



FACTORES DE EMISIÓN Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Reporte Interno

**Dirección General de Investigación sobre la
Contaminación Urbana, Regional y Global
-DGICURG-**

**Dirección de Investigación
sobre la Calidad del Aire
- DICA -**

Agosto, 2005

I. Resumen

En este reporte se presentan los factores de emisión para contaminantes criterio y de gases efecto invernadero, así como los datos de actividad y de consumo de combustible.

Para la obtención de los factores de emisión de contaminantes criterio, se realizó la proyección de la flota vehicular, además de agregar el cálculo de los kilómetros anuales acumulados por categoría vehicular, mismos que fueron obtenidos a partir del inventario de emisiones preliminar de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) 2002 y el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.

Para efectos de estimar la distribución vehicular por tipo de vialidad, se utilizaron los porcentajes de circulación (viajes) tomados del estudio de aforos 2003 y la modelación con el modelo de transporte Transus.

Con la finalidad de contar con insumos adecuados para determinar los posibles beneficios derivados de la implementación de corredores de transporte, los factores de emisión de contaminantes criterio fueron obtenidos para diferentes velocidades y categorías vehiculares, para dos escenarios, considerando para el primero de ellos las características tecnológicas de la flota vehicular y de combustible actuales para el periodo 2002- 2020 y otro considerando la introducción de nuevas tecnologías vehiculares, además del cambio en el contenido de azufre en los combustibles para el mismo periodo.

Para los factores de emisión de contaminantes criterio se utilizó el modelo matemático Mobile6_México, obteniendo factores de emisión globales, toda vez que los datos de actividad reportados por el modelo Transus no cuentan con un nivel de desagregación por año modelo. Dado que Mobile6_México calcula factores de emisión con base en la distribución y en la actividad vehicular, fue necesario obtener dichos parámetros para la ZMVM en el periodo de estudio. Para la proyección de la distribución vehicular se utilizó la metodología descrita en el inventario de emisiones de la ZMVM de 1998. Cabe señalar que los factores estimados reflejan las medidas de gestión de la calidad del aire consideradas en el Programa de Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México (Proaire, 2002-2010), como lo es la introducción de vehículos que cumplan el requerimiento de emisiones TIER 2 y la disminución del contenido de azufre en los combustibles.

Para el cálculo de las emisiones de gases de efecto de efecto invernadero se obtuvieron datos sobre el consumo de combustible para cada tipo de vehículo a velocidades de entre 5 y 80 km/hr mediante la aplicación del modelo Transus, en tanto que los factores de emisión fueron tomados del manual de referencia del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 1996).

En los resultados obtenidos queda plasmado con claridad el efecto benéfico que tiene la incorporación de estándares de emisión más estrictos (Tier2 y EPA2007), así como de la reducción del contenido de azufre en los combustibles, pues en el escenario que contempla estas medidas los factores de emisión obtenidos son consistentemente más bajos que en el escenario que no los toma en cuenta.

II. Abstract

This report documents the first part of a larger project to measure the costs and benefits of introducing a full bus rapid transit system in Mexico City. It details the methodology used to obtain emission factors for criteria pollutants and greenhouse gases. In addition, data on activity level and fuel consumption are presented.

The model MOBILE6-Mexico was used to calculate emission factors for criteria pollutants. Fleet average emission factors were obtained for each vehicle type, speed, and year. Emission factors were developed for twenty-five vehicle types and sixteen velocities, in five kilometer/hour increments, for every year from 2002 to 2020. In addition, emission factors were calculated for two scenarios. The first scenario assumes that current fuel quality and vehicle technologies are maintained for the entire period. The second considers a reduction in fuel sulfur levels combined with introduction of Tier 2 vehicular technologies. The assumptions used to develop the second scenario are consistent with the measures proposed in Mexico City's Program to Improve Air Quality (ProAire).

In order to obtain fleet average emission factors, the Mexico City vehicle fleet's age distribution and average annual mileage were projected. The fleet's age distribution was projected using the methodology found in the Mexico City Metropolitan Area emissions inventory of 1998, which projected the fleet's age distribution through 2010. Data from the Mandatory Vehicle Emissions Testing program were used to estimate average annual mileage.

Mobile also required that the percent of vehicle activity in each roadway type be input. We calculated percentages by roadway type based on the projections made by the Transus model used in this project.

To calculate greenhouse gas emission factors, the fuel consumption output of the Transus model was used. Emission factors were calculated for each vehicle type and velocity, in 5 kilometer per hour increments.

The results show the clear benefits from the introduction of stricter emissions standards (Tier2 y EPA2007) and from the reduction of fuel sulfur levels. The emissions factors obtained from the second scenario are consistently lower than those from scenario one, where these measures were not incorporated.

III. Introducción

El problema de la contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) ha sido una constante en los últimos años, presentándose niveles que exceden las normas de ozono y de partículas durante más del 60% y 2% de los días al año, respectivamente (INE, 2003). De acuerdo con el Inventario de emisiones 2002, elaborado por la Comisión Ambiental Metropolitana, el sector transporte es la principal fuente de contaminación, pues contribuye con prácticamente el total de las emisiones de CO, aproximadamente el 84% de los NOx, 58% de SO₂, 52% de PM_{2.5} y 38% de los COV's.

La contaminación del aire, originada por la circulación de los vehículos automotores en la ciudad resulta de la interacción de varios factores que incluyen la tecnología de control de emisiones del automóvil, número total de vehículos, cantidad y tipo de combustible utilizado, velocidad de circulación, número de kilómetros recorridos al día, estado mecánico del vehículo, modos de circulación en la ciudad y la renovación de la flota vehicular, entre otros.

La estimación de las emisiones de origen vehicular se basa en la combinación de dos aspectos fundamentales. El primero de ellos es la actividad vehicular, que se refiere a la distancia recorrida y la forma en que fue recorrida; y el segundo, es el factor de emisión, es decir, la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el curso del viaje. La actividad vehicular se expresa en términos de distancia recorrida por vehículo y, los factores de emisión, en unidades de masa de contaminante emitido por distancia recorrida.

En cuanto a la estimación de los factores de emisión para contaminantes criterio, la Agencia de Protección al Ambiente (EPA, por sus siglas en inglés) y la Comisión de Recursos del Aire de California (CARB por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos, han desarrollado programas de recolección de datos con la finalidad de cuantificar la tasa de emisión de contaminantes emitidos por cada categoría de vehículos automotores. Ambas organizaciones han utilizado esta información para desarrollar modelos que ayuden a los analistas a estimar las emisiones de origen vehicular. Estos modelos, comúnmente conocidos como modelos de emisiones de fuentes móviles, están diseñados para considerar los efectos de numerosos parámetros vehiculares que influyen en la determinación del volumen de contaminantes emitidos. Un ejemplo de este tipo de modelos es el llamado Mobile 6, el cual permite estimar factores de emisión para contaminantes criterio y algunos contaminantes tóxicos para diferentes categorías vehiculares y de combustible. Actualmente existe una versión de éste modelo adaptada para su aplicación en México (Mobile6_México).

Los propósitos del presente reporte son:

- 1). Presentar la metodología, consideraciones y supuestos para la obtención de los factores de emisión de contaminantes locales y globales que serán utilizados para el cálculo de las emisiones que se producirán con y sin la virtual entrada en operación de 33 corredores estratégicos de transporte en la ZMVM; y,
- 2) Analizar los datos disponibles en la literatura sobre consumos de combustible reportados para diferentes categorías vehiculares a fin de definir aquellos datos que serán

empleados en el cálculo de las emisiones de gases de efecto global (invernadero) provenientes de fuentes móviles.

IV. Métodos

A continuación se describe la metodología empleada para obtener los factores de emisión para contaminantes locales: hidrocarburos totales (HCT), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), material particulado (PM₁₀ y PM_{2.5}) y bióxido de azufre (SO₂), así como compuesto orgánicos volátiles (COV) y gases de efecto invernadero, tales como metano (CH₄), bióxido de carbono (CO₂) y óxido nitroso (N₂O) para vehículos privados, públicos y de carga, en el periodo 2002 – 2020. Dichos factores fueron estimados para vehículos a gasolina, diesel, gas licuado de petróleo (GLP) y gas natural comprimido (GNC) a velocidades promedio de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 y 80 km/hr.

Adicionalmente, se presenta la metodología empleada para estimar el consumo de combustible por tipo de vehículo, información necesaria para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero.

IV.1 Factores de emisión para contaminantes locales provenientes de vehículos a gasolina y diesel

Los factores de emisión para HCT, CO, NO_x, COV, PM₁₀, PM_{2.5} y SO₂ provenientes de vehículos a gasolina y diesel fueron obtenidos mediante el uso del modelo Mobile6_México, modelo matemático que permite estimar las emisiones actuales y futuras, en unidades de masa por distancia recorrida de contaminantes locales y seis contaminantes tóxicos (HAP), para diferentes tipos de vehículos.

En general, Mobile6_México genera dos tipos de factores de emisión:

a) Factores de emisión específicos

Se refiere al factor de emisión estimado para cada año modelo (por ejemplo 1978, 1979, etc.) dentro de cada categoría vehicular (p.e. vehículos ligeros a gasolina, camiones ligeros a gasolina, camiones ligeros a diesel, etc.), el cual refleja las condiciones específicas de temperatura, modos de operación, impacto de los programas de inspección y mantenimiento (si aplica), presión de vapor del combustible, etc. Mobile6_México permite estimar los factores de emisión para vehículos de hasta 24 años de edad para un año calendario determinado.

b) Factores de emisión globales

Un factor de emisión global representa las emisiones por kilómetro recorrido de una categoría vehicular en particular (p.e. vehículos ligeros a gasolina, camiones ligeros a gasolina, camiones ligeros a diesel etc), tomando en cuenta todos los años modelo que circulan en el año calendario de evaluación. Para dicha estimación, Mobile6_México hace una ponderación que toma en cuenta la combinación de la distribución de los vehículos

por año modelo y la razón anual de kilometraje acumulado por cada año modelo¹ (el cual es un indicador del desgaste del vehículo).

Para el cálculo de las emisiones generadas por la introducción de los corredores de transporte público, se tomó la decisión de utilizar los factores de emisión globales, ya que los datos de actividad reportados por el modelo TRANUS (kilómetros recorridos por tipo de vehículo), no tienen un nivel de desagregación por año-modelo.

IV.1.1 Homologación de categorías vehiculares

A continuación se describe el procedimiento utilizado para homologar los tipos de vehículos que circulan en la ZMVM con respecto a las categorías utilizadas por Mobile6_México.

De acuerdo con el inventario de emisiones de la ZMVM para el año 2002², la flota vehicular se puede desagregar por tipo de combustible en 10 categorías vehiculares (Cuadro 1).

Cuadro 1. Flota vehicular de la ZMVM

ID	Tipo de vehículo	Número de vehículos				
		Gasolina	Diesel	GLP	GNC	Total
AP	Autos particulares	2,707,418	347	3,751	746	2,712,262
TAX	Taxis	115,972	N/A	2	N/A	115,974
CO	Combis	19,485	N/A	N/A	N/A	19,485
MIC	Microbuses	24,087	203	7,053	893	32,236
PICK	Pick Ups	173,422	79	1,310	210	175,021
V ≤ 3	Vehículos ≤ 3 toneladas	243,809	19,266	10,307	14	273,396
TRA	Tractocamiones	100	75,439	32	N/A	75,571
AUT	Autobuses	247	30,393	43	N/A	30,683
V > 3	Vehículos > 3 toneladas	41,910	9,098	7,700	517	59,225
MC	Motocicletas	94,437	N/A	N/A	N/A	94,437
Total		3,420,887	134,825	30,198	2,380	3,588,290

Por otra parte, las 28 categorías de vehículos que utiliza el modelo Mobile6_México, de acuerdo con su peso bruto vehicular y tipo de combustible, se muestran en el Cuadro 2.

¹ La metodología sobre esta ponderación puede ser consultada en el manual de usuario de Mobile5 (<http://www.epa.gov/oms/models/mobile5/mob5ug.pdf>).

² Inventario de emisiones de la ZMVM, 2002.
http://www.sma.df.gob.mx/bibliov/modules.php?name=Downloads&d_op=viewdownloaddetails&lid=317&title=Inventario_de_Emisiones_de_la_Zona_Metropolitana_del_Valle_de_México_2002_preliminar

Cuadro 2. Categorías vehiculares empleadas por Mobile6 México.

Número	Tipo de vehículo	Descripción
1	LDGV	Vehículos ligeros a gasolina (autos de pasajeros)
2	LDGT1	Camiones ligeros a gasolina 1 (PBV* de 0 a 2,722 kg; PP** de 0 a 1,701 kg)
3	LDGT2	Camiones ligeros a gasolina 2 (PBV de 0 a 2,722 kg; PP > 1,701 a 2,608 kg)
4	LDGT3	Camiones ligeros a gasolina 3 (PBV > 2,722 a 3,856 kg; PPA*** de 0 a 2,608 kg)
5	LDGT4	Camiones ligeros a gasolina 4 (PBV > 2,722 a 3,856 kg; PPA de 2,609 kg y mayores)
6	HDGV2b	Vehículos pesados a gasolina clase 2b (PBV > 3,856 a 4,536 kg)
7	HDGV3	Vehículos pesados a gasolina clase 3 (PBV > 4,536 a 6,350 kg)
8	HDGV4	Vehículos pesados a gasolina clase 4 (PBV > 6,350 a 7,258 kg)
9	HDGV5	Vehículos pesados a gasolina clase 5 (PBV > 7,258 a 8,845 kg)
10	HDGV6	Vehículos pesados a gasolina clase 6 (PBV > 8,845 a 11,794 kg)
11	HDGV7	Vehículos pesados a gasolina clase 7 (PBV > 11,794 a 14,969 kg)
12	HDV8a	Vehículos pesados a gasolina clase 8a (PBV > 14,969 a 27,216 kg)
13	HDV8B	Vehículos pesados a gasolina clase 8b (PBV > 27,216 kg)
14	LDDV	Vehículos ligeros diesel (autos de pasajeros)
15	LDDT12	Camiones ligeros a diesel 1 y 2 (PBV de 0 a 2,722 kg)
16	HDDV2b	Vehículos pesados a diesel clase 2b (PBV de 3,856 a 4,536 kg)
17	HDDV3	Vehículos pesados a diesel clase 3 (PBV > 4,536 a 6,350 kg)
18	HDDV4	Vehículos pesados a diesel clase 4 (PBV > 6,350 a 7,258 kg)
19	HDDV5	Vehículos pesados a diesel clase 5 (PBV > 7,258 a 8,845 kg)
20	HDDV6	Vehículos pesados a diesel clase 6 (PBV > 8,845 a 11,794 kg)
21	HDDV7	Vehículos pesados a diesel clase 7 (PBV > 11,794 a 14,969 kg)
22	HDDV8a	Vehículos pesados a diesel clase 8a (PBV > 14,969 a 27,216 kg)
23	HDDV8b	Vehículos pesados a diesel clase 8b (PBV > 27,216 kg)
24	MC	Motocicletas (a gasolina)
25	HDGB	Autobuses a gasolina (escolar y transporte urbano e inter-urbano)
26	HDDBT	Autobuses de transporte urbano e inter-urbano a diesel
27	HDDBs	Autobuses escolares a diesel
28	LDDT34	Camiones ligeros a diesel 3 y 4 (PBV > 2,722 a 3856 kg)

* PBV (GVWR, por sus sigla en inglés) = Peso bruto vehicular (es el peso máximo de un vehículo, incluyendo el peso del vehículo vacío sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal).

** PP (LVW, por sus siglas en inglés) = Peso de prueba (es el peso total de carga recomendado para un vehículo).

***PPA (ALVW, por sus siglas en inglés) = Peso de prueba alternativo (es el promedio del peso del vehículo y el peso bruto vehicular)

Para homologar las categorías vehiculares descritas en los Cuadros 1 y 2 se usaron como criterios el peso bruto vehicular³ y el tipo de combustible, obteniéndose la homologación mostrada en el Cuadro 3.

³ La información de peso bruto vehicular se obtuvo de las siguientes fuentes:

a) Serie de estadísticas sectoriales de la industria automotriz en México. Edición 2004 (disponible en http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/sociodemografico/Automotriz/2004/Auto2004.pdf); b) ANPACT (Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones), Anuario de vehículos de transporte, anuario de vehículos de auto transporte y Anuario de camiones ligeros.(ANPAC, 2004)

Cuadro 3. Homologación de categorías vehiculares del inventario de emisiones de la ZMVM y Mobile6_México.

Categorías del inventario de emisiones de la ZMVM	Correspondencia con las categorías de Mobile6_México*	
	Vehículos a gasolina (%)	Vehículos a diesel (%)
Auto Particular	LDGV (99.)	LDDV (0.1)
Taxi	LDGV (100)	----
Combi	LDGT1 (100)	----
Microbús	HDGV3 (99.2)	HDDV3 (0.08)
Pick_up	LDGT1 (67.966)	LDDT1 (0.034)
	LDGT2 (31.984)	LDDT2 (0.016)
Vehículos < 3 toneladas	LDGT3 (92.67)	LDDT3 (7.3)
Tractocamiones	----	HDDV8b (100)
Autobús	----	HDDBT (100)
Vehículos > 3 toneladas	HDGV2B (34.9),	HDDV2B (7.55)
	HDGV3 (33.98)	HDDV3 (7.37)
	HDGV6 (0.70)	HDDV6(0.15)
	HDGV7(3.55)	HDDV7 (0.77)
	HDGV8A (9.05)	HDDV8A(1.96)
Motocicletas	MC (100)	----

* Los números entre paréntesis representan el porcentaje de vehículos del inventario de emisiones que corresponde a cada categoría de Mobile6_México. Estos porcentajes se obtuvieron a partir de la información de ventas de vehículos nuevos reportada por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2003).

IV.1.2 Escenarios evaluados

Una vez establecida la homologación entre las categorías vehiculares manejadas en el inventario de emisiones de la ZMVM para el 2002 y el modelo Mobile6_México, se modelaron los siguientes escenarios:

Escenario 1. Sin cambios en la tecnología vehicular, ni en la formulación de combustibles

Este escenario refleja las condiciones actuales de la flota vehicular de la ZMVM y no se consideró ninguna modificación ni en tecnologías vehiculares, ni en las características de los combustibles. Esto es, se asumió que las características tecnológicas de los vehículos que circulan actualmente en la ZMVM se mantendrían vigentes en el periodo 2002-2020, así como las características de los combustibles que actualmente se comercializan en la ZMVM.

Únicamente se consideró el crecimiento de la flota vehicular en el periodo 2002-2020. Dicho crecimiento fue estimado de acuerdo a la metodología de proyección descrita en el Anexo D (Proyección del Inventario de emisiones 1998 al 2000, 2006 y 2010) del inventario de emisiones de la ZMVM, 1998 (GDF, 2000), así como la proyección de la actividad vehicular.

Una variante de este escenario fue asumir como factible el hecho de que los corredores de transporte público fueran construidos y no se experimentara ningún cambio en las características de tecnológicas de los vehículos ni en la calidad de los combustibles. Para ello, se estimaron los factores de emisión de autobuses articulados que hipotéticamente circularían sobre los corredores y que cumplirían con los estándares de emisión EPA1998.

Escenario 2. Con cambios en tecnología vehicular y en la formulación de los combustibles

En este escenario se tomaron en cuenta los cambios tecnológicos y de combustible que están contemplados en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la ZMVM, 2002-2010⁴ y en el anteproyecto de norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003. Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental (Anexo I).

En este escenario, se consideró la misma proyección de la flota y actividad vehicular para el periodo 2002-2020 utilizada en el escenario 1.

Las consideraciones específicas de cada escenario son resumidos en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Escenarios de evaluación

	Sin corredores	Con Corredores
<p>Escenario 1</p> <p>Sin cambios en tecnología automotriz ni en combustibles</p>	<p>Gasolina con contenido de S de 500 ppm máx. y 300 ppm prom.</p> <p>Diesel con contenido de S de 500 ppm máx.</p> <p>No entrada de Tier 2 en vehículos a gasolina</p> <p>No entrada de EPA2007 en vehículos diesel</p>	<p>Lo mismo que el anterior más:</p> <p>Introducción de autobuses articulados a diesel cumpliendo estándares de emisión EPA 1998 a partir del 2005 y hasta el 2020.</p>
<p>Escenario 2</p> <p>Con cambios en tecnología automotriz y en combustibles</p>	<p>Gasolina con contenido de S de 80 ppm máx. y 30 ppm prom. (a partir de 2006)</p> <p>Diesel con contenido de S de 300 ppm máx.(2006-2008) 15 ppm máx.(2009-2020)</p> <p>Entrada de Tier 2 en vehículos a gasolina (LDGV, LDGT1 y LDGT2) a partir de 2006</p> <p>Entrada de Tier 2 en vehículos a gasolina (LDGT3 y LDGT4) a partir de 2010</p> <p>Entrada de EPA2007 en vehículos diesel (HDDV) a partir de 2009</p>	<p>Lo mismo que lo anterior más:</p> <p>Introducción de autobuses articulados a diesel cumpliendo estándares de emisión EPA 2004 a partir del 2005</p> <p>Introducción de autobuses articulados a diesel cumpliendo estándares de emisión EPA 2007 a partir del 2009</p>

⁴ Programa para mejorar la calidad del aire de la zona metropolitana del Valle de México 2002-2010. http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=394&id_tema=6&dir=Consultas

Es importante destacar que las reglas de introducción de los vehículos con estándares de emisión TIER2 (en sus diferentes categorías) y EPA 2007 tienen correspondencia absoluta con las reglas de Estados Unidos salvo que en nuestro caso se asumió que entrarían en vigor con un retraso de 2 años. El detalle sobre la reglas de entrada de cada estándar en los Estados Unidos puede ser consultado en Federal Register (2000) y EPA (2002), respectivamente. Estas reglas de entrada se asumieron como válidas para la ZMVM, debido a que las normas oficiales mexicanas vigentes que establecen los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en vehículos nuevos en planta (NOM-042-ECOL-1999 y NOM-044-ECOL-1993) no hacen referencia a la entrada en vigor de los estándares referidos y aunque se sabe que actualmente están en revisión para su actualización aún no se conoce de manera oficial el esquema detallado de introducción.

Otros puntos que conviene mencionar son, por un lado, que el anteproyecto de norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003, establece que la reducción de azufre en gasolina Premium se daría en el 2006 en los niveles señalados en el Cuadro 4, en tanto que en la gasolina Magna esto ocurriría dos años después. Sin embargo, para efectos de este proyecto se asumió que el calendario programado para la gasolina Premium sería válido también para la gasolina Magna, debido a que los niveles de azufre vigentes hasta el 2007 en esta última no serían de utilidad para la introducción de tecnología Tier2, pues afectaría notablemente la eficiencia de los sistemas de control de emisiones. Por otra parte, en el proyecto de norma referido, se establece que el nivel de 15 ppm de azufre en gasolina Premium se alcanzaría en septiembre de 2008, por ello y para efectos prácticos en la evaluación de este escenario se asumió que dicha gasolina estaría disponible a partir de enero del 2009.

IV.1.3 Insumos a Mobile6_México

A continuación se describen los parámetros de entrada a Mobile6_México y los supuestos empleados en cada escenario.

En general, para el cálculo de los factores de emisión, los parámetros de entrada pueden ser agrupados en seis grandes grupos:

- 1) *Condiciones externas*: especifican las características de tiempo, altitud y condiciones climáticas que se desean modelar.
- 2) *Características de la flota vehicular*: describen la flota vehicular que se analizará por tipo de vehículo, año modelo y tipo de combustible.
- 3) *Datos de actividad vehicular*: incluye datos sobre el kilometraje anual acumulado por categoría y edad del vehículo y, posteriormente, desagregarlo por tipo de vialidad, *bin* de velocidad y hora del día.
- 4) *Programas estatales*: se trata de información sobre programas de control de emisiones específicamente implementados en el área de estudio, tales como los de inspección y mantenimiento.
- 5) *Características de los combustibles*: modifica algunas características de los combustibles utilizados en el cálculo de los factores de emisión para adecuarlas a las características de los combustibles comercializados en el área a modelar.

6) *Incorporación de tecnologías vehiculares*: incluye fechas y porcentajes de penetración de los estándares de emisión denominados Tier 0, I y II, así como de los programas especiales de bajas emisiones conocidos como LEV, por sus siglas en inglés.

El detalle de las variables consideradas en cada grupo es mostrado en el Cuadro 5. Mobile6_México incluye valores default para un amplio rango de las variables consideradas en cada uno de los grupos antes mencionados; sin embargo, éstos pueden ser sustituidos por información más específica que refleje las condiciones del sitio a modelar. Así, de la lista de parámetros de entrada mostrada en el Cuadro 5, aquellos que aparecen marcados en color azul (►) corresponden a datos default. El resto de los parámetros fueron modificados de acuerdo a las características de cada uno de los escenarios evaluados.

De los parámetros que, para efectos de este trabajo, fueron modificados a continuación se presenta una breve descripción sobre su origen y consideraciones de procesamiento, destacando que las consideraciones que se detallan del punto No. 1 (Condiciones externas) al 4 (Programas estatales), son idénticas para los dos escenarios de análisis antes referidos, en tanto que algunas de las anotaciones para los puntos 5 (Combustibles) y 6 (Regulación de emisiones en vehículos nuevos), son diferentes para cada escenario.

1. Condiciones externas

a) Año calendario

Este parámetro indica el año para el cual se obtendrán los factores de emisión. Mobile6_México puede estimar factores de emisión para los años calendario 1950 a 2050. En este trabajo en particular se obtuvieron factores de emisión para los años calendario en el periodo 2002 – 2020.

b) Rango de temperatura horaria

Es necesario ingresar la temperatura ambiental mínima y máxima con la que se desea llevar a cabo la modelación. Estas temperaturas son ingresadas en grados Fahrenheit en un rango de 0 a 100 °F (-18 a 38 °C) para la temperatura mínima y de 10 a 120 °F (-12 a 49) para la máxima. Con estos valores Mobile6 crea un patrón típico diario de temperatura, donde la temperatura mínima ocurre a las 6 am y la máxima a las 3 pm.

En el caso particular de las corridas efectuadas en este proyecto siempre se consideró una temperatura mínima de 52.3 °F (11 °C) y una máxima de 72.8 °F (23 °C), valores que corresponden a las temperaturas promedio anual mínima y máxima respectivamente para el año 2002 en la ZMVM (datos proporcionados por el área de meteorología de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal), los cuales se ajustan al patrón asumido por Mobile6_México respecto a la hora de ocurrencia.

Cuadro 5. Datos de entrada a Mobile6

<p>1. Condiciones externas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Año calendario ➤ Mes de evaluación • Rango de temperatura diaria • Altitud ➤ Humedad absoluta ➤ Efectos ambientales sobre el aire acondicionado (cobertura nubosa, horas de mayor intensidad solar, amanecer y atardecer, etc). ➤ Presión barométrica 	<p>2. Características de la flota vehicular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribución por año modelo y categoría vehicular.
<p>3. Datos de actividad vehicular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribución de kilometraje anual por tipo de vehículo y año modelo. • Kilómetros recorridos por tipo de vialidad ➤ Fracción de kilómetros recorridos por hora del día ➤ Fracción de kilómetros recorridos por bin de velocidad • Velocidad promedio en el área de estudio ➤ Fin de semana/entre semana ➤ Arranques por día ➤ Distribución horaria de puesta en marcha ➤ Distribución de los periodos de reposo ➤ Reposo del vehículo con el motor caliente ➤ Reposo del vehículo en su actividad diurna 	<p>4. Programas estatales</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Programa de combustibles ➤ Programas de inspección y mantenimiento ➤ Programas anti-alteración ➤ Programas de recuperación de vapores en la recarga de combustible (fase II)
<p>5. Combustibles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contenido de azufre en gasolina • Contenido de azufre en diesel • Tipo y contenido de oxigenantes en las gasolinas • Presión de vapor del combustible • Época del año 	<p>6. Regulación de emisiones en vehículos nuevos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de estándares de emisiones en vehículos nuevos. • Programa de reducción de emisiones en vehículos pesados a partir de 2007.

c) Altitud (media o baja)

Esta variable le indica al modelo si calculará factores de emisión para una región de alta o baja altitud. Los factores de emisión para altitudes bajas están basadas en condiciones que son representativas de una altura media sobre el nivel del mar de aproximadamente

500 pies (152 metros), en tanto que los factores para altitudes altas están basados en condiciones que son representativas de un altura promedio sobre el nivel del mar de aproximadamente 5,500 pies (1,676 metros). Cuando la altitud alta es seleccionada, Mobile6 considera la tecnología vehicular desarrollada para cumplir estándares de emisión específicos para estas altitudes.

Dado que la ZMVM se ubica a un altitud promedio de 2,240 msnm, se eligió la opción de correr Mobile6 con las condiciones de una altitud elevada.

2. Características de la flota vehicular

a) Distribución por categoría vehicular y año modelo

Como ya se indicó anteriormente, para este proyecto la flota vehicular circulante en la ZMVM se distribuye en 10 categorías. Dicha flota, así como su distribución por tipo de combustible para el año base (2002), se describe en el Cuadro 1 y su homologación con Mobile6_México en el Cuadro 3.

En cuanto a la distribución por año modelo y categoría vehicular, el Cuadro 6 muestra la información utilizada en este estudio para el año base (2002), la cual fue reportada en el Inventario de emisiones de la ZMVM 2002. Ahora bien, dado que dicha flota no está desagregada por tipo de combustible y la del Cuadro 1 no se desagrega por año modelo, lo que se hizo para obtener la información necesaria como input a Mobile6_México fue asumir que la distribución por tipo combustible en cada categoría vehicular, se apegaba a los porcentajes de distribución reportados en el Cuadro 3.

Es pertinente mencionar que para hacer la proyección anual de la distribución del parque vehicular por categoría y año modelo en el periodo (2003-2020), se empleó la metodología de proyección descrita en el Anexo D (Proyección del Inventario de emisiones 1998 al 2000, 2006 y 2010) del inventario de emisiones de la ZMVM, 1998 (SMA, 2000). Las proyecciones de autos particulares se basaron en los datos de flota vehicular de esta categoría reportados en el inventario de emisiones de 1998 y datos de venta también de 1998, ya que al considerar los datos de flota vehicular y de ventas del 2002 se presentaba un crecimiento que parece sobreestimar el número posible de autos al 2020 (Figura 1 y Cuadro 7), debido principalmente a que en el 2002 se presentó un volumen de ventas atípicamente alto. Para el resto de la flota vehicular la proyección se hizo con base en los porcentajes de crecimiento por categoría vehicular reportados en el inventario de emisiones de la ZMVM de 1998 y con datos de la flota vehicular reportada en el inventario de emisiones 2002. Los resultados de dichas proyecciones se presentan en el Anexo II. Se excluyeron motocicletas en este trabajo ya que el modelo (Tranus), con el que se estimará el dato de actividad para cada categoría vehicular, no tiene declarada esta categoría.

Cuadro 6. Distribución de la flota vehicular por año modelo en la ZMVM (2002)

Año Modelo	Categorías vehiculares (número de vehículos)										
	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC	Total
1978 y ant.	221,557	370	775	613	14,491	26,468	14,392	755	6,780	0	286,201
1979	39,593	82	175	85	3,366	4,365	2,445	455	1,113	0	51,679
1980	53,642	172	329	114	4,042	5,538	3,486	566	1,373	0	69,262
1981	66,346	266	618	128	5,378	6,904	4,410	622	1,744	0	86,416
1982	64,554	427	906	189	5,839	7,547	2,782	496	1,899	0	84,639
1983	37,508	276	510	66	3,077	2,369	989	187	636	0	45,618
1984	45,516	299	664	78	3,333	4,112	1,705	411	756	0	56,874
1985	55,809	511	1,020	204	4,600	9,274	2,539	657	1,653	0	76,267
1986	52,118	638	1,093	230	4,630	6,448	1,623	527	1,259	0	68,566
1987	37,833	485	812	201	3,943	3,877	1,418	274	713	0	49,556
1988	53,577	667	725	362	6,156	5,684	1,777	328	1,120	0	70,396
1989	77,893	1,127	1,277	1,527	7,772	9,711	2,176	511	1,990	0	132,272
1990	98,577	5,397	1,565	5,259	7,727	14,189	2,000	1,459	2,775	0	142,917
1991	109,943	13,105	1,729	9,838	8,804	20,623	3,092	1,780	4,391	32,537	178,128
1992	119,710	21,050	2,958	9,854	6,792	22,855	3,193	2,254	4,535	4,732	201,028
1993	120,034	13,988	1,900	1,240	7,018	20,471	3,038	3,003	3,977	7,948	182,964
1994	120,948	14,509	841	343	6,670	17,345	2,828	2,015	3,251	8,525	177,965
1995	75,927	5,612	720	214	4,033	8,659	1,688	781	2,075	8,745	103,377
1996	52,691	2,573	171	106	3,608	4,590	613	779	1,040	3,979	69,265
1997	99,494	4,997	155	210	6,839	10,711	2,218	2,018	2,111	2,713	133,394
1998	178,039	7,363	173	235	10,462	11,697	2,726	1,336	2,390	5,022	221,317
1999	158,215	5,328	93	322	8,826	14,095	2,978	1,471	3,687	6,936	201,869
2000	197,381	6,265	241	461	10,386	14,873	3,813	2,492	3,376	6,553	245,500
2001	142,075	7,778	34	234	7,928	11,608	4,250	3,435	3,082	6,747	181,079
2002	433,282	2,689	1	123	19,301	9,383	3,392	2,071	1,499	N/A	471,741
Total	2,712,262	115,974	19,485	32,236	175,021	273,396	75,571	30,683	59,225	94,437	3,588,290

Fuente: Inventario de Emisiones de la ZMVM, 2002. <http://www.sma.df.gob.mx/sma/index.php>

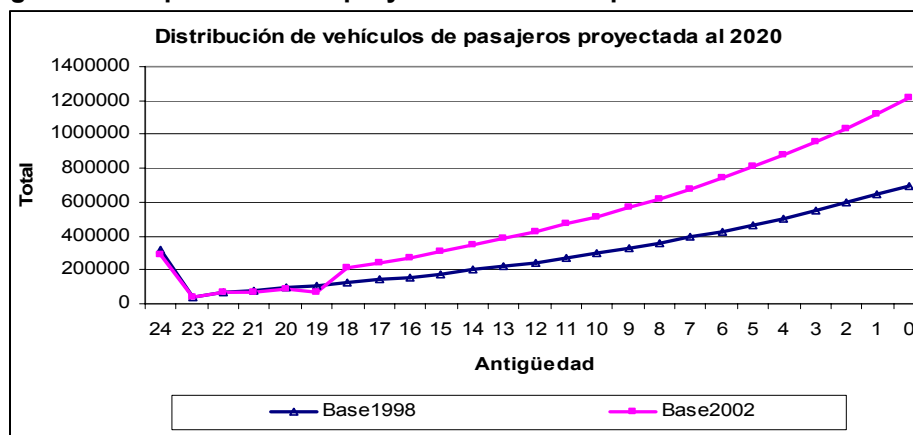
Cuadro 7. Número de autos particulares estimados al 2020

Documento de referencia	Número de autos particulares	
	Dato base	Proyección 2020
Inventario de emisiones 1998	2,341,733	7,512,042*
Inventario de emisiones 2002	2,712,262	12,422,475**

* Proyección al 2020 tomando como base los datos reportados de autos particulares en el inventario de emisiones 1998, utilizando la metodología establecida en dicho inventario.

** Proyección al 2020 tomando como base los datos reportados de autos particulares en el inventario de emisiones 2002, utilizando la metodología establecida en el inventario 1998.

Figura 1. Comparativo de la proyección de autos particulares al 2020



3. Datos de actividad vehicular

a) Kilometraje anual acumulado por categoría vehicular y año modelo

En general, el kilometraje anual acumulado representa el número total de kilómetros recorridos por categoría vehicular y año modelo. Para el año base se utilizó la información reportada en el inventario de emisiones 2002 de la ZMVM (Cuadro 8).

Cuadro 8. Kilómetros recorridos al año por unidad vehicular de acuerdo al tipo y año modelo en la ZMVM, 2002

Año Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1978 y ant.	10318	64865	73548	63622	23532	18400	21887	25166	18732
1979	10406	60976	68571	70588	23173	18328	21677	21978	18868
1980	10365	63953	72948	70175	23256	18418	21801	21201	18937
1981	10325	63910	72816	62500	23243	18395	21769	20900	18922
1982	10379	63232	72848	63492	23120	18418	21927	20161	18957
1983	10238	61594	72549	60606	22424	18573	22245	16043	17296
1984	10194	63545	72289	51282	22502	18726	21701	19465	18519
1985	10393	62622	72549	63725	23261	18654	21662	25875	18754
1986	10304	62696	73193	60870	22894	18766	22181	18975	19063
1987	10493	63918	72660	64677	22825	18571	21862	21898	18233
1988	10340	64468	73103	60773	22580	18649	21947	21341	18750
1989	10322	64774	72827	62868	22645	18639	22059	19569	19095
1990	10408	70780	73482	62940	22907	18676	22000	36326	19099
1991	10251	72110	72874	62818	23285	18668	21669	20225	18902
1992	10091	72257	73022	62716	23410	18683	21923	19965	18743
1993	14371	72276	73158	62903	23653	18661	21725	19647	18607
1994	14758	72507	72533	61224	24288	18737	21924	23325	18763
1995	15001	72345	73611	60748	24300	18824	21919	26889	18795
1996	16341	72289	70175	66038	25222	18736	21207	44929	19231

1997	16745	72443	70968	66667	26466	18766	22092	45094	18948
1998	16502	72661	75145	63830	25999	18808	21643	21707	19247
1999	16888	72635	75269	62112	26626	18801	21827	22434	19257
2000	17033	72147	74689	69414	27537	18759	21768	21669	18957
2001	18209	73026	88235	64103	28002	18694	21882	28821	19143
2002	14789	72890	0	65041	23937	18757	21816	23660	18679

Fuente: Inventario de emisiones de la ZMVM, 2002.

Para hacer la proyección de la actividad vehicular para el periodo 2003-2020, se aplicó el siguiente algoritmo:

$$KRV_{ij} = (KD_i) (DA_j)$$

Donde:

KRV_{ij} = Kilómetros recorridos por tipo de vehículo i del año modelo j (km/año)
 KD_i = Kilómetros diarios recorridos por el tipo de vehículo i (Km/día)
 DA_j = Días al año que circulan los vehículos de tipo j

El número de kilómetros recorridos al día por el tipo de vehículo i utilizados en este cálculo corresponden a los reportados por la COMETRAVI (1997) y al inventario de emisiones 2002, que se resumen en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Kilómetros recorridos por la flota vehicular por día en la ZMVM

Categoría vehicular	Km/día
Auto Particular: holograma 00 y 0	36
Auto Particular: holograma 1	24
Auto Particular: holograma 2	25
Taxi	200
Combi	200
Microbús	200
Pick up	60
Vehículos < 3 toneladas	60
Tractocamiones	60
Autobús	174
Vehículos > 3 toneladas	60
Motocicletas	33

Fuente: COMETRAVI (1997) e Inventario de emisiones de la ZMVM (2002).

Los datos sobre el número de días que circulan los vehículos al año, durante el periodo 2003-2020 se estimaron a partir de los lineamientos establecidos en el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (POVV) del 2003⁵ y 2004⁶, con base en el holograma asignado y al número de días que circulan dichos vehículos (Cuadro 10).

⁵ Programa obligatorio de verificación vehicular para el segundo semestre del año 2003.

(<http://www.sma.df.gob.mx/sitios/verificacion/pvvo/PVVO-2003-2.pdf#search='programa%20de%20verificacion%20vehicular%202003'>)

⁶ Programa obligatorio de verificación vehicular obligatorio para el segundo semestre del año 2004.

(http://www.ssp.df.gob.mx/htmls/traf_ley_v04-2.html)

Cuadro 10. Proyecciones sobre el número de días por año que circulan los autos en el ZMVM en el periodo 2003-2020.

Año calendario	Tipo de vehículo	Año modelo	Días en circulación al año
2003	Autos particulares	1993 y posteriores	365
	Pick_up	1992 y anteriores	313
	Taxis	2003	365
	Combi	2002 y anteriores	313
	Microbús		
2004	Vehículos ≤ 3 Ton	1999 y posteriores	365
		1998 y anteriores	313
	Tractocamiones	1998 y posteriores	365
	Autobuses	1997 y anteriores	313
	Vehículos > 3 Ton		
2005	Motocicletas	Todos los modelos	313
	Autos particulares	1994 y posteriores	365
	Pick_up	1993 y anteriores	313
	Taxis	2000 y posteriores	365
	Combi	1999 y anteriores	313
2006	Microbús		
	Vehículos ≤ 3 Ton	1996 y posteriores	365
		1995 y anteriores	313
	Tractocamiones	1997 y posteriores	365
	Autobuses	1996 y anteriores	313
2006	Vehículos > 3 Ton		
	Motocicletas	Todos los modelo	313
	Autos particulares	1996 y posteriores	365
	Pick_up	1995 y anteriores	313
	Taxis	2002 y posteriores	365
2006	Combi	2001 y anteriores	313
	Microbús		
	Vehículos ≤ 3 Ton	1998 y posteriores	365
		1997 y anteriores	313
	Tractocamiones		
2006	Autobuses		
	Vehículos > 3 Ton		
	Motocicletas	Todos los modelo	313

Las diferencias entre 2003 y 2004 que se observan en el Cuadro 10 obedecen principalmente a la modificación de los criterios establecidos en los Programas Obligatorios de Verificación Vehicular (POVV) de los años respectivos. Mientras en el POVV 2003 se posibilita a los vehículos a gasolina de uso particular, múltiple o utilitario

modelos 1993 a 1998, que cuenten con sistema electrónico de dosificación de combustible y sistemas de control de emisiones a acceder al holograma 0 siempre y cuando cumplan con ciertos límites de emisión, en el POVV 2004 este lineamiento cambia y establece que sólo los vehículos a gasolina con hasta 10 años de antigüedad contados a partir de su año modelo podrán acceder al holograma cero. Este cambio tiene un impacto directo en el dato de actividad, dado que de acuerdo al programa “Hoy No Circula”, sólo los vehículos con holograma 0 pueden circular todos los días del año. Por ello en el 2005 se observa un desfase de un año modelo en todas las categorías vehiculares que pueden circular los 365 días del año. En el 2006 hay igualmente un desfase de un año respecto al 2005 y así sucesivamente hasta el 2020. Esto es debido a que se asumió que el programa Hoy No Circula, se mantendría sin cambios para el periodo 2005-2020. Esto es, que se seguirá otorgando el holograma cero a los autos particulares a gasolina con una edad de hasta 10 años, taxis y microbuses de hasta 4 años y vehículos a diesel pesados de hasta 8 años.

Los resultados obtenidos para el periodo 2003-2020 son mostrados en el Anexo III. En dicho Anexo los resultados son presentados en unidades de millas recorridas al año por unidad vehicular y divididos entre 100,000; dado que así lo demandan los archivos de entrada de Mobile6_México. Esto es, si se desea pasar estos valores mostrados en el Anexo III al mismo formato que se muestra en el Cuadro 8 (kilómetros por año), es suficiente con multiplicar dichos datos primero por 100,000 y luego por 1.6.

b) Kilómetros recorridos por tipo de vialidad

Mobile6_México asigna una distribución del kilometraje recorrido por la flota vehicular de acuerdo al tipo de vialidad de la siguiente forma (default):

Vía rápida	34.2%
Arterial	49.8%
Local	13.0%
Alimentadora	3.0%

Sin embargo, de acuerdo con información obtenida a partir de los aforos 2003 (SETRAVI, 2004) y de la modelación con TRANUS, se modificaron por ser más representativos de la distribución que se presenta en la ZMVM, de la siguiente forma:

Vía rápida	16.71%
Arterial	74.60%
Local	8.37%
Alimentadora	0.33%

Es importante señalar, sin embargo, que dicho cambio no produjo cambios significativos en los resultados obtenidos.

c) Velocidad promedio en el área de estudio

En esta sección del modelo es posible que el usuario asigne una sola velocidad promedio considerando los cuatro tipos de vialidad (vía rápida, arterial, local y alimentadora), para

todo el día. Para este proyecto las velocidades utilizadas fueron 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 y 80 km/h, que corresponden al rango de velocidades derivadas del análisis de aforos vehiculares reportados por SETRAVI (2004).

El objetivo de modelar estas velocidades promedio fue la de obtener factores de emisión en el rango de velocidades de circulación estimadas para la zona de estudio de acuerdo a los aforos vehiculares antes referidos.

4. Programas estatales

De este bloque de insumos sólo se utilizó el referido al programa de combustibles, tal como se describe en la sección 5: Combustibles.

El programa anti-alteración no se consideró, toda vez que en la ZMVM no se tiene información disponible sobre el nivel de evasión del programa de verificación vehicular mediante la alteración de los parámetros de operación de los vehículos.

En lo que se refiere al programa de recuperación de vapores, con fecha 6 de septiembre de 1995, se publicaron las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en la ZMVM (NOM-092-SEMARNAT-1995 y NOM-093-SEMARNAT-1995), razón por la cual, al calcular los factores de emisión se excluyeron las emisiones fugitivas durante la recarga de combustible.

5. Combustibles

a) Contenido de azufre en gasolina y diesel

Mobil6_México permite introducir cambios en el contenido de azufre tanto de la gasolina como del diesel. Para estimar factores de emisión para el periodo 2002-2020, se consideraron en el caso del Escenario 1 las especificaciones actuales de contenido de azufre en los combustibles de acuerdo a la norma NOM-086-SEMARNAT-1994 (Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles), y para el Escenario 2 los cambios en contenido de azufre de acuerdo al calendario establecido en el anteproyecto de norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003 (Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental). Las especificaciones sobre el contenido de azufre en combustibles empleado en cada escenario se muestran en el Cuadro 11

Cuadro 11. Contenido de azufre en combustibles empleado en cada escenario evaluado

Escenario 1*	Contenido de azufre en combustible	Periodo
	Gasolina con contenido de	De 2002 a 2020

	azufre de 300 ppm como promedio y 500 ppm como máximo.	
	Diesel con contenido de azufre de 500 ppm como máximo.	De 2002 a 2020
Escenario 2**	Gasolina con contenido de azufre de 30 ppm como promedio y 80 ppm como máximo.	A partir de 2006.
	Diesel con contenido de azufre de 300 ppm como máximo.	De 2006 a 2008.
	Diesel con contenido de azufre de 15 ppm de máximo	A partir del 2009.

* **Fuente:** NOM-086-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles

** **Fuente:** Anteproyecto de norma NOM-86- SEMARNAT-SENER- 2003. Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental. Anexo I.

b) Presión de vapor en gasolina

El modelo permite al usuario ingresar el valor específico de la presión de vapor de los combustibles comercializados en el área a modelar. La presión de vapor (RVP) es una medida de la volatilidad de la gasolina.

En las corridas efectuadas para este proyecto, para ambos escenarios, se empleó una presión de vapor de 7.5 libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²), la cual corresponde al valor promedio reportado en la norma oficial mexicana NOM-086-SEMARNAT-1994 y en el anteproyecto de norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003.

c) Oxigenantes en gasolina

El efecto de los combustibles oxigenados sobre las emisiones depende de varios parámetros, entre los más importantes se encuentran el que el oxigenante sea una mezcla de alcohol o éter y la cantidad de oxígeno en el combustible.

Mobile6_México considera por default dos tipos de gasolina (de verano y de invierno). En ambos casos el oxigenante es una mezcla de alcohol. Sin embargo, dado que en México se comercializan combustibles que mantienen sus características (presión de vapor, contenido de azufre, contenido de oxígeno, etc.), durante todo el año y que el oxigenante utilizado es una mezcla de éter, se hicieron algunas consideraciones. Así, para ambos escenarios se especificó que el oxigenante utilizado en las mezclas mexicanas es MTBE (Metil Terbutil Eter) en una razón de 2% en peso (NOM-086-SEMARNAT-1994 y anteproyecto de norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003).

6. Regulación de emisiones en vehículos nuevos

a) Tecnología vehicular (Tier 0,1, 2, y programas de bajas emisiones)

Mobile6_México permite modificar el porcentaje de introducción de las tecnologías Tier0, Tier1, Tier2 (estándares federales), LEV1 (vehículos de baja emisión), ULEV1 (vehículos de ultrabaja emisión) y ZEV (vehículos de cero emisión) en vehículos ligeros y camiones ligeros a gasolina a partir de 1994. Cabe señalar que en México no se cuenta con programas de bajas emisiones, por lo cual se trabajó únicamente con los estándares federales Tier2.

En el Cuadro 12 se presenta el calendario de ingreso, asumido para este estudio, de cada una de las tecnologías consideradas (Tier0, Tier1 y Tier2) para vehículos ligeros a gasolina (LDGV) y camiones ligeros a gasolina (LDGT1, LDGT2, LDGT3 y LDGT4), así como el nivel anual de introducción de cada una de ellas. En el caso de la tecnología Tier 2 es importante enfatizar el hecho de que en el marco de las aplicaciones hechas en este proyecto, se usó el mismo calendario que trae por default el modelo y que corresponde a las reglas de introducción que operan en los Estados Unidos de Norteamérica (Federal Register, 2000), salvo que se aplicó con dos años de retraso. Esto es, el calendario de implementación de los estándares de emisión Tier 2 considera su inicio en la ZMVM en el 2006, con las fracciones establecidas en el archivo default para el año 2004. El calendario detallado puede ser consultado en el Anexo IV.

Cuadro 12. Calendario de introducción de tecnologías Tier 0, Tier 1 y Tier 2 para las diferentes categorías de vehículos a gasolina

	Porcentaje de penetración					
	LDGV, LDGT1 y LDGT2			LDGT3 y LDGT4		
	Tier 0	Tier 1	Tier 2	Tier 0	Tier 1	Tier 2
1994	100			100		
1995	100			100		
1996	100			100		
1997	100			100		
1998	100			100		
1999		100			100	
2000		100			100	
2001		100			100	
2002		100			100	
2003		100			100	
2004		100			100	
2005		100			100	
2006		75	25		100	
2007		50	50		100	
2008		25	75		100	
2009			100		100	
2010					50	50
2011						100

IV.2 Factores de emisión para contaminantes locales provenientes de autobuses articulados a diesel

a) Hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas

La categoría *camiones articulados* no está considerada como tal en la actual clasificación de la flota vehicular circulante en la ZMVM de acuerdo con el inventario de emisiones del 2002; sin embargo, dado que para este proyecto se está asumiendo que este tipo de vehículos son los que circularán sobre los corredores de transporte se tuvieron que estimar los factores de emisión correspondientes, bajo la suposición adicional de que todos estos vehículos serán operados con diesel de bajo azufre como combustible. En realidad se sabe que habrá diferentes tecnologías (articulados a diesel de bajo azufre, gas natural e híbridos (eléctricos/diesel)), pero las autoridades del Gobierno del Distrito Federal aún no reportan la fracción que de cada uno de ellos se incorporarán a la flota vehicular de la ZMVM una vez que los corredores entren en operación.

Ahora bien, dado que tampoco Mobile6_México considera la categoría de camiones articulados como una categoría específica para estimar factores de emisión, se decidió hacer uso de los factores que este mismo modelo calcula para la categoría Vehículos Pesados a Diesel (HDDV) con peso bruto vehicular mayor a 27 toneladas (HDV8b), debido a que tiene correspondencia con el peso bruto vehicular de un autobús articulado Marca Volvo modelo 7600 que es de 29.5 toneladas (<http://www.volvobus.com.mx/productos.htm>), el cual es uno de los modelos considerados para circular en los corredores de transporte público en la ZMVM.

Otra consideración significativa en este cálculo se refiere al tipo de tecnología de los autobuses articulados. Así, para efectos de este proyecto se asumió que de 2005 a 2008 entrarían en funcionamiento autobuses con tecnologías que cumplirán con los estándares de emisión EPA2004, en tanto que a partir del 2009 se consideró el ingreso de autobuses que cumplirán con estándares de emisión EPA2007.

Por otra parte, dado que los factores de emisión que se estimaron para esta categoría vehicular deben reflejar una distribución de edad acorde con la entrada en operación de cada corredor de transporte entonces se estimó el deterioro de los factores de emisión calculados para los años base 2005 y 2009 con Mobile6_México, usando la metodología propuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 1999; EPA, 2003 y EPA, 2004), asumiendo que cada autobús recorrería en promedio 280 km por día y circularía 350 días al año. Estos factores de emisión fueron desarrollados para dos velocidades promedio, 32 km/hr (correspondiente a uno de los servicios que ofrecerán estos autobuses sobre los corredores, denominado Express y que se caracteriza por hacer paradas en estaciones específicas dentro del corredor) y 27 km/hr (correspondiente a otro servicio denominado regular, que se caracteriza por parar en todas las estaciones del corredor). Es importante destacar que en Mobile6_México sólo los factores de emisión para CO y NOx, en vehículos con estándares de emisión EPA 2004, sufren deterioro, en tanto que para los factores de emisión de los demás contaminantes los asume constantes.

Otras consideraciones importantes en este cálculo fueron por un lado, que el 100% de los autobuses articulados que entrarán en circulación en el 2009 cumplirán con los estándares de emisión EPA 2007, ignorando así el calendario de entrada de los

estándares de emisión EPA 2007 para NO_x que asume el modelo (EPA, 2003); y, por otro lado, se asumió que durante 15 años, es decir en el periodo que se modela, no habrá reemplazo de autobuses.

Para hacer estas estimaciones se consideró que el contenido de azufre en diesel se apegará a lo propuesto en el Anteproyecto de Norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003 (ver Cuadro 13).

Ahora bien, bajo el supuesto de que en la ZMVM se construyeran corredores de transporte público pero no fuera posible cumplir con las metas planteadas en términos de introducir vehículos con tecnología EPA2004 y EPA2007, ni de reducción de azufre en diesel, también se estimaron los factores de emisión para autobuses articulados a diesel con tecnología EPA1998, bajo los mismos supuestos de circulación que se enunciaron en los párrafos anteriores.

Cuadro 13. Contenido de azufre en diesel

Contenido de azufre en Diesel	Calendario de ingreso
Diesel con contenido de 300 ppm de azufre	De 2006 a 2008
Diesel con contenido de 15 ppm de azufre	De 2009 a 2020.

b) Bióxido de azufre

Por lo que se refiere a los factores de emisión para SO₂ para esta categoría vehicular, cabe decir que éstos fueron calculados por balance de masa. Primero en gramos por litro de combustible consumido y luego transformados a gramos por kilómetro recorrido, a través del uso de datos sobre consumo promedio de combustible. El algoritmo empleado para estimar los factores de emisión en términos de gramos por litro fue:

$$EF_{SO_2} = (\%S \text{ en peso}) (\%S \text{ emitido como } SO_2)(\text{Densidad del combustible}) (\text{g } SO_2/\text{g S})$$

Las consideraciones hechas en su aplicación fueron: El porcentaje de azufre emitido como SO₂ fue de 98% de acuerdo con los supuestos manejados en Mobile (EPA, 2003a). La densidad del combustible fue de 0.835 kg/l de acuerdo a lo reportado por PEMEX (SMA, 2000). Finalmente, cada gramo de azufre es convertido en dos gramos de bióxido de azufre. El consumo promedio de combustible considerado en este cálculo fue de 0.9148 km/l para el servicio Express y 1.0610 km/l para el servicio regular, de acuerdo con la modelación de TRANUS.

**IV.3 Factores de emisión para contaminantes locales
provenientes de vehículos a GLP y GNC.**

Los factores de emisión que se utilizarán para estimar las emisiones de contaminantes locales provenientes de vehículos a GLP y GNC, se obtuvieron del Manual de Referencia de gases de efecto invernadero (IPCC, 1996). Dichos factores de emisión se usaran con el supuesto de que mantendrán constantes en el tiempo y a diferentes velocidades de

circulación, dado que no se dispone de alguna metodología conocida para hacer proyección de los mismos. Estos factores son mostrados en el apartado de resultados.

IV.4. Factores de emisión para gases de efecto invernadero

Las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de fuentes móviles incluyen bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), y óxido nitroso (N₂O). Los factores de emisión que se utilizaran en este estudio son aquellos reportados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 1996), los cuales pueden ser consultados en la sección de resultados.

IV.5 Estimación de consumo de combustible

Los factores de emisión de gases de efecto invernadero que se utilizarán en este trabajo aparecen expresados en unidades de gramos de contaminante emitido por kilogramo de combustible consumido. Esto significa que para aplicarlos adecuadamente se debe hacer un ajuste para expresarlos en términos de gramos de contaminante emitido por kilómetro recorrido. Para hacerlo es necesario tener información disponible sobre consumos de combustible por categoría vehicular a diferentes velocidades (Ec. 1)

$$FE_{GEI}^{ijk} \text{ (kg/km)} = FE_{GEI}^j \text{ (kg/l)} * Consumo^{ik} \text{ (l/km)} \text{ (Ec. 1)}$$

Donde:

FE_{GEI}^{ijk} (kg/km) = Factor de emisión (kg/km) del vehículo i , que consume el combustible j a una velocidad k .

FE_{GEI}^j (kg/l) = Factor de emisión (kg/l), para el tipo de combustible j (IPCC/IMP)

$Consumo^{ik}$ (l/km) = Consumo del combustible j , a la velocidad k del vehículo i

i = Tipo de vehículo (LDGV, LDGT, HDDT y HDDV)

J = Tipo de combustible (Gasolina, Diesel, Gas Natural y GLP)

K = Velocidad (5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75 y 80 km/h)

Los insumos necesarios para aplicar el algoritmo anterior fueron obtenidos de las siguientes fuentes:

Por cuanto se refiere a los datos de consumo de combustible, vale destacar que hay muy pocas fuentes de información, particularmente cuando se trata de datos desagregados a

diferentes velocidades para la ZMVM. Por ello, en este trabajo se recurrió a la información que proporciona el modelo TRANUS, a través de su módulo *Energy*. A continuación se describe de manera detallada el procesamiento interno que hace este modelo para estimar los consumos de combustible por tipo de vehículo, de combustible y a diferentes velocidades.

La sección *Energy* de TRANUS especifica una función de costo de operación de un vehículo relativo al uso de energía. En la mayoría de los casos se trata de vehículos a combustión interna, por lo tanto la función se refiere al consumo de combustible, aunque no hay restricciones para representar vehículos eléctricos y otros. Como puede verse en la Ecuación 2 del modelo, el costo de operación relativo al uso de energía (combustible) varía con la velocidad de circulación.

$$COpEner = [min + (max-min) \exp(-par * Vel)] * precio \quad (Ec. 2)$$

Donde:

<i>COpEner</i>	=	costo de operación relativo a energía (en \$ por Km)
<i>min</i>	=	consumo mínimo de energía cuando la velocidad de circulación es alta y los vehículos operan en condiciones óptimas
<i>max</i>	=	consumo máximo cuando la velocidad de operación es cercana a cero
<i>par</i>	=	parámetro que regula la curva de consumo de energía del operador; es negativo porque a medida que la velocidad aumenta se reduce el consumo
<i>Vel</i>	=	velocidad del vehículo objeto de análisis (km/h)
<i>precio</i>	=	el precio del combustible utilizado (\$ por litro)

De la ecuación anterior, si eliminamos la variable *precio* entonces la fórmula puede ser empleada para calcular el consumo de combustible por kilómetro recorrido a diferentes velocidades, quedando como sigue:

$$Con = min + (max-min) \exp(-par * Vel) \quad (Ec. 3)$$

Donde:

<i>Con</i>	=	consumo de energía (l/Km)
<i>min</i>	=	consumo mínimo de energía cuando la velocidad de circulación es alta y los vehículos operan en condiciones óptimas
<i>max</i>	=	consumo máximo cuando la velocidad de operación es cercana a cero
<i>par</i>	=	parámetro que regula la curva de consumo de energía del operador; es negativo porque a medida que la velocidad aumenta se reduce el consumo.
<i>Vel</i>	=	velocidad del de vehículo objeto de análisis (km/h)

A efecto de ilustrar numéricamente la formulación de éste módulo de TRANUS modificado para estimar consumos de combustible, en el Cuadro 14 se muestran los parámetros default utilizados por el modelo para Minibús y Autobús.

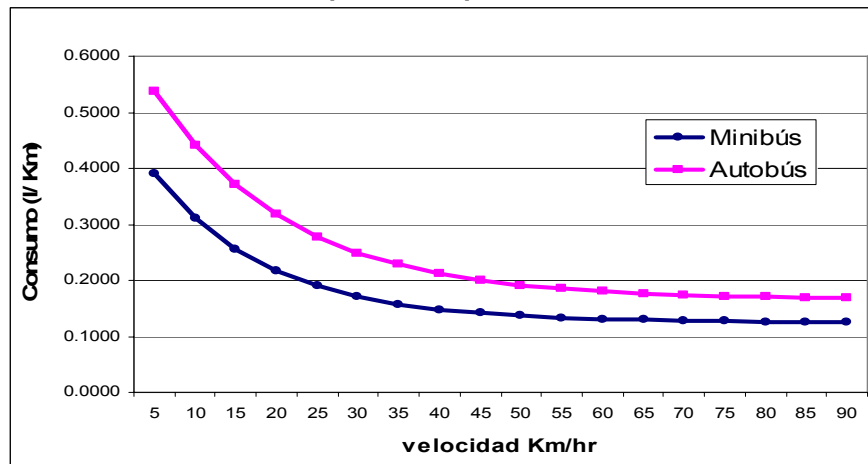
Cuadro 14. Parámetros para estimar costo de operación por consumo de combustible

Parámetro	Tipo de vehiculo	
	Minibús	Autobús
Min.	0.125	0.167
Máx	0.500	0.667
Par	0.070	0.060

Fuente: TRANUS http://www.modelistica.com/bajar_instalar.htm (Tres ejemplos muy sencillos explicados paso a paso; tutorial.doc)

Gráficamente, el resultado de la función, al aplicarla para un rango de velocidad de entre 5 y 90 km/hora se presenta en la Figura 2.

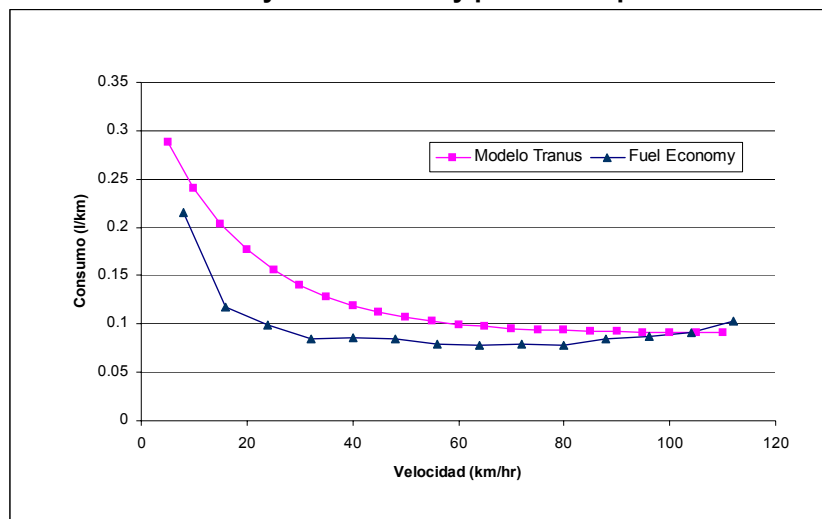
Figura 2. Curvas de consumo de combustible estimadas por TRANUS para dos tipos de vehículos



Fuente: Tomado de http://www.modelistica.com/bajar_instalar.htm (Tres ejemplos muy sencillos explicados paso a paso; Tutorial; Ejemplo A; Parámetros Transporte Ejemplo A)

Como puede apreciarse en la Figura 2 y en la ecuación de la que se deriva, el modelo asume que el consumo de energía es mínimo cuando la velocidad del vehículo es alta y tiende a infinito. Esto es, se asume como cierto que a velocidades de 90 km/hr y mayores el rendimiento es óptimo, lo cual contraviene los resultados provenientes de mediciones de laboratorio, que muestran que después de alcanzar una velocidad de 90 km/hr, el rendimiento del combustible en los automóviles tiende a disminuir (Fig. 3). Sin embargo, se considera que esta limitación del modelo no tendrá impacto en su aplicación para este proyecto, dado que los resultados obtenidos con el modelo TRANUS, en cuanto a las velocidades de circulación por tipo de vehículo en la ZMVM, indica que nunca se alcanzan velocidades mayores a los 80 km/h.

Figura 3. Comparación de datos de consumo a diferentes velocidades entre TRANUS y Fuel Economy para autos particulares.



Las diferencias en magnitud de los datos mostrados en la Figura 3 pueden derivar de diferencias tanto por las categorías vehiculares analizadas, como por los años modelos de los vehículos evaluados. Sin embargo, esto no se puede garantizar ya que la curva de referencia de Fuel Economy no está documentada (<http://www.fueleconomy.gov/feg/FEG2005.pdf>), y la de TRANUS sólo refiere a las categorías vehiculares pero no los años modelo.

En general, lo que destaca de la Figura 3, es el hecho de que la tendencia de TRANUS en cuanto a rendimientos de combustible, se aproxima a la curva teórica, a pesar de que asume rendimientos óptimos de combustible a altas velocidades (superiores a 90 km/hr), en tanto que los datos de fuel economy indican que después de 90 km/hr los rendimientos empiezan a decrecer nuevamente.

Una vez hecha esta comparación y asumiendo que los procedimientos de cálculo de consumo de combustible que emplea TRANUS son confiables para al menos el rango de velocidades entre 5 y 80 km/hr, se procedió a aplicar el modelo para estimar los consumos de combustible a diferentes velocidades para la flota vehicular circulante en la ZMVM. Para ello, se emplearon los valores de las variables **min**, **max** y **par** utilizados por ETEISA en su aplicación de TRANUS para el corredor de Eje 8 (ETEISA, 2004), los cuales son mostrados en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Parámetros utilizados para estimar consumo de combustible de diferentes categorías vehiculares a diferentes velocidades

Parámetro	Categoría vehicular				
	Autobuses y carga	Autos particulares	Combis	Microbuses	Articulados
Min.	0.33	0.09	0.11	0.17	0.52
Máx.	2.3	0.27	0.43	0.95	3.45
Par.	0.063	0.038	0.053	0.063	0.063

Fuente: Hoja de cálculo "Proyeccionestransporte327may.xls" anexa en CD al capítulo 7 "Elementos de Impacto Ambiental del Corredor – Metodología para determinación de la Línea Base de Emisiones de Contaminantes" del reporte generado por ETEISA (2004).

V. Resultados y discusión

A continuación se describen los resultados generales obtenidos en este trabajo, en tanto que los resultados detallados (factores de emisión por tipo de vehículo y combustible a diferentes velocidades promedio), son presentados en el Anexo V de este informe.

Adicionalmente, en cada uno de los Anexos incluidos en el CD se presentan todos los archivos de entrada y salida generados en todas y cada una de las corridas ejecutadas en el escenario correspondiente.

V.1 Contaminantes locales

En esta sección se detallan los resultados obtenidos con Mobile6_México para vehículos a gasolina y diesel, así como los factores de emisión encontrados en la literatura para vehículos a gas natural comprimido y gas licuado de petróleo.

La composición de la flota vehicular, la actividad vehicular y el contenido de azufre en los combustibles son las principales variables que intervienen en el comportamiento de los factores de emisión; sin embargo, cabe señalar que en algunos casos se han encontrado comportamientos diferentes a los esperados, razón por la cual se han realizado algunas consideraciones adicionales, tomando como base las políticas implementadas para la regulación de fuentes móviles aplicables en la Zona Metropolitana del Valle de México, como lo es el cambio en las normas oficiales mexicanas y en el propio programa de verificación vehicular. A continuación se presenta una breve explicación sobre las tres principales variables:

Composición de la flota vehicular

La renovación de la flota vehicular juega un papel importante, ya que aún cuando no cambien los estándares vehiculares, los factores de emisión tienden a ser, año con año, más bajos hasta alcanzar prácticamente una línea recta, lo cual significa que la flota vehicular queda compuesta por un solo estrato tecnológico. Ahora bien, si existe la incorporación de nuevos estándares tecnológicos, los factores tenderán a ser cada más bajos, no obstante las reducciones serán cada vez menores debido a que los estándares para hidrocarburos y óxidos de nitrógeno han experimentado reducciones significativas. Por ejemplo, el estándar actual (TIER 1) establece como límite máximo de emisión de hidrocarburos 0.156 gr/km y para óxidos de nitrógeno 0.25 gr/km. En tanto que el nuevo estándar Tier 2 establece como límite máximo de emisión 0.046 gr/km para gases orgánicos no metanos y 0.031 gr/km para NOx, en su quinto bin a 80,000 km, que es considerado el bin promedio de certificación.

Actividad vehicular

Un aspecto importante asociado a la actividad vehicular son los factores de deterioro, debido a que un vehículo que alcanza una mayor acumulación de kilometraje, tiene un factor de deterioro mayor, y por tanto un factor de emisión mayor.

Cambio en el contenido de azufre en combustibles

Existen diversos estudios que documentan los beneficios de disminuir el contenido de azufre, ya que se logran reducciones significativas en la emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno. Sin embargo, este beneficio no se ve reflejado en los factores de emisión estimados bajo las condiciones del Escenario 1, toda vez que en éste no se contempló la introducción de combustibles de bajo azufre. Por el contrario, en los factores de emisión estimados bajo las condiciones del Escenario 2, este efecto sí se aprecia, pues se consideró la introducción de vehículos que cumplirán con estándares de emisión TIER2 y su tecnología demanda, para el correcto funcionamiento de sus sistemas de control de emisiones, combustibles de bajo azufre.

A continuación se presentan los factores de emisión a 30 kilómetros por hora⁷, graficados para los diferentes años considerados en el estudio. En primer lugar se tienen los autos particulares por ser el principal sector en la ZMVM, seguida de las pick-up's clase 1 y combis, posteriormente se presentan los microbuses y vehículos pesados a diesel.

V.1.1 Vehículos a gasolina

Autos particulares

Las Figuras 4, 5, 6 y 7 presentan el comportamiento de los factores de emisión de hidrocarburos totales, compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, respectivamente. En general, el comportamiento de los cuatro contaminantes es muy similar (descendente) y destaca que, en los dos escenarios, las disminuciones están asociadas a un cambio en la política sobre el Programa Hoy No Circula, el cual considera a partir del 2004, el recorrer un año modelo a los vehículos elegibles al holograma cero, lo que repercute en la actividad asignada para cada año modelo.

En el caso de los hidrocarburos totales (HCT), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno (NOx) se presentan valores bajos en comparación con el monóxido de carbono (CO), debido a que a partir de 1993 mientras los estándares de emisión de vehículos nuevos en planta para HCT y NOx se han hecho más estrictos, los de CO han permanecido sin cambio (NOM-042-ECOL-1993, NOM-042-ECOL-1999).

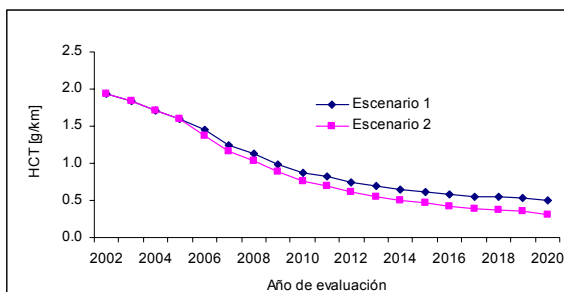


Figura 4.- Hidrocarburos totales en autos particulares a 30 kilómetros por hora

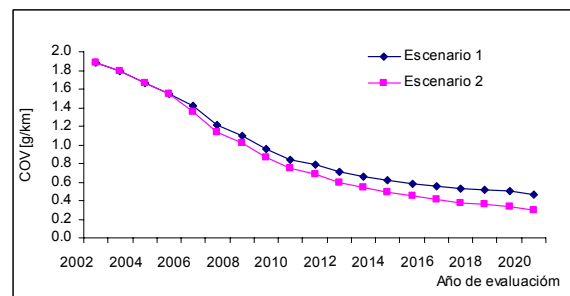


Figura 5.- Compuestos orgánicos volátiles en autos particulares a 30 kilómetros por hora

⁷La velocidad considerada es muy cercana a la utilizada en el cálculo de los inventarios de emisión de fuentes móviles de la ZMVM.

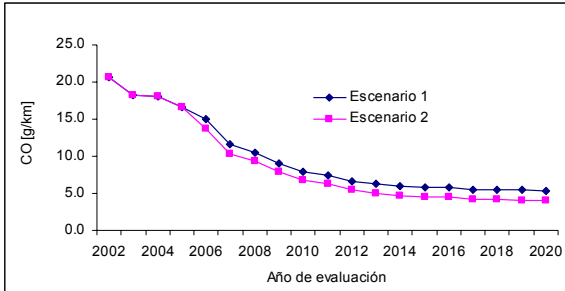


Figura 6.- Monóxido de carbono en autos particulares a 30 kilómetros por hora

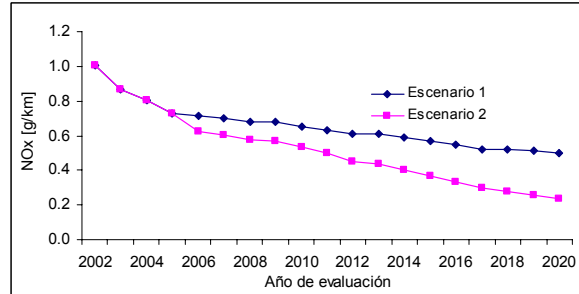


Figura 7.- Óxidos de Nitrógeno en autos particulares a 30 kilómetros por hora

Una característica de los factores de emisión, es que siempre serán mayores en la medida que la velocidad disminuya, desde luego todas las demás variables deberán ser las mismas. En las Figuras 8, 9 y 10 se presenta el comportamiento observado en los autos particulares (LDGV), el cual corrobora la hipótesis planteada, considerando diferentes velocidades en los dos escenarios modelados.

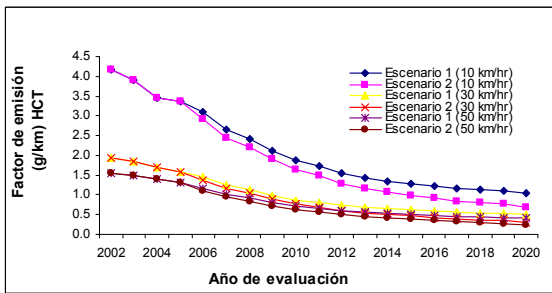


Figura 8.- HCT en autos particulares (LDGV) a 10, 30 y 50 km/hr.

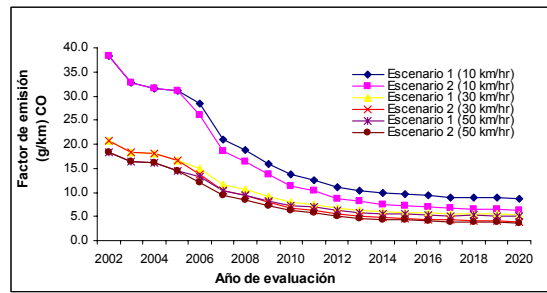


Figura 9.- CO en autos particulares (LDGV) a 10, 30 y 50 km/hr

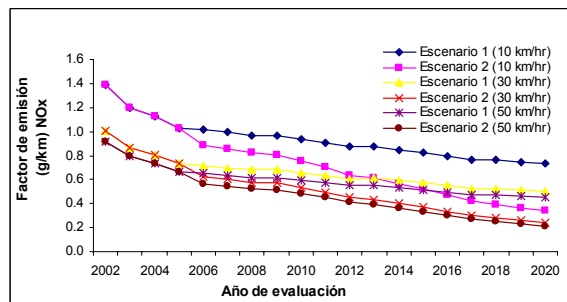


Figura 10.- NOx en autos particulares (LDGV) a 10, 30 y 50 km/hr

En las Figuras 11 y 12 se muestra el comportamiento de partículas de 2.5 micrómetros (PM_{2.5}) y bióxido de azufre (SO₂)

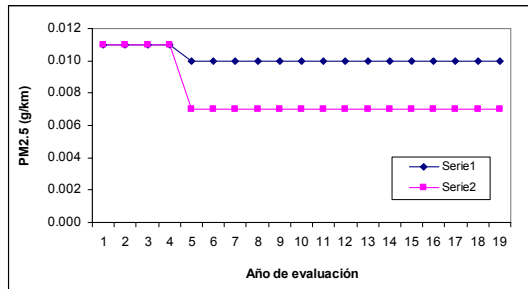


Figura 11.- Partículas de 2.5 micrómetros en autos particulares (LDGV) a 30 kilómetros por hora

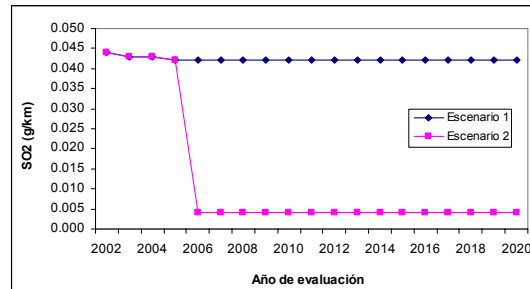


Figura 12.- Bióxido de azufre en autos particulares (LDGV) a 30 kilómetros por hora

Como se puede notar, para estos contaminantes el factor de emisión es prácticamente lineal y solo presenta una variación cuando se reduce el contenido de azufre en la gasolina en el Escenario 2 a partir del 2006, debido a que en el cálculo del factor de emisión para partículas, Mobile6_México considera los factores de emisión básicos a cero kilómetros y las tasas de deterioro para los vehículos años modelo comprendidos en el intervalo de 1950 a 2020 son asumidos como cero.

Pick-ups clase 1 y combis

De acuerdo a la clasificación de peso bruto vehicular de Mobile6_México, en las Figuras 13, 14, 15 y 16 se presentan los factores de emisión para HCT, COV, CO y NOx, respectivamente, obtenidos para camiones ligeros clase 1. Esta categoría incluye el 100% de las combis y al 68% de las pick-ups⁸, lo anterior debido a que la flota vehicular de las pick-ups está compuesta con camiones ligeros clase 1 y 2.

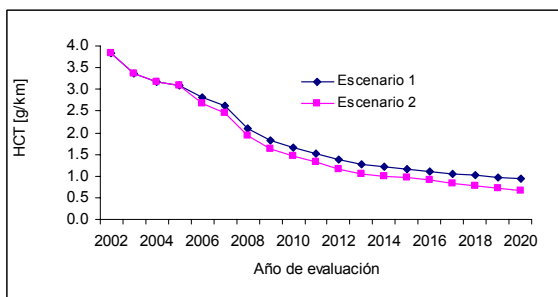


Figura 13.- HCT en Pick-ups clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

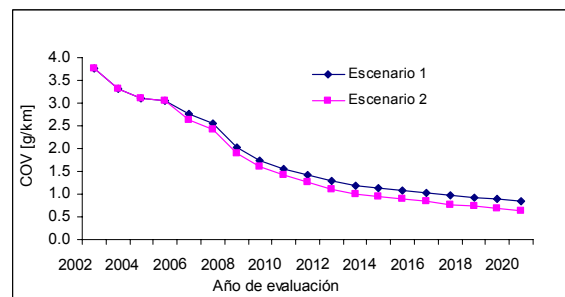


Figura 14.- COV para Pick-ups clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

⁸ Estimación realizada a partir del volumen de ventas reportado por la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (boletín 457)
 INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA
 DGICURG-DICA

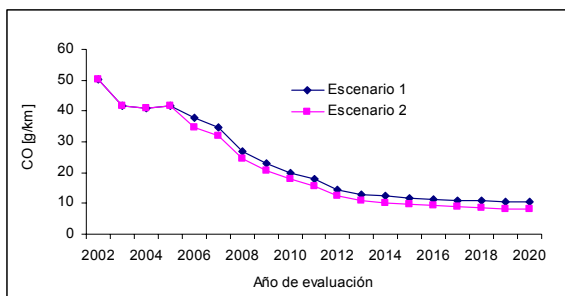


Figura 15.- CO en Pick-ups clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

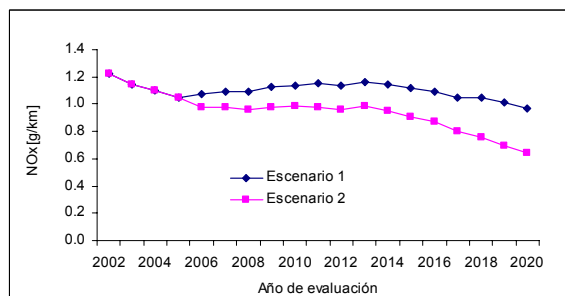


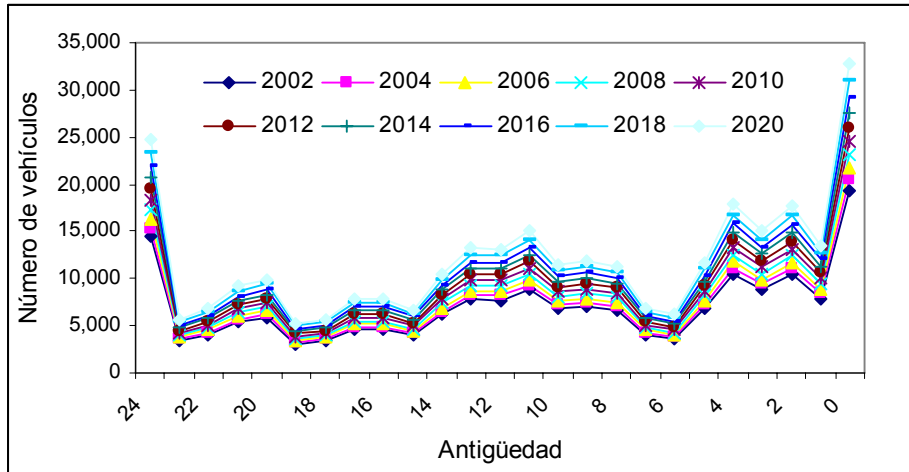
Figura 16.- NOx Pick-ups clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

En las gráficas anteriores observamos que para HCT, COV y CO, la diferencia entre el año de evaluación 2002 y 2003, es debida a que los kilómetros anuales recorridos entre un año y otro son diferentes, ya que para el año 2002 se utilizaron los reportados en el inventario de emisiones 2002 y de 2003 en adelante se calcularon a partir del programa de verificación vehicular, asumiendo un ponderación de los kilómetros diarios recorridos de pick-up's clase 1 y combis reportadas en el inventario de emisiones (dependiendo de su distribución por año modelo), por lo que a partir del 2003 se observa un comportamiento descendente, producto del cambio de actividad y de la renovación vehicular.

Para el caso de los factores de emisión de NOx se presenta un comportamiento totalmente diferente al de hidrocarburos y monóxido de carbono, dado que a partir del 2006 se presenta un incremento, el cual se asume es debido al uso de los factores básicos de emisión y tasas de deterioro mayores que asigna el modelo a esta categoría, pues debe recordarse que las regulaciones en los años ochenta se enfocaron a la reducción de HC y CO, y es hasta los modelos 1999 en donde se tienen reducciones significativas de esta categoría como vehículos nuevos en planta (NOM-042-SEMARNAT-1999). Finalmente la disminución que se presenta a partir del 2014, obedece principalmente a que en la modelación ya no se considera a los vehículos año modelo anteriores a 1990, en donde inicia la introducción de sistemas de control de emisiones de primera generación (circuito cerrado y convertidores catalíticos de dos vías), este sector desaparece más rápido en la modelación de los años siguientes, toda vez que considera únicamente a los vehículos año modelo 1990, 1991 y 1992, es decir, a partir del 2017 el modelo considera vehículos año modelo 1993 y posteriores.

En la Figura 17 se muestra el comportamiento de la flota vehicular de pick-up's, en ella se observa que los principales puntos de influencia en el cálculo de los factores de emisión se presentan cuando los vehículos tienen una antigüedad mayor a 24 años y cuando son nuevos.

Figura 17. Comportamiento de la flota vehicular de pick-up's a diferentes años calendarios



El comportamiento de los factores de emisiones con respecto a la velocidad, presenta el mismo comportamiento que en los autos particulares antes descrito, a velocidades bajas el factor de emisión es alto y a medida que la velocidad aumenta el factor de emisión disminuye.

Los factores de emisión de $PM_{2.5}$ y SO_2 muestran el mismo comportamiento que para autos particulares, pues las tasas de deterioro y el factor básico de emisión a cero kilómetros es asumido como cero para esta categoría y para el resto de camiones ligeros clase 2, 3 y 4.

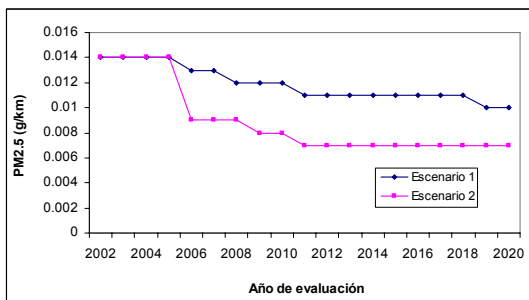


Figura 18.- $PM_{2.5}$ pick-up's clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

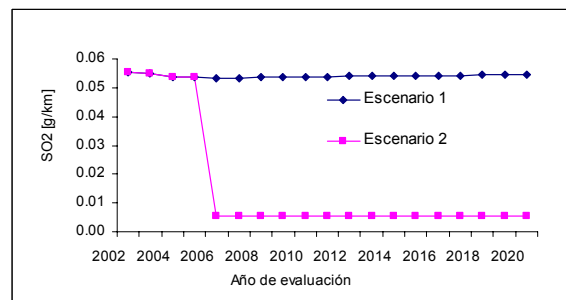


Figura 19.- SO_2 pick-up's clase 1 y combis a 30 kilómetros por hora

Microbuses

Las Figuras 20, 21, 22 y 23 presentan los factores de emisión para microbuses obtenidos con Mobile6_México. En ellos se notan disminuciones considerables para los tres contaminantes; sin embargo, estos factores no reflejan la situación real de estos vehículos, ya que aunque existe compatibilidad entre la normatividad mexicana y la americana hasta el año 2004, esta desaparece en el 2005 ya que mientras en Estados Unidos se tienen consideradas importantes reducciones en los estándares de emisión de esta categoría vehicular (EPA, 2001), en México no se tiene contemplada ninguna actualización o modificación a las normas correspondientes.

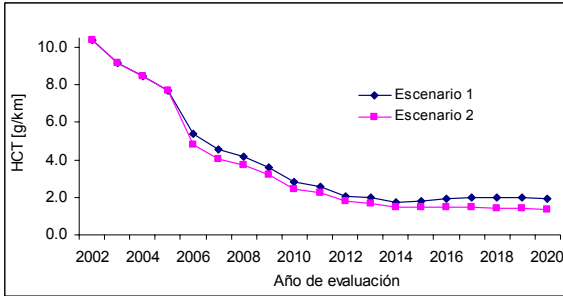


Figura 20.- HCT en microbuses a 30 km/hr

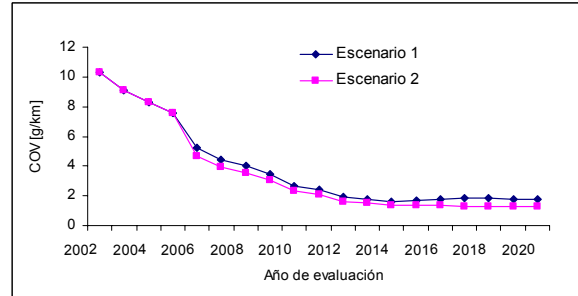


Figura 21.- COV en microbuses a 30 km/hr

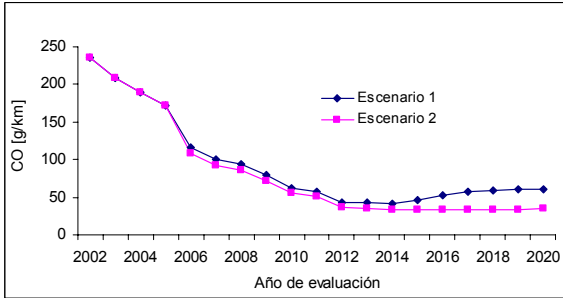


Figura 22.- CO en microbuses 30 km/hr

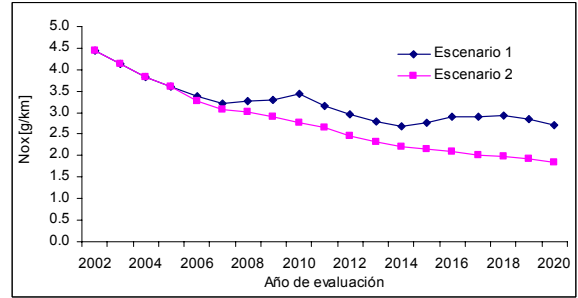


Figura 23.- NOx en microbuses a 30 km/hr

Así, considerando que al utilizar los factores de Mobile6_México, se estaría subestimando las emisiones de este sector en México, se decidió tomar los factores hasta el 2004 proporcionados por el modelo y a partir del 2005, se considera constante el factor de emisión para HCT, COV, NOx y CO, los resultados se muestran en las Figuras 24, 25, 26 y 27.

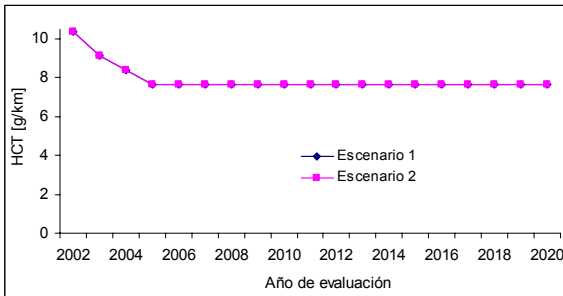


Figura 24.- HCT en microbuses a 30 km/hr

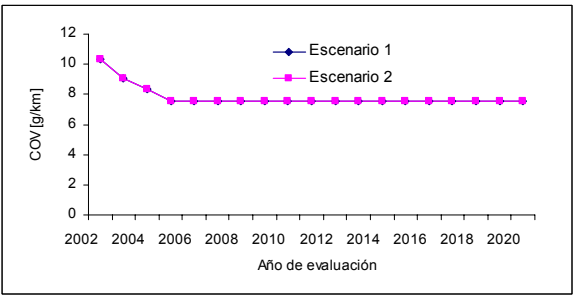


Figura 25.- COV en microbuses a 30 km/hr

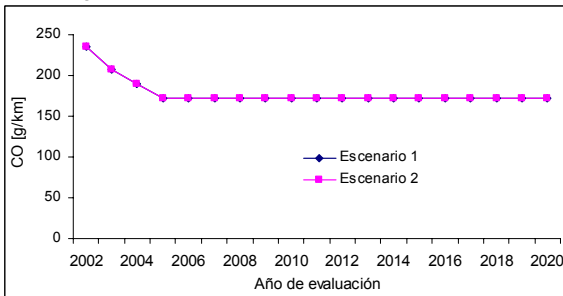


Figura 26.- CO en microbuses 30 km/hr

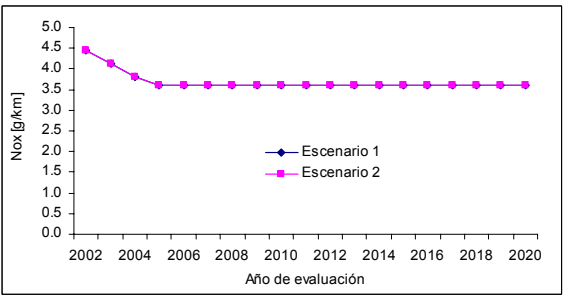


Figura 27.- NOx en microbuses a 30 km/hr

Las Figuras 28 y 29 muestran los factores de emisión para $PM_{2.5}$ y SO_2 , en este caso las reducciones en el Escenario 2 son debidas al cambio en el contenido de azufre de los combustibles.

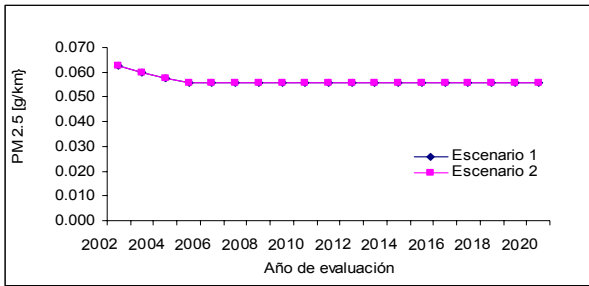


Figura 28.- PM_{2.5} en microbuses a 30 km/hr

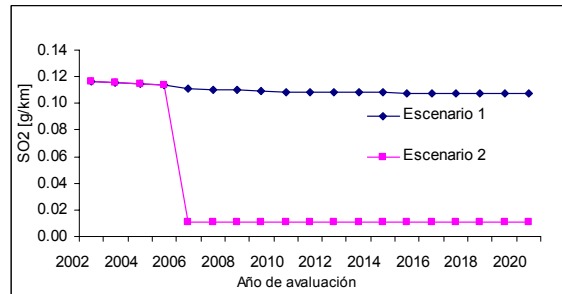


Figura 29.- SO₂ en microbuses a 30 km/hr

V.1.2 Vehículos pesados a diesel (HDDV)

Es importante destacar de manera general que dado que Mobile6_México emplea datos de certificación de motores para calcular los factores de emisión para vehículos pesados (diesel y gasolina, 1998 y posteriores), las tasas de deterioro que emplea no reflejan el efecto de un mantenimiento pobre (EPA, 2004). Así que es probable que los factores de emisión estimados para los vehículos pesados más viejos estén subestimados (Weaver, et al 1998). Sin embargo, dado que no hay información disponible que permita mejorar la estimación de deterioro para los vehículos pesados, se usaron los factores de deterioro empleados por Mobile6_México.

Por otra parte, aunque se sabe que las emisiones de partículas probablemente sean mayores en altitudes altas que bajas, se encontró que en ninguna de las corridas hechas Mobile6_México refleja este efecto. En este sentido, se sabe que existe una metodología que permite ajustar los factores de emisión por altitud para el caso de los vehículos a diesel; sin embargo, no se encontró una que pudiera ser aplicada a los vehículos a gasolina por ello, a efecto de hacer comparables los resultados, se determinó no hacer el ajuste de los factores de emisión de partículas para los vehículos a diesel.

Los vehículos que trabajan con diesel, presentan comportamientos muy similares, por lo que se presenta una descripción general de estas categorías vehiculares. Para este tipo de vehículos se muestran tres categorías diferentes: 1) HDDV8a o vehículos mayores a tres toneladas, 2) HDD8b o tractocamiones y/o articulados y 3) Autobuses. En las siguientes Figuras se presenta el comportamiento de HCT, COV, CO y NO_x, para dichas categorías.

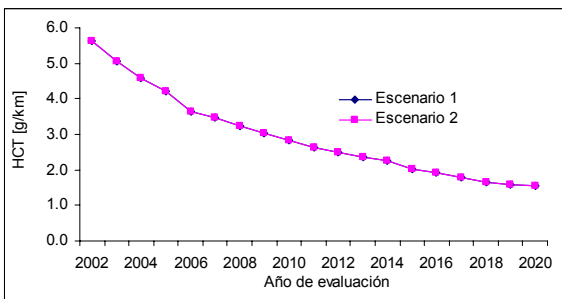


Figura 30.- HCT para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

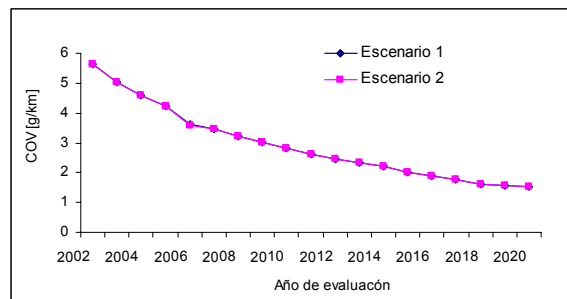


Figura 31.- COV para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

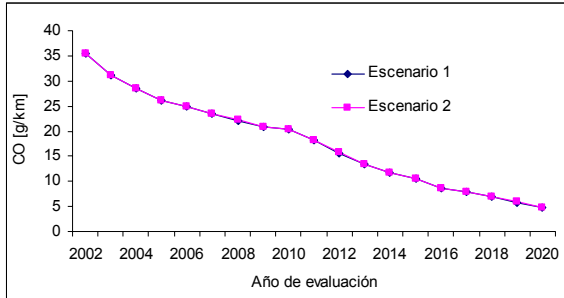


Figura 32.- CO para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

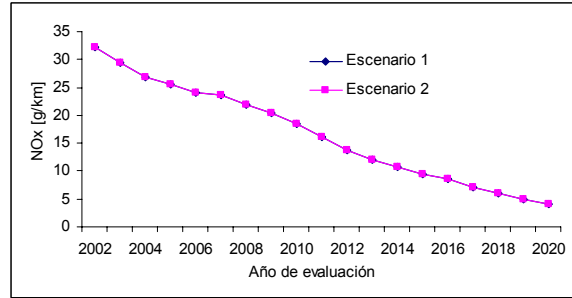


Figura 33. NOx para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

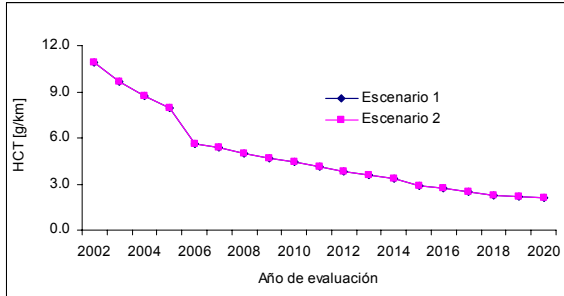


Figura 34.- HCT para tractocamiones a 30 km/hr

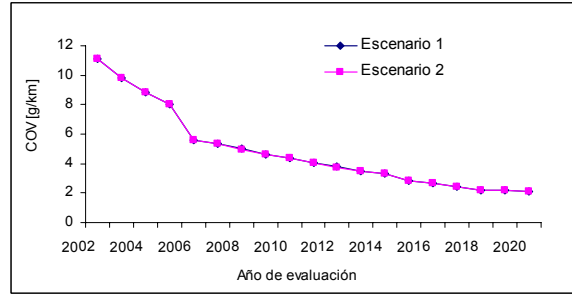


Figura 35- COV para tractocamiones a 30 km/hr

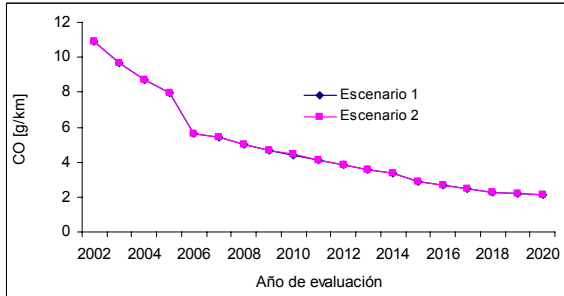


Figura 36.- CO para tractocamiones a 30 km/hr

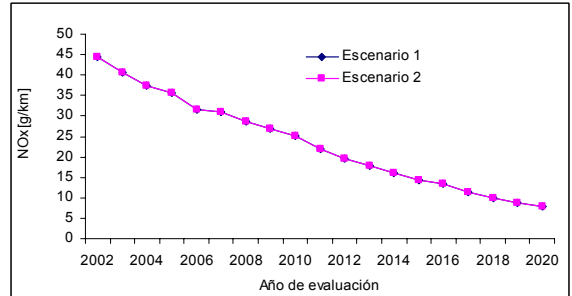


Figura 37.- NOx para tractocamiones a 30 km/hr

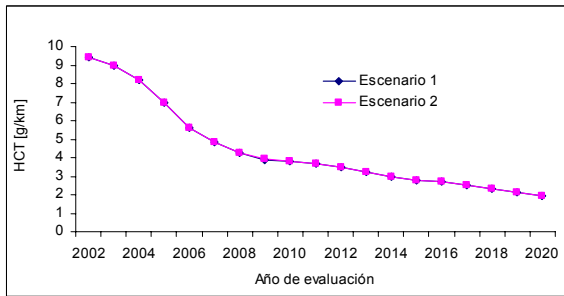


Figura 38.- HCT para autobuses a 30 km/hr

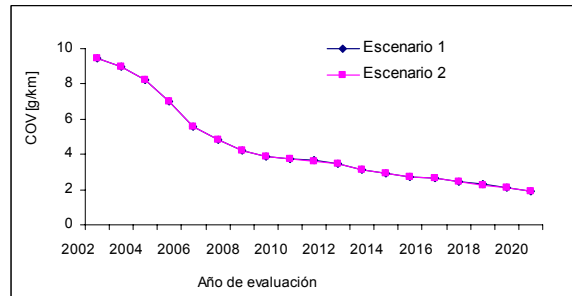


Figura 39.- COV para autobuses a 30 km/hr

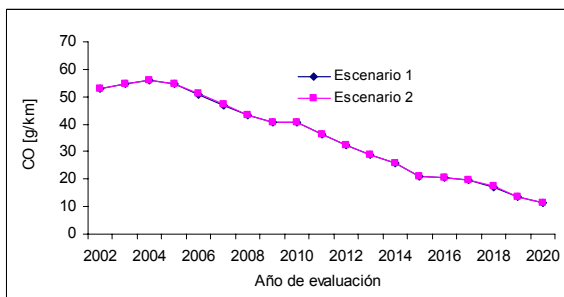


Figura 40.-CO para autobuses a 30 km/hr

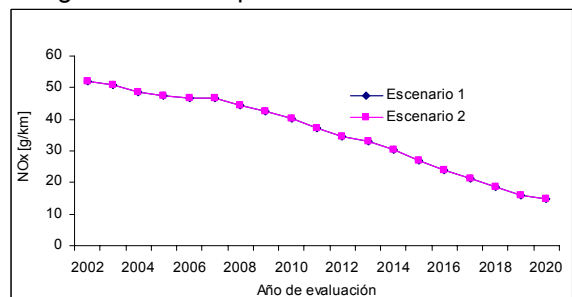


Figura 41.- NOx para autobuses a 30 km/hr

Un parámetro importante que afecta el factor de emisión es el contenido de azufre en el diesel, el cual para este estudio se consideró de acuerdo al programa descrito en el anteproyecto de la norma NOM-086- SEMARNAT-SENER-2003. Los factores de emisión más impactados por esta medida son PM_{10} , $PM_{2.5}$ y SO_2 . Cabe decir, sin embargo, que de acuerdo con los resultados mostrados en las Figuras 30 a 41 Mobile6_ México no detecta efecto alguno del cambio en el contenido de azufre en diesel sobre los factores de emisión de HCT, COV, CO y NO_x , por lo que los escenarios 1 y 2 parecen iguales. Esto contraviene los resultados esperados, pues varios autores (Blumberg, et al 2003), han documentado que la reducción de azufre en diesel produce una reducción significativa en las emisiones de estos contaminantes, especialmente de CO y NO_x . Al buscar las posibles causas de esto se encontró que para ajustar los factores de emisión default de los Estados Unidos para los vehículos pesados a diesel (HDDV) a las tecnologías mexicanas, Mobile6_México considera los factores de emisión básicos para hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono a partir de un archivo externo llamado a través del comando "Basic EFs". Este archivo asume que los estándares de emisión EPA2004 y EPA2007 para vehículos pesados a diesel son introducidos en México con dos años de retraso respecto a Estados Unidos y su uso impide la aplicación del comando que permite modificar dicha suposición (NO HDDV2007), necesario para la evaluación del escenario 1. Por lo tanto, para poder estimar los factores de emisión de vehículos pesados a diesel en México bajo las suposiciones de este escenario, en el cual la introducción de los estándares de emisión EPA2007 no es considerada, fue necesario modificar el archivo que contiene los factores de emisión básicos. Este archivo fue adecuado de tal forma que permitiera usar los factores de emisión básicos de vehículos que cumplen con los estándares de emisión EPA1998 en todos los vehículos año modelo 1998 y posteriores.

Los resultados obtenidos con la modificación antes referida para la evaluación del escenario 1 son mostrados en las Figuras 42 a 53.

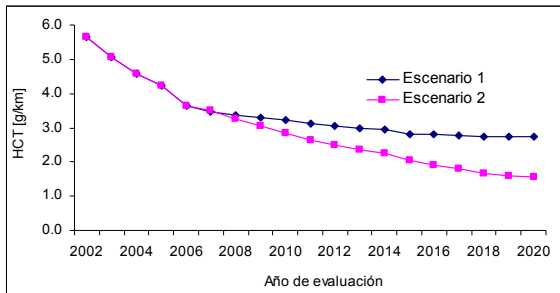


Figura 42.- HCT para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

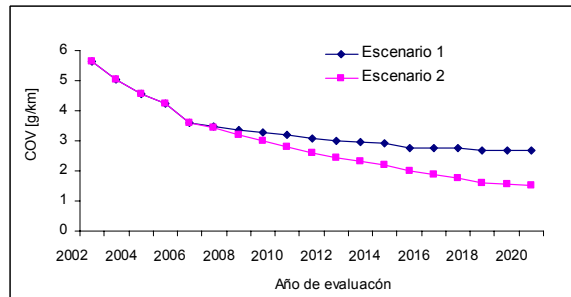


Figura 43.- COV para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

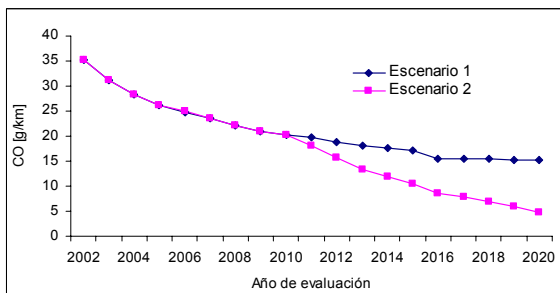


Figura 44.- CO para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

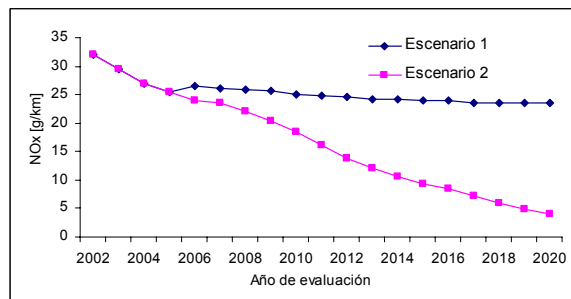


Figura 45.- NO_x para vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

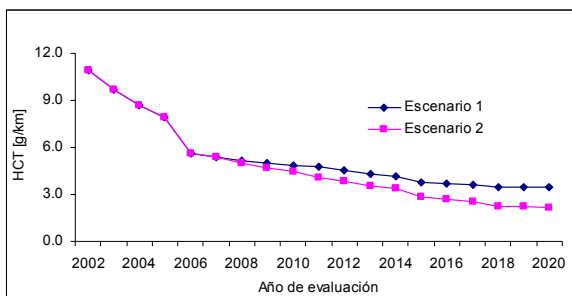


Figura 46.- HCT para tractocamiones a 30 km/hr

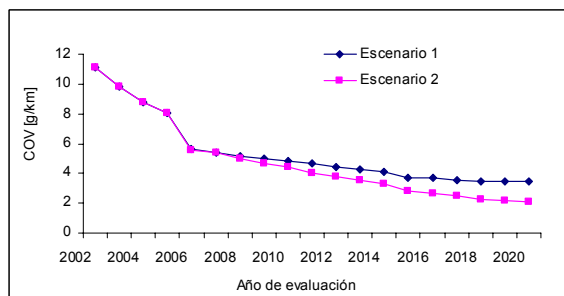


Figura 47.- COV para tractocamiones a 30 km/hr

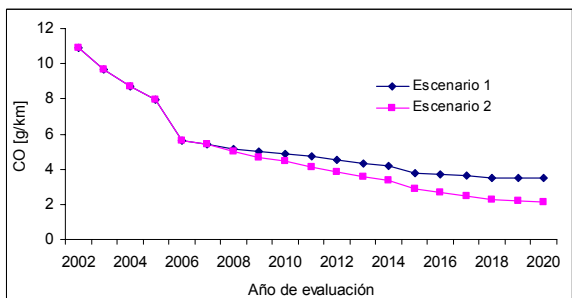


Figura 48.- CO para tractocamiones a 30 km/hr

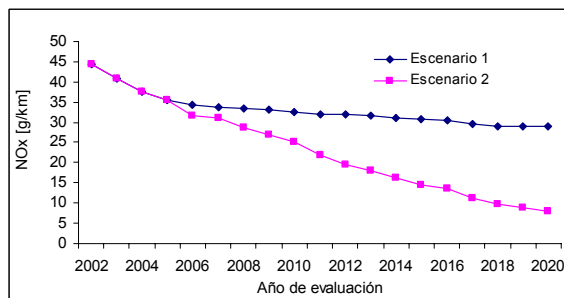


Figura 49.- NOx para tractocamiones a 30 km/hr

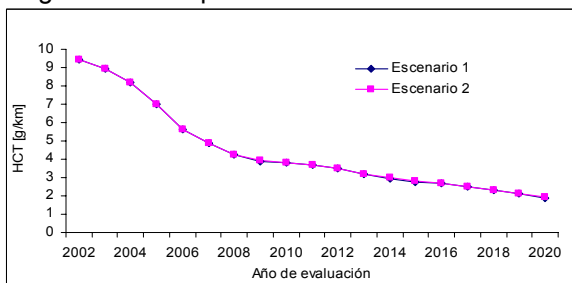


Figura 50.- HCT para autobuses a 30 km/hr

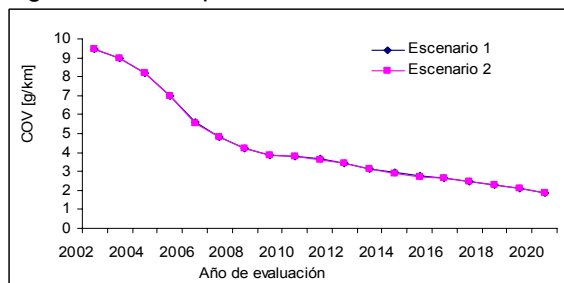


Figura 51.- COV para autobuses a 30 km/hr

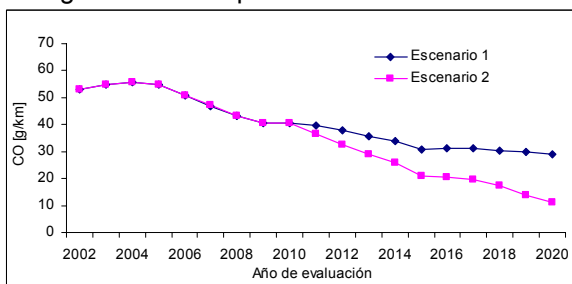


Figura 52.-CO para autobuses a 30 km/hr

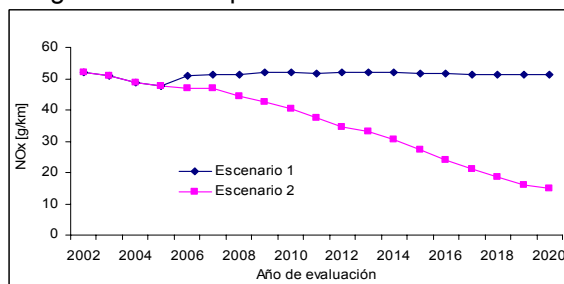


Figura 53.- NOx para autobuses a 30 km/hr

Los cambios presentados para los factores de emisión globales de HCT, COV, CO y NOx son producto de la diferencia en la distribución y actividad vehicular, peso vehicular y uso. En general, los vehículos a diesel tienen factores de emisión más altos en partículas y óxidos de nitrógeno que los vehículos a gasolina. En el periodo donde fueron calculados los factores de emisión (2002 – 2020), se obtuvieron reducciones de hasta el 87% en NOx y 72% en HCT, cabe señalar que en el caso de los autobuses se presenta un comportamiento similar para hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles, ya que en ambos escenarios los factores de emisión básicos son iguales a partir de 1997 en adelante, lo cual implica que aún y cuando se modifique el archivo de los factores de emisión básicos en la parte correspondiente a los años modelo no hay cambio alguno.

Las siguientes graficas muestran las tendencias para tres categorías vehiculares a diesel, tanto para PM_{2.5} como para SO₂.

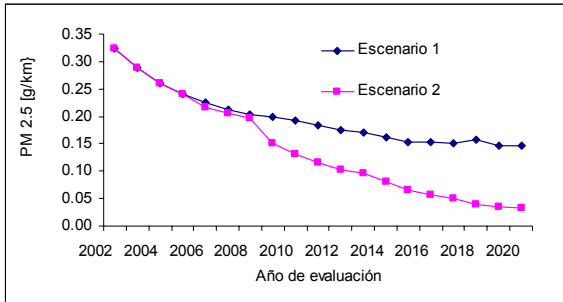


Figura 54.- PM 2.5 para Vehículos mayores a tres toneladas a 30 km/hr

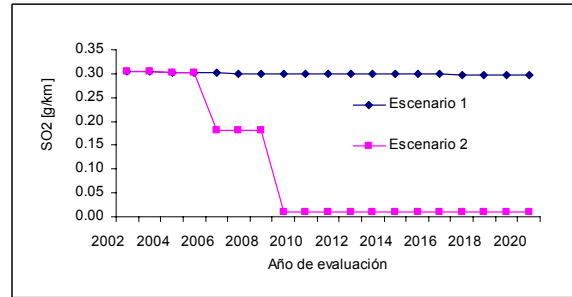


Figura 55.- SO₂ para Vehículos Mayores a tres toneladas a 30 km/hr

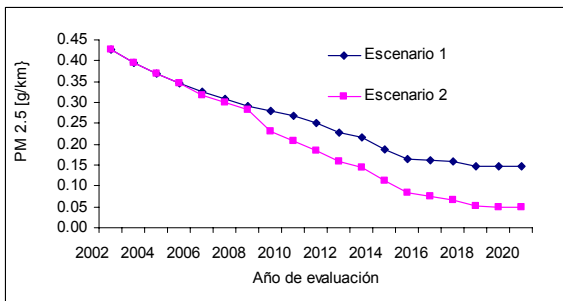


Figura 56.- PM 2.5 para Tractocamiones a 30 km/hr

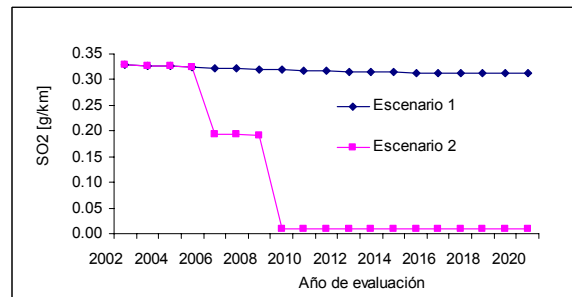


Figura 57.-SO₂ para Tractocamiones a 30 km/hr

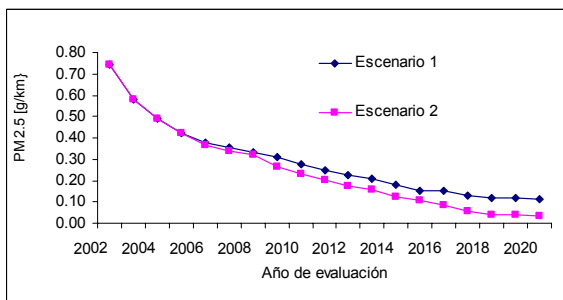


Figura 58.- PM 2.5 para Autobuses a 30 km/hr

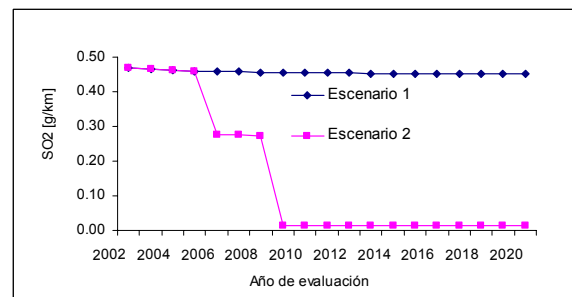


Figura 59.- SO₂ para Autobuses a 30 km/hr

En los factores de emisión de SO₂ solo existe una disminución en los años de reducción del contenido de azufre en el diesel en los años 2006 y 2009 para el Escenario 2, para el Escenario 1 la gráfica se presentan como una línea recta.

Los factores de emisión de partículas obtenidos en Mobile6_México para los vehículos a diesel a diferencia de los de gasolina, presenta reducciones, debido a que cuenta con factores de emisión básicos a cero kilómetro y tasas de deterioro, diferentes a cero. Es de destacar también que los factores de emisión para partículas en autobuses son menores que en las demás categorías debido a que las tasas de deterioro default que maneja Mobile6_México para esta categoría son menos significativas.

Finalmente, el comportamiento de los factores de emisión a diferentes velocidades es el mismo que para las demás categorías, a excepción de NO_x, ya que presenta un aumento a partir de los 60 km/hr, al respecto se debe considerar que estos vehículos tienen como

principal característica el operar bajo condiciones estequiométricas y altas presiones en el interior del motor, lo cual favorece la formación de este contaminante.

V.1.3 Autobuses articulados

a) Con tecnología EPA2004 y EPA2007

El Cuadro 16, muestra los factores de emisión para diferentes contaminantes locales estimados para autobuses articulados nuevos (2005 y 2009), bajo las consideraciones específicas de dos tipos de servicio (*regular* y *express*) y dos estándares de emisión (EPA 2004 y EPA 2007), que se asume entrarán en vigor en los años 2005 y 2009, respectivamente.

Cuadro 16. Factores de emisión (g/km) para autobuses articulados nuevos que cumplen con estándares de emisión EPA2004 y EPA 2007.

Contaminante	EPA 2004		EPA 2007	
	<i>Regular</i>	<i>Express</i>	<i>Regular</i>	<i>Express</i>
THC	0.64	0.57	0.59	0.52
VOC	0.63	0.56	0.58	0.51
CO	6.01	5.10	0.66	0.56
NO _x	4.13	3.86	0.37	0.35
PM ₁₀	0.17	0.17	0.05	0.05
PM _{2.5}	0.15	0.15	0.04	0.04

El Cuadro 17, muestra los factores de emisión globales para autobuses articulados estimados para el periodo 2005 – 2020, los cuales toman en consideración una tasa de deterioro acorde a las consideraciones expresadas en el apartado de metodología.

Cuadro 17. Factores de emisión globales (g/km) para autobuses articulados nuevos que cumplen con estándares de emisión EPA 2004 y EPA 2007 según calendario de entrada a México.

Año	Autobuses nuevos	Servicio Regular						Servicio Express					
		THC	VOC	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	THC	VOC	CO	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
2005	132	0.64	0.63	6.01	4.13	0.17	0.15	0.57	0.56	5.10	3.86	0.17	0.15
2006	247	0.64	0.63	6.02	4.13	0.17	0.15	0.57	0.56	5.10	3.87	0.17	0.15
2007	945	0.64	0.63	6.02	4.13	0.17	0.15	0.57	0.56	5.10	3.87	0.17	0.15
2008	945	0.64	0.63	6.02	4.14	0.17	0.15	0.57	0.56	5.11	3.87	0.17	0.15
2009	945	0.62	0.62	4.46	3.04	0.12	0.11	0.56	0.55	3.78	2.85	0.12	0.11
2010	945	0.62	0.61	3.60	2.44	0.11	0.09	0.55	0.54	3.06	2.28	0.11	0.09
2011	945	0.61	0.60	3.06	2.06	0.10	0.08	0.54	0.54	2.60	1.93	0.10	0.08
2012	945	0.61	0.60	2.69	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2013	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2014	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2015	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2016	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2017	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2018	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2019	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08
2020	0	0.61	0.60	2.70	1.80	0.09	0.08	0.54	0.53	2.29	1.69	0.09	0.08

El Cuadro 18, muestra los factores de emisión estimados por balance de masa para autobuses articulados, considerando los diferentes tipos de servicio y contenidos de azufre en el diesel.

Cuadro 18. Factores de emisión para Bióxido de Azufre

Tipo de servicio	Factores de emisión	
	300 ppm	15 ppm
Regular	0.54	0.027
Express	0.46	0.023
Todos los servicios	0.49	0.025

b) Con tecnología EPA1998

Los Cuadros 19, 20 y 21 muestran los factores de emisión (g/km) para diferentes contaminantes locales estimados para autobuses articulados, bajo las consideraciones específicas de dos tipos de servicio (regular y express) y el estándar de emisión EPA1998, asumiendo un contenido de azufre en diesel de 500 ppm.

Cuadro 19. Factores de emisión (g/km) para autobuses articulados nuevos que cumplen con estándares de emisión EPA1998.

Contaminante	EPA 1998	
	Regular	Express
THC	0.98	0.88
VOC	0.97	0.86
CO	6.01	5.10
NO _x	6.87	6.38
PM ₁₀	0.17	0.17
PM _{2.5}	0.15	0.15

Cuadro 20. Factores de emisión globales (g/km) para autobuses articulados nuevos que cumplen con el estándar de emisión EPA1998.

Año	Autobuses nuevos	Regular Service						Express Service					
		THC	VOC	CO	NO _x	PM10	PM2.5	THC	VOC	CO	NO _x	PM10	PM2.5
2005	132	0.98	0.97	6.01	6.87	0.17	0.15	0.88	0.86	5.10	6.38	0.17	0.15
2006	247	0.98	0.97	6.02	6.87	0.17	0.15	0.88	0.86	5.10	6.38	0.17	0.15
2007	945	0.98	0.97	6.02	6.87	0.17	0.15	0.88	0.86	5.10	6.38	0.17	0.15
2008	945	0.98	0.97	6.02	6.88	0.17	0.15	0.88	0.86	5.11	6.39	0.17	0.15
2009	945	0.98	0.97	6.03	6.88	0.17	0.15	0.88	0.86	5.12	6.40	0.17	0.15
2010	945	0.98	0.97	6.04	6.89	0.17	0.15	0.88	0.86	5.12	6.40	0.17	0.15
2011	945	0.98	0.97	6.05	6.89	0.17	0.15	0.88	0.86	5.13	6.41	0.17	0.15
2012	945	0.98	0.97	6.05	6.90	0.17	0.15	0.88	0.86	5.14	6.41	0.17	0.15
2013	0	0.98	0.97	6.07	6.90	0.17	0.15	0.88	0.86	5.15	6.42	0.17	0.15
2014	0	0.98	0.97	6.07	6.91	0.17	0.15	0.88	0.86	5.16	6.43	0.17	0.15
2015	0	0.98	0.97	6.08	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.16	6.44	0.17	0.15
2016	0	0.98	0.97	6.09	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.17	6.44	0.17	0.15
2017	0	0.98	0.97	6.09	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.17	6.44	0.17	0.15
2018	0	0.98	0.97	6.09	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.17	6.44	0.17	0.15
2019	0	0.98	0.97	6.09	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.17	6.44	0.17	0.15
2020	0	0.98	0.97	6.09	6.92	0.17	0.15	0.88	0.86	5.17	6.44	0.17	0.15

Cuadro 21. Factores de emisión para Bióxido de Azufre

Tipo de servicio	Azufre en diesel (500 ppm)
Regular (g/km)	0.89
Express (g/km)	0.77
Todos los servicios (g/km)	0.82

V.1.4 Vehículos a GLP y GNC

El Cuadro 22 muestra los factores de emisión que reporta el Manual de Referencia de gases efecto invernadero (IPCC, 1996), para vehículos de pasajeros y vehículos pesados a gas natural y gas LP. Para cada categoría de vehículo se presentan dos conjuntos de factores de emisión (sin control de emisiones y control avanzado de emisiones).

En el caso de los vehículos a gas natural los factores para autos sin tecnología de control de emisiones refieren una conversión simple de autos a gasolina o diesel a gas natural pero sin incluir convertidores catalíticos o sistemas de optimización de la combustión, en tanto que los vehículos con tecnología de control avanzada aluden a vehículos que tienen un motor diseñado de fábrica para operar con gas natural y convertidor catalítico o bien que fueron convertidos a gas natural pero además se incluyeron convertidores catalíticos y/o modificaciones para optimizar la combustión. En general, para el caso de los vehículos a gas LP, las consideraciones del motor y tecnologías de control de emisiones son las mismas (IPCC, 1996).

Para poder usar estos factores de emisión en la estimación de las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos que circulan en la ZMVM, se asumió como válida la homologación entre las categorías vehiculares usadas por el IPCC para derivar los factores que reporta y las categorías vehiculares empleadas en el inventario de emisiones de la ZMVM del 2002. Esta homologación está basada fundamentalmente en la presencia o ausencia de un convertidor catalítico y en el peso bruto vehicular. Así, bajo la consideración de que en la ZMVM los primeros convertidores catalíticos de tres vías fueron instalados en los vehículos de pasajeros a partir del año modelo 1993 (Pro-aire, 2002-2010), se asumirá el uso de los factores de emisión que no consideran tecnologías de control de emisiones para todos los vehículos año modelo 1992 y anteriores, en tanto que para los vehículos año modelo 1993 y posteriores se usarán los factores que toman en cuenta la presencia de equipos de control de emisiones. En el caso de los vehículos pesados a gasolina (por ejemplo microbuses), los convertidores catalíticos se empezaron a instalar a partir de los vehículos nuevos en planta año_modelo 1995, para poder dar cumplimiento a los límites de emisión establecidos en la NOM-076-ECOL-1995.

En el caso de los vehículos a diesel, la NOM-044-ECOL-1993 establece límites máximos de emisión más estrictos para vehículos pesados nuevos en planta a partir del año modelo 1994. Por ello se asume que los factores de emisión reportados por IPCC que aplicarían para la flota vehicular a diesel con tecnología de control en nuestro caso sería precisamente para vehículos año modelo 1994 y posteriores.

Cuadro 22. Factores de emisión por categoría y año modelo, para vehículos a Gas LP y Gas natural comprimido

Combustible	Categoría vehicular (IPCC)	Tecnología de control	Categoría vehicular ZMVM	Año Modelo	NOx	NMVOC	CO	CH ₄
Gas Natural	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto part. Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y post	0.5	0.05	0.3	0.7
		Sin control		1992 y ant.	2.1	0.5	4.0	3.5
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y post	2.6	0.20	1.0	3.0
		Sin control		1994 y ant.	5.7	1.4	12.0	10.0
	Vehículos pesados (comparables con vehículos a diesel)	Control avanzado	Tractocamión Autobús	1994 y post	4.0	0.40	1.5	4.0
		Sin control		1993 y ant.	23.0	2.0	8.0	10.0
Gas LP	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto part. Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y post	0.5	0.25	0.3	0.03
		Sin control		1992 y ant.	2.1	3.5	8.0	0.18
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y post	2.6	0.70	1.0	0.15
		Sin control		1994 y ant.	5.7	8.0	24.0	0.4

Como se puede apreciar en el Cuadro 22, sólo se podrán estimar de manera directa las emisiones de CO y NOx, en tanto que las emisiones para hidrocarburos totales, se obtendrán al sumar las emisiones de compuesto orgánicos volátiles no metano (NMVOC) y metano (CH₄).

V.2 Factores de emisión para gases de efecto invernadero

En los Cuadros 23 y 24 se presentan los factores de emisión promedio (expresados en gramos de contaminante emitido por kilómetro y en gramos de contaminante emitido por kilogramo de combustible consumido, respectivamente), por categoría vehicular y tecnología de control de emisiones. Estos factores de emisión corresponden a los utilizados en los Estados Unidos de Norteamérica y toman en consideración algunas características ambientales y de los combustibles para diferentes épocas del año (IPCC, 1996).

El detalle sobre las características del equipo de control de emisiones utilizado en cada categoría vehicular referida en los Cuadros 23 y 24 en la columna “Tecnología de control”, puede ser consultada en el manual de referencia de gases de efecto invernadero (IPCC, 1996).

La homologación con las categorías vehiculares utilizadas en el inventario de emisiones de la ZMVM, se basó en información disponible sobre el peso bruto vehicular, tipo de

combustible, tecnología de control de emisiones y/o normatividad sobre límites de emisión de contaminantes provenientes de vehículos nuevos en planta. Así, para la homologación de vehículos a gasolina se usó como referencia la NOM-042- ECOL-1999, que establece estándares de emisión en autos nuevos a gasolina parecidos a los Tier 1 de Estados Unidos a partir del año modelo 1999. Por otra parte se consideró la instalación de convertidores catalíticos de tres vías en autos a gasolina (a partir de 1993 en vehículos de pasajeros y camiones ligeros; y de 1995 en vehículos pesados).

Para el caso de los vehículos a diesel la explicación dada en la sección de factores de emisión para vehículos a GLP y GN también aplica en este caso.

Finalmente, conviene decir que a partir de los factores de emisión presentados en los Cuadros 23 y 24 se estimaron, por ponderación, los factores de emisión global por categoría vehicular que se emplearán en el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero generados por este tipo de vehículos (Anexo V).

Cuadro 23. Factores de emisión (g/km) para gases de efecto invernadero

Combustible	Categoría vehicular (IPCC, 1996)	Tecnología de control	Categoría vehicular ZMVM	Año modelo	Factor de emisión (g/km)		
					CH ₄	N ₂ O	CO ₂
Gasolina	Vehículos de pasajeros a gasolina (LDGV)	Catalizador de tres vías	Auto particular Taxi	1999 y posteriores	0.03	0.170	285
		Primeros convertidores de tres vías		1993 a 1998	0.03 – 0.05	0.170	298
		Sin control		1992 y anteriores	0.13 – 0.14	0.020	506
	Camiones ligeros a gasolina (LDGT)	Catalizador de tres vías	Combi Pick up Vehículos < 3 tons	1999 y posteriores	0.03 – 0.04	0.236	396
		Primeros convertidores de tres vías		1993 a 1998	0.06 – 0.08	0.227	396
		Sin control		1992 y anteriores	0.13 – 0.14	0.024	579
	Vehículos pesados a gasolina (HDGV)	Catalizador de tres vías	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	0.07 – 0.08	0.606	1017
		Sin control		1994 y anteriores	0.25 – 0.29	0.054	1320
	Diesel	Vehículos de pasajeros a diesel (LDDV)	Con control	Auto particular	1994 y posteriores	0.01	0.007
Sin control			1993 y anteriores		0.01	0.014	319
Camiones ligeros a diesel (LDDT)		Con control	Pick up	1994 y posteriores	0.01	0.024	330
		Sin control		1993 y anteriores	0.01	0.031	415
Camiones pesados a diesel (HDDV)		Con control	Tractocamión Autobús Vehículos > 3 tons.	1994 y posteriores	0.04	0.025	987
		Sin control		1993 y anteriores	0.06	0.031	1097

Gas Natural	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto particular Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y posteriores	0.7	----	133
		Sin control		1992 y anteriores	3.5	----	305
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	3.0	----	550
		Sin control		1994 y anteriores	10.0	----	900
	Vehículos pesados (comparables con vehículos a diesel)	Con control	Tractocamión Autobús	1994 y posteriores	4.0	----	825
		Sin control		1993 y anteriores	10.0	----	990
Gas LP	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto particular Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y posteriores	0.03	----	170
		Sin control		1992 y anteriores	0.18	----	356
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	0.15	----	695
		Sin control		1994 y anteriores	0.4	----	1020

Cuadro 24. Factores de emisión (g/kg de combustible) para gases de efecto invernadero

Combustible	Categoría vehicular (IPCC, 1996)	Tecnología de control	Categoría vehicular ZMVM	Año modelo	Factor de emisión (g/kg)		
					CH ₄	N ₂ O	CO ₂
Gasolina	Vehículos de pasajeros a gasolina (LDGV)	Catalizador de tres vías	Auto particular Taxi	1999 y posteriores	0.28 – 0.39	1.892	3172.31
		Primeros convertidores de tres vías		1993 a 1998	0.37 – 0.48	1.810	3172.31
		Sin control		1992 y anteriores	0.82 – 0.90	0.130	3172.31
	Camiones ligeros a gasolina (LDGT)	Catalizador de tres vías	Combi Pick up Vehículos < 3 tons.	1999 y posteriores	0.21 – 0.30	1.890	3172.31
		Primeros convertidores de tres vías		1993 a 1998	0.47 – 0.63	1.810	3172.31
		Sin control		1992 y anteriores	0.71 – 0.79	0.130	3172.31
	Vehículos pesados a gasolina (HDGV)	Catalizador de tres vías	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	0.21 – 0.24	1.890	3172.31
		Sin control		1994 y anteriores	0.61 – 0.70	0.130	3172.31
	Diesel	Vehículos de pasajeros a diesel (LDDV)	Control Avanzado	Auto particular	1994 y posteriores	0.06	0.09
Sin control			1993 y anteriores		0.12	0.14	3172.31
Camiones ligeros a diesel (LDDT)		Control Avanzado	Pick up	1994 y posteriores	0.08	0.23	3172.31
		Sin control		1993 y anteriores	0.10	0.24	3172.31
Camiones pesados a diesel (HDDV)		Control Avanzado	Tractocamión Autobús Vehículos > 3 tons.	1994 y posteriores	0.14	0.08	3172.31
		Sin control		1993 y anteriores	0.18	0.09	3172.31

Gas Natural	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto particular Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y posteriores	14.5	----	2750
		Sin control		1992 y anteriores	36.1	----	2750
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	15.0	----	2750
		Sin control		1994 y anteriores	30.6	----	2750
	Vehículos pesados (comparables con vehículos a diesel)	Con control	Tractocamión Autobús	1994 y posteriores	13.3	----	2750
		Sin control		1993 y anteriores	27.8	----	2750
Gas LP	Vehículos de pasajeros	Control avanzado	Auto particular Taxi Combi Pick_up Vehículos < 3 tons.	1993 y posteriores	0.6	----	3000
		Sin control		1992 y anteriores	1.5	----	3000
	Vehículos pesados (comparables con vehículos gasolina)	Control avanzado	Microbús Vehículos > 3 tons.	1995 y posteriores	0.6	----	3000
		Sin control		1994 y anteriores	1.2	----	3000

V.3 Consumo de combustible

Los consumos de combustible obtenidos para cada categoría vehicular a velocidades de entre 5y 80 km/hr son mostrados en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Consumo de combustible (l/km), para diferentes categorías vehiculares y velocidades en la ZMVM.

Velocidad (km/hr)	Consumo de combustible (l/km)				
	Autos particulares y Taxis (LDGV)	Combis y Pick Up (LDGT)	Micros (HDGV3)	Camiones de carga y autobuses (HDDV)	Articulados (HDV8B)
5	0.2894	0.3681	0.7469	1.7677	2.658281
10	0.2220	0.2797	0.5685	1.3792	2.080494
15	0.1901	0.2205	0.4428	1.0957	1.658831
20	0.1703	0.1808	0.3542	0.8888	1.351106
25	0.1564	0.1541	0.2918	0.7378	1.126532
30	0.1458	0.1363	0.2478	0.6276	0.962640
35	0.1375	0.1243	0.2168	0.5472	0.843034
40	0.1306	0.1163	0.1950	0.4885	0.755747
45	0.1249	0.1109	0.1796	0.4457	0.692045
50	0.1199	0.1073	0.1687	0.4144	0.645557
55	0.1157	0.1049	0.1611	0.3916	0.611630
60	0.1119	0.1033	0.1557	0.3750	0.586870
65	0.1085	0.1022	0.1519	0.3628	0.568801
70	0.1055	0.1015	0.1492	0.3539	0.555615
75	0.1027	0.1010	0.1474	0.3475	0.545991
80	0.1002	0.1007	0.1460	0.3428	0.538968

VI. Conclusiones

Aún y cuando el modelo Mobile6_México se encuentra adecuado para México, existen diferentes variables y/o bases de datos (insumos), que deberán mejorarse con la finalidad de lograr una mejor aproximación en la estimación de los factores de emisión. A continuación se mencionan las más importantes:

No existen metodologías actualizadas ni datos que permitan realizar de manera adecuada la proyección de la flota vehicular, ya que a excepción de los autos particulares, las demás categorías solo cuentan con tasas de renovación vehicular, asumiendo una proyección lineal, lo cual no representan la situación actual y futura. Por lo que es necesario contar con una metodología adecuada que nos proporcione series con tendencia y estacionalidad mediante los datos históricos y actuales.

Es complicada la estimación de la actividad vehicular a partir del nivel de desagregación de la flota vehicular reportada en los inventarios de emisiones y de los criterios establecidos en el programa de verificación vehicular y el Hoy No Circula. Por ello, se estima conveniente que se homologuen las categorías vehiculares en función del peso bruto vehicular, como por ejemplo: Pick-up's clase 1, Pick-up's clase 2, vehículos mayores a tres toneladas (microbuses), etc.

El modelo no representa adecuadamente los factores de emisión para vehículos pesados a gasolina (HDGV) caso particular “microbuses”, pues aún cuando existe una homologación con la de Estados Unidos, el modelo no permite modificar las tasas de penetración de los estándares vigentes y futuros.

Se identificaron deficiencias de documentación en el modelo empleado (Mobile6_México), lo que en algunos casos particulares dificultó la interpretación de los resultados. Por ello, se considera necesario mejorar la documentación del modelo, especialmente en lo que se refiere a los factores de emisión básicos, ya que no existe información en el manual de usuario. Como ejemplo se cita que en determinado intervalo de años modelo en vehículos pesados a diesel se cuenta con factores de emisión bajos, en comparación con periodos de tiempo posteriores, los cuales se asume debería ser mas bajo.

Para vehículos a gasolina, se encontró un comportamiento similar para partículas y bióxido de azufre, debido a que no existen tasas de deterioro y factores de emisiones básicos a cero kilómetros, por lo cual no existe disminución en el factor de emisión de estos contaminantes y sólo existe un decremento cuando se reduce la cantidad de azufre en la gasolina. Por el contrario para vehículos a diesel, si existen estas tasas de deterioro y factores de emisiones básicos a cero kilómetros, los cuales disminuyen a medida que es renovada la flota vehicular.

Los factores de emisión para vehículos a gas licuado de petróleo y gas natural, solamente están calculados para una velocidad y un año en específico, por ello se deberán buscar nuevas fuentes que permitan obtener factores de emisión para diferentes años, que consideren aspectos de deterioro y características tecnológicas de la flota vehicular que utiliza combustibles alternos. Si dicha información no estuviera disponible, entonces se aplicaría este factor único en el cálculo de las emisiones, partiendo del entendido que entonces las diferencias en emisiones estarían determinadas por el dato de actividad (kilómetros recorridos a cada velocidad) por cada categoría vehicular y año modelo.

No existe mucha información sobre consumos de combustible a diferentes velocidades por categoría vehicular, ya que la información disponible únicamente se refiere a pruebas de certificación bajo condiciones controladas (prueba FTP-75), de tal forma que el consumo de combustible obtenido para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero se obtuvieron a través del modelo Tranus, el cual fue adecuado para la ZMVM.

VII. Bibliografía

AMIA (2003). Boletín de la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz. Número 457.

Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT). Anuario de vehículos de autotransporte. México 2004.

Asociación Nacional de Productores de autobuses, Camiones y Tractocamiones (ANPACT). Anuario de camiones ligeros. México 2004

Asociación Mexicana de la industria automotriz (AMIA). Órgano informativo mensual. Boletín número 457. México, Diciembre 2003

Colorado Institute for Fuels and High- Altitude Engine Research. Heavy-Duty Diesel Vehicle-Testing for the Northern Front Range Air Quality Study. 1998

Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI). Definición de políticas de modernización, inspección, sustitución, eliminación definitiva, adaptación de vehículos y combustibles alternos. México 1997.

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Rendimientos oficiales 2002. México 2004. <http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1507>

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Rendimientos oficiales 2003. México 2004. <http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1507>

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Rendimientos oficiales 2004. México 2004. <http://www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1507>

Eastern Research Group Inc. (ERG). Mobile6-México Documentation and User's Guide. Prepared for Western Governors' Association. Denver, Colorado. Octubre.

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1980. <http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1981. <http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1982. <http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1983. <http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1984. <http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1985.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1986.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1987.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1988.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1989.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1990.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1991.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1992.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1993.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide. Reports U:S 1994.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency (EPA). User's Guide to Mobile5 (Mobile Source Emission Factor Model). Michigan 1994.
(<http://www.epa.gov/oms/models/mobile5/mob5ug.pdf>)

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1995.
<http://www.epa.gov/otaq/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1996.

<http://www.epa.gov/otag/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1997.

<http://www.epa.gov/otag/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1998.

<http://www.epa.gov/otag/fereport.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 1999.

<http://www.epa.gov/otag/fereport.htm>

Environmental Protection Agency. *Update of Heavy-Duty Emission Levels (Model years 1988-2004+) for use in MOBILE6* (EPA 420-R-99). Washington, D.C.: U.S 1999.

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide Reports. U:S 2000.

<http://www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm>

Environmental Protection Agency (EPA). User's Guide to Mobile6 (Mobile Source Emission Factor Model). Michigan 2000.

<http://www.epa.gov/otag/models/mobile6/m6drafts.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide. U:S 2001.

<http://www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm>

Environmental Protection Agency (EPA, 2002). Air and radiation. Accounting for the Tier2 and Heavy-Duty 2005/2007 Requirements in MOBILE6. EPA20-R-01-057. November 2001.

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide. U:S 2002.

<http://www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm>

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide. U:S 2003

<http://www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm>

Environmental Protection Agency (EPA). *Update to the Accounting for the Tier 2 and Heavy-Duty 2005/2007 Requirements in MOBILE6* (EPA-420-R-03-012). Washington, D.C.: U.S, 2003.

Environmental Protection Agency (EPA). *MOBILE6.1 Particulate Emission Factor Model Technical Report: Final Report* (EPA 420-R-03-001). Washington, D.C. 2003.

Environmental Protection Agency, Department of Energy, office of Energy and Renewable Energy. (EPA). Fuel Economy Guide. U:S 2004

<http://www.fueleconomy.gov/feg/feg2000.htm>

Environmental Protection Agency (EPA). *Update Heavy-Duty Engine Conversion Factors for MOBILE6: Analysis of BSFCs and Calculation of Heavy-Duty Engine Emission Conversion Factors* (EPA420-R-02-005). Washington, DC: U.S. 2004.

ETEISA (2004). Diseño operacional, reducción de emisiones contaminantes y evaluación económica y financiera del corredor estratégico Eje 8 Sur. Reporte Final. México, D.F.

Federal register (2000). / Vol. 65, No. 28 / Thursday, February 10, 2000 / Rules and Regulations

Federal Register. Vol 65. No. 28, February 10, 2002.

Instituto Nacional de Ecología. (INE): Segundo Almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en seis ciudades mexicanas. México. 2003.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Serie estadísticas sectoriales de la industria automotriz en México. 2004.

http://www.inegi.gob.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/socio-demografico/Automotriz/2004/Auto2004.pdf.

IPCC (1996). Revised 1996 IPCC Guideline for Natural Greenhouse Gas Inventories: Referente Manual.

NOM-042-ECOL-1999. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.

NOM-044-ECOL-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

Specialists in Energy Nuclear and Environmental Sciences (SENES). Fuel Study Part 1.2004. México. 2004.

Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal. GDF-Eteisa, Diseño operacional, reducción de emisiones contaminantes y evaluación económica Y financiera del Corredor estratégico eje 8 sur. México 2004

Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones a la Atmósfera, Zona Metropolitana del Valle de México, 1998*. México, D.F. 2004

http://www.sma.df.gob.mx/bibliov/download/archivos/inventario_de_emisiones_1998.pdf

Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones a la Atmósfera, Zona Metropolitana del Valle de México, 2000*. México, D.F. 2004.

<http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules.php?name=Search>

Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. *Inventario de Emisiones a la Atmósfera, Zona Metropolitana del Valle de México, 2002 (preliminar)*. México, D.F. 2004. <http://www.sma.df.gob.mx/sma/modules.php?name=Search>

Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. Programa de verificación vehicular obligatorio. México 2003.

Secretaría del Medio Ambiente. Gobierno del Distrito Federal. Programa de verificación vehicular obligatorio. México 2004.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010. México 2002. http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=394&id_tem_a=6&dir=Consultas

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-042- SEMARNAT-1993. **Limites máximos de emisión de HCT, CO, NOx y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta.**

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-042-SEMARNAT-1999. **Limites máximos de emisión de HCT, CO, NOx y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta.**

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-092-SEMARNAT-1995. **Especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolinas en la ZMVM.**

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-093-SEMARNAT-1995. **Especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolinas en la ZMVM.**

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-086-SEMARNAT-1994. **Especificaciones de combustibles fósiles para la protección ambiental**

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma oficial mexicana. NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003 (anteproyecto). **Especificaciones de combustibles fósiles para la protección ambiental.**

Secretaria de Transporte y Vialidad (SETRAVI). Estudio de Aforos y Velocidades en la Red Vial Primaria del Área Metropolitana de la Ciudad de México 2003. México 2004.

Weaver, C. S., Balam, M., & Brodrick, C. J. (1998). *Modeling Deterioration in Heavy-Duty Diesel Particulate Emissions* (Submitted to the Assessment and Modeling Division, Office of Mobile Sources, U.S. EPA, under Contract No. 8C-S112-NTSX). Sacramento, CA: Engine, Fuel, and Emissions Engineering, Inc.

ANEXO I

ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

VERSION PRELIMINAR NO PUBLICADA AÚN.

El Grupo de Trabajo integrado por representantes de dependencias y organismos que suscriben este documento, revisaron la NOM-086-SEMARNAT-1994, durante un ciclo de reuniones que concluye el 6 de agosto de 2003. El texto de la versión revisada se incluye adjunto y será sometido a la consideración del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COMARNAT), en una próxima reunión que se lleve a cabo para estos efectos.

Los participantes del Grupo reconocen que las especificaciones sobre contenido de azufre a que se refieren las Tablas 5 y 7, tituladas “Especificaciones generales de las gasolinas” y “Especificaciones del diesel”, respectivamente, requieren de la necesaria autorización del programa de inversiones formulado por Petróleos Mexicanos para la remoción del azufre en los combustibles y de su aprobación por las autoridades correspondientes.

El Grupo también reconoce que las especificaciones referidas en el Anteproyecto ofrecen certeza y precisión para la introducción en el mercado mexicano de vehículos nuevos con la tecnología más avanzada para el control y la reducción de la emisión de contaminantes a la atmósfera.

De manera análoga, estas especificaciones permitirán también al Gobierno Federal y a las autoridades locales establecer niveles más estrictos de verificación para los vehículos en circulación.

CASSIO LUISELLI FERNÁNDEZ, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, ... Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de....., con fundamento en los artículos 32 Bis fracciones IV y V, 33 fracciones III y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1 fracciones III y VI, 5 fracciones II, V, XII, XIII, 36, 37, 111, 113 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 3 fracciones III y VII, 7 fracciones II, III del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera; 38 fracción II, 40 fracciones I, II y X, 43, 44, y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 31 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Que las industrias y vehículos automotores que usan combustibles generan contaminantes, entre los cuales se encuentran las partículas, el monóxido de carbono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, y los hidrocarburos sin quemar o parcialmente quemados y que además, algunos de estos contaminantes primarios reaccionan entre sí o con sustancias presentes en la atmósfera, para formar otros contaminantes los cuales presentan características tóxicas.

Que la emisión de dichos contaminantes produce deterioro en la calidad del aire si se rebasan ciertos límites, por lo cual se hace necesario mejorar la calidad de los combustibles y la de los procesos de combustión.

Que la definición de especificaciones sobre protección ambiental para los combustibles tiene como objeto disminuir significativamente las emisiones a la atmósfera y debe ser acorde con las características de los equipos y sistemas que los utilizan en fuentes fijas y en el transporte.

Que tomando en cuenta los cambios en los esquemas de producción de Petróleos Mexicanos que incorporan avances en la mejora de la calidad de sus combustibles desde el punto de vista ambiental, se hace necesario modificar la norma oficial mexicana NOM-086-SEMARNAT-1994, para simplificar la presentación de las Tablas aplicables a todos los combustibles, eliminar las Tablas 4 y 5 relativas a la gasolina Nova; incluir especificaciones para las gasolinas Premium y Magna; adecuar los contenidos de azufre en los combustibles y otras especificaciones para responder a las nuevas tecnologías de los vehículos.

Que en virtud de que el gas natural se encuentra regulado por la Comisión Reguladora de Energía, mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-001-CRE-2003, el grupo de trabajo decidió eliminar la Tabla referida a este combustible para evitar duplicaciones toda vez que la citada norma incluye las especificaciones de protección ambiental;

Que la ubicación de la Central Termoelectrica Valle de México en el Municipio de Acolman, Estado de México hace necesario considerar, para efectos de la presente norma oficial mexicana, a dicho municipio en el área de influencia de la Zona Metropolitana del Valle de México;

Que con fecha 6 de mayo pasado la Secretaría de Economía publicó un aviso de normas oficiales mexicanas que se someten a consulta pública para su revisión quinquenal, encontrándose entre ellas la **NOM-086-SEMARNAT-1994**, Contaminación Atmosférica-Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y

móviles, a efecto de que los interesados presentasen sus comentarios dentro de los 60 días, y que cumplido ese plazo no se recibió ningún comentario sobre esta norma.

Que con vista en lo anterior, se reunió al grupo de trabajo y acordó presentar al Comité Consultivo Nacional de Normalización sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales el anteproyecto supradicho, mismo que abroga su similar NOM-086-SEMARNAT-1994, Contaminación atmosférica.- Especificaciones de protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles, solicitando su autorización para publicarlo en el Diario Oficial de la Federación para consulta pública;

Que con fecha el COMARNAT dio su autorización para que se publicara, por lo que tenemos a bien expedir el siguiente:

ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL, a fin de que de conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, dentro de los 60 días a partir de la fecha de publicación, los interesados presenten sus comentarios ante el Comité Nacional de Normalización para el Medio Ambiente y los Recursos Naturales, ubicado en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines 4209, quinto piso, fraccionamiento Jardines de la Montaña, Delegación Tlalpan, código postal 14210 en México, D.F. o al correo electrónico cgarciamoreno@semarnat.gob.mx :

Durante el plazo mencionado la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refieren los artículos 45 y 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estarán a disposición del público para su consulta en el domicilio del Comité antes citado.

ANTEPROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003.- ESPECIFICACIONES DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES PARA LA PROTECCIÓN AMBIENTAL

PREFACIO

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

VII. *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz*

Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, A.C.

Cámara Nacional de la Industria de Transformación

Confederación de Cámaras Industriales

Petróleos Mexicanos

Dirección Corporativa de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
Subdirección de Auditoría de Seguridad y Protección Ambiental, PEMEX Refinación
Subdirección de Producción, PEMEX Refinación
Subdirección de Protección Ambiental, PEMEX Gas y Petroquímica Básica

Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Dirección General de Autotransporte Federal

Secretaría de Ecología del Estado de México

Dirección General de Prevención y control de la contaminación Ambiental

Comisión Ambiental Metropolitana

Secretaría de Economía

Subsecretaría Normatividad, Inversión Extranjera y Prácticas Comerciales Internacionales
Subsecretaría de Industria

VIII. *Secretaría de Energía*
Subsecretaría de Política y Desarrollo de Energéticos

Secretaría de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal

Dirección General de Gestión Ambiental del Aire

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental
Dirección General de Energía y Actividades Extractivas
Dirección General de Industria
Dirección General de Fomento Ambiental Urbano y Turístico

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental

Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Contaminantes

Instituto Nacional de Ecología
Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Universidad Nacional Autónoma de México

Centro de Ciencias de la Atmósfera

CONTENIDO

1. **OBJETIVO.**
2. **CAMPO DE APLICACIÓN.**
3. **REFERENCIAS**
4. **DEFINICIONES.**
5. **ESPECIFICACIONES.**
6. **EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD**
7. **CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES**
8. **BIBLIOGRAFIA**
9. **OBSERVANCIA DE ESTA NORMA**

1. **OBJETIVO.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se comercializan en el país.

2. **CAMPO DE APLICACIÓN.**

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria para los responsables de la producción, formulación, importación, distribución y venta de combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se comercializan en el país.

3. **REFERENCIAS**

Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de Enero de 1998.

4. **DEFINICIONES.**

4.1 Combustibles fósiles líquidos y gaseosos: Los combustibles fósiles líquidos o gaseosos son el gas natural y los derivados del petróleo tales como: gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo, gasóleo y gas L.P.

4.2. Aditivos de combustible: Son compuestos que se agregan a los combustibles para transferirles propiedades específicas, tales como: detergencia, antioxidación, y antidetonancia, entre otras. No se incluyen los odorizantes para gas licuado y gas natural.

4.3. Zonas Críticas (ZC): Para efectos de esta norma oficial mexicana, se consideran zonas críticas las zonas metropolitanas indicadas en los incisos 4.3.1 a 4.3.3 y además, aquellas regiones y centros de población listados en los incisos 4.3.4 a 4.3.9, con alta concentración de actividad industrial, en las cuales el consumo elevado de combustibles impacta la calidad del aire.

4.3.1 Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG): El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Jalisco: Guadalajara, Ixtlahuacán del Río, Tlaquepaque, Tonalá, Zapotlanejo y Zapopan.

4.3.2 Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM): El área integrada por los siguientes municipios del Estado de Nuevo León: Monterrey, Apodaca, General Escobedo, Guadalupe, San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Santa Catarina y Juárez.

4.3.3 Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM): El área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal; los siguientes municipios del Estado de México: Atizapán

de Zaragoza, Acolman, Atenco, Coacalco, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, *Valle de Chalco Solidaridad*, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, La Paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Tecámac, Teoloyucan, Tepotzotlán, Texcoco, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán y Zumpango.

4.3.4 Coatzacoalcos-Minatitlán: municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Ixhuatlán del Sureste, Cosoleacaque y Nanchital, en el Estado de Veracruz.

4.3.5 Iraputo-Celaya-Salamanca: municipios de Celaya, Irapuato, Salamanca y Villagrán, en el Estado de Guanajuato.

4.3.6 Tula-Vito-Asasco: municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxcoapan y Apaxco, en los Estados de Hidalgo y de México.

4.3.7 El corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira: municipios de Tampico, Altamira y Cd. Madero, en el Estado de Tamaulipas;

4.3.8 El municipio de Ciudad Juárez en el estado de Chihuahua;

4.3.9 El área integrada por los municipios de Tijuana y Rosarito en el Estado de Baja California.

5. ESPECIFICACIONES.

5.1 Las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos son las establecidas en esta norma oficial mexicana. Las tablas 1 a 6 establecen las especificaciones para las gasolinas, la tabla 7 las del diesel para automotores, embarcaciones y usos agrícolas, la tabla 8 las de turbosina para aviones, la tabla 9 las de diversos combustibles líquidos para uso doméstico e industrial, la tabla 10 las del gas licuado de petróleo.

5.2 Aditivos y combustibles no especificados en esta norma.- El productor o el distribuidor antes de utilizar cualquier otro aditivo o combustible no especificado en esta norma, deberá proporcionar a las autoridades ambientales y de salud información completa sobre el producto que permita evaluar las ventajas ambientales del mismo y demostrar que por su uso no se afectarían los sistemas de control de los equipos o de los vehículos, ni se produce ningún efecto nocivo en la salud de la población, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 49 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

5.3 Combustibles industriales. En las Zonas Críticas (ZC) se dispondrá de un combustible cuyo contenido máximo de azufre sea de 2 por ciento en peso. Todos los combustibles de uso industrial que surta el proveedor para la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), a partir de la entrada en vigor de esta norma, tendrán un contenido máximo de azufre de 0,5 por ciento en peso (5,000 ppm). El proveedor indicará en las facturas de embarque del combustible, el contenido de azufre, expresado en por ciento en peso, bajo protesta de decir verdad.

5.4 En el caso del gas natural se estará a lo dispuesto por la norma oficial mexicana NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural incluida en el capítulo 3 de la presente norma, Referencias.

6. EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD

6.1 Para la verificación del cumplimiento de las especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos se deben utilizar los procedimientos y métodos de prueba establecidos por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) o las prácticas internacionalmente reconocidas.

6.2 La evaluación de la conformidad será realizada por la SEMARNAT a través de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente de la siguiente forma:

6.2.1 En los centros de producción y formulación, con base en un informe semestral presentado por el productor, que contenga el promedio mensual ponderado por volumen y la variabilidad de los parámetros establecidos en esta norma.

6.2.2. En los puntos de venta conforme al procedimiento de evaluación de la conformidad que para este fin publique la Secretaría.

6.3 A partir del 1° de enero de 2005 la Secretaría únicamente reconocerá los informes de resultados expedidos por laboratorios acreditados y aprobados de conformidad con las disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

7. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES.

Esta norma oficial mexicana no concuerda con ninguna norma o lineamiento internacional, por no existir al momento de la emisión de la misma. Tampoco existen normas mexicanas que hayan servido de base para su elaboración.

8. BIBLIOGRAFIA

Las últimas dos cifras corresponden al año en que se publicó la última revisión.

ASTM D 56-00	Standard Test Method for Flash Point by Tag Closed Tester.
ASTM D 86-00a	Standard Test Method for Distillation of Petroleum Products
ASTM D 93-00	Standard Test Method for Flash-Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester.
ASTM D 97-96a	Standard Test Method for Pour Point of Products.
ASTM D 130-94 (2000)	Standard Test Method for Detection of Copper Corrosion from Petroleum products by the Copper Strip Tarnish Test.
ASTM D 156-00	Standard Test Method for Saybolt Color of Petroleum Products (Saybolt Chromometer Method).
ASTM D 240-92 (1997)	Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter.
ASTM D 287-92 (2000)	Standard Test Method for API Gravity of Crude Petroleum and Petroleum Products (Hydrometer Method).
ASTM D 323-99a	Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Reid Method).
ASTM D 381-00	Standard Test Method for Existing Gum in Fuels by Jet Evaporation.
ASTM D 445-97	Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (the Calculation of Dynamic Viscosity).
ASTM D 482-00a	Standard Test Method for Ash from Petroleum Products.
ASTM D 524-00	Standard Test Method for Ramsbottom Carbon Residue of Petroleum Products

ASTM D 525-00	Standard Test Method for Oxidation Stability of Gasoline (Induction Period Method).
ASTM D 613-95	Standard Test Method for Cetane Number of Diesel Fuel Oil.
ASTM D 975-00	Standard Specification for Diesel Fuels Oils.
ASTM D 976-91 (2000)	Standard Test Methods for Calculated Cetane index of Distillate Fuels
ASTM D 1094-99	Standard Test Methods for Water Reaction of Aviation Fuels
ASTM D 1266-98	Standard Test Methods for Sulfur in Petroleum Products (Lamp Method)
ASTM D 1267-95	Standard Test Method for Vapor Pressure of Liquefied Petroleum (LP) Gases (LP-Gas Method).
ASTM D 1298-99	Standard Practice for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.
ASTM D 1319-99	Standard Test Method for Hydrocarbon Types in Liquid Petroleum Products by Fluorescent Indicator Adsorption.
ASTM D 1322-97	Standard Test Method for Smoke Point of Aviation Turbine Fuels.
ASTM D 1405-95a	Standard Test Method for Estimation of Net Heat of Combustion of Aviation Fuels.
ASTM D 1500-98	Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale).
ASTM D 1655-00a	Standard Specification for Aviation Turbine Fuels
ASTM D 1657	Standard Test Method for Density or Relative Density of Light Hydrocarbons by Pressure Thermohydrometer
ASTM D 1796-97	Standard Test Method for Water and Sediment in Fuel Oils by the Centrifuge Method (Laboratory Procedure).
ASTM D 1826-94(98)	Standard Test Method for Calorific (Heating) Value of Gases in Natural Gas Range by Continuous Recording Calorimeter.
ASTM D 1837-94	Standard Test Method for Volatility of Liquefied Petroleum (LP) Gases.
ASTM D 1838-91(96)	Standard Test Method for Copper Corrosion by Liquefied Petroleum (LP) Gases.
ASTM D 1840-96	Standard Test Method for Naphthalene Hydrocarbons in Aviation Turbine Fuels by Ultraviolet Spectrophotometry.
ASTM D 1945-96(01)	Standard Test Method for Analysis of Natural Gas by Gas Chromatography.
ASTM D 2158-97	Standard Test Method for Residues in Liquefied Petroleum (LP) Gases.
ASTM D 2161-93(99)	Standard Test Method for Practice for Conversion of Kinematic Viscosity to Saybolt Universal Viscosity or to Saybolt Furol Viscosity.
ASTM D 2163-91(96)	Standard Test Method for Analysis of Liquefied Petroleum (LP) Gases and Propane Concentrates by Gas Chromatography.
ASTM D 2276-00	Standard Test Method for Particulate Contaminant in Aviation Fuel by Line Sampling.
ASTM D 2386-97	Standard Test Method for Freezing Point of Aviation Fuels.
ASTM D 2500-99	Standard Test Method for Cloud Point of Petroleum Oils.
ASTM D 2533-99	Standard Test Method for Vapor-Liquid Ratio of Spark-Ignition Engine Fuels
ASTM D 2598-96	Standard Practice for Calculation of Certain Physical Properties of Liquefied Petroleum (LP) Gases from Compositional Analysis.
ASTM-D-2622-87	Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by X-Ray Spectrometry.

ASTM D 2699-99	Standard Test Method for Research Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel.
ASTM D 2700-99	Standard Test Method for Motor Octane Number of Spark-ignition Engine Fuel.
ASTM D 2709-96	Standard Test Method for Water and Sediment in Middle Distillate Fuels by Centrifuge.
ASTM D 3227-00	Standard Test Method for Mercaptan Sulfur in Gasoline, Kerosene, Aviation Turbine and Distillate Fuels (Potentiometric Method).
ASTM D 3231-99	Standard Test Method for Phosphorus in Gasoline
ASTM D 3241-98	Standard Test Method for Thermal Oxidation Stability of Aviation Turbine Fuels (JFTOT Procedure).
ASTM D 3242-98	Standard Test Method for Acidity in Aviation Turbine Fuel.
ASTM D 3279-97	Standard Test Method for n-Heptane Insolubles
ASTM D 3588	Standard Practice for Calculating Heat Value, Compressibility

Factor, and Relative Density (Specific Gravity) of Gaseous Fuels

ASTM D 3606-99	Standard Test Method for the Determination of Benzene and Toluene in Finished Motor and Aviation Gasoline by Gas Chromatography
ASTM-D-3828-98	Standard Test Methods for Flash Point by Small Scale Closed Tester.
ASTM D 3948-99a	Standard Test Methods for Determining Water Separation Characteristics of Aviation Turbine Fuels by Portable Separometer.
ASTM D 4052-96	Standard Test Method for Density and Relative Density of Liquids by Digital Density Meter.
ASTM D 4294-98	Standard Test Method for Sulfur in Petroleum Products by Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence Spectroscopy.
ASTM D 4468-85(00)	Standard Test Method for Total Sulfur in Gaseous Fuels by Hydrogenolysis and Rateometric Colorimetry.
ASTM D 4809-95	Standard Test Method for Heat of Combustion of Liquid Hydrocarbon Fuels by Bomb Calorimeter (Precision Method)
ASTM D 4814-98a	Standard Test Method for Specification for Automotive Spark-Ignition Engine Fuel
ASTM D 4815-99	Standard Test Method for the determination of MTBE, ETBE, TAME, DIPE, TERTIARY-AMIL ALCOHOL
ASTM D 4868-90 (95)	Standard Test method for Estimation of Net and Gross Heat of Combustion of Burner and Diesel fuels.
ASTM D 4952-97	Standard Test Method for Qualitative Analysis for Active Sulfur Species in Fuels and Solvents (Doctor Test).
ASTM D 4953-99a	Standard Test Method for Vapor Pressure of Gasoline and Gasoline Oxygenate Blends (Dry Method).
ASTM D 5188-99	Standard Test Method for Vapor-Liquid Ratio Temperature Determination of Fuels (Evacuated Chamber Method).
ASTM D 5190-99	Standard Test Method for Vapor Pressure of Petroleum Products (Automatic Method).
ASTM D 5453-00	Standard Test Method for the Determination of Total Sulfur in Light Hydrocarbons.
ASTM D 5500-98	Standard Test Method for Vehicle Evaluation of Unleaded Automotive Spark-Ignition Engine Fuel for Intake Valve Deposit Formation.

ASTM D 5598 -95a	Standard Test Method for Evaluating Unleaded Automotive Spark-Ignition Engine Fuel for Electronic Port Fuel Injector Fouling.
ASTM D 5863 -00	Standard Test Method for Determination of Nickel, Vanadium, Iron, and Sodium in Crude Oils and Residual fuels by Flame Atomic Absorption Spectrometry.

9. Observancia de esta norma

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente vigilará el cumplimiento de la presente norma oficial mexicana.

El incumplimiento de la presente norma oficial mexicana será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y los demás ordenamientos jurídicos aplicables.

IX. TRANSITORIOS

PRIMERO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- A partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma y hasta que los laboratorios obtengan la acreditación y aprobación a que se refiere el numeral 6.3, dichos laboratorios deben demostrar fehacientemente que operan con un sistema de aseguramiento de calidad.

TERCERO.- La presente Norma Oficial Mexicana abroga la NOM-086-SEMARNAT-1994 y su modificación publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 2 de diciembre de 1994 y 4 de noviembre de 1997, respectivamente, así como la [NOM 051-SEMARNAT-1993](#) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de octubre de 1993.

CUARTO.- El cumplimiento de las especificaciones sobre contenido de azufre para el año 2008 a que se refieren las Tablas 5 y 7, respectivamente, se condiciona a que la Secretaría de Energía emita a la entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana, un dictamen favorable sobre la posibilidad de disponer en el país de la infraestructura necesaria para el suministro de combustibles con esas especificaciones.

TABLA 1.- ESPECIFICACIONES DE PRESIÓN DE VAPOR Y TEMPERATURAS DE DESTILACIÓN DE LAS GASOLINAS, SEGÚN LA CLASE DE VOLATILIDAD

Propiedad	Unidad	CLASE DE VOLATILIDAD ⁽¹⁾			
		AA	A	B	C
Presión de Vapor Reid ⁽²⁾	kPa (lb/pulg ²)	45 a 54 (6.5 a 7.8)	54 a 62 (7.8 a 9.0)	62 a 69 (9 a 10.0)	69 a 79 (10 a 11.5)
Temperatura máxima de destilación del 10%	°C ⁽³⁾	70	70	65	60
Temperatura de destilación del 50%	°C	77 a 121	77 a 121	77 a 118	77 a 116
Temperatura máxima de destilación del 90%	°C	190	190	190	185
Temperatura máxima de ebullición final	°C	225	225	225	225
Residuo de la destilación, valor máximo	% vol	2	2	2	2

OBSERVACIONES:

- (1) Las clases de volatilidad mencionadas en la Tabla 1 corresponden a las de la especificación para combustible de motores de encendido por chispa. La volatilidad de un combustible se especifica con una designación alfanumérica que utiliza una letra de la Tabla 1 y un número de la Tabla 2
- (2) Se especifica un intervalo para la presión de vapor, a diferencia de la especificación para combustible de motores de encendido por chispa, que sólo establece un valor máximo para cada clase de volatilidad. La determinación de la presión de vapor se efectúa de acuerdo al método Reid o el método Presión de vapor de gasolina o mezclas oxigenadas de gasolina (Método Seco)
- (3) Las temperaturas de destilación de todas las tablas de esta NOM están indicadas en °C, normalizadas a una presión de 101.3 kPa (760 mm Hg) y se determinan mediante el método de Destilación para Productos de petróleo.

TABLA 2. ESPECIFICACIONES PARA PROTECCIÓN CONTRA SELLO DE VAPOR

Clase de Protección contra Sello de Vapor	1	2	3	4	5
Temperatura (°C) para crear una relación vapor / líquido igual a 20, determinada con base al método Proporción vapor-líquido de combustibles para motores de encendido por chispa .	60	56	51	47	41

TABLA 3. ZONAS GEOGRÁFICAS DE DISTRIBUCIÓN DE GASOLINA

Zona	Descripción ⁽¹⁾
Noreste	CE Cadereyta, TAD: Cd. Juárez, Chihuahua, Durango, Gómez Palacio, Matehuala, S.L.P., Tehuacan, Santa Catarina, Sat. Monterrey, N. Laredo, Reynosa, Sabinas, Saltillo, Parral.
Centro-NE	TAD Cd. Madero, CTT: Cd. Madero, Cd. Mante, Cd. Valles, Cd. Victoria, Poza Rica, San Luis Potosí
Sureste	Campeche, Escamela, Jalapa, Mérida, TAD Pajaritos, Ver., Perote, Suptcia. Veracruz, CE Progreso, Puebla, Tehuacán, Tierra Blanca, Veracruz, Villahermosa, Tabasco.
Bajío	Aguascalientes, El Castillo, El Salto, Irapuato, León, Morelia, Uruapan, Zacatecas, Zamora, Tepic.
Centro	TAD Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Pachuca, Toluca, Celaya, Querétaro. TAD 18 de Marzo Azcapotzalco, TS. Oriente A., TS Sur Barranca del Muerto, TS Norte S. Juan Ixhuatepec, Tula.
Pacífico	Z1 Acapulco, Colima, Lázaro Cárdenas, Manzanillo Term., Oaxaca, Oax., Salina Cruz, Tapachula, Tuxtla Gutiérrez Z2 Culiacán, Mazatlán Z3 Guamúchil Suptcia. V., Guaymas, La Paz, Navojoa, Topolobampo. Z4 Cd. Obregón, Ensenada, Hermosillo, Magdalena, Mexicali, Nogales, Rosarito (Tijuana).

(1) CTT (Centro de Transportación Terrestre)

CE (Centro Embarcador)

TAD (Terminal de Almacenamiento y Distribución)

TS (Terminal Satélite)

TABLA 4. – CLASE DE VOLATILIDAD DE LAS GASOLINAS DE ACUERDO A LAS ZONAS GEOGRÁFICAS Y A LA EPOCA DEL AÑO ⁽¹⁾

MES	Noreste	Centro-Noreste	Sureste	Bajío	Pacífico				Centro	ZMVM y Guadalajara	Monterrey
					Z1	Z2	Z3	Z4			
Enero	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Febrero	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Marzo	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-2	B
Abril	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-2	B
Mayo	B-2	B	A	B	A	B	B	B	B	AA-2	B
Junio	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-2	B
Julio	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-3	B
Agosto	A-1	A	A	A	A	A	A	A	A	AA-3	B
Septiembre	B-2	B	A	B	A	A	A	A	B	AA-3	B
Octubre	B-2	B	B	B	B	B	B	B	B	AA-3	C
Noviembre	C-3	B	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C
Diciembre	C-3	C	B	C	B	B	B	B	C	AA-3	C

En esta Tabla, A debe leerse como A-1, B como B-2, C como C-3, tal como se indica para la zona Noreste.

TABLA 5.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE LAS GASOLINAS⁽¹⁾

NOMBRE DEL PRODUCTO:	Pemex Premium	Pemex Magna
----------------------	---------------	-------------

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA
DGICURG-DICA

Propiedad	Unidad	Método de Prueba		
Peso específico a 20 °C		Procedimiento para densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad de petróleo crudo o productos de petróleo líquido por hidrómetro.	Informar	Informar
Prueba Doctor o Azufre Mercaptánico	ppm _{PESO}	Análisis cualitativo de especies activas de azufre en combustibles y solventes (Prueba Doctor). Determinación de azufre mercaptánico en gasolina, queroseno, combustibles destilados para aviones de turbina (Método potenciométrico).	Negativa 20 máximo	Negativa 20 máximo
Corrosión al Cu, 3 horas a 50 °C		Detección de corrosión por cobre en productos de petróleo por la prueba de mancha de tira de cobre.	Estándar no. 1 máximo	Estándar no. 1 máximo
Goma preformada	g/l	Gomas existentes en combustibles por evaporación por chorro.	0.040 máximo	0.040 máximo
Gomas no lavadas	g/l	<i>Gomas existentes en combustibles por evaporación por chorro.</i>	0.7 máximo	0.7 máximo
Azufre,	ppm _{PESO}	Determinación de S en productos de petróleo por espectroscopia de rayos X de fluorescencia por dispersión de energía. Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros	Ene 2004: 250 prom, 300 máx Ene 2006: 30 prom, 80 máx	1000 máximo en RP ⁽²⁾ 500 máximo ZMVM ⁽²⁾ Ene2005: 300 prom, 500 máx Sep 2008: 30 prom, 80 máx
Periodo de inducción	minutos	Estabilidad de oxidación de gasolina (Método de periodo de inducción)	300 mínimo	300 mínimo
Número de octano (RON)		Número de octano Research de combustible para motores de encendido por chispa	95 mínimo	Informar
Número de octano (MON)		Número de octano Motor de combustibles para motores de encendido por chispa	Informar	82 mínimo
Índice de octano (RON+MON)/2			92 mínimo	87 mínimo
Contenido de fósforo	g/l	Fósforo en gasolina	0.001 máximo	0.001 máximo
Color ⁽³⁾		Visual	Informar ⁽⁴⁾	rojo ⁽⁵⁾
Aditivo detergente dispersante ⁽⁶⁾	mg/kg	Evaluación de combustible automotriz sin plomo en inyectores para motores de encendido por chispa: incrustaciones en el puerto electrónico del inyector de combustible Evaluación de combustible automotriz sin plomo para motores de encendido por chispa: formación de depósitos en la válvula de admisión.	Según aditivo	Según aditivo

OBSERVACIONES:

- (1) No se utilizan compuestos de plomo ni de manganeso en la formulación de las gasolinas.
- (2) Para esta tabla se considera Resto del País (RP) toda la extensión del territorio nacional excepto la ZMVM.
- (3) Para fines de comparación se colocan la muestra tipo y la gasolina en botellas de 4 onzas (120 ml, aproximadamente).
- (4) No se agrega anilina ni otro colorante a la gasolina Pemex Premium.
- (5) El color rojo de la gasolina, logrado con 2 mg de anilina por cada litro de gasolina debe igualar al de una muestra patrón que se prepara en solución acuosa como sigue:

Compuesto	Concentración
CoCl ₂ .6H ₂ O	5.3 kg/m ³

H₂SO₄ 1N

2.0 dm³/m³

- (6) El productor de gasolina deberá remitir a la PROFEPA la documentación que demuestre que el aditivo detergente dispersante empleado, efectivamente mantiene los niveles de depósitos establecidos en los métodos de prueba indicados, tanto en los inyectores como en las válvulas de admisión de combustible. Cada vez que se sustituya el aditivo empleado, el proveedor deberá avisar y remitir a la PROFEPA la documentación que avala el nivel de desempeño del producto a emplear.

TABLA 6.- ESPECIFICACIONES ADICIONALES DE GASOLINAS POR REGIÓN

			ZMVMéx	ZMGUad	ZMMont	Resto del País ⁽¹⁾	
Contenido máximo de:	Unidad	Método de prueba	Premium, Magna	Premium, Magna	Premium, Magna	Premium	Magna
Aromáticos	% vol	Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por absorción de indicador fluorescente	25	32	32	32	Informar
Olefinas	% vol	Idem	10	12.5	12.5	15	Informar
Benceno	% vol	Determinación de benceno y tolueno en gasolina terminada para uso en motores y aviación por cromatografía de gases	1	1	1	2	3
Oxígeno ^{(2),(3)}	% peso	Determinación de MTBE, ETBE TAME, DIPE y de, Acohol teramílico	1 a 2	1 a 2	1 a 2	1 a 2	No aplica

OBSERVACIONES

- (1) Para esta Tabla, se considera Resto del País toda la extensión del territorio nacional excluyendo la ZMVMéxico, ZMGUadalajara y ZMMonterrey.
- (2) Informar además el tipo de compuesto oxigenante empleado y la concentración de oxígeno en la gasolina, expresada en por ciento en peso.
- (3) Durante el periodo invernal (noviembre a marzo) se requiere que las gasolinas comercializadas en Ciudad Juárez presenten un contenido de oxígeno de 1 a 2 % en peso.

TABLA 7.- ESPECIFICACIONES DEL DIESEL

NOMBRE DEL PRODUCTO:			PEMEX DIESEL	DIESEL ⁽¹⁾
Propiedad	Unidad	Método de prueba		
Peso específico a 20°C	–	Densidad, densidad relativa (gravedad específica o gravedad de petróleo crudo y productos líquidos de petróleo por el método hidrométrico).	Informar	informar
Temperaturas de destilación: Temp. inicial de ebullición: el 10 % destila a el 50 % destila a el 90 % destila a Temp. final de ebullición	°C	Destilación de productos de petróleo.	informar 275 máximo informar 345 máximo informar	– informar – 350 máximo –
Temperatura de inflamación	°C	Temperatura de inflamabilidad: Prueba Pensky-Martens de copa cerrada	45 mínimo	60 mínimo
Temperatura de escurrimiento	°C	Punto de fluidez de productos	Marzo a octubre: 0°C máximo; Noviembre a febrero: -5°C máximo	
Temperatura de nublamiento	°C	Punto de enturbamiento de combustibles de petróleo	Informar ⁽²⁾	Informar
Número de cetano	–	Número de cetano del diesel	48 mínimo	–
Índice de cetano		Cálculo del índice de cetano de combustibles destilados	48 mínimo	40 mínimo
Azufre total	ppm _{peso}	Determinación de azufre en productos de petróleo por espectroscopia de rayos X de fluorescencia por dispersión de energía. Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros.	500 máximo Ene 2006: 300 máx Sep 2008: 15 máx	5,000 máximo
Corrosión al Cu, 3 horas a 50°C	–	Detección de corrosión por cobre en productos de petróleo por la prueba de mancha de tira de cobre	estándar no. 1 máximo	estándar no. 2 máximo
Residuos de carbón (en 10% del residuo)	% peso	Residuos de carbón Ramsbottom de productos de petróleo.	0.25 máximo	0.25 máximo
Agua y sedimento	% vol	Agua y sedimento en combustibles de destilación media por centrifugado	0.05 máximo	0.05 máximo
Viscosidad cinemática a 40°C	mm ² /s	Viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (cálculo de viscosidad dinámica)	1.9 a 4.1	1.9 a 4.1
Cenizas	% peso	Cenizas en productos de petróleo	0.01 máximo	0.01 máximo
Color		Color de productos de petróleo/ visual	2.5 máximo	Morado
Contenido de aromáticos	% vol	Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por absorción de indicador fluorescente.	30 máximo	–

⁽¹⁾ Producto para motores a diesel para servicio agrícola y marino. No debe utilizarse en motores a diesel para uso automotriz.

⁽²⁾ La temperatura máxima debe ser menor o igual que la temperatura ambiente mínima esperada.

TABLA 8.- ESPECIFICACIONES DE LA TURBOSINA.

Propiedad	Unidad	Método de prueba.	Especificación
Peso específico a 20°C	kg/l	Densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad de petróleo crudo y productos líquidos de petróleo por el método hidrométrico.	0.772 a 0.837
Gravedad específica	°API	Gravedad API de petróleo crudo y productos de petróleo (Método por hidrómetro)	37 a 51
Apariencia		Visual	Brillante y clara
Temperatura de destilación del 10%	°C	Destilación de productos de petróleo	205 máximo
Temperatura de destilación del 50 %	°C		informar
Temperatura de destilación del 90 %	°C		informar
Temperatura final de ebullición	°C		300 máximo
Residuo de la destilación	% vol.		1.5 máximo
Pérdida de la destilación	% vol.		1.5 máximo
Temperatura de inflamación ⁽¹⁾	°C		Temperatura de inflamabilidad: Prueba Penski-Martens de copa cerrada
Temperatura de congelación	°C	Punto de congelación para combustibles de aviación	-47 máximo
Valor calorífico ⁽²⁾	Mj/kg	Estimación del calor neto de combustión para combustibles para aviación.	42.8 mínimo (equivale a 18,400 BTU/lb)
Acidez total	mg KOH/g	Calor de combustión de combustibles fósiles líquidos por calorímetro de bomba (Método de precisión)	
Aromáticos	% vol.	Acidez en combustibles para turbinas de aviación. Tipos de hidrocarburos en productos líquidos de petróleo por indicador fluorescente de absorción.	0.1 máximo 25 máximo
Azufre total	ppm _p	Determinación de azufre en productos de petróleo por espectroscopia de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía.	3000 máximo
Azufre mercaptánico ⁽³⁾ o	ppm _p	Azufre mercaptánico en gasolina, queroseno, combustibles para turbinas de aviación y combustibles destilados (Método potenciométrico)	30 máximo
Prueba Doctor		Análisis cualitativo para especies activas de azufre en combustibles y solventes (Prueba Doctor)	negativa
Viscosidad cinemática a -20 °C	cSt	Viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (Cálculo de viscosidad dinámica)	8 máximo
Estabilidad térmica ⁽⁴⁾ : Caída de presión Depósitos en tubo precalentador,	kPa (mm Hg)	Estabilidad de la oxidación térmica de combustibles para turbinas de aviación (Procedimiento JFTOT) Visual	3.3 (25) máximo menor a código 3
Aditivos: Inhibidor antioxidante ⁽⁵⁾	mg/l		24 máximo
Deactivador metálico ⁽⁶⁾	mg/l		5.7 máximo
Punto de humo ó Punto de humo y Naftalenos ⁽⁷⁾	mm mm, vol	Temperatura de punto de humo de combustibles para turbinas para aviación o Determinación de naftalenos en combustibles para turbinas de aviación por espectrofotometría ultravioleta	25 mínimo 20 mínimo y 3 máx
Partículas contaminantes	mg/l	Partículas contaminantes en combustibles de aviación por muestreo por líneas.	0.8 máximo
Corrosión al Cu, 2 horas a 100°C	-	Detección de corrosión al cobre de productos de petróleo por prueba de mancha en tira de cobre.	Estándar 1, máximo
Goma preformada	mg/l	Gomas existentes en combustibles por evaporación por chorro.	70 máximo
Reacción al agua: Separación	-	Reacción al agua en combustibles para aviación.	2 máximo
Interfase	-		1-b máximo
Índice modificado de separación de agua		Determinación de características de separación de agua de combustibles para turbinas de aviación por separador portátil ⁽⁸⁾	90 mínimo

OBSERVACIONES:

(1) La temperatura de inflamación será 42 °C mínimo, para clientes de exportación que así lo soliciten

- (2) El valor calorífico se calcula en MJ/kg usando las tablas y las ecuaciones descritas en el Método de Prueba Estimación del calor neto de combustión para combustibles para aviación.
- (3) Si hay discrepancia entre el resultado de la prueba Doctor y el de la de azufre mercaptánico, prevalecerá el de ésta.
- (4) La prueba de estabilidad térmica debe efectuarse a 260°C, pero puede llevarse a cabo a 245°C en ambos casos la prueba se efectúa durante 2.5 horas. Es conveniente pero no obligatoria, la determinación del depósito en el tubo precalentador por el método de densidad óptica.
- (5) Solamente se podrá usar los siguientes antioxidantes: a) N,N-diisopropil-parafenilen-diamina; b) 75% mínimo 2-6-diterbutil-fenol más 25% máximo de ter y triterbutil-fenol; c) 72% mínimo 2-4-dimetil-6-terbutil-fenol más 28% máximo de mono-metil y dimetil-terbutilfenol; d) 55% mínimo 2-4-dimetil-6-terbutil-fenol más 45% máximo de ter y diterbutuilfenol. Estos productos se adicionarán al combustible previo acuerdo entre comprador y el proveedor.
- (6) Solamente se podrá usar el compuesto N,N di-salicilideno, 1,2-propanodiamina. Este aditivo se adicionará al combustible a solicitud del comprador, previo acuerdo con el proveedor.
- (7) Sí el punto de humo tiene un valor entre 20 y 18 mm y el contenido de naftalenos es menor de 3%, se puede comercializar el producto notificando al comprador dentro de los 90 días de la fecha de envío, a no ser que se acuerden otras condiciones.
- (8) Este método se utilizará sólo en caso de discrepancia de resultados entre el comprador y el proveedor y será mandatario sobre el método de prueba Reacción al agua en combustibles para aviación.

TABLA 9.- ESPECIFICACIONES DE COMBUSTIBLES INDUSTRIALES LÍQUIDOS ⁽¹⁾

COMBUSTIBLE			⁽²⁾ DIESEL INDUSTRIAL	GASÓLEO DOMÉSTICO	COMBUS-TÓLEO
Propiedad	Unidad	Método de prueba			
Peso específico 20 °C	–	Densidad, densidad relativa (gravedad específica) o gravedad de petróleo crudo y productos líquidos de petróleo por Método de hidrómetro	Informar	–	–
Temperatura de inflamación	°C	Temperatura de inflamabilidad: Prue-ba Pinsky-Martens, de copa cerrada.	52 mínimo	41 mínimo	66 mín
Temperatura de escurrimiento	°C	Punto de fluidez de productos.	10 máximo		15 máx
Destilación (90% destila a)	°C	Destilación de productos de petróleo.		350 máx	
Viscosidad cinemática	cSt	Viscosidad cinemática de líquidos transparentes y opacos (Cálculo de viscosidad dinámica).	1.9 a 5.8 a 40°C		1008 a 1166 a 50°C
Azufre	% peso (ppm _p)	Azufre en productos de petróleo por espectroscopia de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía. Determinación de azufre total en hidrocarburos ligeros.	0.5 máximo (5,000 máx)	0.5 máximo (5,000 máx)	4 máximo
Vanadio	ppm peso	Determinación de níquel, vanadio, hierro y sodio en petróleos crudos y combustibles residuales por espectrometría de absorción atómica con detector de flama.	–	–	Informar
Poder Calorífico	Mj/kg	Estimación de calor neto y bruto de combustión de combustibles diesel y para quemadores		–	40 mínimo
Asfaltenos (Insolubles en nC ₇)	% peso	Determinación de insolubles en n-heptano.	–	–	Informar
Color	–	Color de productos de petróleo (escala de color ASTM).	5.0 máximo	⁽³⁾	
Agua y Sedimento	% volumen	Agua y sedimentos en combustibles de destilación media por centrifugado.	0.05 máximo	–	1 máximo

OBSERVACIONES:

- (1) Estos combustibles se usarán únicamente en procesos de combustión a fuego directo y no se deberán usar en motores a diesel para servicio automotriz, agrícola ni en embarcaciones.
- (2) Combustible de uso industrial para la ZMVM.
- (3) Igual o menor al estándar preparado correspondiente a 10 mg de anilina morada en un litro del producto base.

TABLA 10.- ESPECIFICACIONES DEL GAS LICUADO DE PETRÓLEO (GAS LP)

Propiedad	Unidad	Método de Prueba	Resto del País ⁽¹⁾	X. ZMVM
Presión de vapor en exceso a la atmosférica a 37.8°C	kPa (lb/pulg ²)	Presión de vapor de gases licuados de petróleo (Método gas-LP) Procedimiento para el cálculo de ciertas propiedades físicas de gases licuados de petróleo por análisis de composición.	551 (80) mínimo 1379 (200) máx	896 (130) mín 1379 (200) máx
Temperatura máxima de destilación del 95%	°C	Volatilidad de gases licuados de petróleo (LP)	2	2
Composición: Etano Propano n-butano + iso-butano Pentano y más pesados Olefinas totales	% vol	Análisis de gases licuados de petróleo (LP) y concentrados de propano por cromatografía de gases.	2 máximo – – 2 máximo –	2 máximo 60 mínimo 40 máximo 2 máximo 2 máx
Residuo de la evaporación de 100 ml	ml	Residuos en gases licuados de petróleo (LP).	0.05 máximo	0.05 máximo
Peso específico a 15.6°C	kg/dm ³	Densidad o densidad relativa de hidrocarburos ligeros por termohidrómetro de presión.	informar	0.504 a 0.54
Corrosión de placa de cobre, 1 hora a 37.8°C		Corrosión de cobre por gases licuados de petróleo (LP)	Estándar no. 1 máximo	Estándar no. 1 máximo
Azufre total	ppm (en peso)	Azufre total en combustibles gaseosos por hidrogenólisis y colorimetría con medidor de relaciones (logómetro).	140 máximo	140 máximo
Agua libre	–	Visual	Nada	Nada

OBSERVACIONES: (1) Para esta tabla, se considera Resto del País toda la extensión territorial nacional excluyendo la ZMVM.

ANEXO II

Proyección anual de la flota vehicular de la ZMVM, (2003-2020). Distribuida por categoría y año modelo.

1. Año base (2002).

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1978	221,557	370	775	613	14,491	26,468	14,392	755	6,780
1979	39,593	82	175	85	3,366	4,365	2,445	455	1,113
1980	53,642	172	329	114	4,042	5,538	3,486	566	1,373
1981	66,346	266	618	128	5,378	6,904	4,410	622	1,744
1982	64,554	427	906	189	5,839	7,547	2,782	496	1,899
1983	37,508	276	510	66	3,077	2,369	989	187	636
1984	45,516	299	664	78	3,333	4,112	1,705	411	756
1985	55,809	511	1,020	204	4,600	9,274	2,539	657	1,653
1986	52,118	638	1,093	230	4,630	6,448	1,623	527	1,259
1987	37,833	485	812	201	3,943	3,877	1,418	274	713
1988	53,577	667	725	362	6,156	5,684	1,777	328	1,120
1989	77,893	1,127	1,277	1,527	7,772	9,711	2,176	511	1,990
1990	98,577	5,397	1,565	5,259	7,727	14,189	2,000	1,459	2,775
1991	109,943	13,105	1,729	9,838	8,804	20,623	3,092	1,780	4,391
1992	119,710	21,050	2,958	9,854	6,792	22,855	3,193	2,254	4,535
1993	120,034	13,988	1,900	1,240	7,018	20,471	3,038	3,003	3,977
1994	120,948	14,509	841	343	6,670	17,345	2,828	2,015	3,251
1995	75,927	5,612	720	214	4,033	8,659	1,688	781	2,075
1996	52,691	2,573	171	106	3,608	4,590	613	779	1,040
1997	99,494	4,997	155	210	6,839	10,711	2,218	2,018	2,111
1998	178,039	7,363	173	235	10,462	11,697	2,726	1,336	2,390
1999	158,215	5,328	93	322	8,826	14,095	2,978	1,471	3,687
2000	197,381	6,265	241	461	10,386	14,873	3,813	2,492	3,376
2001	142,075	7,778	34	234	7,928	11,608	4,250	3,435	3,082
2002	433,282	2,689	1	123	19,301	9,383	3,392	2,071	1,499
Total	2,712,262	115,974	19,485	32,236	175,021	273,396	75,571	30,683	59,225

2. Año 2003

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1979	221,105	377	729	619	14,926	26,985	14,824	772	6,983
1980	44,096	84	165	86	3,467	4,457	2,518	467	1,146
1981	51,447	175	309	116	4,163	5,651	3,591	581	1,414
1982	48,461	271	581	130	5,539	7,045	4,542	639	1,796
1983	51,149	435	852	191	6,014	7,708	2,865	509	1,956
1984	42,315	281	479	66	3,169	2,420	1,019	192	655
1985	46,535	305	624	78	3,433	4,216	1,756	422	779
1986	44,788	521	959	203	4,738	9,512	2,615	675	1,703

1987	50,117	650	1027	228	4769	6615	1672	541	1297
1988	56,173	494	763	198	4061	3977	1461	281	734
1989	77,258	678	682	356	6341	5829	1830	337	1154
1990	101,537	1145	1200	1484	8005	9964	2241	524	2050
1991	122,956	5420	1471	5039	7959	14566	2060	1498	2858
1992	126,515	13129	1625	9393	9068	21169	3185	1826	4523
1993	129,220	21080	2781	9431	6996	23463	3289	2312	4671
1994	102,235	14007	1786	1201	7229	21017	3129	3081	4096
1995	89,522	14522	791	338	6870	17815	2913	2064	3349
1996	90,784	5618	677	212	4154	8888	1739	800	2137
1997	111,838	2577	161	106	3716	4711	631	801	1071
1998	142,906	5002	146	206	7044	11005	2285	2071	2174
1999	190,358	7369	163	231	10776	12016	2808	1370	2462
2000	189,168	5333	87	319	9091	14475	3067	1506	3798
2001	218,046	6275	227	446	10698	15275	3927	2552	3477
2002	200,290	7778	32	236	8166	11907	4378	3526	3174
2003	356,426	2689	1	124	19880	9642	3494	2126	1544
Total	2,905,244	116,214	18,316	31,037	180,272	280,325	77,838	31,474	61,002

3. Año 2004

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1980	220,654	385	685	626	15,374	27,517	15,268	790	7,193
1981	48,599	85	155	87	3,571	4,551	2,594	479	1,181
1982	49,253	179	291	117	4,288	5,767	3,698	596	1,457
1983	30,576	276	546	131	5,706	7,190	4,679	655	1,850
1984	37,743	444	801	193	6,195	7,873	2,951	523	2,015
1985	47,123	287	451	66	3,264	2,472	1,049	197	675
1986	47,553	311	587	78	3,536	4,323	1,809	433	802
1987	33,767	531	901	203	4,880	9,757	2,694	694	1,754
1988	48,115	661	966	226	4,912	6,786	1,722	556	1,336
1989	74,512	502	717	195	4,183	4,080	1,504	289	756
1990	100,938	689	641	351	6,531	5,978	1,885	346	1,188
1991	125,180	1,163	1,128	1,445	8,245	10,225	2,309	538	2,111
1992	147,334	5,443	1,383	4,834	8,198	14,954	2,122	1,539	2,944
1993	143,086	13,154	1,528	8,979	9,340	21,731	3,280	1,874	4,658
1994	138,730	21,111	2,614	9,038	7,206	24,089	3,387	2,372	4,811
1995	84,435	14,027	1,679	1,166	7,445	21,579	3,223	3,162	4,219
1996	58,096	14,534	743	334	7,076	18,299	3,000	2,114	3,449
1997	105,641	5,624	636	209	4,279	9,124	1,791	820	2,201
1998	170,986	2,580	151	105	3,828	4,835	650	823	1,103
1999	186,318	5,007	137	203	7,255	11,309	2,353	2,126	2,240
2000	202,678	7,375	153	228	11,099	12,345	2,892	1,404	2,536
2001	220,122	5,338	82	316	9,364	14,866	3,159	1,541	3,912
2002	238,710	6,286	213	432	11,019	15,689	4,045	2,615	3,582
2003	258,505	7,778	30	239	8,411	12,216	4,509	3,619	3,270
2004	279,570	2,689	1	125	20,476	9,908	3,599	2,182	1,590
Total	3,098,226	116,458	17,217	29,926	185,680	287,461	80,173	32,289	62,832

4. Año 2005

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1981	236,737	392	644	633	15,835	28,065	15,727	809	7,409
1982	36,520	87	145	88	3,678	4,648	2,672	492	1,216
1983	40,121	182	273	119	4,417	5,886	3,809	612	1,500
1984	35,054	282	513	133	5,877	7,339	4,819	673	1,906
1985	39,175	452	753	196	6,380	8,043	3,040	537	2,075
1986	38,193	293	424	66	3,362	2,526	1,081	202	695
1987	44,891	317	552	78	3,642	4,433	1,863	445	826
1988	49,939	542	847	203	5,027	10,009	2,774	713	1,806
1989	69,263	674	908	225	5,059	6,963	1,773	571	1,376
1990	93,788	512	674	193	4,309	4,186	1,549	297	779
1991	117,500	700	602	347	6,727	6,132	1,942	355	1,224
1992	128,120	1,182	1,061	1,409	8,493	10,493	2,378	552	2,175
1993	137,581	5,466	1,300	4,643	8,444	15,354	2,185	1,581	3,032
1994	110,654	13,179	1,436	8,591	9,620	22,310	3,379	1,922	4,798
1995	96,408	21,143	2,457	8,671	7,422	24,734	3,489	2,433	4,956
1996	91,614	14,046	1,578	1,133	7,669	22,158	3,320	3,245	4,346
1997	109,329	14,547	699	330	7,288	18,798	3,090	2,166	3,552
1998	140,636	5,630	598	208	4,407	9,367	1,845	840	2,267
1999	181,359	2,584	142	105	3,943	4,964	670	846	1,136
2000	197,621	5,012	129	200	7,473	11,621	2,424	2,182	2,307
2001	214,973	7,380	144	225	11,432	12,683	2,979	1,440	2,612
2002	233,476	5,343	77	313	9,644	15,268	3,254	1,578	4,029
2003	253,192	6,296	200	419	11,349	16,116	4,167	2,679	3,689
2004	274,188	7,778	28	241	8,663	12,533	4,644	3,715	3,368
2005	296,531	2,689	1	127	21,091	10,182	3,707	2,240	1,638
Total	3,266,863	116,708	16,184	28,895	191,250	294,812	82,578	33,128	64,717

5. Año 2006

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1982	252,820	400	605	641	16,310	28,630	16,198	828	7,631
1983	24,441	88	137	90	3,788	4,749	2,752	505	1,253
1984	30,989	186	257	121	4,549	6,010	3,924	628	1,545
1985	39,532	287	483	135	6,053	7,493	4,963	691	1,963
1986	40,606	461	707	198	6,572	8,219	3,131	552	2,137
1987	29,264	298	398	67	3,463	2,582	1,113	208	716
1988	42,229	323	518	79	3,751	4,546	1,919	457	851
1989	66,112	552	796	203	5,177	10,269	2,858	733	1,860
1990	90,411	686	853	224	5,211	7,145	1,827	586	1,417
1991	113,064	521	634	191	4,438	4,295	1,596	305	802
1992	134,061	712	566	343	6,929	6,290	2,000	365	1,261
1993	131,060	1,201	997	1,377	8,747	10,770	2,449	567	2,240
1994	127,829	5,490	1,222	4,465	8,697	15,766	2,251	1,624	3,123
1995	78,221	13,204	1,350	8,231	9,909	22,907	3,480	1,973	4,942
1996	54,085	21,175	2,309	8,329	7,644	25,398	3,594	2,497	5,104
1997	98,792	14,067	1,483	1,103	7,899	22,754	3,419	3,331	4,476

1998	160,563	14,561	657	327	7,507	19,311	3,183	2,220	3,659
1999	175,631	5,636	562	206	4,539	9,617	1,900	861	2,335
2000	191,732	2,588	134	105	4,061	5,096	690	870	1,171
2001	208,924	5,017	121	197	7,697	11,942	2,496	2,240	2,376
2002	227,269	7,386	135	222	11,775	13,032	3,068	1,477	2,690
2003	246,830	5,349	73	311	9,934	15,683	3,352	1,616	4,150
2004	267,674	6,307	188	407	11,690	16,555	4,292	2,745	3,800
2005	289,870	7,778	27	244	8,923	12,860	4,783	3,814	3,469
2006	313,491	2,689	1	128	21,723	10,465	3,818	2,300	1,687
Total	3,435,500	116,963	15,213	27,942	196,988	302,383	85,056	33,992	66,658

6. Año 2007

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1983	248,944	407	569	649	16,799	29,211	16,684	847	7,860
1984	28,020	90	128	91	3,902	4,852	2,834	519	1,290
1985	32,164	189	241	123	4,686	6,136	4,041	645	1,592
1986	32,041	293	454	137	6,235	7,652	5,112	710	2,022
1987	38,333	470	665	201	6,769	8,399	3,225	567	2,201
1988	43,281	304	374	67	3,567	2,639	1,147	214	737
1989	60,790	330	487	79	3,864	4,663	1,977	470	876
1990	83,215	563	749	203	5,333	10,537	2,943	753	1,916
1991	105,246	698	802	223	5,367	7,333	1,882	602	1,460
1992	115,719	530	596	189	4,571	4,407	1,644	313	827
1993	125,187	724	532	339	7,136	6,453	2,060	375	1,298
1994	101,353	1,220	937	1,347	9,010	11,054	2,523	582	2,307
1995	88,832	5,515	1,149	4,300	8,958	16,190	2,319	1,668	3,217
1996	84,871	13,231	1,269	7,895	10,206	23,521	3,584	2,025	5,090
1997	101,781	21,208	2,171	8,012	7,874	26,082	3,702	2,562	5,257
1998	131,518	14,087	1,394	1,076	8,136	23,368	3,522	3,419	4,610
1999	170,304	14,574	617	324	7,732	19,840	3,278	2,275	3,769
2000	186,286	5,642	528	205	4,675	9,875	1,957	883	2,405
2001	203,364	2,592	125	105	4,183	5,232	711	895	1,206
2002	221,599	5,022	114	195	7,928	12,274	2,571	2,300	2,447
2003	241,057	7,393	127	220	12,128	13,391	3,160	1,515	2,771
2004	261,804	5,354	68	310	10,232	16,110	3,452	1,654	4,274
2005	283,913	6,318	177	396	12,040	17,008	4,420	2,813	3,914
2006	307,456	7,778	25	247	9,191	13,197	4,927	3,916	3,573
2007	332,510	2,689	1	130	22,375	10,756	3,932	2,361	1,738
Total	3,629,585	117,222	14,300	27,062	202,897	310,181	87,608	34,882	68,658

7. Año 2008

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1984	245,069	415	535	657	17,303	29,810	17,185	867	8,096
1985	31,600	92	121	92	4,019	4,958	2,919	532	1,329
1986	33,339	193	227	124	4,826	6,267	4,162	662	1,639
1987	24,550	299	426	139	6,422	7,815	5,266	729	2,082
1988	36,060	479	625	204	6,972	8,586	3,322	582	2,268
1989	57,297	310	352	67	3,674	2,698	1,181	219	759
1990	79,352	336	458	80	3,980	4,783	2,036	483	903
1991	100,317	574	704	204	5,493	10,813	3,032	774	1,974
1992	120,080	711	754	222	5,528	7,526	1,938	619	1,503
1993	118,374	540	560	188	4,708	4,523	1,693	322	851
1994	116,312	736	500	337	7,351	6,621	2,122	385	1,337
1995	71,646	1,240	881	1,320	9,280	11,348	2,598	598	2,376
1996	49,835	5,540	1,080	4,148	9,226	16,627	2,388	1,714	3,313
1997	91,521	13,257	1,193	7,582	10,512	24,154	3,692	2,078	5,243
1998	149,478	21,242	2,041	7,718	8,110	26,786	3,813	2,629	5,415
1999	164,243	14,108	1,311	1,050	8,380	24,001	3,628	3,510	4,749
2000	180,044	14,588	580	322	7,964	20,385	3,377	2,331	3,882
2001	196,941	5,649	497	204	4,816	10,141	2,016	905	2,478
2002	214,995	2,595	118	105	4,308	5,372	732	920	1,242
2003	234,274	5,028	107	193	8,166	12,615	2,648	2,362	2,521
2004	254,844	7,399	119	218	12,492	13,761	3,255	1,554	2,854
2005	276,778	5,360	64	309	10,539	16,550	3,556	1,695	4,402
2006	300,151	6,329	166	386	12,401	17,474	4,553	2,883	4,031
2007	325,041	7,778	23	250	9,466	13,544	5,075	4,021	3,680
2008	351,528	2,689	1	132	23,046	11,056	4,050	2,425	1,790
Total	3,823,671	117,487	13,442	26,250	208,984	318,214	90,236	35,799	70,718

8. Año 2009

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1985	245,726	424	503	666	17,822	30,427	17,700	888	8,339
1986	25,612	94	113	94	4,140	5,068	3,007	547	1,369
1987	31,473	197	213	126	4,971	6,402	4,287	680	1,689
1988	36,309	305	401	141	6,614	7,983	5,424	748	2,145
1989	51,909	488	588	207	7,181	8,777	3,422	598	2,336
1990	72,120	316	331	68	3,784	2,758	1,216	225	782
1991	92,371	343	431	80	4,099	4,907	2,097	496	930
1992	102,673	585	661	205	5,657	11,097	3,123	796	2,033
1993	112,131	724	709	222	5,694	7,725	1,996	636	1,548
1994	91,542	549	527	187	4,849	4,642	1,744	331	877
1995	80,829	748	470	334	7,571	6,794	2,185	396	1,377
1996	77,737	1,260	828	1,296	9,559	11,650	2,676	614	2,447
1997	93,783	5,565	1,015	4,006	9,503	17,077	2,460	1,761	3,413
1998	121,838	13,284	1,121	7,291	10,828	24,806	3,803	2,133	5,400
1999	158,546	21,276	1,918	7,445	8,353	27,512	3,927	2,698	5,577

2000	174,208	14,130	1,232	1,028	8,631	24,652	3,736	3,604	4,891
2001	190,967	14,602	545	320	8,203	20,946	3,478	2,390	3,998
2002	208,889	5,656	467	204	4,960	10,414	2,076	928	2,552
2003	228,038	2,599	111	106	4,437	5,517	754	946	1,279
2004	248,486	5,033	101	191	8,411	12,967	2,728	2,425	2,596
2005	270,305	7,405	112	216	12,867	14,142	3,353	1,594	2,939
2006	293,570	5,365	60	308	10,855	17,004	3,663	1,736	4,535
2007	318,360	6,341	156	376	12,773	17,954	4,690	2,955	4,152
2008	344,760	7,778	22	254	9,750	13,902	5,227	4,130	3,790
2009	372,854	2,689	1	133	23,738	11,365	4,172	2,490	1,844
Total	4,045,036	117,757	12,636	25,504	215,254	326,487	92,943	36,744	72,839

9. Año 2010

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1986	246,383	432	472	676	18,357	31,062	18,231	909	8,589
1987	19,624	95	107	95	4,264	5,181	3,097	561	1,410
1988	29,607	200	201	129	5,120	6,540	4,416	698	1,739
1989	48,068	310	377	143	6,813	8,156	5,586	769	2,209
1990	67,759	498	552	210	7,397	8,975	3,524	615	2,406
1991	86,942	323	311	68	3,898	2,821	1,253	232	806
1992	105,391	349	405	81	4,222	5,035	2,160	509	958
1993	105,029	597	622	206	5,827	11,389	3,216	818	2,094
1994	104,182	738	666	222	5,865	7,930	2,056	653	1,595
1995	64,711	559	495	186	4,995	4,765	1,796	340	903
1996	45,345	760	442	333	7,798	6,972	2,251	406	1,419
1997	83,828	1,281	778	1,274	9,845	11,961	2,756	630	2,521
1998	137,732	5,591	954	3,875	9,788	17,540	2,534	1,809	3,515
1999	152,155	13,312	1,054	7,021	11,153	25,477	3,917	2,190	5,562
2000	167,615	21,311	1,803	7,192	8,604	28,260	4,045	2,770	5,745
2001	184,172	14,152	1,158	1,007	8,890	25,323	3,848	3,700	5,038
2002	201,890	14,617	513	319	8,449	21,524	3,582	2,450	4,118
2003	220,836	5,662	439	204	5,109	10,696	2,138	952	2,629
2004	241,081	2,604	104	106	4,571	5,665	777	973	1,317
2005	262,699	5,039	94	190	8,663	13,329	2,810	2,491	2,674
2006	285,765	7,412	105	215	13,253	14,534	3,453	1,635	3,028
2007	310,361	5,371	57	308	11,181	17,470	3,772	1,778	4,671
2008	336,570	6,353	147	368	13,157	18,448	4,830	3,029	4,277
2009	364,479	7,778	21	257	10,043	14,270	5,384	4,241	3,904
2010	394,180	2,689	1	135	24,450	11,683	4,297	2,557	1,899
Total	4,266,402	118,033	11,877	24,818	221,711	335,008	95,731	37,717	75,024

10. Año 2011

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1987	240,719	440	444	685	18,907	31,717	18,778	931	8,846
1988	29,024	97	100	97	4,392	5,297	3,190	577	1,452
1989	42,620	204	189	131	5,274	6,683	4,548	717	1,791
1990	60,502	317	354	146	7,017	8,335	5,754	790	2,276
1991	78,876	508	519	213	7,619	9,178	3,630	632	2,478
1992	88,983	329	292	69	4,015	2,885	1,290	238	830
1993	98,414	356	380	81	4,349	5,167	2,225	523	986
1994	81,222	608	584	207	6,002	11,691	3,313	841	2,157
1995	72,399	751	626	223	6,041	8,141	2,118	671	1,643
1996	70,213	569	465	185	5,145	4,892	1,850	349	930
1997	85,334	773	415	331	8,032	7,156	2,319	418	1,461
1998	111,597	1,302	732	1,255	10,141	12,282	2,839	647	2,596
1999	146,087	5,618	897	3,754	10,082	18,018	2,610	1,859	3,621
2000	161,386	13,340	991	6,771	11,487	26,168	4,034	2,248	5,729
2001	177,783	21,347	1,695	6,958	8,862	29,030	4,166	2,843	5,917
2002	195,345	14,174	1,089	989	9,157	26,015	3,964	3,800	5,189
2003	214,138	14,632	482	318	8,703	22,120	3,690	2,512	4,242
2004	234,234	5,669	413	203	5,262	10,986	2,202	976	2,707
2005	255,707	2,608	98	107	4,708	5,819	800	1,000	1,357
2006	278,636	5,045	89	189	8,923	13,701	2,894	2,558	2,754
2007	303,101	7,419	99	214	13,651	14,939	3,557	1,678	3,118
2008	329,189	5,377	53	308	11,516	17,951	3,886	1,822	4,811
2009	356,988	6,364	138	361	13,551	18,958	4,975	3,106	4,405
2010	386,591	7,778	19	261	10,344	14,649	5,545	4,356	4,021
2011	418,094	2,689	1	137	25,183	12,010	4,426	2,627	1,956
Total	4,517,181	118,314	11,165	24,191	228,363	343,785	98,603	38,719	77,275

11. Año 2012

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1988	235,054	449	417	696	19,475	32,391	19,342	954	9,112
1989	38,423	99	94	98	4,524	5,416	3,286	592	1,496
1990	55,633	208	177	133	5,432	6,830	4,685	737	1,845
1991	72,937	323	333	148	7,228	8,518	5,927	811	2,344
1992	89,993	517	488	216	7,847	9,388	3,739	649	2,552
1993	91,025	335	275	70	4,135	2,952	1,329	244	855
1994	91,438	363	358	82	4,479	5,302	2,291	538	1,016
1995	57,416	620	549	209	6,182	12,001	3,412	865	2,221
1996	40,616	765	589	223	6,222	8,359	2,181	690	1,692
1997	75,714	580	437	185	5,299	5,022	1,906	359	958
1998	125,323	786	390	330	8,273	7,345	2,388	429	1,505
1999	139,366	1,323	688	1,238	10,445	12,612	2,924	664	2,674
2000	154,443	5,645	843	3,643	10,384	18,509	2,688	1,911	3,729
2001	170,617	13,369	931	6,539	11,832	26,881	4,155	2,308	5,901

2002	187,952	21,383	1,593	6,742	9,128	29,823	4,291	2,919	6,095
2003	206,518	14,197	1,023	972	9,432	26,726	4,083	3,902	5,345
2004	226,386	14,647	453	317	8,964	22,733	3,801	2,576	4,369
2005	247,631	5,676	388	204	5,420	11,285	2,269	1,001	2,789
2006	270,332	2,612	92	107	4,849	5,976	824	1,029	1,398
2007	294,573	5,050	83	188	9,191	14,086	2,981	2,627	2,837
2008	320,438	7,425	93	214	14,060	15,355	3,664	1,722	3,212
2009	348,018	5,383	50	308	11,861	18,447	4,002	1,867	4,955
2010	377,406	6,377	130	354	13,958	19,482	5,124	3,185	4,537
2011	408,702	7,778	18	265	10,655	15,040	5,712	4,474	4,142
2012	442,007	2,689	1	139	25,939	12,348	4,559	2,698	2,015
Total	4,767,960	118,600	10,495	23,619	235,214	352,826	101,561	39,751	79,593

12. Año 2013

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1989	248,163	458	392	706	20,059	33,085	19,922	977	9,385
1990	48,363	101	89	100	4,659	5,540	3,384	608	1,541
1991	64,761	212	167	135	5,595	6,982	4,825	757	1,901
1992	74,649	329	313	150	7,444	8,708	6,104	833	2,414
1993	84,036	528	459	220	8,083	9,603	3,851	667	2,629
1994	70,393	342	258	70	4,259	3,020	1,369	251	880
1995	63,543	371	336	83	4,614	5,441	2,360	553	1,046
1996	62,297	632	516	210	6,367	12,321	3,515	889	2,288
1997	76,435	779	553	224	6,409	8,583	2,247	709	1,743
1998	100,795	590	411	185	5,458	5,156	1,963	369	987
1999	132,926	799	367	330	8,521	7,540	2,460	441	1,550
2000	147,821	1,345	647	1,223	10,758	12,952	3,012	682	2,755
2001	163,813	5,672	792	3,540	10,696	19,016	2,768	1,963	3,841
2002	180,967	13,399	875	6,324	12,187	27,614	4,280	2,370	6,078
2003	199,354	21,420	1,498	6,543	9,402	30,640	4,420	2,997	6,278
2004	219,046	14,220	962	957	9,715	27,460	4,205	4,007	5,505
2005	240,120	14,662	426	317	9,233	23,364	3,915	2,641	4,500
2006	262,654	5,683	365	204	5,583	11,593	2,337	1,027	2,872
2007	286,733	2,616	87	108	4,994	6,139	849	1,058	1,440
2008	312,443	5,056	78	187	9,467	14,481	3,070	2,699	2,922
2009	339,877	7,432	88	213	14,482	15,784	3,773	1,767	3,308
2010	369,131	5,389	47	309	12,217	18,957	4,122	1,914	5,104
2011	400,302	6,389	122	348	14,377	20,023	5,278	3,266	4,673
2012	433,497	7,778	17	269	10,974	15,442	5,883	4,596	4,266
2013	468,822	2,689	1	141	26,717	12,695	4,695	2,771	2,075
Total	5,050,940	118,893	9,865	23,098	242,270	362,137	104,608	40,814	81,981

13. Año 2014

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1990	261,272	467	369	717	20,661	33,800	20,520	1,002	9,667
1991	58,302	103	83	101	4,799	5,667	3,486	625	1,587
1992	73,888	216	157	137	5,763	7,138	4,970	777	1,958
1993	76,362	335	294	153	7,668	8,903	6,288	856	2,487
1994	78,079	538	431	223	8,325	9,826	3,966	685	2,708
1995	49,761	349	243	71	4,387	3,090	1,410	258	907
1996	35,647	378	316	84	4,752	5,585	2,431	568	1,078
1997	67,178	645	485	212	6,559	12,650	3,620	915	2,357
1998	112,253	794	520	225	6,601	8,814	2,314	728	1,795
1999	125,876	601	386	185	5,622	5,294	2,022	379	1,017
2000	140,529	813	345	330	8,777	7,740	2,534	453	1,597
2001	156,276	1,367	608	1,211	11,081	13,302	3,102	701	2,837
2002	173,182	5,700	745	3,447	11,017	19,537	2,852	2,018	3,956
2003	191,318	13,428	823	6,126	12,552	28,370	4,408	2,434	6,261
2004	210,757	21,458	1,408	6,360	9,684	31,481	4,552	3,077	6,466
2005	231,575	14,244	904	944	10,006	28,215	4,331	4,116	5,670
2006	253,854	14,677	400	318	9,510	24,015	4,032	2,709	4,635
2007	277,677	5,691	343	205	5,750	11,910	2,407	1,053	2,958
2008	303,133	2,621	81	109	5,144	6,306	874	1,088	1,483
2009	330,314	5,062	74	187	9,751	14,889	3,162	2,772	3,010
2010	359,317	7,439	82	213	14,916	16,225	3,887	1,813	3,408
2011	390,244	5,395	44	310	12,584	19,482	4,246	1,961	5,257
2012	423,198	6,402	115	342	14,808	20,579	5,436	3,349	4,813
2013	458,291	7,778	16	273	11,303	15,857	6,059	4,722	4,394
2014	495,637	2,689	0	143	27,519	13,053	4,836	2,847	2,137
Total	5,333,920	119,191	9,273	22,627	249,538	371,728	107,746	41,909	84,441

14. Año 2015

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1991	286,720	476	347	729	21,281	34,537	21,135	1,026	9,957
1992	59,671	105	78	103	4,943	5,797	3,591	642	1,634
1993	68,997	220	147	140	5,936	7,298	5,119	798	2,016
1994	59,054	342	276	155	7,898	9,103	6,476	880	2,561
1995	54,259	548	405	227	8,575	10,055	4,085	704	2,789
1996	53,991	356	228	72	4,519	3,163	1,452	265	934
1997	67,085	385	297	85	4,895	5,733	2,504	584	1,110
1998	89,432	658	456	214	6,755	12,989	3,729	940	2,427
1999	119,063	808	489	226	6,799	9,051	2,383	749	1,849
2000	133,513	612	363	186	5,790	5,437	2,082	390	1,047
2001	149,055	827	324	330	9,040	7,947	2,610	466	1,645
2002	165,756	1,390	571	1,200	11,413	13,663	3,196	720	2,922
2003	183,688	5,729	700	3,361	11,347	20,075	2,937	2,074	4,075
2004	202,925	13,459	773	5,943	12,929	29,148	4,541	2,500	6,448
2005	223,542	21,497	1,323	6,192	9,974	32,347	4,689	3,160	6,660
2006	245,624	14,268	850	933	10,306	28,993	4,461	4,228	5,840

2007	269,254	14,693	376	318	9,795	24,685	4,153	2,779	4,774
2008	294,522	5,698	322	206	5,923	12,237	2,479	1,081	3,047
2009	321,523	2,625	76	110	5,298	6,479	900	1,119	1,527
2010	350,353	5,069	69	187	10,043	15,308	3,257	2,848	3,100
2011	381,116	7,447	77	213	15,364	16,680	4,003	1,861	3,510
2012	413,918	5,402	42	312	12,961	20,023	4,373	2,011	5,414
2013	448,872	6,415	108	337	15,252	21,152	5,600	3,436	4,958
2014	486,094	7,778	15	277	11,643	16,283	6,241	4,851	4,526
2015	525,705	2,689	0	146	28,344	13,422	4,981	2,925	2,201
Total	5,653,733	119,495	8,717	22,202	257,024	381,607	110,979	43,036	86,974

15. Año 2016.

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1992	312,169	485	326	741	21,919	35,296	21,769	1,052	10,255
1993	61,040	107	74	105	5,091	5,932	3,698	660	1,684
1994	64,106	225	138	142	6,114	7,464	5,273	820	2,077
1995	41,745	349	260	158	8,135	9,310	6,671	904	2,638
1996	30,440	559	381	231	8,832	10,290	4,208	724	2,872
1997	58,221	363	214	73	4,654	3,237	1,496	273	962
1998	98,522	393	279	86	5,041	5,886	2,579	600	1,144
1999	111,686	670	429	216	6,958	13,338	3,840	967	2,500
2000	125,873	823	460	228	7,003	9,296	2,455	769	1,904
2001	141,149	623	341	186	5,964	5,583	2,145	401	1,078
2002	157,580	841	305	331	9,312	8,160	2,688	479	1,694
2003	175,237	1,413	537	1,191	11,756	14,035	3,291	740	3,010
2004	194,195	5,758	658	3,282	11,688	20,628	3,025	2,132	4,197
2005	214,531	13,490	727	5,775	13,317	29,950	4,677	2,567	6,642
2006	236,328	21,536	1,244	6,039	10,274	33,240	4,830	3,245	6,860
2007	259,673	14,293	799	923	10,615	29,794	4,595	4,343	6,016
2008	284,654	14,710	354	320	10,089	25,375	4,278	2,851	4,917
2009	311,368	5,706	303	207	6,100	12,573	2,553	1,109	3,139
2010	339,913	2,630	72	111	5,457	6,656	927	1,151	1,573
2011	370,392	5,075	65	187	10,345	15,741	3,355	2,926	3,193
2012	402,914	7,454	73	214	15,825	17,149	4,123	1,911	3,615
2013	437,593	5,408	39	313	13,350	20,581	4,504	2,062	5,577
2014	474,546	6,428	101	333	15,710	21,743	5,768	3,524	5,107
2015	513,897	7,778	14	282	11,992	16,723	6,429	4,984	4,662
2016	555,774	2,689	0	148	29,194	13,802	5,131	3,005	2,267
Total	5,973,546	119,805	8,194	21,822	264,735	391,782	114,308	44,198	89,583

16. Año 2017

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1993	329,694	495	306	753	22,577	36,077	22,422	1,078	10,563
1994	47,205	109	69	107	5,244	6,071	3,809	678	1,734
1995	44,549	229	130	145	6,297	7,634	5,431	843	2,139
1996	45,294	356	244	161	8,379	9,523	6,871	929	2,717
1997	57,284	570	358	234	9,097	10,533	4,334	744	2,959
1998	77,508	370	202	74	4,794	3,314	1,541	280	991
1999	104,499	401	262	87	5,193	6,043	2,656	617	1,178
2000	118,461	684	403	218	7,167	13,698	3,956	995	2,575
2001	133,510	839	432	230	7,213	9,548	2,529	791	1,961
2002	149,712	635	321	187	6,143	5,734	2,209	412	1,111
2003	167,140	855	287	332	9,591	8,379	2,769	492	1,745
2004	185,868	1,437	505	1,184	12,109	14,417	3,390	760	3,100
2005	205,976	5,788	619	3,211	12,038	21,198	3,116	2,192	4,323
2006	227,546	13,522	683	5,621	13,716	30,775	4,817	2,637	6,841
2007	250,666	21,576	1,169	5,899	10,582	34,159	4,975	3,333	7,065
2008	275,426	14,318	751	915	10,934	30,620	4,733	4,462	6,196
2009	301,923	14,726	332	321	10,392	26,086	4,406	2,924	5,065
2010	330,257	5,713	285	208	6,283	12,920	2,630	1,138	3,233
2011	360,534	2,635	68	112	5,621	6,839	955	1,184	1,620
2012	392,862	5,081	61	188	10,655	16,186	3,456	3,007	3,289
2013	427,358	7,462	68	215	16,299	17,632	4,247	1,961	3,724
2014	464,140	5,415	37	315	13,751	21,155	4,640	2,114	5,744
2015	503,335	6,441	95	330	16,181	22,351	5,941	3,616	5,260
2016	545,073	7,778	13	286	12,352	17,176	6,621	5,121	4,802
2017	589,491	2,689	0	150	30,070	14,193	5,285	3,088	2,335
Total	6,335,309	120,122	7,702	21,483	272,677	402,262	117,737	45,394	92,271

17. Año 2018

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1994	347,218	504	288	765	23,254	36,882	23,095	1,105	10,880
1995	33,369	111	65	109	5,401	6,214	3,924	696	1,786
1996	24,992	234	122	147	6,486	7,810	5,594	866	2,203
1997	48,843	363	230	164	8,630	9,742	7,077	955	2,799
1998	84,128	581	337	238	9,370	10,783	4,464	765	3,047
1999	96,794	377	190	75	4,938	3,393	1,587	288	1,021
2000	110,475	409	247	88	5,348	6,204	2,736	634	1,213
2001	125,237	697	379	221	7,382	14,069	4,074	1,023	2,653
2002	141,146	854	406	232	7,430	9,808	2,604	813	2,020
2003	158,275	646	302	188	6,327	5,890	2,275	423	1,144
2004	176,700	870	269	334	9,879	8,605	2,852	506	1,797
2005	196,499	1,461	475	1,179	12,472	14,812	3,492	781	3,193
2006	217,757	5,819	582	3,147	12,400	21,785	3,209	2,253	4,453
2007	240,561	13,555	642	5,480	14,128	31,626	4,962	2,709	7,046
2008	265,003	21,617	1,099	5,772	10,899	35,106	5,124	3,423	7,277

2009	291,179	14,344	706	908	11,262	31,470	4,875	4,584	6,382
2010	319,192	14,743	312	323	10,703	26,818	4,538	3,001	5,217
2011	349,147	5,721	268	210	6,472	13,277	2,709	1,168	3,330
2012	381,155	2,639	64	113	5,790	7,028	984	1,218	1,669
2013	415,332	5,088	58	188	10,975	16,644	3,559	3,090	3,388
2014	451,801	7,469	64	215	16,788	18,129	4,374	2,014	3,835
2015	490,687	5,422	35	318	14,163	21,746	4,779	2,168	5,917
2016	532,124	6,455	90	326	16,666	22,977	6,119	3,710	5,417
2017	576,249	7,778	13	291	12,722	17,642	6,820	5,262	4,946
2018	623,208	2,689	0	153	30,972	14,596	5,443	3,173	2,405
Total	6,697,072	120,444	7,240	21,184	280,857	413,057	121,269	46,627	95,039

18. Año 2019

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1996	334,928	514	271	778	23,951	37,711	23,788	1,133	11,206
1997	36,206	113	61	111	5,563	6,361	4,041	715	1,840
1998	47,032	238	115	150	6,681	7,991	5,762	890	2,269
1999	65,022	370	216	167	8,889	9,968	7,289	981	2,883
2000	89,232	592	316	243	9,651	11,041	4,598	787	3,139
2001	102,666	384	178	76	5,086	3,475	1,635	296	1,051
2002	117,178	417	232	89	5,509	6,371	2,818	652	1,250
2003	132,834	711	356	224	7,603	14,450	4,197	1,052	2,732
2004	149,709	870	382	234	7,653	10,075	2,683	836	2,081
2005	167,877	658	284	189	6,517	6,050	2,344	435	1,178
2006	187,419	885	253	336	10,175	8,837	2,937	520	1,851
2007	208,420	1,485	446	1,175	12,846	15,218	3,597	802	3,289
2008	230,967	5,850	547	3,089	12,772	22,390	3,306	2,316	4,587
2009	255,155	13,588	604	5,351	14,552	32,502	5,111	2,783	7,258
2010	281,079	21,659	1,033	5,657	11,226	36,082	5,278	3,516	7,496
2011	308,844	14,370	664	903	11,600	32,346	5,021	4,710	6,573
2012	338,556	14,760	294	325	11,024	27,573	4,674	3,079	5,373
2013	370,328	5,729	251	211	6,666	13,644	2,790	1,199	3,430
2014	404,278	2,644	60	115	5,963	7,222	1,013	1,253	1,719
2015	440,529	5,095	54	189	11,304	17,117	3,666	3,175	3,489
2016	479,210	7,477	60	217	17,292	18,641	4,506	2,068	3,950
2017	520,455	5,428	32	321	14,588	22,355	4,922	2,223	6,094
2018	564,406	6,469	84	324	17,166	23,622	6,302	3,807	5,580
2019	611,208	7,778	12	296	13,104	18,123	7,025	5,408	5,094
2020	661,015	2,689	0	155	31,902	15,011	5,606	3,261	2,478
Total	7,104,557	120,774	6,806	20,923	289,283	424,175	124,907	47,896	97,890

19. Año 2020

Modelo	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3
1996	322,637	524	254	792	24,670	38,565	24,501	1,162	11,542
1997	39,043	115	57	113	5,730	6,512	4,162	735	1,895
1998	69,073	243	108	153	6,881	8,177	5,935	914	2,337
1999	81,202	377	203	170	9,156	10,201	7,508	1,008	2,969
2000	94,335	604	297	247	9,941	11,306	4,736	809	3,233
2001	108,538	392	167	77	5,238	3,559	1,684	304	1,083
2002	123,880	425	218	91	5,674	6,542	2,903	670	1,287
2003	140,432	725	335	226	7,831	14,844	4,322	1,082	2,814
2004	158,272	886	359	236	7,882	10,351	2,763	859	2,143
2005	177,479	670	267	190	6,713	6,215	2,414	448	1,214
2006	198,139	900	238	338	10,480	9,077	3,025	535	1,907
2007	220,341	1,510	419	1,173	13,231	15,636	3,704	824	3,388
2008	244,178	5,881	514	3,037	13,155	23,013	3,405	2,381	4,724
2009	269,749	13,621	568	5,234	14,988	33,404	5,264	2,859	7,475
2010	297,156	21,701	971	5,554	11,563	37,086	5,436	3,612	7,721
2011	326,509	14,397	624	899	11,948	33,248	5,172	4,839	6,771
2012	357,921	14,778	276	327	11,355	28,349	4,814	3,160	5,535
2013	391,510	5,737	236	213	6,866	14,023	2,874	1,231	3,533
2014	427,402	2,649	56	116	6,142	7,422	1,044	1,289	1,771
2015	465,726	5,101	51	190	11,643	17,603	3,776	3,263	3,594
2016	506,619	7,485	57	218	17,811	19,168	4,641	2,123	4,069
2017	550,224	5,435	31	324	15,026	22,983	5,070	2,280	6,277
2018	596,688	6,483	79	322	17,681	24,287	6,491	3,907	5,747
2019	646,167	7,778	11	301	13,497	18,618	7,235	5,558	5,247
2020	698,823	2,689	0	158	32,859	15,438	5,775	3,352	2,552
Total	7,512,042	121,110	6,397	20,698	297,962	435,627	128,655	49,203	100,827

ANEXO III.

Proyección del dato de actividad por unidad vehicular para el periodo 2003-2020

Todos los datos están reportados en millas recorridas al año por unidad vehicular y divididos por 100,000, dado que así lo demanda Mobile6_México para su aplicación.

1. Año 2003

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2003	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2002	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1361	0.1361	0.3947	0.0749	0.0642
2001	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1361	0.1361	0.3947	0.0749	0.0642
2000	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1361	0.1361	0.3947	0.0749	0.0642
1999	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1361	0.1361	0.3947	0.0749	0.0642
1998	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1361	0.3947	0.0749	0.0642
1997	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1996	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1995	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1994	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1993	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.0749	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1992	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1991	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1990	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1989	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1988	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1987	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1986	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1985	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1984	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1983	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1982	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1981	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1980	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1979	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

2. Año 2004

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2004	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2003	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2002	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2001	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2000	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
1999	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
1998	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
1997	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642

1986	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1985	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

9. Año 2010

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2010	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2007	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2006	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2005	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2004	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2003	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2002	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2001	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2000	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1999	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1998	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1992	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1991	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1990	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1989	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1988	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1987	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1986	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

10. Año 2011

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2011	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2007	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2006	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2005	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2004	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2003	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2002	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2001	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2000	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
1999	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1992	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1991	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1990	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1989	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1988	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1987	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

11. Año 2012

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2012	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2007	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2006	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2005	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2004	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2003	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2002	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2001	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2000	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1999	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1992	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1991	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1990	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1989	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1988	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

12. Año 2013

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2013	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2012	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642

1991	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1990	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

14. Año 2015

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2015	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2014	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2013	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2012	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2007	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2006	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2005	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2004	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2003	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2002	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2001	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2000	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1999	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1992	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1991	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

15. Año 2016

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2016	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2015	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2014	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2013	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2012	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2007	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2006	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2005	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2004	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2003	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

2002	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2001	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2000	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1999	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1992	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

16. Año 2017

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2017	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2016	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2015	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2014	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2013	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2012	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2010	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2009	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2008	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2007	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2006	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2005	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2004	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2003	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2002	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2001	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2000	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1999	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1994	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1993	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

17. Año 2018

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2018	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2017	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2016	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642

1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1995	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

19. Año 2020

	AP	TAX	CO	MIC	PICK	V ≤ 3	TRA	AUT	V > 3	MC
2020	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2019	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2018	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2017	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2016	0.0817	0.4537	0.4537	0.4537	0.1361	0.1361	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2015	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2014	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2013	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2012	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1361	0.3947	0.1361	0.0642
2011	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2010	0.0817	0.3891	0.3891	0.3891	0.1361	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2009	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0642
2008	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2007	0.0467	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2006	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2005	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2004	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2003	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2002	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2001	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
2000	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1999	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1998	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1997	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000
1996	0.0486	0.3891	0.3891	0.3891	0.1167	0.1167	0.1167	0.3385	0.1167	0.0000

ANEXO IV.

Fracciones anuales de entrada de estándares de emisión Tier2 por Bin de certificación a partir del 2006 en la ZMVM.

Tipo de Vehículo	Contaminante	Bin	Año										
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
LDGV	HC	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
		3	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550
		4	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		5	0.386	0.787	1.000	0.400	0.400	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		9	0.614	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CO	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
		3	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550
		4	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		5	0.386	0.787	1.000	0.400	0.400	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		9	0.614	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	NOx	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		2	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
		3	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550
		4	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		5	0.386	0.787	1.000	0.400	0.400	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
		6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		9	0.614	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
LDGT1	HC	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
		2	0.000	0.000	0.000	0.100	0.100	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	
		3	0.000	0.000	0.000	0.300	0.300	0.550	0.550	0.550	0.550	0.550	
		4	0.000	0.000	0.000	0.200	0.200	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	
		5	0.386	0.787	1.000	0.400	0.400	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	

