En México, se ha realizado el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para el periodo 1990-2006, coordinado por el Instituto Nacional de Ecología, aplicando el marco metodológico sugerido por la UNFCCC.

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2008) “la mayor parte del aumento observado en las temperaturas medias mundiales desde mediados del Siglo XX, se debe muy probablemente al aumento de las concentraciones de GEI de origen antropogénico”. De esta forma, es posible señalar que “la evidencia disponible indica que la tasa de calentamiento durante los últimos 50 años ha sido en promedio  $0.13^{\circ}\text{C} \pm 0.03^{\circ}\text{C}$  por década. Asimismo, las precipitaciones más intensas han crecido de una manera alarmante desde 1950, incluso en regiones donde las precipitaciones eran menores. Por otro lado, se han presentado aumentos en las sequías desde 1970, particularmente en los trópicos y subtropicos, que están relacionadas con las disminuciones de las precipitaciones y con temperaturas más altas” (Galindo, 2009).

De acuerdo con el IPCC, en el ámbito mundial, en 2004, la contribución de las emisiones de GEI por el sector transporte fue de 13.1%, mientras que en México su aportación al total de las emisiones fue de 20% en 2006, siendo el autotransporte el principal emisor con 19% del total de emisiones GEI en el país, de acuerdo con la publicación “México, cuarta comunicación nacional ante la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático” (Semarnat, 2009).

De acuerdo con el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2009-2012 (DOF, 2009), su meta principal es limitar las emisiones GEI, medidas en millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $\text{MtCO}_2\text{e}$ ) a 339 en el año 2050, es decir, aproximadamente a la mitad del total emitido en el año 2000. Debido a que en el año 2000 se ponderó una emisión de GEI de  $644 \text{ MtCO}_2\text{e}$ , para 2012 se pretende producir  $735 \text{ MtCO}_2\text{e}$  (correspondiente a reducir  $51 \text{ MtCO}_2\text{e}$  del escenario tendencial), así, para 2020 se pretende reducir las emisiones a  $700 \text{ MtCO}_2\text{e}$  ( $182 \text{ MtCO}_2\text{e}$  menos con respecto a la línea base), mientras que para 2030 se limitarían las emisiones a  $572 \text{ MtCO}_2\text{e}$ , es decir una reducción de  $397 \text{ MtCO}_2\text{e}$  de la línea base y finalmente para el año 2050 tan sólo se emitirían 339. De acuerdo con las anteriores cifras, se pretende disminuir el ritmo de crecimiento en una primera fase y reducir las emisiones a partir de la década de 2020.

Asimismo, el transporte se resalta por ser uno de los sectores con mayor dinamismo en el crecimiento de emisiones, pues entre 1990 y 2006 presentó una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 3.1%, pasando de una participación en el total nacional de 18 a 20%. Al parecer en los últimos años se ha incrementado su ritmo de crecimiento, pues durante el periodo 2001-2006, fue de 4.6% (DOF, 2009), véase el cuadro 2.1.

Con respecto a las emisiones por modo de transporte -véase el cuadro 2.2-, el autotransporte ha mostrado un ritmo de crecimiento muy alto con una tasa anual de 3.6%, en el periodo 1990-2007, mientras que el ferrocarril muestra una contracción de sus emisiones a una tasa anual de 0.3%. Dichos comportamientos se manifiestan en un incremento de la participación del autotransporte en las emisiones GEI dentro del sector transporte, pasando de 91.1% en 1990 a 93.0% en el año 2007, mientras que el ferrocarril pasó de 2.2% a sólo 1.2% en el mismo periodo.

**Cuadro 2.1**  
**Emisiones de GEI por sector seleccionado**

Subcategoría: uso de energía	1990	1995	2000	2006
<b>Industria</b>	56.0	49.9	52.9	56.8
<b>Residencial</b>	19.7	22.2	21.0	20.2
<b>Transporte</b>	89.1	97.5	114.8	144.7

Fuente: PECC 2009-2012, Diario Oficial de la Federación, 28 de agosto de 2009.

**Cuadro 2.2**  
**Principales GEI por modo, en el periodo 1990-2002, miles de tCO<sub>2</sub>e**

GEI por modo	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Total</b>	89.1	97.5	114,8	115,7	117,9	122,1	139,1	136,4	144,7	159,4
CO <sub>2</sub>	87.9	95.4	109,4	109,3	110,8	114,5	129,8	126,8	134,13	147,4
CH <sub>4</sub>	0.4	0.4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,42	0,5
N <sub>2</sub> O	0.8	1.7	5	6	6,7	7,2	8,8	9,2	10,145	11,5
<b>Autotransporte</b>	81,2	89,4	104	105,6	109	113,2	129,8	127,2	135	148,3
CO <sub>2</sub>	80	87,3	98,6	99,3	101,9	105,7	120,6	117,7	124,5	136,4
CH <sub>4</sub>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
N <sub>2</sub> O	0,8	1,6	5	5,9	6,7	7,1	8,8	9,1	10,1	11,4
<b>Ferrovionario</b>	2	1,7	1,7	1,5	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	1,9
CO <sub>2</sub>	2	1,7	1,7	1,5	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	1,9
CH <sub>4</sub>	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003
N <sub>2</sub> O	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
<b>Otros</b>	5,9	6,5	9,2	8,5	7,4	7,4	7,5	7,5	7,8	9,1

Fuente: Extracto de "Table 4-2 Greenhouse Gas Emissions by transportation sector", NET American Transportation Statistics, Database.

## 2.2 Transporte y contaminación del aire en la Ciudad de México

Como es bien conocido, el transporte contamina en tres diferentes medios: en la atmósfera, en la litósfera y en la hidrósfera. Sin embargo, la contaminación atmosférica es la más notoria. En efecto, la mayoría de los habitantes de las ciudades perciben o resienten las molestias de la contaminación atmosférica. Muchos de ellos atribuyen este mal a la desorganización existente en el transporte. Ese es, entonces, el interés principal al realizar un análisis de la relación entre el problema del transporte y la contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica es originada por diversos elementos. En el caso de la Ciudad de México, se ha encontrado que los más importantes son las partículas, el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno, el ozono y el plomo. Sin embargo, hay otros elementos contaminantes del aire que también son medidos permanentemente. La lista completa de elementos contaminantes a considerar en el presente análisis, así como su identificación o abreviatura se muestran en el cuadro 2.3.

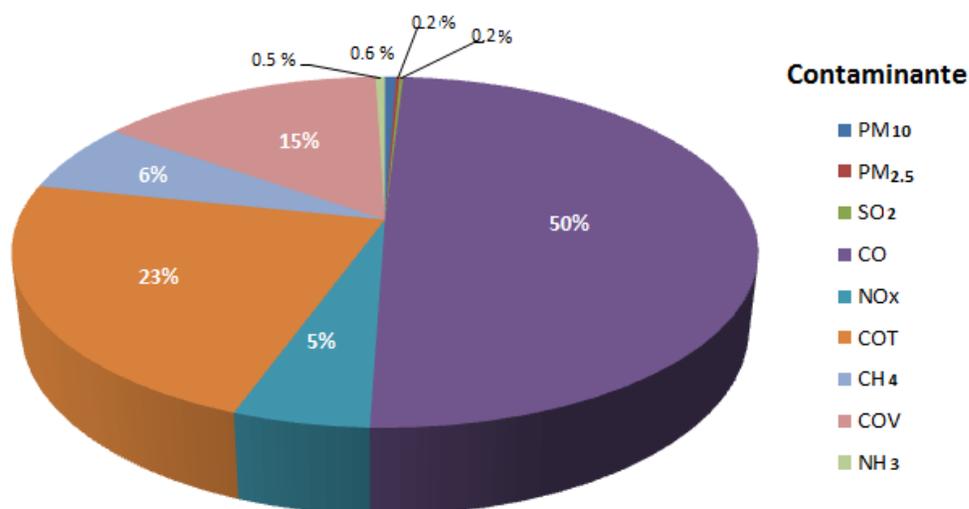
**Cuadro 2.3 Principales contaminantes del aire en la ZMCM**

PST = Partículas suspendidas totales
PM <sub>10</sub> = Partículas menores a 10 µm.
PM <sub>2.5</sub> = Partículas menores a 2.5 µm.
SO <sub>2</sub> = Dióxido de azufre
CO = Monóxido de carbono
NO <sub>x</sub> = Óxidos de nitrógeno
Pb = Plomo
O <sub>3</sub> = Ozono
COT = Contaminantes orgánicos totales
NH <sub>3</sub> = Amoniacó
CH <sub>4</sub> = Metano
COV = Compuestos orgánicos volátiles

Fuente: elaboración con base en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum, C., 2008. Ed. Limusa, México

En la figura 2.1 se muestra un resumen del "Inventario de emisiones en la ZMCM, 2004", que señala la cantidad de toneladas que la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal estimó que se realizaron en ese año. En dicho cuadro se presentan las emisiones correspondientes a cada contaminante, desagregado por fuente que las origina. El porcentaje con el que cada fuente

contribuye al tonelaje total de contaminante se muestra en el cuadro A.1 (véase anexo).



	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	CH <sub>4</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fuentes puntuales	3,916	651	3,284	6,443	19,737	119,746	1,559	114,101	196
Fuentes de área	10,801	1,962	41	7,731	11,662	487,057	223,690	216,562	13,543
Fuentes móviles	4,768	3,748	3,321	1,777,907	147,971	198,136	9,816	183,899	3,775
Vegetación y suelos	1,201	261	N/A	N/A	626	17,606	N/A	17,606	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>20,686</b>	<b>6,622</b>	<b>6,646</b>	<b>1,792,081</b>	<b>179,996</b>	<b>822,545</b>	<b>235,065</b>	<b>532,168</b>	<b>17,514</b>
Porcentaje	0.6%	0.2%	0.2%	49.6%	5.0%	22.8%	6.5%	14.7%	0.5%

Fuente: elaborado con base en los datos publicados en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum, C., 2008. Ed. Limusa, México.

**Figura 2.1 Inventario de emisiones en el AMCM, desagregado por fuente, 2004 (ton/año)**

Como se puede apreciar en la figura 2.1, el más importante de los contaminantes de la atmósfera en la Ciudad de México, por su elevado volumen, es el monóxido de carbono, del cual se emitieron en el año 2004 casi 1.8 millones de toneladas. Este volumen representa una disminución importante cuando se le compara con los poco más de 3.8 millones de toneladas registradas en 1994 (véase la figura 2.2).<sup>3</sup> La principal fuente de estas emisiones de monóxido de carbono lo representan las fuentes móviles con más del 99%. Le siguen, en orden de importancia volumétrica, los contaminantes orgánicos totales (COT) cuya emisión

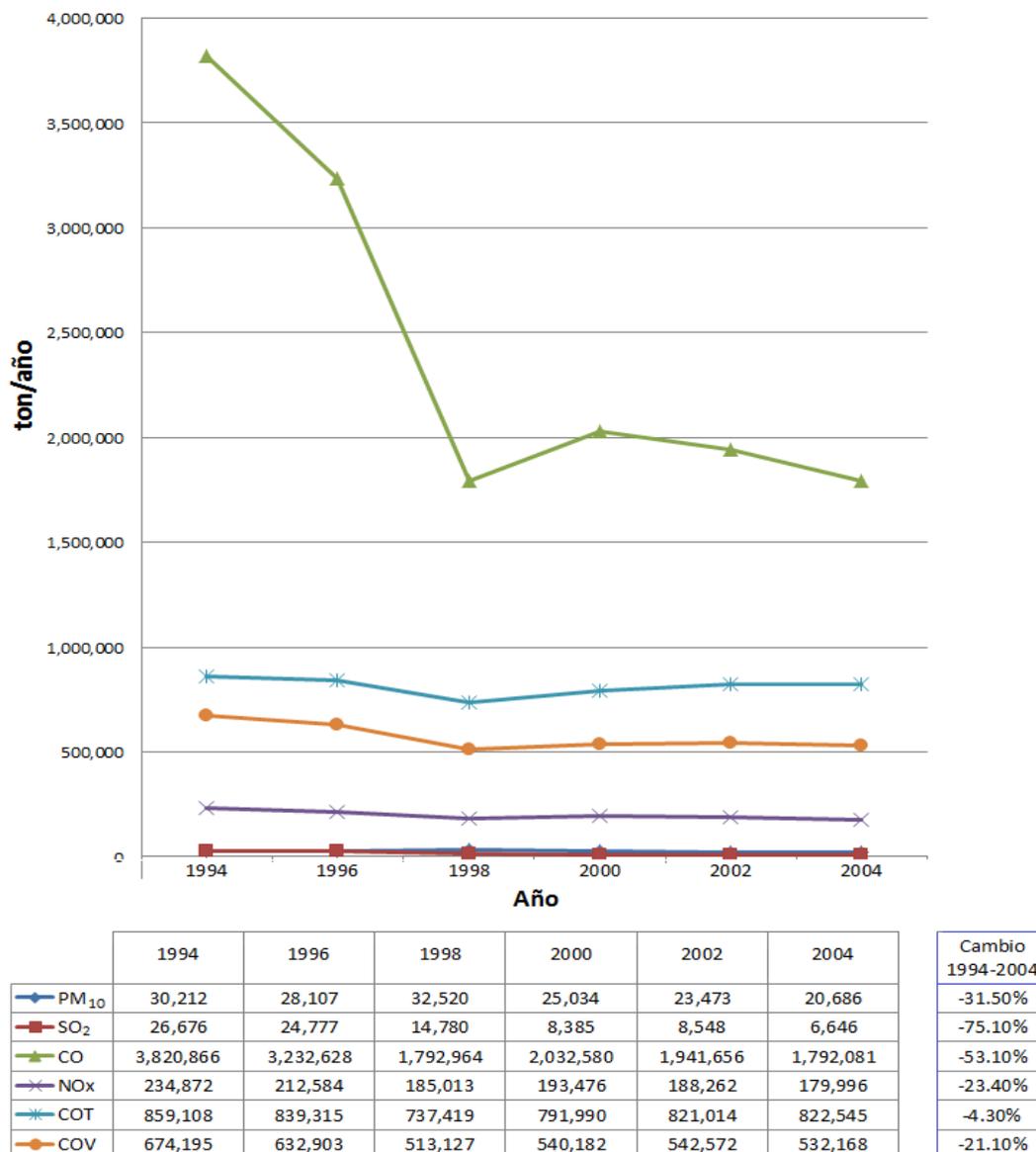
<sup>3</sup> Para un análisis más detallado, véase el capítulo tres del libro "Llegando tarde al compromiso", Victor Islas. El Colegio de México, 2000.

en 2004 rebasaba las 822 mil toneladas, la mayoría de las cuales provienen de fuentes de área (particularmente de los rellenos sanitarios, del uso comercial y doméstico de solventes, así como de los hidrocarburos no quemados en la combustión de gas LP). No obstante, las fuentes móviles son la causa de una de cada cuatro toneladas de contaminantes orgánicos totales emitidos al aire, aunque casi todas ellas son compuestos orgánicos volátiles (COV). Por su parte, los óxidos de nitrógeno alcanzan casi 180 mil toneladas en 2004, lo cual representa un fuerte incremento con relación a las 235 mil toneladas registradas en 1994. Nuevamente, las fuentes móviles son la principal causa de emisión, con el 82.2%. En contraste, las partículas suspendidas, producto de la deforestación y de la desecación de áreas lacustres, si bien aún muestran un volumen importante en el año de 2004 con más de 27 mil toneladas, no se comparan con el problema que representaban en el año 1994. Finalmente, el dióxido de sulfuro también muestra fuerte reducción bajando de las más de 26 mil toneladas anuales observadas en 1994, a 6 mil 622 en 2004.

Como es evidente en la figura 2.2, según las estimaciones y cálculos de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, es un hecho la tendencia a una reducción muy importante en casi todas las emisiones de contaminantes. En este innegable logro, resulta muy importante conocer cuál ha sido la participación de las fuentes móviles.

En el cuadro A.2 (véase el anexo estadístico) se muestra la participación volumétrica de los diferentes tipos de vehículos en el inventario de emisiones observado en el AMCM en el año 2004, mientras que el cuadro A.3 (ver mismo anexo) muestra su equivalencia en participación porcentual. Resulta claro que el principal contaminante por monóxido de carbono en ese año es el automóvil particular. Situación similar se presenta en el caso del dióxido de sulfuro, de los COT y de los óxidos de nitrógeno. Por el contrario, los autobuses son, relativamente, el mayor causante de la contaminación por partículas en suspensión.

Cabe preguntarse cuáles son las razones por las que cada uno de los modos de transporte o tipo de vehículos generan el volumen de contaminantes observado en un año en particular. Ciertamente, obtener una respuesta precisa es bastante complejo. Sin embargo, es posible reconocer dos factores muy importantes y evidentes. Por una parte, la cantidad de vehículos en circulación, esto es, el tamaño de la flota vehicular, determina la cantidad de contaminantes que serán enviados a la atmósfera (asumiendo un cierto nivel de desempeño tecnológico y un nivel de calidad determinado en el mantenimiento y la operación de los vehículos). Por otra parte, el volumen de contaminantes también dependerá de la intensidad de uso de dicha flota, esto es, la cantidad de vehículos-kilómetros que genere la operación diaria, semanal o anual de los vehículos.



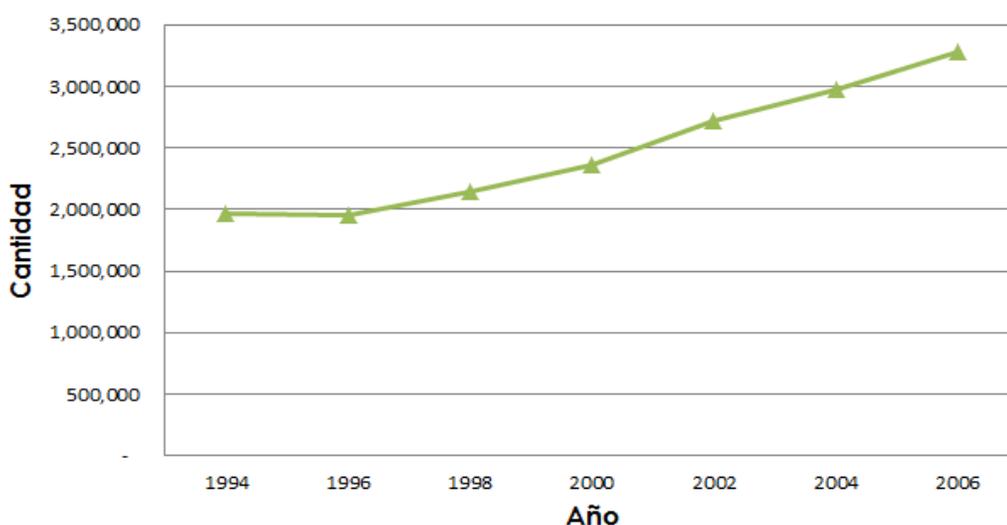
Fuente: elaborado con base en los datos publicados en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum, C., 2008. Ed. Limusa, México.

**Figura 2.2 Tendencia histórica de las emisiones anuales en el AMCM**

Para revisar el comportamiento del primer factor se puede observar la forma como ha crecido la cantidad total de vehículos en cada uno de los modos de transporte en análisis. Así, como muestran las figuras 2.3 y 2.4, la flota de vehículos que más crece en valores absolutos en el periodo, corresponde a los autos particulares, aunque la tasa de crecimiento de las motocicletas es más de tres veces mayor, con lo que ya es la segunda flota de vehículos, por su tamaño. El comportamiento de los vehículos del servicio público de transporte no es uniforme puesto que los

taxis tienen una tasa muy elevada (6.9%), lo cual contrasta con los microbuses que, prácticamente, no han crecido en el periodo.

En todo caso, de la comparación de estos datos con el total de emisiones mostrado en el cuadro A.2, parece corroborarse que la cantidad de vehículos explica la alta contribución a algunos tipos de contaminantes. Ese es el caso de los autos particulares que son responsables de las emisiones de monóxido de carbono y éste es un dato muy importante. Dada la gran preocupación por las elevadas cantidades de este contaminante en el aire de la ciudad, resulta indispensable reforzar las políticas que permitan frenar el crecimiento de la cantidad de autos particulares en circulación.



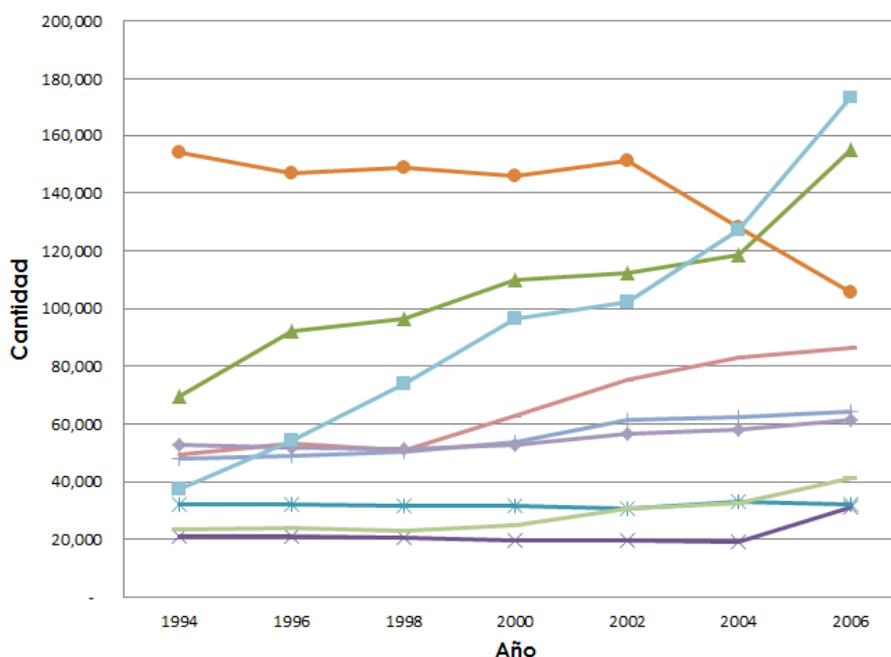
Tipo de vehículo	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	TCMA
Autos particulares	1,969,277	1,947,464	2,147,448	2,364,031	2,722,080	2,967,893	3,275,567	4.3

Fuente: INEGI, Estadística de vehículos de motor registrados en circulación.

**Figura 2.3 Evolución de la flota vehicular del AMCM, 1994-2006 (autos particulares)**

Sin embargo, también deben considerarse otros factores, pues no parece haber una relación entre la cantidad de vehículos y la magnitud de otras emisiones contaminantes como son las partículas en suspensión y los óxidos de nitrógeno. Uno de esos factores puede ser la intensidad de uso de los vehículos, la cual es medida, principalmente, por medio de la cantidad de kilómetros que recorren en cierto periodo. En el cuadro A.4 (ver anexo) se puede observar cómo ha crecido, entre 1994 y 2004, la cantidad total de kilómetros recorridos anualmente por los diferentes tipos de vehículos. En particular, es de destacar el hecho de que, si bien la cantidad de automóviles particulares creció un 66% entre 1994 y 2006, su

kilometraje total se incrementó en poco más del 75%. Esto significa que no sólo hay más autos circulando en la Ciudad de México, sino que recorren más kilómetros diariamente. Un análisis equivalente para los demás tipos de vehículo, arroja como resultado que casi todos los tipos de vehículos están siendo usados más intensivamente y, por ello, contribuyendo potencialmente, *ceteris paribus*, al crecimiento volumétrico de la contaminación del aire.



tipo de vehículo	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	ICMA
Taxis	69,745	92,222	96,639	109,792	112,452	118,634	155,126	6.9
Combis	20,963	20,963	20,820	19,825	19,700	19,485	31,418	3.4
Microbuses	32,346	32,346	31,590	31,949	30,757	33,051	32,419	0
Pick Up	153,916	146,748	148,896	145,846	151,218	128,281	105,761	-3.1
Vehículos menores a 3 toneladas	48,172	49,189	50,572	53,607	61,494	62,543	64,613	2.5
Tractocamiones	49,667	53,333	51,017	62,886	75,575	83,034	86,324	4.7
Autobuses	23,561	23,829	22,884	24,896	30,656	32,565	41,198	4.8
Vehículos mayores a 3 toneladas	52,730	51,934	51,584	52,804	56,744	57,913	61,368	1.3
Motocicleta	37,667	54,408	73,869	96,703	102,499	127,454	173,372	13.6

Fuente: elaborado con base en los datos publicados en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum, C., 2008. Ed. Limusa, México.

**Figura 2.4 Evolución de la flota vehicular del AMCM, 1994-2006 (otros vehículos)**

Por otra parte, se debe considerar en el análisis el efecto que pueden tener tanto las características tecnológicas del vehículo (eficiencia energética, antigüedad, calidad del fabricante, etcétera), como de las organizaciones o individuos que los operan (en especial sus prácticas de conducción y mantenimiento) e incluso el

medio físico en el que realizan su recorrido cotidiano. Un análisis detallado de esos factores queda fuera de los alcances del presente reporte. Sin embargo, para dar una idea de cómo se reflejan esos factores en la emisión de contaminantes y, para el caso específico, de los vehículos que operaron en el AMCM durante el año de 2004, se elaboró el cuadro A.5 (ver anexo) que muestra la cantidad de contaminación emitida al medio ambiente por cada uno de los tipos de vehículos al recorrer un kilómetro bajo sus condiciones específicas. Por supuesto, las cantidades representan valores promedio para toda la flota correspondiente a un tipo de vehículo, pero podrían presentarse diferencias importantes dentro de la flota. Por ejemplo, aunque el cuadro A.5 señala que un auto particular envió a la atmósfera casi veinte gramos de monóxido de carbono por cada kilómetro que recorrió en el año 2004, resulta evidente que este dato representa sólo un promedio y que la cantidad que emite realmente cada automóvil depende de las características del vehículo.

No obstante la observación realizada en el anterior párrafo, hay algunas conclusiones importantes que se pueden derivar de los datos ofrecidos en dicho cuadro. Para empezar, es de notar que, bajo este análisis de emisiones por cada kilómetro recorrido, el automóvil particular ya no es el principal factor de contaminación. Son los vehículos de carga los que emiten una cantidad considerable de monóxidos de carbono. En especial, los vehículos pesados emiten ocho veces más CO que un automóvil por cada kilómetro recorrido. También es notoria la emisión de CO por parte de combis y microbuses. Si se toma en cuenta su uso intensivo, se puede ver la importancia de que este tipo de vehículos sean renovados y mejoren sus prácticas de mantenimiento y operación, pues resulta muy probable que sean dichos factores lo que explican este desempeño tan nocivo para el aire de la Ciudad de México.

En el caso de los compuestos orgánicos volátiles, los vehículos de carga resultan nuevamente con los más altos niveles de emisiones por cada kilómetro recorrido, seguidos de los microbuses y las combis, aunque ahora los tractocamiones y los autobuses les acompañan en este registro ambiental negativo. Por el contrario, son los tractocamiones y los autobuses los de peor desempeño en las emisiones relativas a los óxidos de nitrógeno y las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, aunque son seguidos por los vehículos de carga. Algo similar puede concluirse al analizar las emisiones de SO<sub>2</sub> aunque, en este aspecto, el principal contaminante resulta el caso de los autobuses.

## **2.3 Calidad del aire**

Dada la innegable existencia de niveles demasiado altos de contaminación atmosférica, desde hace varias décadas se han instrumentado diversas políticas y programas para mejorar la calidad del aire en la Ciudad de México, entre las que se encuentran las correspondientes al transporte, la vialidad y el desarrollo urbano. El resultado final de estas políticas se manifiesta en los niveles de concentración de contaminantes que se observan en el aire que respiran los habitantes de la Ciudad de México.

Por lo anterior, la Ciudad de México cuenta con un importante y razonablemente confiable sistema de monitoreo de la calidad del aire. De las voluminosas estadísticas que produce dicho sistema de monitoreo, y en particular del más reciente Informe de la calidad del aire en la Ciudad de México (2009), se elaboró una síntesis (véase el cuadro A.6, en el anexo) que muestra la evolución de los principales indicadores de concentración de contaminantes, en el periodo de 1988 a 2009.

De acuerdo con estas estimaciones oficiales, en el periodo mencionado hay una clara tendencia a la reducción en casi todas las concentraciones horarias de los elementos contaminantes de la atmósfera que se respira en la Ciudad de México, con la excepción de los óxidos de nitrógeno. En especial, destaca el caso de las emisiones de CO que se reducen a menos de la cuarta parte de los valores observados en 1988. Esta reducción adquiere mayor relevancia cuando se toman en cuenta los niveles máximos de concentración que se consideran admisibles para el ser humano (véase el cuadro A.7, en el anexo). Similarmente, para 1988, los niveles de  $PM_{10}$  se reducen a  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y los niveles de  $PM_{2.5}$  bajan a  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras los correspondientes a los  $SO_2$ , al plomo son apenas de 0.006 y 0.04 partes por millón, respectivamente. Así, todos estos elementos se encuentran ya muy por debajo de los niveles que la norma mexicana considera como la máxima concentración permisible. De hecho, aunque en el caso del ozono no se observa una fuerte reducción, el nivel promedio observado en el año 2009 (0.082) se encuentra ya muy cercano a los niveles máximos.

Este comportamiento señala una tendencia general decreciente que no se explica por el incremento en la cantidad de vehículos en circulación. En realidad, es una consecuencia de los diversos programas y acciones gubernamentales que parecen estar alcanzando los objetivos que fueron planteados. Entre estos programas destacan la sustitución de vehículos antiguos, la mejora de los combustibles, el uso obligatorio de los convertidores catalíticos y los programas de verificación vehicular.

## **2.4 Contaminación acústica**

Se llama contaminación acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla bien o adecuadamente.

Las principales causas de la contaminación acústica son aquellas relacionadas con las actividades humanas como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, las industrias, entre otras. La contaminación acústica tiene directa relación con la expansión de las zonas urbanas, donde las grandes concentraciones poblacionales, el aumento de la flota vehicular para el transporte y el crecimiento de las actividades industriales y comerciales, constituyen algunas de las principales fuentes contaminantes del ruido urbano.

La mayoría de autores y estudios en esta área señalan a los vehículos motorizados (camiones, motocicletas, autobuses, camionetas, etc.) como las fuentes de ruido de mayor trascendencia en todas las grandes ciudades del mundo, exceptuando algunas situaciones particulares. El ruido producido por el tránsito vehicular es sumamente cambiante por su condición de fuente móvil; varía en el tiempo, por el tipo de vehículos, las condiciones de las vías, disposiciones de tránsito y muy significativamente con la conducta del conductor.

El aumento de vehículos en las ciudades ha provocado el colapso de las vías urbanas y la consecuente construcción de nuevas vías para descongestionar los principales accesos. No obstante, esta situación ha ocasionado el origen de una nueva fuente de ruido en zonas que presentaban menores flujos vehiculares.

Se ha dicho por organismos internacionales, que se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, así como la posibilidad de trastornos que van desde lo psicológico (paranoia, perversión) hasta lo fisiológico por la excesiva exposición a la contaminación sónica. Un informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS), considera los 70 dB (a), como el límite superior deseable.

### **2.4.1 Estudios en carreteras interurbanas**

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) ha realizado una serie de estudios para medir el nivel de contaminación acústica en diversas carreteras de México. A partir de la lectura de algunas de ellas (en especial, de las PT 324, 296, 280, 194 y 193), se concluye que los niveles de ruido en las inmediaciones de las carreteras estudiadas, rebasan frecuentemente los niveles máximos permisibles antes de causar daño a la salud humana. No obstante, no parece evidente que se estén tomando todas las medidas precautorias o remediales que la situación implica, excepto ciertas regulaciones impuestas por algunas entidades federativas.

### **2.4.2 Algunas mediciones en la Ciudad de México**

En la Ciudad de México, hasta 2006, la única reglamentación existente a nivel federal fue la NOM-081-ECOL-1994 081, que data de 1994 y que establecía un máximo de 68 decibeles entre las 6 y las 22 horas, sin embargo desde el año 2006, estos límites se han reducido a 65 decibeles en horario diurno y 62 en horario nocturno, de acuerdo con la norma ambiental para el Distrito Federal NADF-005-AMBT-2006.

En la Ciudad de México, la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal (PAOT) realizó cuatro mediciones de ruido en 120 sitios dentro del Perímetro del Centro Histórico, con y sin la presencia de comercio informal en

las calles, durante los días 6, 9, 20 y 23 de octubre del 2007 (PAOT, 2008), donde se arrojaron, entre otros, los siguientes resultados:

1. A partir de los resultados máximos y promedio de las mediciones del nivel sonoro en los polígonos del Centro Histórico se identifica que los días hábiles presentaron mayores niveles de ruido que los días sábado.
2. En promedio el 83% de los niveles de ruido detectados de las 11:00 a las 15:00 horas rebasaron la norma de ruido NADF-005-AMBT-2006 cuyos límites ambientales marcan que no se deben rebasar los niveles de 65 dB.
3. Además del comercio informal, los altavoces de los establecimientos mercantiles fijos, el tránsito vehicular y algunos eventos extraordinarios como los conciertos al aire libre alcanzan valores superiores a los 80 decibeles en las pruebas de sonido.

Por los motivos antes señalados, la PAOT recomendó a la Secretaría de Medio Ambiente realizar actos de inspección y vigilancia para el cumplimiento de la norma NADF-005-AMBT-2006, establecer una red de monitoreo permanente del ruido ambiental urbano o bien realizar mediciones periódicas de ruido, y desarrollar una norma enfocada al establecimiento del método de medición y límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente de fuentes móviles, así como el control de éste. Por su parte, al titular de Transportes y Vialidad se le recomendó establecer medidas de mitigación de emisiones sonoras a través de actos de verificación del artículo 25 fracción VII del Reglamento de Tránsito Metropolitano, el cual establece que los conductores de vehículos de transporte de carga deben realizar maniobras de carga y descarga sin afectar o interrumpir el tránsito vehicular, así como proponer la circulación vehicular, particular y de carga en el Centro Histórico, contemplando el horario para las maniobras, entre otras medidas.

Asimismo, en 2009 la PAOT realizó el estudio de Evaluación del ruido generado en la red del Sistema de Transporte Colectivo Metro.

Por otra parte, en el ámbito federal, los Planes integrales de movilidad urbana sustentable (PIMUS), financiados por Banobras, menciona entre sus principales objetivos a la gestión integral del medio ambiente, que incluye la calidad del aire, el ruido, las vibraciones y la calidad del entorno.

## **2.5 Estimaciones económicas del efecto de las emisiones del transporte**

Ferrer (2009) menciona que “la aplicación de instrumentos económicos que desincentiven el uso de los autos particulares, como el desmonte gradual de los subsidios a la gasolina, además de hacer coherente las políticas sectoriales y las

políticas ambientales, puede contribuir a reducir los niveles de contaminación. La aplicación de impuestos diferenciados a la compra de autos nuevos en la ZMVM, es otra opción que bien vale la pena considerar dentro del abanico de posibilidades. Sin embargo, para que lo anterior ocurra, también se hace indispensable ofrecer un sistema de transporte público eficiente (seguro, rápido y cómodo), que pueda ser considerado por los actuales usuarios de autos particulares como una verdadera alternativa para moverse, por tanto, el mejoramiento del funcionamiento del sistema de transporte público colectivo, dentro del cual el Metrobús es uno de los ejes principales, es otro de los programas a los que deben apuntar las políticas públicas.

Asimismo, Ferrer señala que “las anteriores políticas además de contribuir al objetivo de reducir las emisiones de los contaminantes locales, tienen el atractivo de generar cobeneficios en términos de reducir los niveles de emisión de los gases efecto invernadero que ocasionan el calentamiento del planeta, gracias a la sustitución ‘con’ autobuses articulados ‘de’ microbuses y autobuses de mayor antigüedad. Se estima que con la sola implementación de la ruta Indios Verdes-Dr. Gálvez se dejan de emitir a la atmosfera anualmente 19 mil toneladas de bióxido de carbono”.

Finalmente concluye que el Instituto Nacional de Ecología encontró en una aproximación para estimar los beneficios locales como los globales de la operación del Metrobús entre 2005 y 2015, “se podrían reducir las emisiones de hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre y material particulado en una cantidad tal que en promedio se evitarían 6100 días de trabajo perdido, 660 días de actividad restringida, 12 nuevos casos de bronquitis y 3 muertes anuales, con un beneficio monetario promedio de \$3 millones de dólares anuales, además de reducir 280 000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente”.

## **2.6 Desarrollo tecnológico en vehículos y combustibles**

### **2.6.1 Diagnóstico de los combustibles**

A finales del siglo XX, Islas (2000) realizó un diagnóstico de los principales combustibles y los elementos de su costo y desempeño, el cual permitió exponer las bases para el desarrollo de un plan de conversión de combustibles en el transporte público de pasajeros en México, cuyas etapas se enlistan a continuación:

- 1) Desarrollo formal o adaptación de un plan para seleccionar un combustible alternativo.
- 2) Programa de compra de vehículos y retiro de circulación.

- 3) Desarrollo de especificaciones vehiculares que permitan hacer un cambio gradual en los requerimientos de capacidad técnica de mantenimiento y adaptación, inventario de partes y prácticas de mantenimiento.
- 4) Medidas para modificar y adaptar las instalaciones de mantenimiento que atiendan los combustibles alternos.
- 5) Planes logísticos de re-abastecimiento de combustible, incluyendo necesidades para ubicar estaciones.
- 6) Planes para ajustar o reconstruir los actuales motores, buscando que cumplan con las normas ambientales establecidas.
- 7) Desarrollo de un programa de seguridad y capacitación para el personal de mantenimiento, operación y supervisión.
- 8) Plan para dar a conocer los combustibles alternos a los usuarios del transporte público y a la comunidad en general.
- 9) Desarrollo de presupuestos de inversión y de gasto corriente que serían necesarios para los proyectos de cambio energético, incluyendo un análisis de sensibilidad sobre los posibles incrementos en los costos de mantenimiento y de combustibles.

En el mismo documento se destaca que también, actualmente, las opciones abiertas al cambio de combustibles no sólo tienen problemas técnicos y de operación sino también enfrentan altos costos de introducción. Una estimación realizada por la empresa Chevron en EUA mostró que aún los combustibles sintéticos más atractivos sólo serían competitivos hasta que los precios por barril de petróleo alcancen entre 40 y 60 dólares. La preocupación que surge es con relación a los recursos económicos que tendrán que ser desviados para enfrentar estos niveles de costo energético. Si ya es difícil atender las actuales presiones para dotar de servicios a la población urbana, qué sucederá cuando el transporte de millones de personas demande aún mayores porcentajes del presupuesto de gobiernos y familias.

El problema se complica si tomamos en cuenta las inversiones que habrá que realizar para contar con la infraestructura de distribución, comercialización y atención de contingencias que los nuevos energéticos implican (todos, excepto la electricidad, implican mayores riesgos de manejo que las actuales gasolinas), tanto por los combustibles mismos como por los vehículos e instalaciones de ascenso y descenso.

Precisamente ante la magnitud de los costos sociales que se pueden presentar de no llevar a cabo una cuidadosa planeación del cambio energético en el sistema de transporte, podemos concluir que es necesaria la intervención estatal para promover dicho cambio. Esta afirmación puede parecer poco congruente con una política estatal como la que actualmente se aplica en México, donde se está

tratando precisamente de disminuir el peso del gobierno. Sin embargo, debe reconocerse que en el fenómeno están presentes tres grandes fuentes de externalidades: contaminación del aire, abasto energético y efecto invernadero.

Sin embargo, para que la intervención estatal no sea fuente de ineficiencia en el proceso, también es necesaria una mayor participación de los demás sectores involucrados. Ante la dificultad para involucrar directamente a la población usuaria, y ante los problemas de falta de información precisa, se puede optar por involucrar más a las universidades y centros de investigación. Igualmente, es importante transparentar y justificar los subsidios a los proyectos que conlleven a la sustitución energética. En este particular caso, el subsidio a la innovación o a la incursión en un mercado apenas por formarse, tiene la justificación de motivar a los empresarios a disminuir los riesgos de ser los primeros en el mercado en una situación en que el tamaño del mismo ofrece pocas oportunidades de ganancias extraordinarias tales que superen los costos de instalación. De hecho, el subsidio no sería sólo para el proveedor de vehículos o de la nueva fuente energética, sino también para el consumidor o usuario que normalmente es muy conservador ante las nuevas tecnologías y no las adopta a menos que le represente una ventaja real frente a las opciones actuales.

También sería recomendable que la asignación de impuestos a los combustibles actuales, a los vehículos o a las empresas de transporte, tomara más en cuenta el perfil energético que se quiere tener para la Ciudad de México, previo consenso del mismo entre los habitantes y las empresas residentes en el área. En caso contrario, se seguirán tomando decisiones encaminadas a mantener el estado actual del problema, hasta que la nueva realidad energética se presente y nos tome, otra vez, por sorpresa.

Dicho análisis puede ser contratado con las alternativas contempladas por el Instituto Mexicano del Petróleo (2005), como se muestran a continuación.

“El impulso de todas estas opciones tiene el potencial de reducir el consumo de combustibles para el año 2020 en una cantidad equivalente al 37 % del consumo de energía de este sub-sector en el año 2000. De acuerdo al escenario base, el número de vehículos se puede multiplicar por un factor de 2.75 en veinte años, el consumo de combustible puede crecer un 133 % y las emisiones llegar a valores de 226 mil Gg de CO<sub>2</sub>. El consumo de gasolinas puede crecer un 132% y el consumo de diesel puede ser 2.2 veces mayor. Todos estos valores señalan la necesidad de introducir medidas que reduzcan el consumo de combustibles fósiles en el sector transporte.”

La opción 1, en la que se propone incrementar el uso del diesel, requeriría de un cambio apreciable en el sistema de refinación, mientras que la opción 2 que promueve un mayor rendimiento de los vehículos a gasolina, tienen un efecto más temprano, como ya se mencionó y han demostrado, a nivel internacional y en nuestro país, su eficacia. Así, dado el aumento en el rendimiento de los vehículos híbridos, sería la opción 3 la que proporcionaría un efecto más inmediato.

La opción 4, la mezcla de etanol en la gasolina, ha demostrado su viabilidad en países en desarrollo como Brasil y la India. Se necesita un balance energético más detallado en todo el ciclo de vida del etanol en nuestro país. Uso de 10% de etanol en la gasolina en 2020.

La opción 5, la mezcla de biodiesel en el diesel, es todavía incipiente. Se requiere un análisis cuidadoso de las emisiones en todo el ciclo de vida, tanto del biodiesel a partir de sebo animal como del biodiesel que sea factible obtener a partir de oleaginosas. Uso de 10% de biodiesel en 2020.

Indudablemente se deben impulsar lo más pronto posible las opciones que promueven el aumento de la eficiencia en el uso de los combustibles fósiles (opciones de la 1 a la 4).

La opción 1, en la que se propone incrementar el uso del diesel requeriría de un cambio apreciable en el sistema de refinación, como puede apreciarse en el cuadro 2.4, dada la proporción de diesel necesaria para el año 2020 en comparación con el escenario base.

**Cuadro 2.4 Comparación entre el caso base y la opción de mayor número de vehículos a diesel**

	Año							
	2010		2013		2015		2020	
<b>Caso</b>	<b>Consumo (PJ)</b>							
	<b>Total</b>							
<b>Base</b>	1,983.7		2,258.7		2,473.3		3,226.9	
<b>Diesel</b>	1,977.0		2,239.4		2,412.7		2,933.5	
	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>	<b>Diesel</b>	<b>Gasolina</b>
<b>Base</b>	500.92	1,384.57	562.19	1,576.01	603.09	1,740.80	757.35	2,307.00
<b>Diesel</b>	521.18	1,357.62	620.64	1,498.27	687.96	1,595.28	1,109.20	1,661.78
	<b>Emisiones (Gg CO2)</b>							
<b>Base</b>	139,174.20		158,354.90		173,356.10		226,079.30	
<b>Diesel</b>	138,807.40		157,296.90		169,558.20		207,425.30	
<b>Reducción (%)</b>	0.26		0.67		2.2		8.3	

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo. Escenarios de emisiones y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en sectores clave (Transporte y Desechos), p. 18.

Las opciones 4 y 5, que promueven la introducción de combustibles que provienen de fuentes renovables, si bien son técnicamente viables, como se ha demostrado en otros países, necesitan de un análisis más cuidadoso, principalmente porque

no se conoce en nuestro país su eficiencia energética, dicho de otra manera, sus emisiones en todo el ciclo de vida.

Dado el mayor costo efectividad social de las mejoras en el rendimiento de combustible comparado con el costo efectividad a nivel privado, se necesitan políticas gubernamentales para incentivar la introducción de estas mejoras tecnológicas y evitar las distorsiones que éstas pueden introducir en el mercado.

Para el caso de nuestro país, la política de precios puede enfocarse en el precio relativo de los combustibles. Los precios de los combustibles deben promover el uso de los más eficientes desde el punto de vista económico y ambiental.

En México se están usando incentivos en los impuestos por adquisición de automóviles nuevos y por tenencia de vehículos, para promover directamente la compra de vehículos eficientes e indirectamente su producción. Estos incentivos se deben mantener el mayor tiempo posible para que esta medida no pierda efectividad.

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se están desarrollando varias opciones como el Metrobús y el tren regional, mientras que el metro ha operado exitosamente desde la década de los setenta, pero es necesaria una estrategia más integral y a mayor largo plazo.

Han surgido muchas opciones tecnológicas de sistemas de propulsión y combustibles en las últimas décadas: sistemas híbridos, celdas de combustible, combustibles de fuentes renovables, etc. A nivel latinoamericano han surgido opciones eficientes como los sistemas de autobuses confinados. En otras regiones en desarrollo se han introducido variedades de plantas mesoamericanas para obtener biodiesel. Algunas de estas opciones, como las celdas de combustible, pueden llegar a ser costo-efectivas en el mediano o largo plazo. Por lo tanto, las autoridades de un país tienen varias rutas de mejora. La implantación de las mejores combinaciones de sistemas de propulsión y combustibles para el transporte requiere de una organización moderna del mismo.

## **3 Desarrollo del financiamiento del transporte urbano en el D.F**

---

En el presente capítulo se describen algunas características de la política de financiamiento y subsidios en el caso del transporte urbano de la Ciudad de México. Por tal motivo, primero se expone brevemente la distribución e importancia de los recursos financieros que destina el gobierno del Distrito Federal al transporte, posteriormente, se describe la causa básica del otorgamiento de subsidios: la insuficiencia tarifaria, y por último se describe la política de subsidios directos e indirectos.

### **3.1 Inversión pública directa: presupuesto para el transporte urbano en el D. F.**

Proporcionalmente, el sector transporte es el que más recursos recibe del presupuesto que se le asigna anualmente a la gran ciudad. La razón estriba en que a los rubros directamente relacionados con transporte hay que agregar el gasto en transporte y vialidad de otras dependencias del gobierno del D.F. como son las delegaciones y las Secretarías de Obras y Servicios y de Seguridad Pública, entre otras. Así, por ejemplo, durante 1987, al sector transporte se le asignó 37.9% del presupuesto total del DDF (Vidaña, 1987).

En años posteriores se observa una situación similar. Por ejemplo, en 1993 el presupuesto del DDF rebasó los catorce mil millones de pesos, y fue nuevamente el sector transporte al que porcentualmente fue presupuestada la mayor cantidad de recursos: sólo el presupuesto asignado directamente a cinco dependencias relacionadas directamente con el transporte público alcanza 28% del total, o sea más de 3 962 millones de pesos. Si se agregan los recursos que erogan otras dependencias, pero que realmente se aplican al transporte, probablemente se rebasaría mucho más de 40% del presupuesto. Resulta importante conocer la forma en que se distribuyen tales recursos entre esas dependencias, datos que se muestran en los cuadros 3.1 y 3.2.

En efecto, como señala el cuadro 3.1, a la Secretaría de Transporte y Vialidad se le asignó en 1997 casi cinco por ciento del presupuesto destinado al transporte público. En realidad, ese fue un año especialmente conveniente para el desarrollo de las funciones de planeación, administración y relación del transporte urbano, asignadas a dicha dependencia. Cabe adelantar que no es, sin embargo, algo usual y característico. Como señala el cuadro 3.2, el caso más frecuente es que se le asigne sólo alrededor de uno por ciento (en realidad se le asignó a su antecedente la CGT). Cabe insistir en que es realmente una cantidad insuficiente. Ello explica que las autoridades carezcan, en cantidad y calidad, de los estudios que son indispensables para una correcta toma de decisiones: tarifas,

regulaciones, concesiones, trazo de rutas, ubicación de paraderos, normalización del servicio, etcétera.

**Cuadro 3.1 Presupuesto oficial para el transporte urbano en la Ciudad de México, 1997**

Dependencia o empresa	Presupuesto (millones)	Porcentaje	Millones de pasajeros	Pesos/pasajero
Secretaría de Transporte y vialidad	322.4	4.8%	No procede.	
AUP/R-100 (en quiebra)	651.2	9.7%	684.6	0.95
STC-Metro	5 084.9	75.6%	1 759.0	2.89
Servicio de Transportes Eléctricos	671.2	10.0%	168.3	3.99
<b>Total</b>	<b>6 729.7</b>	<b>100%</b>	<b>2 611.9</b>	<b>2.58</b>

**Cuadro 3.2 Distribución del presupuesto para el transporte urbano en la Ciudad de México, 1982-1992**

Dependencia o empresa	1982	1984	1986	1988	1990	1992
Coordinación General de Transporte		1 092	4 884	23 758	no disponible	21 667
		(0.6)	(1.4)	(1.3)		(8.9)
AUP/R-100	17 073	70 630	113 907	770 437	364 969	82 661
	(23.6)	(37.8)	(32.4)	(41.8)	(10.4)	(34.3)
STC-Metro	6 250	37 684	54 138	334 421	147 351	103 957
	(8.6)	(20.2)	(15.4)	(18.1)	(4.2)	(43.1)
Servicios de Transportes Eléctricos	2 252	12 998	28 289	86 245	31 293	32 916
	(3.1)	(7.0)	(8.1)	(4.7)	(0.9)	(13.6)
Covitur	46 721	64 316	150 138	628 909	2 954 766	no disponible
	(64.0)	(34.4)	(42.7)	(34.1)	(84.5)	
<b>Total</b>	<b>72 296</b>	<b>186 720</b>	<b>351 356</b>	<b>1 843 770</b>	<b>3 498 379</b>	<b>241 204</b>

## **4 Programas de fomento al transporte sustentable en México**

---

En el presente capítulo se describen brevemente los principales programas gubernamentales que se están instrumentando para mejorar el desempeño de los sistemas de transporte con que cuentan las ciudades mexicanas.

En efecto, el Gobierno Federal Mexicano, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, ha creado dos programas con cobertura nacional con el propósito de incrementar el desempeño de los transportes urbanos en México, tanto en términos de eficiencia y calidad del servicio como en la contención de los impactos negativos en el medio ambiente. Estos dos programas son el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) y el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU). Las principales características de estos dos programas son expuestas en la presente sección. Sin embargo, antes de ello, es importante destacar la creación del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN).

### **4.1 Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)**

El Gobierno Federal de México constituyó en el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS), en su carácter de Institución Fiduciaria, el Fideicomiso No. 1936, actualmente denominado Fondo Nacional de Infraestructura, como un vehículo de coordinación de la Administración Pública Federal, para la inversión en infraestructura principalmente en las áreas de comunicaciones, transportes, medio ambiente, turística e hidráulica, que auxiliará la planeación, fomento, construcción, conservación, operación y transferencia de proyectos de infraestructura con impacto social o rentabilidad económica, de acuerdo con los programas y recursos presupuestales correspondientes. Dentro de los fines del FONADIN, se encuentra promover y fomentar la participación de los sectores público, privado y social en el desarrollo de infraestructura y sus servicios públicos, mediante la realización de inversiones y el otorgamiento de apoyos recuperables y, en su caso, a través de la contratación de garantías a proyectos financieramente viables, así como apoyos no recuperables a proyectos rentables socialmente.

### **4.2 Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM)**

El Comité Técnico del FONADIN aprobó en 2008 la puesta en marcha del PROTRAM orientado a apoyar financieramente el desarrollo de proyectos para un transporte público urbano y suburbano, eficiente, seguro, cómodo, confiable y accesible a la mayoría de la población, para ciudades preferentemente mayores de 500 mil habitantes. Así, dentro de las estrategias recientes que está

desarrollando el Gobierno Federal Mexicano para poder contar con una política pública de transporte urbano sustentable, destaca este programa que le permitirá desarrollar los instrumentos necesarios para implementar políticas de movilidad y desarrollo urbano y ambiental a nivel nacional, en particular, a través de institucionalizar en el Gobierno Federal la planeación, definición e instrumentación de políticas y programas integrales de desarrollo de transporte urbano, basado en procesos estructurados asociados a reglas específicas. Este programa tiene los siguientes objetivos generales:

- a) Otorgar apoyos para realizar proyectos de infraestructura de transporte masivo con alta rentabilidad social, en sus diversas modalidades, que sean consistentes con Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS), o su equivalente, en cofinanciamiento con las autoridades locales y propiciando la participación de la inversión privada.
- b) Promover el fortalecimiento institucional de las autoridades locales en materia de planeación, regulación y administración de sistemas integrales de transporte público urbano, metropolitano y suburbano.

Con base en las reglas de operación del FONADIN y los lineamientos del PROTRAM, éste otorga Apoyos Recuperables y No Recuperables para la realización de estudios y asesorías, así como para sufragar gastos e inversiones relacionados con proyectos de infraestructura en materia de transporte urbano masivo, mediante Sistemas de autobuses rápidos (BRT), Tranvías, Trenes Ligeros, Trenes Suburbanos y Metros.

Entre otras acciones específicas, el PROTRAM busca llevar a cabo las siguientes:

- Coordinar la interacción de las políticas municipales, estatales y federales de desarrollo sustentable, en materia de transporte, medio ambiente, desarrollo urbano y mejoramiento social.
- Mejorar la planeación, preparación, administración y ejecución de los proyectos, incorporando las mejores prácticas y estándares en la materia.
- Mejorar los procesos de selección y estructuración de los proyectos, mediante la utilización de metodologías probadas que maximicen la participación del sector privado e incentivando la adopción de tecnologías costo-eficiente.
- Impulsar proyectos de mayor rentabilidad social, con base en su factibilidad técnica, económica y ambiental.
- Fortalecer la gestión pública en la planeación y gestión de transporte urbano.
- Impulsar el desarrollo sustentable.

El PROTRAM comprende 5 áreas de trabajo:

1. Diagnóstico actual y “benchmarking” de experiencias internacionales
2. Definición estratégica
3. Desarrollo institucional y legal
4. Desarrollo técnico y de procesos
5. Plan de implementación

### 4.3 Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU)

El Gobierno Federal Mexicano, a través de la SHCP, obtuvo el acceso a un préstamo del Fondo de Tecnología Limpia (Clean Technology Fund, CTF). Estos recursos fueron contratados por BANOBRAS junto con un préstamo del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), para destinarlos a la ejecución del Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU), cuyo objetivo es contribuir a la transformación del transporte urbano en las ciudades y zonas metropolitanas del país, hacia un menor crecimiento en la tendencia de las emisiones de carbono.

El PTTU otorga préstamos a los beneficiarios elegibles con el propósito de:

- Fomentar el desarrollo de sistemas eficientes de transporte urbano sustentable.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) y la contaminación.
- Mejorar la calidad del servicio de transporte público urbano de pasajeros.
- Proveer incentivos para lograr la transformación del transporte urbano.
- Impulsar el uso de tecnologías limpias en el transporte urbano.

El PTTU se destinará al financiamiento parcial o total de los Proyectos Elegibles o a las Acciones Seleccionadas que cumplan con las características establecidas en los Componentes que a continuación se describen:

- Componente 1: Fortalecimiento Institucional: Financiamiento para asistencia técnica y capacitación para los Beneficiarios Elegibles con objeto de desarrollar y fortalecer su capacidad institucional en el desempeño del proceso de planeación, regulación y administración del transporte urbano en las entidades participantes.
- Componente 2: Desarrollo de Sistemas Integrados de Transporte para reducir emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Corredores Integrados de Transporte Masivo e inversiones complementarias.
- Adquisición de equipo con tecnología de bajas emisiones de carbono y chatarrización de unidades de transporte.
- Componente 3: Administración del Proyecto (actividades que debe desarrollar el Beneficiario Elegible para la ejecución, seguimiento y monitoreo del Proyecto Elegible).

## **4.4 Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para el Transporte Urbano (MASTU)**

El MASTU es el documento convenido entre BANOBRAS y el BIRF para el PTTU, donde se incluyen los lineamientos para evaluar, categorizar y preparar planes de manejo ambiental y social para prevenir y mitigar posibles impactos sociales y ambientales de los proyectos de infraestructura o servicios de transporte urbano, el cual forma parte de los Lineamientos del PROTRAM. El MASTU busca contribuir a la implementación de buenas prácticas a lo largo de la ejecución de los proyectos de transporte urbano masivo en México y definir desde las primeras etapas, los criterios de evaluación sobre impactos ambientales, reasentamientos humanos, la protección del patrimonio histórico y cultural, para proponer medidas de manejo, llamadas salvaguardas, y establecer normas previas, que podrán convertirse en instrumentos eficientes en la realización de los proyectos de transporte masivo.

La metodología permite realizar una categorización de los Proyectos según la problemática ambiental o social identificada, buscando garantizar que éstos sean sometidos al tipo y alcance de evaluaciones ambientales y sociales pertinentes. El proceso parte de la identificación de los componentes del Proyecto de transporte urbano masivo y de las diferentes alternativas posibles para cada uno de estos componentes y continúa con la identificación, de los principales tipos de impactos ambientales y sociales que puedan ser generados por los Proyectos de transporte urbano masivo, la propuesta de los planes de manejo de dichos impactos y la responsabilidad de los entes involucrados, en la aplicación del MASTU.

El cumplimiento del MASTU, es obligatorio en todos los Proyectos para ser aprobados por las instancias de decisión del Fondo Nacional de Infraestructura y recibir Apoyos No Recuperables de conformidad con el PROTRAM para Inversión, al igual que para ser elegibles para recibir financiamiento de BANOBRAS con recursos del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, y del Clean Technology Fund, en el marco del Proyecto de Transformación del Transporte Urbano.

Para tal fin, el MASTU contiene:

- Información acerca del Marco Legal e Institucional que compete a los posibles participantes en el programa.
- Procedimientos de aplicación de las salvaguardas sociales y ambientales.
- Definición del marco institucional y las responsabilidades en la aplicación del MASTU.

## **5 Desarrollo y aplicación de algunas políticas de movilidad sustentable**

---

En esta parte del informe se incluye una versión abreviada de algunos de los proyectos o acciones que se han instrumentado en algunas ciudades de México y que ilustran la tendencia que probablemente va a tener la política de movilidad y transporte, tanto por parte de los gobiernos locales como por los programas de apoyo del gobierno federal.

### **5.1 Los proyectos de autobuses rápidos confinados (BRT) en México**

#### **5.1.1 El Sistema Integrado de Transporte (SIT-Optibús)**

El llamado Optibús es un sistema de transporte masivo urbano que utiliza la ciudad de León, Guanajuato. Fue inaugurado el 28 de septiembre de 2003, por lo que es el primer sistema de autobuses rápidos confinados que opera en México.

El sistema dividió las rutas actuales de autobuses en tres categorías, dos de las cuales integran las rutas ya existentes y una categoría nueva, que es atendida por el Optibús. Éstas son:

- **Rutas Troncales:** Consisten en cinco líneas que atraviesan la ciudad de extremo a extremo, servidas por los Optibús (coloquialmente conocidas como orugas debido a su color verde y largo tamaño), se trata de autobuses articulados (modelo volvo 7300) con capacidad para 44-51 personas sentadas, 116-124 personas de pie. Se contemplaron 65 estaciones ubicadas, por lo general, en el camellón central de las principales avenidas de la ciudad.
- **Rutas Alimentadoras:** Estas son rutas de los camiones urbanos regulares que fueron integradas al sistema, pues tienen como parada una o más estaciones de transferencia.
- **Rutas Auxiliares:** son rutas de camión urbano que permiten a los usuarios a llegar a determinada estación de transferencia en un recorrido distinto a las troncales y más lejano a las Rutas Alimentadoras.

Las estaciones de transferencia son los puntos terminales para las Rutas Troncales, Rutas Alimentadoras y Rutas Auxiliares. En estas estaciones se permite el transbordo sin costo entre cualquiera de estas líneas. Actualmente existen cinco: San Jerónimo, Delta, Parque Juárez, Santa Rita y San Juan Bosco.

Al concluir la tercera etapa del sistema se estimaba beneficiar alrededor del 80% de usuarios del transporte público en la ciudad, lo que corresponde a más de 500 mil personas.

### **5.1.2 El transporte público masivo en Guadalajara**

En esta ciudad, la Secretaría de Vialidad y Transporte (dependencia del Gobierno del Estado de Jalisco) es la autoridad reguladora en materia de tránsito y vialidad, por lo que representa la entidad operativa y de coordinación en materia de transporte.

Los principales organismos dependientes de la Secretaría de Vialidad y Transporte de Jalisco son:

- Centro Estatal de Investigación de la Vialidad y el Transporte (CEIT)
- Organismo Coordinador de la Operación Integral del Servicio de Transporte Público (OCOIT)
- Sistema de Transporte Colectivo de la Zona Metropolitana (SISTECOZOME)
- Sistema de Tren Eléctrico Urbano (Siteur)
- Servicios y Transporte (SyT)

Guadalajara cuenta con 2 sistemas de transporte público masivo manejados con una sola empresa, SITEUR, que administra el servicio de 2 líneas de Metro de Guadalajara (Tren Ligero) y la ruta alimentadora especial llamado Pre-Tren. También administra la línea de autobuses rápidos confinados (BRT) que han denominado "Macrobús". Este modo de transporte fue inaugurado el 10 de marzo de 2009. Cuenta con un corredor sobre la avenida Independencia y cuenta con 27 estaciones, 41 autobuses articulados (capacidad de 160 personas) y 15 rutas alimentadoras con 103 unidades. Dichas rutas comunican a los municipios de Guadalajara, Tlaquepaque y El Salto. El sistema cubre un total de 80 kilómetros de rutas, atendiendo a una población potencial de 130 mil pasajeros diarios.

Los planes contemplan la creación de diez corredores de Macrobús que se extenderían por toda la zona metropolitana de Guadalajara para mejorar las condiciones de traslado de su población que casi alcanza los cuatro y medio millones de habitantes.

### **5.1.3 El sistema METROBÚS en la Ciudad de México**

Con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environment Facility, GEF) y el Banco Mundial, el Gobierno del Distrito Federal (GDF), a través de la Secretaría del Medio Ambiente, inició el proyecto Introducción a las Medidas Ambientalmente Amigables con el Transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el cual en sus planteamientos incluye el desarrollo de un sistema de transporte basado en carriles confinados.

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 Integral de Transporte y Vialidad de la

Ciudad de México 2001-2006 (PITV), constituyéndose en 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, identificándose con una mayor velocidad al transitar por carriles exclusivos segregados del tránsito particular y estaciones especiales, con lo cual se permite que el ascenso y descenso de pasajeros se realice eficientemente usando autobuses de plataforma alta y dispositivos especiales de cobro.

La implantación del Metrobús representa una reforma integral del sistema convencional del transporte público de pasajeros, incluyendo los siguientes aspectos: 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.

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 sus beneficios, se estableció un Esquema Organizacional y Normativo basado en la aplicación de reglas claras que permiten la operación regulada del sistema. El cual está compuesto por cuatro elementos fundamentales:

- Un organismo público responsable de la Planeación, Administración y Control del Sistema Metrobús.
- Empresas operadoras eficientes que dan el servicio de transporte.
- Un fideicomiso privado de administración, distribución e inversión.
- Un sistema de peaje moderno, para el manejo eficiente y transparente de los ingresos del sistema por cobro a las y los usuarios.

Así, la relación jurídica de trabajo 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 definidos y avalados por las leyes vigentes.

De este modo, el Organismo Público Descentralizado Metrobús, creado por decreto de la Jefatura de Gobierno del Distrito Federal y publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal número 29, el 9 de marzo de 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 una empresa privada.

Integrada por los 262 concesionarios que anteriormente operaban el Ramal Insurgentes de la Ruta 2, el 26 de octubre de 2004 se constituyó Corredor Insurgentes Sociedad Anónima (CISA), empresa que cuenta con la concesión del servicio de corredor, producto de un intenso proceso de trabajo que significó dos años.

Adicionalmente, 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 su distribución entre los diversos actores, el cual a su vez contrató 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 ha realizado la planeación, coordinación, rectoría y gestión, así como el financiamiento de la construcción de la infraestructura del corredor. Por otra parte, el apoyo del Banco Mundial se ha enfocado al financiamiento de estudios y análisis para el diseño e implementación de la infraestructura, en el marco del Proyecto Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte (PIMAAT) y en la gestión para la venta de bonos de carbono resultantes de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivada de la operación del corredor. Por su parte, los operadores del corredor han participado financieramente con la adquisición de las unidades que conforman la flotilla de vehículos articulados.

El Sistema Metrobús representa la modificación del esquema organizacional para mejorar las condiciones de servicio, de operación y de negocio. Representa la adecuación general de la infraestructura de la vialidad para lograr un mayor flujo de vehículos por unidad de tiempo e implica la modernización tecnológica de la flota, para lograr una mayor eficiencia energética, lo que propicia una disminución significativa en los niveles de contaminación por emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

En primera instancia, el esquema de operación del Sistema Metrobús planteó la actuación en diversos nichos de oportunidad para la mejora del transporte público de la ciudad. Para los concesionarios individuales, significó la posibilidad de evolucionar de su actual forma de trabajo a un esquema empresarial, lo que representa una opción de negocio más ordenado, competitivo y rentable, con mayores garantías jurídicas y financieras. Para el Gobierno del Distrito Federal, implica la regulación efectiva del servicio de transporte público en los corredores, basada en la aplicación de reglas claras y la utilización de tecnología reciente. Para la ciudadanía significa disponer de un transporte público más limpio, digno, seguro y confiable.

En este caso, gobierno, concesionarios y usuarios se benefician por igual con la decisión de que sólo empresas podrán operar en los corredores de transporte. Los dos primeros pudieron hacer un ajuste de la oferta de transporte en Insurgentes, reduciendo en la vialidad la cantidad de unidades. Se substituyó el

parque vehicular convencional por una flota moderna de tamaño suficiente para atender la demanda del corredor, compuesta de unidades nuevas, de alta capacidad. Al respecto, la SETRAVI menciona en el Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012 (PITV 2007), que el “Corredor Insurgentes, Línea 1, en el tramo de 19.7 km., comprendido de Indios Verdes a la intersección con el Eje 10 Sur, inició su operación con 80 autobuses articulados de 18 metros de largo de plataforma alta (1 metro) y con tecnología ambiental Euro-III, que desplazaron de la circulación 262 microbuses y 90 autobuses con tecnologías obsoletas y altamente contaminantes, permitiendo una reducción de 30 mil toneladas de gases de efecto invernadero, en beneficio de la calidad del aire de la metrópoli” (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 22 de marzo de 2010)

Gracias a las garantías jurídicas y financieras del negocio, las empresas operadoras pudieron financiar el 80% del valor de la operación de las unidades adquiridas, oportunidad que no habrían tenido como concesionarios individuales. Por su parte, las y los usuarios disfrutaron de un servicio de transporte moderno, que les permitirá viajar con mayor orden, confort y seguridad.

La introducción de nuevas formas de gestión y de operación del servicio de transporte público permitió avanzar hacia un ajuste más fino entre la demanda de viajes y la oferta de autobuses, tanto durante la jornada como a través del tiempo. Complementariamente, los elementos técnicos requeridos para la implantación de los corredores del Sistema Metrobús, representan la oportunidad de renovar la infraestructura vial de los principales ejes de la ciudad, de aplicar tecnología reciente en la operación y regulación del servicio, y de hacer un uso más racionado de los recursos.

En el caso del Metrobús Insurgentes, el diseño técnico permite que 250,900 pasajeros al día puedan moverse con rapidez al abordar, descender y desplazarse: se regularizarán los ascensos y descensos a lo largo del corredor en 36 puntos exclusivos. El diseño funcional de las estaciones y terminales favorecerán el acceso de todas las personas usuarias del sistema, incluso las de capacidades diferentes. La utilización de tarjetas inteligentes como medio de pago del peaje agilizará el ingreso a través de los puntos de control sin contacto (torniquetes), en los que no es necesario introducir boleto alguno, pudiendo ingresar por cada turno alrededor de 30 personas en un minuto. La aplicación del Sistema de Ayuda a la Explotación permitirá garantizar la adecuada prestación del servicio en los corredores de transporte, al poder realizar un seguimiento en tiempo real de la operación de los vehículos. La operación de autobuses de plataforma elevada, al nivel de las estaciones y terminales, permitirán un rápido ascenso y descenso de usuarios, minimizando significativamente los tiempos de paradas, haciendo del recorrido una actividad más eficiente.

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012 (Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2008), indica que durante el periodo 2007-2012 se implementarían 9 corredores de transporte en el Distrito Federal con 200 kilómetros de carriles confinados y 800 autobuses articulados que reemplazarían 3,000 microbuses, con un costo estimado de 11,300 millones de pesos, dejando de emitir 214,000 toneladas de CO<sub>2</sub> eq/año.

### **5.1.4 El sistema MEXIBÚS en el Estado de México**

El Mexibús Cd. Azteca–Tecámac es un sistema de transporte masivo operado con autobuses articulados, que circularán en carriles exclusivos y que correrá de Ciudad Azteca, en Ecatepec, hasta Ojo de Agua, en Tecámac. Tiene una longitud total de 16.3 km. La línea completa tiene 21 estaciones sencillas y tres estaciones terminales que son: Ciudad Azteca, Central de Abastos y Ojo de Agua. La línea tendrá dos tipos de servicio, uno ordinario que parará en todas las estaciones y otro denominado exprés que parará en sólo algunas estaciones, haciendo el recorrido en menos tiempo. En las estaciones existen carriles de rebase que usarán los vehículos del servicio exprés.

El costo de cada tarjeta es de 10 pesos y cada viaje costará 7 pesos. La tarjeta es transferible, pudiéndola ocupar diversas personas, hasta agotar la cantidad registrada en la tarjeta.

Las estaciones están equipadas para dar servicio a invidentes y personas con capacidades diferentes y contará con personal de seguridad privada que resguarde cada estación. La línea completa operará con 63 autobuses articulados marca Volvo 7300. Los autobuses están diseñados para transportar cada uno, 41 pasajeros sentados y 123 de pie. La tracción de los mismos será por medio de motores de combustión interna a diesel, con especificaciones Euro IV, cuya tecnología logrará disminuir en 30 mil toneladas al año la emisión de contaminantes a la atmósfera. Estos autobuses estarán permanentemente monitoreados vía satélite, desde un centro de control central, con el cual tendrán comunicación por radio, para reportar incidentes o cualquier eventualidad en tiempo real.

## **5.2 El programa de ciclovías**

Con el propósito de favorecer los medios no contaminantes de transporte, la Ciclovía de la Ciudad de México se extiende a lo largo de 75 kilómetros, ofreciendo una alternativa de transporte para sus habitantes, ya que comprende puntos que anteriormente podrían considerarse de difícil acceso.

El rango de velocidades en que se puede desempeñar la bicicleta en trayectos cortos es similar a la de los automóviles en las áreas urbanas y superior a la velocidad del transporte público y de los automóviles en zonas congestionadas. Otra ventaja de la bicicleta es que puede adquirirla prácticamente cualquier persona y su costo puede recuperarse en tarifas de transporte no pagadas en menos de un año de viajes cotidianos.

Para motivar el uso de la bicicleta, en el STC-Metro y el sistema de rutas del Metrobús se permite la entrada de usuarios con bicicleta pero sólo los domingos. Igualmente, y de manera preliminar, la Red de Transporte Público (RTP) estrenó 10 portabicicletas en dos de sus rutas de autobuses.

También se está probando la operación de dos estaciones para la renta de bicicletas que pueden ser usadas en la Ciclovía, en el Bosque de Chapultepec y en el barrio de Coyoacán.

### **5.3 Programa de sustitución de taxis**

Actualmente, se han otorgado más de 103 mil concesiones de taxi en el Distrito Federal, de las cuales el 90% de las unidades operan como taxis libres, es decir, que no tienen una ruta fija para operar. Más del 50% de este parque vehicular excede los 10 años de antigüedad permitidos por la normatividad. De esta manera, los taxis son fuente de un alto porcentaje de las emisiones contaminantes que genera el transporte público en la ciudad. Por lo anterior, el "Programa de sustitución de Taxis" del Gobierno del Distrito Federal comenzó a operar el 5 de agosto de 2002. Este programa, que en una primera etapa abarcó el remplazo de 3,000 unidades, se basa en un esquema financiero accesible a los concesionarios, quienes hasta ahora habían enfrentado como uno de sus principales problemas el no ser sujetos de crédito para la renovación de sus unidades. El GDF otorgará un subsidio de 15 mil pesos, con el cuál se da cobertura al monto total del enganche del vehículo por taxista, a cambio de que el vehículo viejo sea "chatarrizado", es decir, destruido y reciclado. Además, el Programa incluye un esquema de capacitación a los concesionarios, proporcionado por Nacional Financiera (NAFIN), el cual abarca temas relacionados con el manejo de los créditos, economía personal, superación y calidad en el servicio.

Los objetivos del programa son:

- Reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Aumentar la seguridad del usuario y del conductor.
- Coadyuvar a la disminución del robo de vehículos.
- Asegurar el retiro de circulación de unidades antiguas, mediante esquemas de "chatarrización".

En términos ambientales, al remplazar las 3,000 unidades de taxi, contempladas en la primera etapa del Programa, se logrará una disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera por 14,165 toneladas de bióxido de carbono equivalente.

### **5.4 El Programa "Hoy no circula" y la verificación de vehículos no contaminantes**

Este programa tiene como motivación central el control de la contaminación originada por los vehículos y tiene ya muchos años de dar resultados importantes. Las principales medidas para este control se pueden agrupar en tres tipos: creación de centros de medición, diagnóstico y control de emisiones de gases y

ruidos; brigadas de medición en la vía pública; e inspección de normas de calidad en los talleres mecánicos y programas de suspensión obligatoria de la circulación.

#### **5.4.1 Los programas de verificación de emisiones**

En enero de 1989 se implantó el programa de verificación obligatoria de emisiones. Para poder atender la demanda se autorizó el funcionamiento de 150 talleres mecánicos. Posteriormente, estos talleres mecánicos han sido sustituidos por los llamados "Verificentros" que fueron equipados con mejores tecnologías para la detección de las emisiones contaminantes. Sin embargo, como muestra el cuadro A.11 (ver anexo), aún en los años recientes se sigue presentando una gran cantidad de vehículos rechazados, esto es, que no cumplen con los estándares de emisiones, aunque parece haber una ligera tendencia a su disminución. Esto resulta importante porque implica que no se ha logrado contar con el nivel de responsabilidad necesario en todos los propietarios de vehículos automotores para que tengan en buen estado mecánico a sus unidades.

#### **5.4.2 La verificación en la vía pública**

Precisamente como complemento a la verificación de contaminantes en los centros especializados, existe la posibilidad de ejercer algunos controles de los niveles de contaminantes que emiten los vehículos cuando están en circulación. La mejor opción consiste en hacer mediciones con equipos móviles de verificación a una muestra de vehículos seleccionada aleatoriamente y, de ser comprobada la emisión excesiva de contaminantes, sancionar o incluso remitir a los infractores a los depósitos correspondientes. Una segunda opción, quizá obligada por el alto costo de los equipos móviles, consiste en detener y enviar a un centro de verificación a los vehículos que, visualmente, parezcan estar contaminando. La ventaja evidente de la primera opción es que no depende del criterio de los agentes encargados de la inspección. No obstante, en México se ha preferido la segunda opción. En efecto, en combinación con la verificación obligatoria, se implantó la detención de los vehículos que contaminaran ostensiblemente, lo cual tiene la posible subjetividad implícita en la decisión de detener un vehículo con base en la inspección visual.

#### **5.4.3 Inspección de normas de calidad en los talleres mecánicos**

Probablemente, éste es el aspecto de la política de control de la contaminación que ha sido más descuidado. Es frecuente encontrar, en el medio de los talleres encargados de dar mantenimiento correctivo a los vehículos, una situación artesanal, de improvisación y desorganización que priva en su operación. Aunque parece haber un incremento de las agencias automotrices y talleres de

concesionarios, aún estas opciones no siempre responden con la calidad acorde a los precios de las reparaciones. Así, la gran mayoría de los propietarios de automóviles siguen optando por llevar a diagnosticar y reparar sus vehículos a los talleres artesanales ubicados en lotes baldíos o incluso en la calle.

#### **5.4.4 El programa "Hoy no circula"**

Esta medida de control de la contaminación consiste en obligar al descanso programado de los vehículos ya sea durante un periodo de tiempo programado, a lo largo de algunas zonas específicas de la ciudad, una combinación de las dos anteriores o según las circunstancias y eventos lo requieran.

En el caso de la Ciudad de México se optó por un programa que consiste, básicamente, en no circular un día de la semana laboral (lunes a viernes) dependiendo de la terminación de la placa, entre las 5 y las 22 horas y dentro del Distrito Federal y 18 municipios conurbados. De hecho, originalmente se le denominó al programa "Un día sin auto", pero se optó por el nombre actual de "Hoy no circula" que corresponde más estrictamente a lo que sucede, pues no es el caso de que se le quite su auto al propietario sino que se le impide circular. En realidad, el antecedente del programa "Hoy no circula" fue un programa de renuncia voluntaria a la circulación que originalmente logró que se repartieran 400,000 calcomanías en 1988. Del sorprendentemente alto nivel de respuesta y colaboración de los automovilistas (se estima que al menos la mitad de las calcomanías sí eran respetadas aunque no fueran obligatorias), en 1989 se procedió a imprimir calcomanías oficiales que además de contar con los dígitos y letras de la placa del vehículo muestran un cuadro con cinco colores diferentes para cada día de la semana laboral (amarillo, rosa, rojo, verde y azul para lunes, martes, miércoles, jueves y viernes, respectivamente).

En noviembre de 1989 el entonces DDF determinó que oficialmente se implantaba el programa "Hoy no circula", de forma obligatoria pero supuestamente sólo de manera temporal durante el invierno correspondiente. Sin embargo, a partir del primero de marzo de 1990, el programa se vuelve permanente y esta medida, probablemente, le restó éxito al principal objetivo del programa, esto es, la disminución significativa de los vehículos en circulación.

Por otra parte, la crítica que más frecuentemente se ha realizado en contra del programa "Hoy no circula" radica en la posibilidad de que muchos propietarios hayan optado por comprar un vehículo adicional para sustituir al vehículo o vehículos que la familia no pueda utilizar en ciertos días de la semana.



# Conclusiones

---

Las políticas oficiales de combate a los efectos negativos de la actividad de transporte en México, se centran en programas locales para el control de la calidad del aire, sobresaliendo el Proaire de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, el cual se encontraba en proceso de desarrollo su versión 2011-2020, bajo dicho esquema se han obtenido logros importantes a través del uso de la tecnología para mejorar el desempeño de los vehículos automotores, calidad de combustibles y operación del transporte en la Ciudad de México, permitiendo con ello que la emisión de diversos contaminantes cumpla con las normas ambientales, con excepción del ozono que está apenas arriba del límite permisible, reduciendo sus efectos en la salud de la población. Además de la Ciudad de México, algunas otras ciudades cuentan ya con programas de gestión de la calidad del aire, como son Ciudad Juárez, ZM de Guadalajara, Área Metropolitana de Monterrey, Mexicali, entre otras; mientras que existen otras ciudades en alguna etapa de desarrollo de políticas de este tipo, tales como la Zona Metropolitana de Querétaro y la Zona Metropolitana de Villahermosa.

En el ámbito federal, sobresalen el Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo (Protram), y el Programa para la Transformación del Transporte Urbano Masivo (PTTU) apoyados por Banobras y cuyos principales instrumentos son la promoción de Planes Integrales de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) así como los sistemas de Autobuses de Transito Rápido (BRT, por sus siglas en inglés).

Por su parte, los programas de combate a los efectos por el cambio climático son relativamente nuevos y tienen la virtud de presentar objetivos en materia de transporte sustentados económicamente e inmersos en un programa de cambio energético nacional como lo es el MEDEC, sin embargo, aún no cuentan con una estructura institucional consolidada y experimentada, dado que el marco legal adecuado aún está en proceso de aprobación, aunque ya se encuentra vigente el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. Asimismo, se cuenta con el soporte del Banco Mundial para el cumplimiento de dichas metas para mitigación de emisiones de carbono y adaptación de las actividades económicas al cambio climático.

La propuesta del IMT de un modelo que estima la emisión de ruido en las carreteras nacionales es un punto de partida para la ponderación económica de los efectos en la salud y la productividad de los altos niveles de ruido y estrés a que se someten los usuarios y población vecina a las carreteras federales y urbanas, pues la serie de estudios realizados en algunas carreteras nacionales muestra que se rebasan los límites marcados por la norma mexicana, mismo resultado que se mostró para un estudio en el Centro de la Ciudad de México. Además de los estudios que confirmen los posibles daños a la salud por las emisiones de ruido, es necesario complementarlos con estudios nacionales que ponderen los costos a la salud por estos efectos del transporte, pues aún se requiere validar y aceptar algunos indicadores de costo a la salud y a la

producción que debieran ser considerados en los planes de movilidad urbana, suburbana e interurbana.

Con respecto a los efectos del transporte en la productividad y el empleo, nuevamente se utiliza el caso de la Ciudad de México para ilustrar el potencial para mejorar la asignación de los recursos financieros, de acuerdo con el análisis de los últimos presupuestos del Gobierno del Distrito Federal y sus Programas de Transporte y Vialidad, en ellos aún se refleja un compromiso incipiente en apoyo a la transición energética con la finalidad de que el cambio de uso de combustibles en el sector transporte, realmente sea sustentable y no traslade costos a otra fase de la cadena de suministro de energía (ciclo de vida). Asimismo, el reto que permanece pendiente y es promisorio en el abatimiento de las emisiones contaminantes es el incremento de la participación del transporte masivo, que efectivamente atraiga al actual usuario del automóvil.

Ante la compleja problemática enfrentada, misma que ha sido descrita en alguna medida en los anteriores capítulos, el gobierno federal mexicano está implementando, con la colaboración de algunos organismos internacionales, una estrategia centrada en dos proyectos centrales: el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) y el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU). Ambos programas parten de un reconocimiento explícito de los obstáculos o problemas mencionados anteriormente, por lo que incluyen diversas acciones para enfrentarlos. No obstante, algunos elementos de la estrategia para cerrar la brecha entre las recomendaciones de política y su implementación son los siguientes.

- Promover la integración de todas las políticas que pueden afectar los objetivos centrales de la estrategia para lograr un transporte urbano sustentable (enunciados en el PROTRAM y en el PTTU). En particular, hay dos políticas que podrían ser revisadas: la compra de vehículos particulares (financiamiento, importación, tecnologías, etc.) y el precio relativo de los energéticos. La incidencia de estas variables, junto con la modernización y profesionalización del transporte público, es clave para tratar de revertir las actuales tendencias de motorización y consumo energético.
- Seleccionar sólo los proyectos de transporte masivo que estén plenamente justificados, condicionando escrupulosamente la entrega de recursos financieros a la existencia de estudios de viabilidad técnica, económica y ambiental de los proyectos de transporte y movilidad. Nada puede tener peor impacto para una estrategia de promoción de un transporte masivo eficiente y ambientalmente sustentable, que la existencia de un solo proyecto parcialmente fracasado, por no ser tan eficiente o tan demandado como se esperaba. En México tenemos varios ejemplos de ello.
- Buscar la coordinación e integración de todos los modos de transporte, con acciones que vayan mucho más allá de la retórica y el discurso político, e incluso priorizar a los transportes eléctricos y no motorizados. Así, los proyectos de modernización serían aprobados sólo si incluyen (en la escala apropiada y conforme a la demanda prevista), todas las tecnologías tecnológicamente abiertas,

todos los tipos de usuarios (enfazando los proyectos ajustados a la escala humana) e incluso los modos de transporte tradicionales. Actualmente, pocos proyectos viales y de transporte llegan a incluir algún aspecto para dar una mayor accesibilidad a todos los usuarios o para promover una integración intermodal y parece sólo haber preocupación por dar una imagen urbana de modernidad.

- Diseñar y difundir una cultura de aceptación. Así, se deben buscar más medios para promover una actitud más favorable hacia los transportes masivos por parte de toda la sociedad, al convencer a los ciudadanos de que son la mejor opción para atender la movilidad urbana e interurbana. Es muy conocido el hecho de la gran resistencia de los automovilistas a disminuir el uso de su auto, aún contando con alternativas razonables, pero que implican renunciar a las comodidades del auto particular. Sin embargo, también se reconoce que dichas resistencias disminuyen cuando se le ofrece un servicio público con capacidad, seguridad y velocidades comerciales, como las que sólo puede proporcionar el transporte ferroviario.
- Mejorar permanentemente los instrumentos de gestión pública o privada (por ejemplo, concesiones, tarifas, régimen de inversión, reglamentos operativos, estructuras organizacionales, proyectos de modernización, etc.), según el nivel y competencias de cada gobierno, para lograr una operación eficiente y segura de las empresas del transporte masivo, aprovechando las diferentes ventajas que cada modalidad nos ofrece. Por supuesto, no siempre se cuenta con el personal, la organización o incluso el entramado institucional (en el que convergen los tres niveles de gobierno y las propias empresas prestatarias del servicio), lo cual se mezcla con los problemas derivados de la obsolescencia o inoperancia de las prácticas que sustentan la toma de decisiones, por lo que no se debe descuidar la permanente formación y capacitación de cuadros técnicos y gerenciales que emprendan la modernización de la gestión y la administración. En particular, es muy importante que se logre consolidar un ambiente de mutua colaboración, interdependencia y, especialmente, congruencia entre los objetivos y formas de aplicación de dichos instrumentos de gestión de los transportes masivos.
- Consolidar la investigación y desarrollo de las tecnologías y de las herramientas de gestión de los sistemas de transporte masivo. En realidad, el elemento que hace sustentable el desarrollo de los transportes masivos es la investigación y el desarrollo tecnológico aplicados al mejoramiento de los vehículos, infraestructura, comunicaciones y demás equipos indispensables para la correcta operación de los transportes modernos. También se requiere el desarrollo y modernización de las herramientas analíticas que nos permiten una mejor toma de decisiones en la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento e incluso en el remplazo de las tecnologías usadas en los sistemas de transporte masivo. Sólo así se puede garantizar un uso eficiente de recursos en la gestión de estos sistemas de transporte, garantizando los niveles de servicio, seguridad, comodidad, cobertura, confiabilidad y respeto al medio ambiente.



# Bibliografía

---

**Acquatella, Jean.** (2001) *Aplicación de los Instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes*, Serie Medio ambiente y desarrollo, CEPAL.

**Crass, M., and Miyake, M.** (2005) *Implementing Sustainable Urban Travel Policies: How Can National Governments Help?* Workshop on Implementing Sustainable Urban Travel Policies in Japan and other Asia -Pacific countries, ECMT, Tokyo.

**Comisión de Vialidad y Transporte Urbano.** (1984) *Estudio de origen y destino del área metropolitana de la Ciudad de México, 1983*. Departamento del Distrito Federal. México.

**Delucchi , M.A.** (2002) *Environmental Externalities of Motor –Vehicle Use in the US*. Journal of Transport Economics and Policy, Vol. 34, May.

**ECMT/CM.** (2000) *Sustainable Development. Sustainable Transport Policies*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. Praga.

**ECMT/CM.** (2001) *Implementing sustainable transport policies*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers.

**ECMT/CM.** (2001) *National Peer Review: The Netherlands. Implementing sustainable transport policies*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. OECD.

**ECMT/CM.** (2002) *Implementing sustainable transport policies. Final Report*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers.

**ECMT/CM.** (2002) *Key Messages for Governments European Conference of Ministers of Transport*. Council of Ministers.

**ECMT/CM.** (2003) *Managing the Fundamental Driver of Transport Demand. Conclusions of the December 2002 Seminar*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. Brussels.

**ECMT/CM.** (2003) *National Reviews. Implementing sustainable transport policies*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. OECD.

**ECMT/CM.** (2003) *Transport Policy: successes, failures and challenges*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. Brussels.

**ECMT/CM.** (2006) *Access and inclusion. Improving Transport Accessibility for all: Policy Messages*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers. OECD.

**ECMT/CM.** (2006) *Sustainable Urban Travel. Implementing Sustainable Urban Travel polices: Applying the 2001 Key Messages*. European Conference of Ministers of Transport. Council of Ministers.

**Ferrer, J.A.** (2009) y Escalante, R.I. *Contaminación atmosférica y efectos sobre la salud en la Zona Metropolitana del Valle de México*. Revista Economía Informa, núm. 360, septiembre-octubre 2009, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México,

**Fujii, S.** (2005) *Prospect for Mobility Management in Japan*, Workshop on Implementing Sustainable Urban Travel Polices in Japan and other Asia-Pacific countries, ECMT, Tokyo.

**Gallopin, G.** (2003) *A systems approach to sustainability and sustainable development*, Medio ambiente y desarrollo, CEPAL.

**Gwilliam, K.** (1997) *Sustainable Transport and Economic Development*. Journal of Transport Economics and Policy. University of Bath.

**Hee K.J.** (2005) *Public Transport promotion polices to improve Urban Traffic Conditions*. Workshop on Implementing Sustainable Urban Travel Polices in Japan and other Asia-Pacific countries, ECMT, Tokyo.

**INEGI** (1994) *Encuesta de Origen y Destino de los Viajes en el Área Metropolitana de la Ciudad de México*. INEGI, Aguascalientes, México.

**INEGI** (2007) *Encuesta 2007, Origen Destino*. INEGI, Aguascalientes, México.

**INEGI** (2011) *Censo General de Población y Vivienda, 2010. Resultados definitivos*. Aguascalientes, México.

**Instituto Mexicano del Petróleo.** (2005) *Escenarios de emisiones y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en sectores clave (Transporte y Desechos)* Instituto Mexicano del Petróleo, México.

**Instituto Mexicano del Transporte.** (2007) *Estudio de la demanda en las principales terminales de pasajeros del Autotransporte Federal en la República Mexicana*. IMT, SCT, Querétaro, México.

**International Transport Forum.** (2009) *The Future of interurban Passenger Transport –Bringing Citizens Closer Together*. Symposium summary and Conclusions. Joint Transport Research Centre, Discussion paper 2010-11, OECD, Madrid.

**International Transport Forum.** (2010) *Transport Outlook 2010. The Potential for Innovation*, OECD/ITF. Paris.

**Islas, V.M.** (2000) *Llegando tarde al compromiso: la crisis del transporte urbano en la Ciudad de México*. El Colegio de México, México.

**May, A.D.** (2005) *Overcoming Institutional Barriers to the Implementation of Integrated Transport Strategies*. Workshop on Implementing Sustainable Urban Travel Policies in Japan and other Asia-Pacific countries. ECMT, Tokyo.

**Pearce, D.W. and Nash, C.A.** (1981) *The Social Appraisal of Projects: A Text in Cost-Benefit Analysis*. Macmillan Ed. Ltd.

**Sheinbaum, C.** (2008) *Problemática ambiental de la Ciudad de México*. Ed. Limusa, México.

**Vidaña, U.** (1987) *El transporte público de pasajeros en la ciudad de México Consideraciones económicas*. México, D.F., mimeo.

**Wenhua, W.** (2005) *Urban Travel in China: Continuing Challenges with Rapid Urbanization and Motorization*. Workshop on Implementing Sustainable Urban Travel Policies in Japan and other Asia-Pacific countries, ECMT, Tokyo.

**Weiner, E.** (2003) *Overview of the ECMT/OECD Project on Sustainable Urban Travel and Sustainable Development*. ECMT-USDOT Workshop on Fostering Successful implementation of sustainable urban travel policies, Washington, D.C.



# Anexos

**Cuadro A.1 Inventario porcentual de emisiones en la ZMCM, desagregado por fuente, 2004.**

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	CH <sub>4</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fuentes puntuales	18,93	9,83	49,41	0,36	10,97	14,56	0,66	21,44	1,12
Fuentes de área	52,21	29,63	0,62	0,43	6,48	59,20	95,16	40,68	77,33
Fuentes móviles	23,05	56,60	49,97	99,21	82,21	24,09	4,18	34,56	21,55
Vegetación y suelos	5,81	3,94	N/A	N/A	0,35	2,14	N/A	3,31	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fuente: elaborado con base en los datos publicados en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum P. C. 2008. Ed. Limusa. México.

**Cuadro A.2 Inventario de emisiones en la ZMCM, desagregado por fuentes móviles, 2004 (ton/año).**

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	CH <sub>4</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Autos particulares	860	480	1 719	890 602	57 456	92 689	3 931	85 849	2 648
Taxis	144	80	312	118 709	11 062	14 309	606	13 252	483
Combis	24	14	44	69 194	3 208	6 687	283	6 193	76
Microbuses	42	24	123	151 556	10 278	18 767	1 461	17 456	171
Pick up's	63	36	149	106 338	8 572	10 825	515	10 012	169
Vehíc. menores a 3 ton.	283	234	215	109 111	10 695	11 908	478	11 084	117
Tractocamiones	2 315	2 014	284	31 945	29 094	11 575	494	11 069	30
Autobuses	691	600	261	16 015	10 751	4 741	204	4 530	14
Vehíc. mayores a 3 ton.	270	223	152	186 038	5 798	12 989	1 030	11 715	45
Motocicletas	76	43	62	98 399	1 057	16 646	814	12 739	22
<b>Total</b>	<b>4 768</b>	<b>3 748</b>	<b>3 321</b>	<b>1 777 907</b>	<b>147 971</b>	<b>198 136</b>	<b>9 816</b>	<b>183 899</b>	<b>3 775</b>

Fuente: véase cuadro A.1.

**Cuadro A.3 Inventario porcentual de emisiones por fuentes móviles en el AMCM, 2004.**

	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT	CH <sub>4</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Autos particulares	18,0	12,8	51,8	50,1	38,8	46,8	40,0	46,7	70,1
Taxis	3,0	2,1	9,4	6,7	7,5	7,2	6,2	7,2	12,8
Combis	0,5	0,4	1,3	3,9	2,2	3,4	2,9	3,4	2,0
Microbuses	0,9	0,6	3,7	8,5	6,9	9,5	14,9	9,5	4,5
Pick up's	1,3	1,0	4,5	6,0	5,8	5,5	5,2	5,4	4,5
Vehíc. menores a 3 ton.	5,9	6,2	6,5	6,1	7,2	6,0	4,9	6,0	3,1
Tractocamiones	48,6	53,7	8,6	1,8	19,7	5,8	5,0	6,0	0,8
Autobuses	14,5	16,0	7,9	0,9	7,3	2,4	2,1	2,5	0,4
Vehíc. mayores a 3 ton.	5,7	5,9	4,6	10,5	3,9	6,6	10,5	6,4	1,2
Motocicletas	1,6	1,1	1,9	5,5	0,7	8,4	8,3	6,9	0,6
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fuente: véase cuadro A.1.

**Cuadro A.4 Kilómetros recorridos por tipo de vehículos para la ZMVM, 1994-2006.**

Tipo de vehículo	Millones de vehículo-km al año							TCMA
	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	
Autos particulares	27,666	27,813	34,069	38,910	41,341	44,694	48,538	<b>4.8</b>
Taxis	4,336	5,773	6,050	6,873	7,039	7,636	10,376	<b>7.5</b>
Combis	1,312	1,312	1,303	1,241	1,233	1,252	2,030	<b>3.7</b>
Microbuses	2,025	2,025	1,978	2,000	1,925	2,098	2,276	<b>1.0</b>
Pick Up	3,674	3,525	3,733	3,714	3,687	3,246	2,769	<b>-2.3</b>
Vehíc. hasta 3 ton.	853	869	890	945	1,090	1,084	1,098	<b>2.1</b>
Tractocamiones	1,088	1,168	1,116	1,375	1,652	1,815	1,910	<b>4.8</b>
Autobuses	517	496	523	578	807	944	1,633	<b>10.1</b>
Vehíc. más de 3 ton.	990	975	969	995	1,075	1,130	1,228	<b>1.8</b>
Motocicleta	931	1,345	1,827	2,391	2,534	3,152	4,538	<b>14.1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>43,422</b>	<b>45,301</b>	<b>54,456</b>	<b>61,022</b>	<b>62,383</b>	<b>67,051</b>	<b>76,396</b>	<b>4.8</b>

Fuente: véase cuadro A.1.

**Cuadro A.5 Emisiones por cada vehículo-kilómetro recorrido en 2004.**

Tipo de vehículo	Gramos de contaminante por veh-km.					
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COT
Autos particulares	0.019	0.011	0.038	19.927	1.286	2.074
Taxis	0.019	0.010	0.041	15.546	1.449	1.874
Combis	0.019	0.011	0.035	55.267	2.562	5.341
Microbuses	0.020	0.011	0.059	72.238	4.899	8.945
Pick Up	0.019	0.011	0.046	32.760	2.641	3.335
Vehíc. hasta 3 ton.	0.261	0.216	0.198	100.656	9.866	10.985
Tractocamiones	1.275	1.110	0.156	17.601	16.030	6.377
Autobuses	0.732	0.636	0.276	16.965	11.389	5.022
Vehíc. más de 3 ton.	0.239	0.197	0.135	164.635	5.131	11.495
Motocicleta	0.024	0.014	0.020	31.218	0.335	5.281
<b>TOTAL</b>	<b>0.071</b>	<b>0.056</b>	<b>0.050</b>	<b>26.516</b>	<b>2.207</b>	<b>2.955</b>

Fuente: elaboración propia con base en la información de los cuadros A.2 y A.4.

**Cuadro A.6 Tendencias en las concentraciones horarias (promedio anual) de los principales contaminantes del aire en el AMCM.**

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
PST ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NM	248	337	482	354	190	179	166	208	209	210
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NM	177	117	100	82	106	99	89	88	76	86
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NM										
SO <sub>2</sub> (ppm)	0,05 7	0,05 1	0,05 8	0,05 9	0,04 6	0,02 3	0,02 0,02	0,01 7	0,01 6	0,01 4	0,01 3
CO (ppm)	6,2 0,11	6,6 0,10	7,1	8,7 0,13	8	5,3 0,23	4,8 0,17	3,8 0,17	4	3,6 0,19	3,5 0,15
NO <sub>x</sub> (ppm)	7	9	0,19	1	DI	5	6	1	0,2	6	3
Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1,29	1,4 0,11	1,23 0,14	0,88 0,17	0,54 0,15	0,29 0,13	0,25 0,13	0,19 0,13	0,25 0,12	0,16 0,11	0,1 0,11
O <sub>3</sub> (ppm)	0,13	9	1	4	5	4	8	5	3	7	5
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
PST ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	238	202	177	173	173	148	165	122	113	132	143
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	78	71	60	62	66	56	56	50	46	53	60
PM <sub>2.5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NM	NM	NM	NM	DI	24	25	22	21	22	21
SO <sub>2</sub> (ppm)	0,01 3	0,01 8	0,01 6	0,01 2	0,01 2	0,01 2	0,01 1	0,00 7	0,00 7	0,00 6	0,00 6
CO (ppm)	3,1 0,14	3,3 0,14	3 0,13	2,6 0,14	2,4 0,16	2,2	2 0,15	1,9 0,15	1,7 0,15	1,6 0,15	1,4 0,11
NO <sub>x</sub> (ppm)	5	6	4	2	1	0,16	9	4	3	7	0,14
Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0,16 0,10	0,09 0,11	0,08 0,10	0,08 0,10	0,09 0,09	0,07 0,08	0,05	0,06 0,08	0,07 0,08	0,03 0,08	0,04 0,08
O <sub>3</sub> (ppm)	8	6	4	2	7	8	0,09	5	4	2	2

Fuente: Elaboración propia con base en el Informe 2009 de la calidad del aire en la Ciudad de México. Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal, 2010.

**Cuadro A.7 Estándares o normas ambientales para Estados Unidos y México**

	<b>CO</b> (ppm)	<b>SO2</b> (ppm)	<b>O3</b> (ppm)	<b>NO2</b> (ppm)	<b>PM10</b> (µg/m3)	<b>PM2.5</b> (µg/m3)	<b>Plomo</b> (µg/m3)
Estados Unidos	35 (1h) 9 (8 h)	0.13 (24h)	0.08 (1h) 0.06 (8h)	0.21 (1h)	150 (24h)	65 (24h)	1.5 (promedio)
México	11 (8h)	0.13 (24h)	0.11 (1h) 0.08 (8h)	0.21 (1h)	120a (24h)	65a (24h)	1.5 (promedio trimestral)

Fuente: véase cuadro A.1.

**Cuadro A.8 Verificaciones vehiculares en el Distrito Federal**

<b>Año</b>	<b>Rechazos</b>	<b>Total</b>
2000	116,333	118,333
2001	238,248	240,249
2002	278,443	280,445
2003	382,557	384,560
2004	300,159	2,255,108
2005	292,935	294,940
2006	229,450	231,456
2007	219,955	221,962

Fuente: elaborado con base en los datos publicados en "Problemática ambiental de la Ciudad de México", Sheinbaum P. C. 2008. Ed. Limusa. México.

**CIUDAD DE MÉXICO**

Av. Nuevo León 210  
Col. Hipódromo Condesa  
CP 06100, México, D F  
Tel +52 (55) 52 653600  
Fax +52 (55) 52 653600

**SANFANDILA**

Carretera Querétaro-Galindo km 12+000  
CP 76700, Sanfandila  
Pedro Escobedo, Querétaro, México  
Tel +52 (442) 216 9777  
Fax +52 (442) 216 9671



INSTITUTO  
MEXICANO DEL  
TRANSPORTE



[www.imt.mx](http://www.imt.mx)  
[publicaciones@imt.mx](mailto:publicaciones@imt.mx)