

ANEXO D

PROYECCION DEL  
INVENTARIO DE EMISIONES 1998  
AL 2000, 2006 Y 2010

Tomando como base la metodología empleada en el desarrollo del inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, del año 1998, se estima cuales podrían ser las emisiones de esta zona en los años 2000, 2006 y 2010, esto sin considerar la mitigación de emisiones debido a la instrumentación de medidas de control de emisiones contaminantes al aire.

## D.1. TENDENCIAS DE CRECIMIENTO

Las premisas básicas utilizadas en este documento para realizar las proyecciones son las siguientes: las tendencias de crecimiento poblacional, vehicular y de consumo de combustibles, entre las principales. Con base en dichas tendencias se estimaron los niveles de actividad para cada fuente o categoría, a las cuales se les aplicaron los factores de emisión utilizados en el inventario de emisiones 1998 y de esa manera obtener las emisiones proyectada al 2000, 2006 y 2010.

☞ Fuentes puntuales, para realizar la proyección de emisiones, se consideró el crecimiento promedio del producto interno bruto real 1993-1999 constante al 2010, para el caso de la industria manufacturera y para la generación de energía eléctrica. Los datos utilizados fueron en específico para el Distrito Federal y para el Estado de México.

☞ Fuentes de área, se consideraron las tasas de crecimiento poblacional, el incremento de gas natural y de combustóleo, el aumento en el consumo de diesel desulfurado, el incremento de gas LP, así como las tasas de crecimiento anual de las gasolinas y el porcentaje de distribución al 2000, 2006 y 2010.

☞ Fuentes móviles, para los autos particulares se calculó una tasa anual de crecimiento compuesta con los últimos 10 años de ventas, y un perfil de desecho a partir de datos históricos de ventas en la ZMVM y de la flota vehicular por año modelo de autos particulares utilizada en el inventario de emisiones 1998. Para los otros tipos de vehículos se tomaron las tasas de crecimientos por entidad federativa reportadas en el documento de la Secretaria de Energía "Prospectivas del mercado de gas natural 2000-2009".

### D.1.1. Poblacional

La Zona Metropolitana del Valle de México, en el año 1998 contaba con una población de 16.7 millones de habitantes que representan poco más del 20% de la población del país. Del total de la población de la ZMVM el 51% estaba localizada en el Distrito Federal y el 49% en el Estado de México. La evolución del incremento poblacional indica que para el año 2010 existirá una población de cerca de 19.1 millones de habitantes<sup>1</sup>. Las proyecciones del crecimiento de la población en la Zona Metropolitana del Valle de México por entidad, muestran que en el Estado de México la población aumentará a un ritmo más acelerado que en el Distrito Federal, lo cual indica que en el

---

<sup>1</sup> CONAPO. Escenarios demográficos y urbanos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2010

futuro los municipios conurbados del Estado de México serán los más poblados de la Zona Metropolitana del Valle de México. Lo anterior implica que las emisiones contaminantes generadas en los municipios conurbados del Estado de México aumentarían debido a que esta entidad demandará un mayor consumo energético.

### D.1.2. Producto interno bruto

Para realizar las proyecciones de las emisiones contaminantes al aire de las fuentes puntuales (sector industria) al año 2010, se aplicaron tasas de crecimiento anual constantes a partir del año base 1998 hasta los años proyectados, 2000, 2006 y 2010, las tasas de crecimiento utilizadas son las que se muestran en la tabla D.1.2.1, en la que se observa la tasa de crecimiento promedio anual 1993-1999 del producto interno bruto (PIB) y su participación por gran división respecto al PIB nacional y por entidad federativa para la industria manufacturera y la generación de energía eléctrica.

**Tabla D.1.2.1. Taza de crecimiento anual del PIB**

Gran divisor	Distrito Federal	Estado de México
Industria manufacturera	4.2	4.5
Electricidad, agua y gas	0.0	3.7

Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa INEGI, 1999.

Nota: Esta información fue proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Económico

### D.1.3. Consumo de combustibles

De acuerdo con las cifras de la tabla D.1.3.1, tenemos que en la Zona Metropolitana del Valle de México el consumo de combustibles vehiculares aumenta año con año, al igual que el diesel industrial bajo en azufre, el gas licuado de petróleo y el gas natural, solo la demanda del gasóleo doméstico y el combustible industrial disminuye, es muy posible que para el año 2010, no se consuman en la ZMVM.

**Tabla D.1.3.1. Consumo de combustibles en la ZMVM**

Año	Consumo de combustible [miles de barriles/año]							
	PEMEX Premium	PEMEX Magna	PEMEX diesel	Gasóleo doméstico	Combustible industrial	Diesel industrial*1	Gas LP	Gas natural*2
1998	2,548	38,138	10,113	19	2,367	1,557	23,171	172,879
1999	3,135	37,679	10,164	10	1,558	2,002	28,154	183,258
2000	4,024	37,773	10,218	5	831	2,115	29,686	191,806

\*1 Bajo en azufre; \*2 Millones de pies cúbicos; Fuente: PEMEX

**Tabla D.1.3.2. Consumo de combustibles proyectado en la ZMVM, 2001-2010**

Año	Consumo de combustible [miles de barriles/año]
-----	--

	PEMEX Premium	PEMEX Magna	PEMEX diesel	Diesel industrial* <sup>1</sup>	Gas LP	Gas natural* <sup>2</sup>
2001	4,791	38,762	10,709	2,217	30,725	203,506
2002	4,992	40,390	11,223	2,323	31,800	215,920
2003	5,202	42,086	11,761	2,435	32,913	229,091
2004	5,420	43,854	12,326	2,552	34,065	243,066
2005	6,675	44,669	12,918	2,674	35,258	257,893
2006	6,955	46,545	13,538	2,803	36,492	273,624
2007	7,247	48,500	14,187	2,937	37,769	290,315
2008	7,551	50,537	14,868	3,078	39,091	308,024
2009	7,869	52,659	15,582	3,226	40,459	326,814
2010	9,460	53,609	16,330	3,381	41,875	346,750

\*1 Bajo en Azufre; \*2 Millones de pies cúbicos

Con base en el aumento previsto en la población, al dinamismo de la economía y a las tendencias históricas del consumo de combustibles de la Zona Metropolitana del Valle de México, podemos suponer que se espera un crecimiento importante para el año 2010 en lo que se refiere a la demanda energética. Tomando en cuenta las perspectivas de crecimiento del país de la demanda de petrolíferos en el periodo 1999-2010<sup>2</sup>, tenemos que se espera que el consumo de gasolina crezca a una tasa anual de por lo menos 4.2% y la demanda de diesel en un 4.8%. Por otro lado, se espera que en la región centro del país en el periodo 1999-2009, la demanda de gas natural aumente en un 6.1% anual y el gas licuado de petróleo en un 3.5% anual. Tomando como base el consumo de combustible del año 2000 de la Zona Metropolitana del Valle de México (tabla D.1.3.1) y asumiendo una tasa de crecimiento anual constante para combustible hasta el año 2010, en la tabla D.1.3.2 se muestran los consumos para los años proyectados.

#### D.1.4. Flota vehicular

Dadas las características y crecimiento particular de la flota vehicular de la Zona Metropolitana del Valle de México, la proyección se dividió en dos partes, una para los autos particulares y otra para el resto de la flota vehicular.

##### *Autos particulares.*

Para estimar el crecimiento de este tipo de vehículos se partió de la clasificación y número de autos particulares reportados en el inventario de emisiones 1998, tal y como se muestra en la tabla D.1.4.1.

**Tabla D.1.4.1. Distribución de los autos particulares y taxis por año modelo, 1998**

Año/Modelo	Distrito Federal		EdoMéx		ZMMV	
	Autos particulares	Taxis	Autos particulares	Taxis	Autos particulares	Taxis
1974 y anteriores.	78,916	-	81,739	628	160,655	628

<sup>2</sup>El sector energía en México, Análisis y Prospectivas, Secretaría de Energía, México, 2000.

## Anexo D

1975	20,063	-	18,597	143	38,660	143
1976	20,081	-	18,264	140	38,345	140
1977	15,479	-	15,755	121	31,234	121
1978	19,807	-	18,965	146	38,772	146
1979	27,571	-	24,150	186	51,721	186
1980	37,375	-	31,561	242	68,936	242
1981	46,837	-	36,784	283	83,621	283
1982	44,987	-	35,056	269	80,043	269
1983	26,499	-	20,899	161	47,398	161
1984	31,542	-	24,683	190	56,225	190
1985	39,285	288	28,563	219	67,848	508
1986	36,751	616	29,728	228	66,479	845
1987	27,137	856	18,865	145	46,002	1,001
1988	39,153	1,332	24,918	191	64,071	1,524
1989	62,587	2,678	34,637	266	97,224	2,944
1990	88,496	9,053	40,825	314	129,321	9,367
1991	112,657	16,745	45,097	346	157,754	17,092
1992	133,379	24,664	49,528	381	182,907	25,044
1993	133,613	25,830	41,600	320	175,213	26,149
1994	128,812	11,755	38,939	299	167,751	12,054
1995	77,163	3,932	23,754	182	100,917	4,114
1996	51,697	1,151	16,994	131	68,691	1,281
1997	96,175	2,034	27,486	211	123,661	2,245
1998	150,533	2,363	47,751	367	198,284	2,730
<b>Total</b>	<b>1,546,595</b>	<b>103,298</b>	<b>795,136</b>	<b>6,109</b>	<b>2,341,731</b>	<b>109,407</b>

Además de la distribución de autos particulares por año modelo, se utilizó un estudio histórico de ventas de autos en la Zona Metropolitana del Valle de México<sup>3</sup>, ver tabla D.1.4.2.

**Tabla D.1.4.2. Histórico de ventas de vehículos en la ZMMV**

New Gasoline Vehicle Sales in the Mexico City Metropolitan Area			
Year	Cars	Year	Cars
1974 a 1951	857,815	1987	80,585
1975	111,076	1988	99,770
1976	94,203	1989	124,169
1977	88,102	1990	160,325
1978	106,700	1991	186,627
1979	125,297	1992	203,630
1980	126,858	1993	190,755
1981	155,228	1994	200,020
1982	138,835	1995	69,405
1983	81,214	1996	96,614
1984	100,750	1997	143,322
1985	114,572	1998	202,802
1986	84,673	1999	220,133

Fuente: Population of Vehicles in Mexico City's Metropolitan area and their Emission levels

<sup>3</sup> Reportado por el Grupo Trafalgar: Population of Vehicles in Mexico City's Metropolitan area and their Emission levels

Con las ventas de autos para cada año y el número de autos particulares en circulación de cada año modelo (parque reportado en el inventario de emisiones, 1998), se calculó el porcentaje de supervivencia, esto es, de los autos vendidos en un determinado año cuantos se tienen en circulación en 1998 (ecuación D.1). Cabe mencionar que el estudio realizado por el grupo Trafalgar reporta la venta de autos sin distinguir entre taxis y autos particulares, por lo que para obtener la tasa de supervivencia se utilizará la suma de autos particulares y taxis para obtener las unidades en circulación, y se asume que el perfil así obtenido es representativo del comportamiento de los autos particulares. En el caso de los taxis no se utiliza esta tasa de supervivencia ya que la edad de las unidades está restringida a 10 años en circulación.

$$TS_i = [1 - ((V_i - C_i) / V_i)] 100 \quad \text{Ecuación D.1.}$$

Donde:  $TS_i$ : Tasa de Supervivencia del año i. [%]

$V_i$ : Unidades vendidas del año modelo i.

$C_i$ : Unidades en circulación del año modelo i.

A continuación se presenta un ejemplo de cómo se calcula la tasa de supervivencia de los vehículos que tienen 24 años circulando, utilizando la ecuación D.1.

Datos

	Valor	Fuente
$V_{1974 \text{ y ant.}}$	857,815	Valor de la celda sombreada de la tabla D.1.4.2
$C_{1974 \text{ y ant.}}$	160,655+628=61,283	Valor de las celdas sombreadas de la tabla D.1.4.1

Sustituyendo en la ecuación D.1.

$$TS_{24} = (1 - ((857,815 - 161,283) / 857,815)) 100 = 18.8 \%$$

El resultado se presenta en la celda sombreada de la tabla D.1.4.3, de igual forma se obtienen los demás valores de esta tabla.

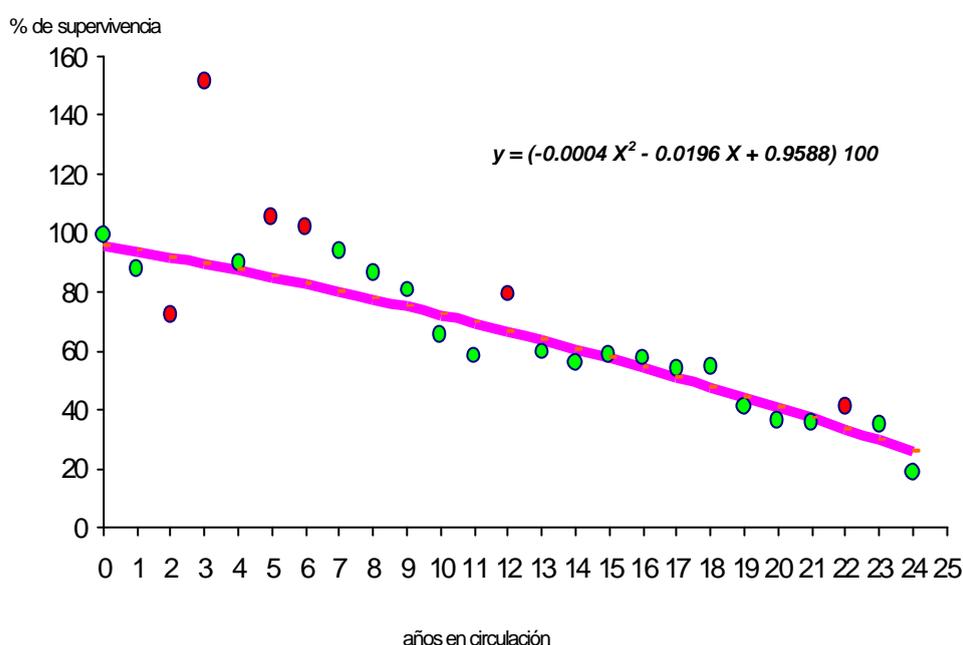
**Tabla D.1.4.3. Tasa de supervivencia**

Años en circulación (x)	Tasa de supervivencia (y)	Años en circulación (x)	Tasa de supervivencia (y)
24	18.8	11	58.3
23	34.9	10	65.7
22	40.9	9	80.7
21	35.6	8	86.5
20	36.5	7	93.7
19	41.4	6	102.1

18	54.5	5	105.6
17	54.1	4	89.9
16	57.8	3	151.3
15	58.6	2	72.4
14	56.0	1	87.8
13	59.7	0	99.1
12	79.5		

A partir de los valores de la tabla anterior, construimos la gráfica D.1.4.4.

**Gráfica D.1.4.4. Curva de la tasa de supervivencia**



Analizando la gráfica D.1.4.4, tenemos que si omitimos los valores que están arriba del 100% (3, 5 y 6 años de circulación) y los datos de los años 22, 12, 7, y 2, por quedar fuera de la tendencia del resto de los datos, tenemos que los puntos pueden unirse y ajustarse por regresión a una función cuadrática (ecuación D.2).

$$y = (-0.0004x^2 - 0.0196 x + 0.9588) 100 \quad \text{Ecuación D.2.}$$

Donde

Y: Tasa de supervivencia [%]

X: Años de circulación [0 a 23 años]

Dado que no se tiene una clasificación por año modelo de los vehículos más viejos que circulan en la ZMVM, la obtenemos a partir de un análisis de los datos de las tasas de supervivencia (Tabla D.1.4.3), se construye una curva con los datos de las tasas de supervivencia de los 5 años modelos

más viejos (vehículos que tienen de 20 a 24 años de circulación), esta curva se ajustó a una función exponencial, e igualmente por regresión obtuvimos la ecuación D.3, la cual representa el comportamiento de los autos con 24 o más años de circulación.

$$y = (3.9928e^{-0.1135x}) 100 \quad \text{Ecuación D.3.}$$

Donde:

Y: Tasa de supervivencia [%]

X: Años de circulación [24 años o más]

Con la aplicación de las ecuaciones D.2 y D.3 se ajustaron las tasas de supervivencia de la tabla D.1.4.3 y se obtienen los valores de la tabla D.1.4.5.

**Tabla D.1.4.5. Tasa de supervivencia ajustada**

Años en circulación	Tasa de supervivencia [%]	Años en circulación	Tasa de supervivencia [%]
37	5.99	18	47.64
36	6.71	17	51.00
35	7.52	16	54.28
34	8.42	15	57.48
33	9.43	14	60.60
32	10.57	13	63.64
31	11.84	12	66.60
30	13.26	11	69.48
29	14.85	10	72.28
28	16.64	9	75.00
27	18.64	8	77.64
26	20.88	7	80.20
25	23.39	6	82.68
24	26.20	5	85.08
23	29.64	4	87.40
22	33.40	3	89.64
21	37.08	2	91.80
20	40.68	1	93.88
19	44.20	0	95.88

Se realizó un análisis de las ventas de vehículos particulares, con la finalidad de inferir las tasas de ventas de vehículos del año 2000 al año 2010. De este análisis se desprende que un promedio aritmético anual de las ventas de todos los datos históricos (tabla D.1.4.2) no sería del todo representativo, ya que el comportamiento histórico de las ventas es muy variable, sobre todo en los últimos 10 años, por tal motivo se optó por calcular una tasa anual promedio de crecimiento compuesto del periodo 1989-1999, con la ecuación D.4.

$$\text{TACCV} = [(VU / VP)^{(1/NP)} - 1] 100 \quad \text{Ecuación D.4.}$$

Donde

TACCV: Tasa anual de crecimiento compuesto de ventas de autos [%]

VU: Ventas del último año.

VP: Ventas del primer año.

NP: Número de periodos.

Datos

	Valor	Fuente
VU (1999)	220,133	tabla D.1.4.2.
VP (1989)	124,169	tabla D.1.4.2.
NP	10 (10 AÑOS)	--

Sustituyendo los datos en la ecuación D.4.

$$TACCV = ((220,133 / 124,169)^{(1/10)} - 1) 100 = 5.893 \%$$

La tasa de crecimiento compuesto de las ventas de autos obtenida como resultado de la aplicación de la ecuación D.3. en el periodo 1989-1999, se tomará constante para estimar las proyecciones de ventas para el periodo 2000-2010. El siguiente paso es ajustar las ventas de vehículos para cada año del periodo 1974 a 1998 aplicando la ecuación D.5, la cual está en función de las tasas de supervivencia ajustadas (tabla D.1.4.5 y el número de autos particulares que circularon en 1998 (tabla D.1.4.1).

$$VA_i = VC_i / (TSA_j / 100) \qquad \text{Ecuación D.5.}$$

Donde

VA<sub>i</sub>: Ventas ajustadas del año i.

VC<sub>i</sub>: Vehículos en circulación del año modelo i.

TSA<sub>j</sub>: Tasa de supervivencia ajustada de los vehículos con j años en circulación [%].

Los resultados de la aplicación de la ecuación D.5 se muestran en la tabla D.1.4.6. y las ventas de autos proyectadas para cada año a partir de 1999, se calcularon con la ecuación D.6.

$$\text{Ventas}_i = (\text{Ventas}_{(i-1)}) (1 + TACCV/100) \qquad \text{Ecuación D.6.}$$

Donde

Ventas<sub>i</sub>: Ventas para el año i (i = 1990- 2010)

Ventas<sub>(i-1)</sub>: Ventas para el año i -1 (i = 1989- 2010)

TACCV. Tasa anual de crecimiento compuesto de ventas de autos [5.893%]

Los resultados de la aplicación de la ecuación D.6. se presentan en la tabla D.1.4.6. Y tomando como base las tasas de supervivencia ajustada (tabla D.1.4.5) de acuerdo a los años de circulación y a las ventas de autos ajustadas por año modelo (tabla D.1.4.6), se procede mediante la ecuación D.7, al cálculo de la flota circulante por año modelo a partir de 1999 hasta el año 2010.

Este cálculo se basa en el supuesto de que el perfil de supervivencia construido para 1998, se mantendrá en los años siguientes.

**Tabla D.1.4.6. Venta de autos ajustada por año modelo**

Año/modelo	Ventas ajustadas	Año/modelo	Ventas ajustadas
1974	613,246	1993	205,939
1975	130,431	1994	191,935
1976	114,806	1995	112,580
1977	84,233	1996	74,826
1978	95,309	1997	131,722
1979	117,015	1998	206,804
1980	144,703	1999	218,991
1981	163,962	2000	231,896
1982	147,463	2001	245,562
1983	82,460	2002	260,033
1984	92,780	2003	275,357
1985	106,613	2004	291,583
1986	99,818	2005	308,766
1987	66,209	2006	326,962
1988	88,643	2007	346,230
1989	129,632	2008	366,633
1990	166,565	2009	388,239
1991	196,701	2010	411,118
1992	221,223		

$$V_{ij} = (VA_j) (TSA_k / 100) \quad \text{Ecuación D.7.}$$

Donde

$V_{ij}$ : Número de vehículos del año modelo i en el año j

$VA_j$ : Ventas de autos ajustadas del año i

$TSA_k$ : Tasa de supervivencia ajustada de los vehículos con k años en circulación [%].

A continuación se muestra un ejemplo de cómo se calcula el número de vehículos del año modelo 1999 en el año 2010. En el año 2010 los autos año modelo 2010 tienen 0 años en circulación a diferencia de los año modelo 1999 que tendrían 11 años en circulación.

Datos

Variables	Valor	Fuente
$VA_{1999}$	218,991	valor de la celda sombreada de la tabla D.1.4.6
$TSA_{11}$	69.48	valor de las celdas sombreadas de la tabla D.1.4.5

Sustituyendo en la ecuación D.7

$$V_{1999 \text{ en } 2010} = (218,991) (69.48/100) = 152,155$$

El valor así calculado se muestra en la celda sombreada de la tabla D.1.4.7, así mismo se reporta el número de autos por años modelo de los años proyectados (2000, 2006, 2010).

Tabla D.1.4.7. Proyección de autos particulares por año modelo en la ZMVM

Año	2000	2006	2010
1974	128,029	64,797	41,151
1975	30,503	15,438	9,804
1976	30,076	15,222	9,667
1977	24,967	12,511	7,945
1978	31,833	15,857	10,071
1979	43,389	21,808	13,850
1980	58,865	30,210	19,186
1981	72,471	38,345	24,352
1982	70,251	38,631	24,534
1983	42,055	24,441	15,368
1984	50,361	30,989	19,370
1985	61,281	39,532	24,933
1986	60,490	40,606	26,150
1987	42,136	29,264	19,624
1988	59,036	42,230	29,607
1989	90,068	66,112	48,068
1990	120,393	90,412	67,759
1991	147,526	113,064	86,942
1992	171,757	134,061	105,391
1993	165,163	131,060	105,029
1994	158,691	127,828	104,182
1995	95,783	78,221	64,711
1996	65,398	54,085	45,345
1997	118,076	98,792	83,828
1998	189,846	160,563	137,732
1999	205,589	175,631	152,155
2000	222,342	191,732	167,615
2001		208,924	184,172
2002		227,269	201,890
2003		246,830	220,836
2004		267,674	241,081
2005		289,870	262,699
2006		313,491	285,765
2007			310,360
2008			336,569
2009			364,479
2010			394,180
<b>Total</b>	<b>2,556,378</b>	<b>3,435,498</b>	<b>4,266,399</b>

Resto de la flota

Para proyectar el número de vehículos del resto de la flota se utilizaron las estimaciones del crecimiento de la flota reportado por la Secretaría de Energía en el documento "Prospectiva de Mercado de Gas Natural Comprimido 2000-2010", utilizando como base la flota empleada en el inventario 1998 (tabla D.1.4.1.). En la tabla D.1.4.8. se muestran el tipo de vehículo asignado a la clasificación propuesta en el inventario de emisiones 1998, así como los porcentajes a los que se estima crecerá, o disminuirá la flota vehicular.

El número de vehículos de cada categoría para cada año y en cada entidad, ya sea Distrito Federal o Estado de México se calculó de acuerdo a la ecuación D.8.

**Tabla D.1.4.8. Tasas de crecimiento vehicular**

Tipo de vehículo por fuente		Tasa de crecimiento anual (%)	
Inventario 1998	Secretaria de Energía	DF	EdoMéx
		Taxis	Taxis
Combis	Combis	-6	-6
Microbuses	Microbuses	-6	2
Pick up	Camión de carga no pesados	3	3
Camiones de carga a gasolina	Autobuses	3	0
Vehículos a diesel <3 ton	Autobuses	3	0
Tractocamión diesel	Camión de carga pesados	3	3
Autobuses a diesel	Autobuses	3	0
Vehículos a diesel >3 ton	Camión de carga pesados	3	3
Camiones de carga a gas LP	No reportados	0	0
Motocicletas	No reportados	0	0

Fuente: Prospektiva de Mercado de GNC 2000 - 2010 de la Dirección General de Política y Desarrollo Energético de la Secretaría de Energía, 2000; NR: No reportado.

Nota: Las categorías con una tasa de crecimiento 0, indica que no se contó con datos de las perspectivas de crecimiento de estas categorías, por lo que suponemos constante al año 2010 las flotas vehiculares correspondientes.

$$NU_{ij} = (NU_{(i-1)j}) (1+TCA_j) \quad \text{Ecuación D.8.}$$

Donde:

NU<sub>ij</sub>: Número de unidades del año modelo i del tipo de vehículo j

NU<sub>(i-1)j</sub>: Número de unidades del año-modelo inmediato anterior al año-modelo i del tipo de vehículo j

TCA<sub>j</sub>: Tasa de crecimiento anual del tipo de vehículo j

Los resultados de los cálculos realizados con la ecuación 8, para estimar el parque vehicular a los años 200, 2006 y 2010 por categoría y entidad, se presentan en la tabla D.1.4.9.

**Tabla D.1.4.9. Proyección de la flota vehicular en la ZMVM**

Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

Tipo de vehículo	ZMVM		
	2000	2006	2010
Particulares	2,556,378	3,435,498	4,266,399
Taxis	109,654	110,456	111,046
Combis	4,859	3,352	2,617
Microbus	29,727	24,638	22,452
Pick up	356,547	425,736	479,170
Camión gasolina	164,065	195,902	220,490
Vehículo <3 ton diesel	5,021	5,996	6,748
Tractocamión diesel	74,980	89,530	100,767
Autobús diesel	13,067	14,969	16,437
Vehículo >3 ton diesel	96,478	115,200	129,659
Camión a gas LP	29,968	29,968	29,968
Motocicletas	72,704	72,704	72,704
<b>Total</b>	<b>3,513,448</b>	<b>4,523,949</b>	<b>5,458,457</b>

Utilizando la misma distribución por año modelo del inventario de emisiones 1998, (memoria de cálculo, tabla A.2.2), se distribuyó el parque vehicular de cada tipo de vehículo de los años 2000, 2006 y 2010 en las tablas siguientes.

**Tabla D.1.4.10. Distribución de la flota vehicular por año modelo en la ZMVM, 2000**

Año /Modelo	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1976 y ant.	188,609	653	49	330	16,053	8,899	1,265	18,472	414	15,562	156	-
1977	24,967	149	22	96	3,100	2,245	153	2,261	121	2,509	85	-
1978	31,833	146	22	94	19,590	2,408	268	3,923	151	3,260	83	-
1979	43,389	126	22	129	19,306	2,192	230	3,390	93	2,559	28	-
1980	58,865	152	24	116	4,831	3,028	268	3,934	78	3,468	98	-
1981	72,471	193	25	151	6,180	4,122	383	5,610	93	4,669	188	-
1982	70,251	252	42	119	7,425	5,839	383	5,632	379	5,250	256	-
1983	42,055	294	93	205	9,837	8,046	77	1,344	241	4,080	827	-
1984	50,361	280	121	198	10,448	7,477	230	3,410	251	4,843	844	-
1985	61,281	167	56	165	5,383	3,030	268	3,916	81	2,987	281	-
1986	60,490	197	90	171	52,606	3,810	498	7,256	237	4,419	457	-
1987	42,136	517	156	256	7,100	6,972	690	10,046	730	6,662	1,286	-
1988	59,036	854	211	368	6,309	5,362	268	3,979	186	3,589	691	-
1989	90,068	1,007	210	443	36,158	4,330	-	27	47	1,101	701	15,483
1990	120,393	1,532	163	600	22,225	4,613	-	39	121	1,747	399	2,701
1991	147,526	2,955	339	2,190	8,936	7,475	38	632	282	3,037	867	3,555
1992	171,757	9,380	487	5,071	9,667	10,783	-	199	1,930	3,360	2,221	3,760
1993	165,163	17,106	654	8,801	12,304	13,364	-	238	2,735	4,756	2,440	4,615
1994	158,691	25,059	1,076	7,933	11,849	14,994	-	184	503	4,889	3,334	7,777
1995	95,783	26,162	528	1,169	11,842	14,012	-	143	531	4,324	2,409	8,121
1996	65,398	12,066	219	353	10,107	9,212	-	112	2,622	2,942	3,103	8,913
1997	118,076	4,122	133	213	6,381	5,646	-	69	366	1,933	2,480	3,672
1998	189,846	1,286	33	141	5,224	2,401	-	31	220	1,037	1,814	2,788
1999	205,589	2,254	28	146	40,931	6,219	-	50	351	1,585	1,980	4,733
2000	222,342	2,745	56	271	12,755	7,586	-	82	303	1,909	2,940	6,587

Anexo D

<b>Total</b>	<b>2,556,378</b>	<b>109,654</b>	<b>4,859</b>	<b>29,727</b>	<b>356,547</b>	<b>164,065</b>	<b>5,021</b>	<b>74,980</b>	<b>13,067</b>	<b>96,478</b>	<b>29,968</b>	<b>72,704</b>
--------------	------------------	----------------	--------------	---------------	----------------	----------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

**Tabla D.1.4.11. Distribución de la flota vehicular por año modelo en la ZMVM, 2006**

<b>Año /Modelo</b>	<b>AUTG</b>	<b>TAXG</b>	<b>COMG</b>	<b>MICG</b>	<b>PICG</b>	<b>CAMG</b>	<b>V&lt;3D</b>	<b>TRAD</b>	<b>AUTD</b>	<b>V&gt;3D</b>	<b>CGLP</b>	<b>MOTG</b>
1982 y ant.	252,820	736	34	371	19,169	10,626	1,510	22,057	475	18,582	156	-
1983	24,441	167	15	108	3,702	2,680	183	2,699	137	2,996	85	-
1984	30,989	164	15	106	23,392	2,875	320	4,684	175	3,893	83	-
1985	39,532	142	15	145	23,052	2,617	275	4,048	98	3,056	28	-
1986	40,606	171	16	130	5,769	3,616	320	4,698	85	4,141	98	-
1987	29,264	217	18	170	7,379	4,922	458	6,698	100	5,575	188	-
1988	42,230	284	29	133	8,865	6,972	458	6,725	427	6,269	256	-
1989	66,112	331	64	230	11,746	9,607	92	1,605	272	4,872	827	-
1990	90,412	316	84	222	12,476	8,928	275	4,072	275	5,782	844	-
1991	113,064	188	38	185	6,428	3,618	320	4,676	90	3,567	281	-
1992	134,061	222	62	192	62,814	4,549	595	8,664	272	5,276	457	-
1993	131,060	545	108	284	8,477	8,325	824	11,995	863	7,955	1,286	-
1994	127,828	884	145	409	7,533	6,403	320	4,751	206	4,285	691	-
1995	78,221	1,026	145	475	43,174	5,170	-	33	49	1,315	701	15,483
1996	54,085	1,557	113	562	26,537	5,508	-	47	134	2,086	399	2,701
1997	98,792	2,990	234	1,821	10,670	8,926	46	755	313	3,626	867	3,555
1998	160,563	9,421	336	3,938	11,543	12,876	-	238	2,260	4,012	2,221	3,760
1999	175,631	17,151	451	6,799	14,692	15,958	-	285	3,156	5,679	2,440	4,615
2000	191,732	25,109	742	6,103	14,149	17,903	-	220	558	5,838	3,334	7,777
2001	208,924	26,204	364	1,035	14,140	16,731	-	170	579	5,163	2,409	8,121
2002	227,269	12,105	151	373	12,068	10,999	-	133	3,058	3,513	3,103	8,913
2003	246,830	4,146	92	230	7,619	6,742	-	83	417	2,309	2,480	3,672
2004	267,674	1,304	23	157	6,238	2,866	-	37	242	1,238	1,814	2,788
2005	289,870	2,282	19	160	48,874	7,426	-	59	397	1,893	1,980	4,733
2006	313,491	2,793	38	298	15,230	9,058	-	98	333	2,279	2,940	6,587
<b>Total</b>	<b>3,435,498</b>	<b>110,456</b>	<b>3,352</b>	<b>24,638</b>	<b>425,736</b>	<b>195,902</b>	<b>5,996</b>	<b>89,530</b>	<b>14,969</b>	<b>115,200</b>	<b>29,968</b>	<b>72,704</b>

**Tabla D.1.4.12. Distribución de la flota vehicular por año modelo en la ZMVM, 2010**

<b>Año/ Modelo</b>	<b>AUTG</b>	<b>TAXG</b>	<b>COMG</b>	<b>MICG</b>	<b>PICG</b>	<b>CAMG</b>	<b>V&lt;3D</b>	<b>TRAD</b>	<b>AUTD</b>	<b>V&gt;3D</b>	<b>CGLP</b>	<b>MOTG</b>
1986 y ant.	246,383	796	27	401	21,574	11,960	1,700	24,825	522	20,914	156	-
1987	19,624	181	12	117	4,166	3,017	206	3,038	148	3,372	85	-
1988	29,607	178	12	115	26,327	3,236	361	5,272	194	4,382	83	-
1989	48,068	154	12	157	25,946	2,945	309	4,556	101	3,439	28	-
1990	67,759	185	13	141	6,493	4,070	361	5,287	90	4,660	98	-
1991	86,942	235	14	184	8,305	5,540	515	7,539	105	6,275	188	-
1992	105,391	308	23	144	9,978	7,847	515	7,569	465	7,056	256	-
1993	105,029	358	50	249	13,220	10,813	103	1,806	295	5,483	827	-
1994	104,182	342	65	239	14,042	10,048	309	4,583	293	6,508	844	-
1995	64,711	204	30	200	7,235	4,072	361	5,262	96	4,015	281	-
1996	45,345	241	49	208	70,698	5,120	670	9,752	299	5,938	457	-
1997	83,828	567	84	306	9,541	9,370	927	13,501	966	8,954	1,286	-
1998	137,732	906	113	440	8,478	7,206	361	5,347	221	4,823	691	-

## Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

1999	152,155	1,040	113	502	48,593	5,819	-	37	51	1,480	701	15,483
2000	167,615	1,575	88	554	29,868	6,200	-	52	144	2,348	399	2,701
2001	184,172	3,016	183	1,664	12,009	10,046	52	849	336	4,081	867	3,555
2002	201,890	9,451	262	3,417	12,992	14,492	-	268	2,514	4,516	2,221	3,760
2003	220,836	17,185	352	5,874	16,536	17,961	-	320	3,482	6,392	2,440	4,615
2004	241,081	25,146	579	5,256	15,925	20,150	-	248	600	6,571	3,334	7,777
2005	262,699	26,235	285	986	15,915	18,831	-	192	617	5,811	2,409	8,121
2006	285,765	12,134	118	392	13,583	12,380	-	150	3,395	3,953	3,103	8,913
2007	310,360	4,163	72	245	8,575	7,588	-	93	455	2,598	2,480	3,672
2008	336,569	1,316	18	168	7,020	3,226	-	42	259	1,393	1,814	2,788
2009	364,479	2,302	15	172	55,008	8,358	-	67	432	2,130	1,980	4,733
2010	394,180	2,829	30	319	17,141	10,195	-	111	357	2,565	2,940	6,587
<b>Total</b>	<b>4,266,399</b>	<b>111,046</b>	<b>2,617</b>	<b>22,452</b>	<b>479,170</b>	<b>220,490</b>	<b>6,748</b>	<b>100,767</b>	<b>16,437</b>	<b>129,659</b>	<b>29,968</b>	<b>72,704</b>

## D.2. METODOLOGÍA Y CÁLCULO DE LAS EMISIONES

### D.2.1. Fuentes puntuales

La ecuación básica utilizada para estimar los crecimientos de emisiones fue<sup>4</sup>:

$$E_n = (E_{n-1} * G * C) + E_{n-1} \quad \text{Ecuación D.9.}$$

Donde

$E_n$ : Emisiones del año proyectado [ton/año]

$E_{n-1}$ : Emisiones del año inmediato anterior al año a calcular [ton/año]

G: Factor de crecimiento [fracción del porcentaje]

C: Factor de control

El factor de control "C" se deriva de las políticas ambientales para la disminución de contaminantes atmosféricos, requeridos para la regulación y modificación de procesos o tecnología. El aumento de las emisiones de las fuentes puntuales es proporcional al aumento anual del Producto Interno Bruto (PIB) por entidad, para este cálculo se tomó un crecimiento constante anual a partir de 1998 hasta 2010. Las tasas de crecimiento del PIB del sector eléctrico fueron del 0% para el Distrito Federal y del 3.7% para los municipios del Estado de México, para todos los demás sectores incluidos en las fuentes puntuales (industria manufacturera) se consideró un PIB del 4.2% para el Distrito Federal y 4.5% para el Estado de México (tabla D.2.1.1).

**Tabla D.2.1.1. Tasa de crecimiento industrial**

Fuentes puntuales	Tasa de crecimiento promedio anual 1993-1999		
	Gran divisor	DF	EdoMéx
Generación de energía eléctrica	Electricidad, agua y gas	0.0	3.7
Industria de consumo alimenticio	Industria manufacturera	4.2	4.5

<sup>4</sup> EPA, December 1999. Emission Projections, Emission Inventory Improvement Program. Volumen X.

Industria del vestido		
Industria química		
Madera y derivados		
Mineral metálica		
Mineral no metálica		
Productos de consumo varios		
Productos de impresión		
Productos de vida larga		
Productos de vida media		
Productos metálicos		
Productos vegetales y animales		
Otros		

La ecuación utilizada para estimar los crecimientos de las emisiones es<sup>5</sup>:

$$E_n = (E_{n-1} * G * C) + E_{n-1} \quad \text{Ecuación D.10.}$$

Donde

$E_n$ : Emisiones industriales del año proyectado [ton/año]

$E_{n-1}$ : Emisiones industriales del año inmediato anterior al año a calcular [ton/año]

G: Factor de crecimiento (PIB)

C: Factor de control

Como no se cuentan con datos del factor de control se asume que no habrá cambios en las condiciones de operación por lo tanto  $C = 1$ , sustituyendo C en la ecuación D.10 resulta la siguiente ecuación:

$$E_n = (E_{n-1} * G) + E_{n-1} \quad \text{Ecuación D.11.}$$

Los porcentajes de crecimiento considerado por año para la división de industria manufacturera, como para la división electricidad, agua y gas se observan en la tabla D.2.1.2 tanto para el Distrito Federal como para el estado de México.

**Tabla D.2.1.2. Tasa de crecimiento promedio anual, 1998-2010**

Año	Industria manufacturera		Generación de energía eléctrica	
	DF	EdoMéx	DF	EdoMéx
1998	-----	----	-----	----
1999-2010	4.2	4.5	0	3.7

A continuación se presenta como ejemplo un cálculo para estimar la generación de  $PM_{10}$  en el Distrito Federal utilizando la ecuación D.11.

<sup>5</sup>EPA, December 1999. Emission Projections, Emission Inventory Improvement Program. Volumen X

**Para el año de 1999**

Datos

$E_n$  = Emisión al año de proyección "1999"

$E_{n-1}$  = Emisión del año base "1998" (163.11 ton/año)

$G$  = 4.2%

Sustituyendo los datos en la ecuación D.12.

$$E_{1999} = (163.11 \text{ ton/año} * 0.042) + 163.11 \text{ ton/año} = 169.96 \text{ ton/año.}$$

**Para el año de 2000**

$E_n$  = Emisión al año de proyección "2000"

$E_{n-1}$  = Emisión del año base "1999" (169.96 ton/año)

$G$  = 4.2%

Sustituyendo los datos en la ecuación D.12.

$$E_{2000} = (169.96 \text{ ton/año} * 0.042 * 1) + 169.96 \text{ ton/año} = 177.098 \text{ ton/año}$$

Los resultados obtenidos de cada uno de los sectores estimados en la Zona Metropolitana del Valle de México para los años proyectados se muestran en las tablas D.2.1.3, D.1.2.4 y D.1.2.5.

**Tabla D.2.1.3. Proyección de emisiones para fuentes puntuales en la ZMVM, 2000**

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Generación de energía eléctrica	149	18	1,194	10,248	53
Industria. de consumo alimenticio	561	1,201	435	1,007	452
Industria del vestido	414	2,466	504	1,436	421
Industria química	452	2,501	2,643	1,455	6,874
Madera y derivados	236	2,504	575	1,162	1,092
Mineral metálica	271	778	974	559	317
Mineral no metálica	550	1,853	712	4,988	832
Productos de consumo varios	79	283	85	141	951
Productos de impresión	50	189	73	157	4,046
Productos de vida larga	153	329	896	2,319	2,890
Productos de vida media	130	94	516	679	1,588
Productos metálicos	190	842	1,239	4,836	3,289
Productos vegetales y animales	67	313	38	119	14
Otros	68	187	144	171	3,284
<b>Total</b>	<b>3,369</b>	<b>13,557</b>	<b>10,030</b>	<b>29,276</b>	<b>26,102</b>

**Tabla D.2.1.4. Proyección de emisiones para fuentes puntuales en la ZMVM, 2006**

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Generación de energía eléctrica	184	22	1,482	12,706	65
Industria. de consumo alimenticio	726	1,550	562	1,302	579
Industria del vestido	537	3,196	652	1,863	545
Industria química	584	3,223	3,438	1,885	8,911

Madera y derivados	306	3,252	747	1,508	1,413
Mineral metálica	352	1,006	1,264	724	412
Mineral no metálica	712	2,406	925	6,484	1,071
Productos de consumo varios	101	364	108	180	1,226
Productos de impresión	64	242	94	202	5,192
Productos de vida larga	198	427	1,163	3,000	3,732
Productos de vida media	168	122	668	872	2,057
Productos metálicos	244	1,083	1,607	6,285	4,233
Productos vegetales y animales	87	405	49	154	18
Otros	88	241	185	220	4,207
<b>Total</b>	<b>4,352</b>	<b>17,539</b>	<b>12,942</b>	<b>37,386</b>	<b>33,662</b>

Tabla D.2.1.5. Proyección de emisiones para fuentes puntuales en la ZMVM, 2010

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Generación de energía eléctrica	213	25	1,712	14,670	75
Industria. de consumo alimenticio	862	1,838	665	1,545	683
Industria del vestido	638	3,800	774	2,217	647
Industria química	692	3,817	4,095	2,240	10,595
Madera y derivados	364	3,870	889	1,793	1,677
Mineral metálica	419	1,194	1,504	860	491
Mineral no metálica	846	2,865	1,101	7,724	1,268
Productos de consumo varios	120	430	128	213	1,453
Productos de impresión	76	285	112	238	6,131
Productos de vida larga	235	508	1,384	3,563	4,427
Productos de vida media	199	145	793	1,030	2,444
Productos metálicos	289	1,281	1,910	7,484	5,009
Productos vegetales y animales	103	481	58	183	21
Otros	105	286	218	261	4,963
<b>Total</b>	<b>5,162</b>	<b>20,824</b>	<b>15,343</b>	<b>44,022</b>	<b>39,884</b>

cabe resaltar que para realizar el cálculo y poder utilizar los datos de crecimiento, las industrias se dividieron en dos grandes grupos que son: la gran división cinco de electricidad agua y gas que contiene al giro de generación de energía eléctrica y la gran división tres de la industria manufacturera, que contiene los giros restantes.

#### D.2.2. Fuentes de área

Para estimar las emisiones de fuentes de área, fue necesario ajustar los factores de actividad de 1998 a los años 2000, 2006 y 2010, mediante los siguientes factores de crecimiento: población; consumo de gasolina, diesel, gas natural, combustóleo, gas LP, número de operaciones de vuelos, entre los principales.

La ecuación utilizada para estimar el crecimiento de las emisiones es<sup>6</sup>:

$$E_{fyp} = E_{fyb} * G * C \quad \text{Ecuación D.12.}$$

Donde

$E_{fyp}$ : Emisión del contaminante (y) de la actividad (f) al año de proyección (p)

$E_{fyb}$ : Emisión del contaminante (y) de la actividad (f) al año base de emisión (b)

G: Factor de crecimiento G

C: Factor de control

Por lo tanto, para la realización de la proyección de las emisiones, primero fue necesario crear una línea base que definiera los argumentos anteriores (tabla D.2.2.1).

---

<sup>6</sup> EPA, December 1999. Emission Projections, Emission Inventory Improvement Program. Volumen X

**Tabla D.2.2.1. Línea base general**

Argumento	Descripción
Año de Proyección.	Se consideran los años 2000, 2006 y 2010 para la proyección de emisiones en la ZMVM
Año base de emisión	Inventario de emisiones 1998 de la ZMVM para fuentes de área
Metodología de aplicación y factores de emisión.	Se asume que la metodología y factores de emisión 1998 por actividad, permanece constante a los años de proyección.
Factores de control. (C=1)	El factor de control no aplica debido a que no hubo cambios en la metodología, en los factores de emisión y medidas de control o prevención de contaminación, por lo que su valor es considerado 1.
Nivel de actividad 1998	Se considera la actividad 1998, como el año base de actividad y es directamente proporcional al cálculo de estimación de emisiones y del factor de crecimiento al mismo año. Por lo que el nivel de actividad (Nfb) se muestra en la tabla D.2.2.2.
Factor de crecimiento.	El factor de crecimiento (G) se obtiene con la relación del nivel de actividad del año base entre el nivel de actividad al año de proyección. La actividad del año de proyección se obtiene de estudios locales del comportamiento o proyección futura por ejemplo, el crecimiento poblacional, el consumo de combustibles o la demanda de un servicio u otros argumentos, asociados al factor de emisión (Tabla D.2.2.2).

**Tabla D.2.2.2. Factor de Crecimiento "G" por actividad**

Giro	2000	2006	2010
Consumo de solventes			
Limpieza de superficies			
Superficies arquitectónicas			
Recubrimientos industriales			
Lavado en seco	1.013	1.120	1.144
Artes gráficas			
Panaderías			
Pintura automotriz			
Pintura de tránsito			
Distribución de gas LP	1.085	1.616	1.905
Almacenamiento de gas LP			
Fugas de gas LP en uso doméstico	1.024	1.283	1.415
HCNQ en la combustión	1.029	1.333	1.490
Distribución y venta de gasolina	1.027	1.315	1.550
Almacenamiento masivo de combustible (gasolina)			
Aeropuerto (operaciones de aeronaves)	1.013	1.120	1.144
Aeropuerto (recarga de aeronaves)	1.061	1.083	1.093
Locomotoras (foráneas y de patio)	1.013	1.120	1.144
Rellenos sanitarios	1.107	1.645	1.914
Aplicación de asfalto	1.013	1.120	1.144
Tratamiento agua residual	1.00019	1.00057	1.00075
Esterilización hospitales	1.013	1.120	1.144
Combustión en hospitales			

Combustión habitacional <sup>7</sup>	1.052	1.246	1.469
Combustión comercial/institucional	1.018	1.034	1.056
Incendios forestales	1	1	1
Incendios en estructuras			

El cálculo sobre la proyección de las emisiones requiere de los datos correspondientes a cada una de las actividades descritas en las tablas anteriores, los cuales serán sustituidos en la ecuación D.12; Y los resultados obtenidos de emisión por tipo de contaminante y actividad se muestran en las tablas D.2.2.2, D.2.2.3 y D.2.2.4.

**Tabla D.2.2.2. Proyección de emisiones al año 2000**

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	77,631
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	30,543
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	23,051
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	21,696
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	10,181
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,780
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,635
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,204
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	814
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	799
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	11,035
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	23,348
HCNO en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	27,564
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	510
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	105
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,545	1,537	405
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	10	55	63	498	19
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	8,173
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	209
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	77
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	23
Combustión en hospitales	9	24	20	80	3
Combustión habitacional	146	0	649	4,704	162
Combustión comercial-institucional	824	5,308	538	2,787	154
Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
Incendio en estructuras	7	N/E	108	3	9
<b>Total</b>	<b>1,702</b>	<b>5,387</b>	<b>26,001</b>	<b>10,246</b>	<b>251,887</b>

**Tabla D.2.2.3. Proyección de emisiones al año 2006**

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	85,811
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	33,761
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	25,480
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	23,982

Anexo D

Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	11,254
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	7,494
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,913
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,436
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	899
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	1,191
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	16,435
Fugas de gas LP en uso domestico	N/A	N/A	N/A	N/A	23,709
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	27,990
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	652
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	134
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,813	1,699	448
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5.41
Locomotoras (foráneas/ patio)	11	60	69	551	21
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	12,139
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	231
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	77
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	26
Combustión en hospitales	9	24	20	80	3
Combustión habitacional	218	0	966	7,005	257
Combustión comercial- institucional	829	5321	544	2859	158
Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
Incendio en estructuras	7	N/E	108	3	9
<b>Total</b>	<b>1,780</b>	<b>5,405</b>	<b>26,598</b>	<b>12,834</b>	<b>281,267</b>

**Tabla D.2.2.4. Proyección de emisiones al año 2010**

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	87,664
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	34,490
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	26,030
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	24,500
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	11,497
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	7,656
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,976
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,488
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	919
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	1,404
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	19,375
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	27,950
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	32,997
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	769
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	158
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,874	1,736	458
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	11	62	71	563	22
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	14,122
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	236
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	77
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	26

Combustión en hospitales	9	24	20	80	3
Combustión habitacional	257	0	1,139	8,258	303
Combustión comercial- institucional	834	5338	563	2,921	165
Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
Incendio en estructuras	7	N/E	108	3	9
<b>Total</b>	<b>1,824</b>	<b>5,424</b>	<b>26,853</b>	<b>14,198</b>	<b>300,051</b>

### D.2.3. Fuentes móviles

Una vez definida la estimación de la flota vehicular de la ZMVM en los años 2000, 2006 y 2010, se prosigue a calcular las emisiones contaminantes para cada tipo de vehículo. Para obtener los factores de emisión de NOx, HC y CO de cada tipo de vehículo por año modelo y al año de proyección a partir de los factores de emisión utilizados en el inventario de emisiones 1998, excepto para autos particulares donde a partir de 1999 se toman en cuenta los criterios correspondientes a la tecnología TIER I aplicada en los Estados Unidos (tabla D.2.3.1); los factores de emisión de HC, CO y NOx para los otros tipos de vehículos se encuentran en el anexo A del Inventario de Emisiones 1998, donde un factor de emisión de un año modelo 1974 y anterior (tablas A.2.10, A.2.11 y A.2.12) correspondería al factor empleado en la proyección para un año modelo 1986 y anterior, un año modelo 1975 de estas mismas tablas correspondería a un año modelo 1997 para el cálculo de las proyecciones, y así sucesivamente hasta llegar al año modelo 1998 que correspondería al año modelo 2010. Para obtener las emisiones de los años 2000, 2006 y 2010 de cada contaminante, se utilizó la metodología descrita en el inventario de emisiones 1998, los resultados se reportan en las tablas D.2.3.2-D.2.3.13.

**Tabla D.2.3.1. Factores de emisión para autos particulares**

Año modelo	Factor de emisión [g/km]		
	HC	CO	NOx
1986 y ant - 1992	6.255	76.400	2.100
1993 - 1997	5.684	55.600	2.100
1998 - 2000	4.545	39.600	2.100
2001 - 2002	3.590	31.400	2.400
2003 - 2004	2.456	23.700	2.400
2005 - 2010	0.250	3.200	0.670

**Tabla D.2.3.2. Emisiones de HC por tipo de vehículo en la ZMVM, 2000**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1978 y ant	12,186	256	18	203	1,339	1,245	47	2,018	151	1,700	11	0
1977	1,613	58	8	59	259	314	6	247	44	274	6	0
1978	2,057	57	8	58	1,634	337	10	427	55	355	6	0
1979	2,803	49	8	80	1,611	307	8	369	34	279	2	0
1980	3,803	59	8	71	403	424	10	426	28	376	7	0
1981	4,682	76	9	93	516	577	14	604	33	503	13	0
1982	4,539	99	15	73	619	817	13	605	136	564	18	0
1983	2,469	105	33	126	821	1,125	3	144	86	437	4	0
1984	2,957	100	43	122	872	1,046	8	365	89	518	4	0

## Anexo D

1985	3,598	59	20	102	449	424	9	418	29	319	2	0
1986	3,551	70	32	105	4,388	533	17	774	84	471	2	0
1987	2,474	184	55	158	592	975	23	1,062	257	704	7	0
1988	2,771	243	74	227	526	750	9	420	66	379	4	0
1989	4,228	286	74	273	3,016	606	-	3	17	116	4	1,546
1990	5,652	436	58	370	1,854	645	-	4	42	183	2	270
1991	5,470	664	120	1,351	745	1,046	1	66	98	318	5	350
1992	6,369	2,108	172	3,128	806	1,508	-	21	671	351	12	359
1993	4,190	1,971	231	5,430	1,026	1,869	-	25	945	493	13	435
1994	4,026	2,888	381	4,895	988	2,097	-	19	173	503	18	720
1995	1,036	3,015	187	721	988	1,960	-	11	138	337	13	340
1996	707	1,391	77	218	354	361	-	8	606	204	16	303
1997	1,277	475	47	131	224	221	-	5	80	127	13	116
1998	2,053	148	12	87	183	94	-	2	41	58	10	68
1999	531	260	10	90	1,435	244	-	3	66	89	11	104
2000	574	316	20	167	447	297	-	5	57	107	16	130
<b>Total</b>	<b>85,616</b>	<b>15,374</b>	<b>1,719</b>	<b>18,341</b>	<b>26,097</b>	<b>19,821</b>	<b>178</b>	<b>8,049</b>	<b>4,026</b>	<b>9,765</b>	<b>218</b>	<b>4,742</b>

**Tabla D.2.3.3. Emisiones de CO por tipo de vehículo en la ZMVM, 2000**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1978 y ant	148,838	3,125	184	2,231	14,532	13,521	70	4,429	331	3,731	23	0
1977	19,702	711	81	648	2,806	3,411	8	542	97	602	13	0
1978	25,121	698	80	638	17,733	3,659	15	940	121	781	13	0
1979	34,240	602	83	874	17,476	3,330	13	812	75	610	5	0
1980	46,452	725	89	783	4,373	4,601	14	938	62	826	15	0
1981	57,190	923	94	1,019	5,594	6,263	20	1,336	74	1,104	29	0
1982	55,438	1,207	156	804	6,721	8,871	20	1,332	299	1,237	39	0
1983	24,152	1,023	347	1,387	8,905	12,224	4	317	189	962	5	0
1984	28,922	975	450	1,339	9,458	11,360	12	804	197	1,138	5	0
1985	35,193	581	207	1,116	4,873	4,604	14	920	63	699	2	0
1986	34,739	687	335	1,155	47,619	5,788	25	1,698	185	1,031	3	0
1987	24,198	1,798	580	1,732	6,427	10,592	35	2,345	568	1,546	7	0
1988	24,147	2,117	783	2,490	5,711	8,147	13	923	144	830	4	0
1989	36,841	2,495	781	2,998	32,730	6,579	-	6	36	253	4	5,941
1990	49,244	3,797	607	4,059	20,118	7,009	-	9	93	402	2	1,036
1991	47,847	5,809	1,261	14,819	8,089	11,357	2	145	215	695	5	1,352
1992	55,706	18,437	1,812	34,313	8,751	16,383	-	45	1,463	764	13	1,413
1993	40,432	16,277	2,431	59,557	11,138	20,304	-	54	2,069	1,079	14	1,711
1994	38,847	23,845	4,000	53,683	10,726	22,780	-	42	379	1,104	19	2,837
1995	7,222	24,894	1,965	7,911	10,719	21,288	-	32	397	970	14	2,097
1996	4,931	11,481	814	2,391	2,221	8,304	-	23	1,838	619	18	2,230
1997	8,903	3,922	495	1,438	1,402	5,090	-	14	244	387	14	896
1998	14,315	1,224	123	955	1,148	2,164	-	6	141	199	10	661
1999	6,795	2,145	103	990	8,994	5,606	-	9	222	301	11	1,089
2000	7,349	2,612	206	1,836	2,803	6,838	-	16	191	361	17	1,465
<b>Total</b>	<b>876,764</b>	<b>132,109</b>	<b>18,068</b>	<b>201,167</b>	<b>271,062</b>	<b>230,071</b>	<b>264</b>	<b>17,736</b>	<b>9,693</b>	<b>22,232</b>	<b>303</b>	<b>22,729</b>

**Tabla D.2.3.4. Emisiones de NOx por tipo de vehículo en la ZMVM, 2000**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1978 y ant	4,091	86	8	98	1,016	961	42	6,022	449	5,074	6	0
1977	542	20	4	28	196	242	5	737	132	818	3	0
1978	690	19	4	28	1,240	260	9	1,278	164	1,063	3	0
1979	941	17	4	38	1,222	237	8	1,103	101	833	1	0
1980	1,277	20	4	34	306	327	9	1,278	85	1,127	4	0
1981	1,572	25	4	45	391	445	12	1,802	100	1,500	8	0
1982	1,524	33	7	35	470	631	12	1,808	406	1,685	10	0
1983	912	39	16	61	623	869	2	431	258	1,308	8	0
1984	1,092	37	20	59	661	807	7	1,091	267	1,549	8	0
1985	1,329	22	9	49	341	327	8	1,253	86	956	3	0
1986	1,312	26	15	51	3,329	411	15	2,310	251	1,407	4	0
1987	914	68	26	76	449	753	21	3,178	769	2,107	12	0
1988	1,281	112	36	109	399	579	8	1,254	196	1,132	7	0
1989	1,954	132	35	132	2,288	468	-	9	49	346	7	29
1990	2,611	201	28	178	1,407	498	-	12	126	545	4	5
1991	3,657	444	57	651	566	807	1	197	293	945	8	6
1992	4,258	1,409	82	1,508	612	1,164	-	62	1,996	1,042	21	7
1993	4,094	1,585	110	2,617	779	1,443	-	74	2,812	1,467	23	8
1994	3,934	2,322	182	2,359	750	1,619	-	56	514	1,498	31	13
1995	1,484	2,424	89	348	749	1,513	-	34	426	1,039	23	34
1996	1,013	1,118	37	105	311	554	-	24	1,865	628	29	38
1997	1,829	382	22	63	197	339	-	14	247	391	23	15
1998	2,941	119	6	42	161	144	-	6	144	204	17	12
1999	1,423	209	5	43	1,261	374	-	10	229	311	19	20
2000	1,539	254	9	81	393	456	-	16	198	374	28	28
<b>Total</b>	<b>48,215</b>	<b>11,123</b>	<b>821</b>	<b>8,839</b>	<b>20,116</b>	<b>16,229</b>	<b>160</b>	<b>24,059</b>	<b>12,163</b>	<b>29,347</b>	<b>312</b>	<b>215</b>

**Tabla D.2.3.5. Emisiones de HC por tipo de vehículo en la ZMVM, 2006**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1982 y ant	16,334	288	12	229	1,599	1,486	56	2,410	173	2,030	11	0
1983	1,579	66	5	67	309	375	7	295	50	327	6	0
1984	2,002	64	5	65	1,951	402	12	510	64	424	6	0
1985	2,554	56	5	90	1,923	366	10	441	36	333	2	0
1986	2,623	67	6	80	481	506	11	509	31	448	7	0
1987	1,891	85	6	105	616	688	16	721	36	600	13	0
1988	2,728	111	10	82	740	975	16	722	153	673	18	0
1989	3,881	118	23	142	980	1,344	3	172	97	522	4	0
1990	5,308	112	30	137	1,041	1,249	10	436	98	619	4	0
1991	6,638	67	14	114	536	506	11	499	32	380	1	0
1992	7,871	79	22	119	5,240	636	20	924	97	563	2	0
1993	7,695	194	38	175	707	1,164	28	1,268	304	841	7	0
1994	6,001	251	51	252	628	896	11	502	73	453	4	0
1995	3,672	292	51	293	3,602	723	-	3	17	139	4	1,546
1996	2,539	443	40	347	2,214	770	-	5	47	219	2	270

Anexo D

1997	3,663	672	83	1,124	890	1,248	1	79	109	380	5	350
1998	5,954	2,117	119	2,430	963	1,801	-	25	786	419	12	359
1999	4,455	1,977	160	4,195	1,226	2,232	-	30	1,091	589	13	435
2000	4,864	2,894	263	3,766	1,180	2,504	-	23	191	601	18	720
2001	2,259	3,020	129	638	1,180	2,340	-	13	151	402	13	340
2002	2,458	1,395	53	230	423	431	-	9	706	243	16	303
2003	637	478	32	142	267	264	-	5	91	151	13	116
2004	691	150	8	97	219	112	-	2	45	70	10	68
2005	749	263	7	99	1,714	291	-	3	74	106	10	104
2006	810	322	14	184	534	355	-	6	62	128	15	130
<b>Total</b>	<b>99,857</b>	<b>15,581</b>	<b>1,186</b>	<b>15,201</b>	<b>31,162</b>	<b>23,667</b>	<b>212</b>	<b>9,611</b>	<b>4,613</b>	<b>11,660</b>	<b>215</b>	<b>4,742</b>

Tabla D.2.3.6. Emisiones de CO por tipo de vehículo en la ZMVM, 2006

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1982 y ant	199,509	3,519	127	2,509	17,351	16,145	83	5,289	379	4,455	23	0
1983	19,287	801	56	730	3,351	4,072	10	647	109	718	13	0
1984	24,454	786	55	718	21,174	4,369	17	1,122	140	932	12	0
1985	31,196	678	57	984	20,867	3,976	15	969	78	729	4	0
1986	32,044	816	61	882	5,222	5,494	17	1,120	67	986	15	0
1987	23,094	1,040	65	1,148	6,679	7,478	24	1,595	79	1,319	28	0
1988	33,325	1,359	107	903	8,025	10,593	24	1,591	337	1,478	39	0
1989	37,968	1,152	239	1,559	10,633	14,596	5	378	213	1,148	5	0
1990	51,923	1,098	311	1,500	11,293	13,564	14	960	216	1,358	5	0
1991	64,932	655	143	1,254	5,819	5,497	16	1,098	70	835	2	0
1992	76,990	773	231	1,301	56,859	6,911	30	2,027	212	1,232	3	0
1993	75,267	1,898	400	1,925	7,674	12,648	41	2,800	671	1,846	7	0
1994	52,285	2,191	540	2,765	6,819	9,728	16	1,102	159	991	4	0
1995	31,994	2,542	539	3,212	39,081	7,855	-	8	38	303	4	5,941
1996	22,122	3,859	419	3,801	24,022	8,369	-	11	103	480	2	1,036
1997	32,041	5,877	870	12,325	9,658	13,561	2	173	238	830	5	1,352
1998	52,075	18,518	1,250	26,647	10,449	19,562	-	54	1,713	913	13	1,413
1999	42,994	16,320	1,677	46,007	13,299	24,245	-	65	2,387	1,289	14	1,711
2000	46,935	23,892	2,760	41,302	12,808	27,201	-	50	420	1,318	19	2,837
2001	15,753	24,934	1,355	7,002	12,799	25,419	-	38	433	1,158	14	2,097
2002	17,136	11,518	562	2,526	2,652	9,915	-	28	2,145	739	17	2,230
2003	8,158	3,945	341	1,560	1,674	6,077	-	17	278	462	14	896
2004	8,847	1,240	85	1,060	1,371	2,584	-	7	155	238	10	661
2005	9,581	2,171	71	1,086	10,739	6,694	-	11	251	360	11	1,089
2006	10,362	2,658	142	2,018	3,346	8,165	-	19	210	431	17	1,465
<b>Total</b>	<b>1,020,274</b>	<b>134,243</b>	<b>12,464</b>	<b>166,725</b>	<b>323,662</b>	<b>274,717</b>	<b>315</b>	<b>21,178</b>	<b>11,104</b>	<b>26,546</b>	<b>298</b>	<b>22,729</b>

Tabla D.2.3.7. Emisiones de NOx por tipo de vehículo en la ZMVM, 2006

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1982 y ant	5,484	97	6	110	1,213	1,147	50	7,191	516	6,058	6	0
1983	530	22	3	32	234	289	6	880	148	977	3	0
1984	672	22	3	32	1,480	311	11	1,527	190	1,269	3	0
1985	857	19	3	43	1,459	283	9	1,317	106	994	1	0

Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

1986	881	22	3	39	365	390	10	1,527	92	1,345	4	0
1987	635	29	3	50	467	532	15	2,152	107	1,791	7	0
1988	916	37	5	40	561	753	14	2,159	457	2,012	10	0
1989	1,434	44	11	69	743	1,037	3	515	290	1,562	8	0
1990	1,961	41	14	66	790	964	9	1,303	293	1,850	8	0
1991	2,452	25	6	55	407	391	10	1,496	96	1,141	3	0
1992	2,908	29	11	57	3,975	491	18	2,758	288	1,680	4	0
1993	2,843	72	18	85	537	899	25	3,794	910	2,516	12	0
1994	2,773	116	25	122	477	691	10	1,498	217	1,351	6	0
1995	1,697	135	24	141	2,732	558	-	10	52	413	7	29
1996	1,173	205	19	167	1,680	595	-	15	139	651	4	5
1997	2,449	449	40	542	675	964	1	235	324	1,129	8	6
1998	3,980	1,415	57	1,171	731	1,390	-	74	2,336	1,244	21	7
1999	4,354	1,589	76	2,022	930	1,723	-	88	3,245	1,752	23	8
2000	4,753	2,326	125	1,815	895	1,933	-	67	570	1,788	31	13
2001	3,237	2,428	62	308	895	1,807	-	41	464	1,241	23	34
2002	3,521	1,122	26	111	372	661	-	28	2,176	750	29	38
2003	1,708	384	16	69	235	405	-	17	281	467	23	15
2004	1,852	121	4	47	192	172	-	7	159	243	17	12
2005	2,006	211	3	48	1,505	446	-	12	259	371	19	20
2006	2,169	259	6	89	469	544	-	19	218	447	28	28
<b>Total</b>	<b>57,246</b>	<b>11,218</b>	<b>567</b>	<b>7,326</b>	<b>24,019</b>	<b>19,378</b>	<b>191</b>	<b>28,728</b>	<b>13,933</b>	<b>35,042</b>	<b>308</b>	<b>215</b>

**Tabla D.2.3.8. Emisiones de HC por tipo de vehículo en la ZMVM, 2010**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1986 y ant	15,918	312	9	248	1,800	1,673	63	2,713	190	2,285	11	0
1987	1,268	71	4	72	348	422	8	332	54	368	6	0
1988	1,913	70	4	71	2,196	453	13	574	70	477	6	0
1989	3,106	60	4	97	2,164	412	11	496	37	374	2	0
1990	4,378	72	5	87	542	569	13	573	32	505	7	0
1991	5,617	92	5	113	693	775	18	812	38	675	13	0
1992	6,809	120	8	89	832	1,098	18	812	166	757	18	0
1993	6,166	128	18	154	1,103	1,512	4	194	105	588	4	0
1994	6,117	122	23	148	1,171	1,406	11	491	105	697	4	0
1995	3,799	72	11	124	604	570	12	561	34	428	1	0
1996	2,662	86	17	128	5,898	716	23	1,040	106	633	2	0
1997	4,922	202	30	189	796	1,311	31	1,427	340	946	7	0
1998	6,466	258	40	271	707	1,008	12	565	78	510	4	0
1999	7,143	296	40	310	4,054	814	0	4	18	156	4	1,546.3
2000	7,869	448	31	342	2,492	867	0	5	50	246	2	270
2001	6,829	678	65	1,027	1,002	1,405	2	89	117	427	5	350
2002	7,486	2,124	93	2,108	1,084	2,027	0	28	875	471	12	359
2003	5,602	1,980	125	3,624	1,379	2,512	0	33	1,204	663	13	435
2004	6,116	2,898	205	3,243	1,328	2,819	0	25	206	676	18	720
2005	678	3,024	101	608	1,328	2,634	0	15	160	453	13	340
2006	738	1,398	42	242	476	485	0	10	784	274	16	303
2007	801	480	25	151	301	297	0	6	100	170	13	116
2008	869	152	6	104	246	126	0	2	49	78	10	68
2009	941	265	5	106	1,929	328	0	4	81	120	10	104
2010	1,018	326	11	197	601	400	0	6	67	144	15	130

Anexo D

<b>Total</b>	<b>115,231</b>	<b>15,733</b>	<b>926</b>	<b>13,852</b>	<b>35,073</b>	<b>26,638</b>	<b>239</b>	<b>10,817</b>	<b>5,066</b>	<b>13,123</b>	<b>215</b>	<b>4,742</b>
--------------	----------------	---------------	------------	---------------	---------------	---------------	------------	---------------	--------------	---------------	------------	--------------

**Tabla D.2.3.9. Emisiones de CO por tipo de vehículo en la ZMMV, 2010**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1986 y ant	194,429	3,809	99	2,715	19,529	18,171	93	5,952	417	5,015	23	0
1987	15,486	867	44	790	3,771	4,583	11	728	119	809	13	0
1988	23,364	851	43	777	23,831	4,917	20	1,263	155	1,049	12	0
1989	37,932	734	45	1,065	23,486	4,475	17	1,091	81	823	4	0
1990	53,471	884	48	955	5,877	6,183	19	1,261	71	1,111	15	0
1991	68,609	1,125	51	1,243	7,517	8,417	27	1,795	83	1,494	28	0
1992	83,167	1,471	84	977	9,032	11,922	27	1,791	366	1,669	39	0
1993	60,317	1,247	187	1,687	11,967	16,428	5	426	232	1,292	5	0
1994	59,831	1,189	243	1,620	12,710	15,267	16	1,080	230	1,534	5	0
1995	37,163	709	111	1,356	6,549	6,187	18	1,236	75	943	2	0
1996	26,041	837	181	1,408	63,996	7,779	34	2,282	233	1,390	3	0
1997	48,142	1,972	313	2,071	8,637	14,235	47	3,152	751	2,090	7	0
1998	56,336	2,246	422	2,974	7,674	10,949	18	1,241	171	1,119	4	0
1999	62,236	2,577	421	3,398	43,986	8,841	0	9	39	342	4	5941
2000	68,559	3,905	327	3,748	27,037	9,419	0	12	111	540	2	1036
2001	59,732	5,928	679	11,259	10,870	15,263	2	194	256	934	5	1352
2002	65,479	18,578	976	23,121	11,760	22,018	0	61	1,906	1,027	13	1413
2003	54,060	16,352	1,309	39,752	14,968	27,288	0	73	2,634	1,451	14	1711
2004	59,016	23,927	2,155	35,570	14,415	30,615	0	56	452	1,483	19	2837
2005	8,683	24,963	1,058	6,670	14,406	28,610	0	43	461	1,303	14	2097
2006	9,445	11,546	438	2,655	2,985	11,160	0	32	2,381	832	17	2230
2007	10,258	3,962	266	1,660	1,884	6,840	0	19	304	520	14	896
2008	11,125	1,252	66	1,140	1,543	2,908	0	8	166	268	10	661
2009	12,047	2,190	56	1,162	12,087	7,534	0	13	274	405	11	1089
2010	13,029	2,692	111	2,161	3,766	9,190	0	21	225	485	17	1465
<b>Total</b>	<b>1,197,958</b>	<b>135,812</b>	<b>9,731</b>	<b>151,933</b>	<b>364,285</b>	<b>309,197</b>	<b>355</b>	<b>23,836</b>	<b>12,193</b>	<b>29,928</b>	<b>298</b>	<b>22,729</b>

**Tabla D.2.3.10. Emisiones de NOx por tipo de vehículo en la ZMMV, 2010**

Año	Emisiones (ton/año)											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1986 y ant	5,344	105	5	119	1,365	1,292	57	8,094	567	6,819	6	0
1987	426	24	2	35	264	326	7	990	161	1,099	3	0
1988	642	23	2	34	1,666	349	12	1,718	211	1,428	3	0
1989	1,043	20	2	47	1,642	318	10	1,482	110	1,119	1	0
1990	1,470	24	2	42	411	439	12	1,718	97	1,514	4	0
1991	1,886	31	2	55	526	598	16	2,422	112	2,015	7	0
1992	2,286	40	4	43	631	847	16	2,429	497	2,265	10	0
1993	2,278	47	8	74	837	1,168	3	579	316	1,758	8	0
1994	2,260	45	11	71	889	1,085	10	1,467	313	2,082	8	0
1995	1,404	27	5	60	458	440	11	1,684	103	1,285	3	0
1996	984	32	8	62	4,474	553	21	3,104	317	1,890	4	0
1997	1,818	74	14	91	604	1,012	28	4,271	1,018	2,832	12	0
1998	2,988	119	19	131	537	778	11	1,686	233	1,521	6	0
1999	3,300	137	19	149	3,075	628	0	12	53	465	7	29
2000	3,636	207	15	165	1,890	669	0	16	150	733	4	5

## Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

---

2001	4,566	453	31	495	760	1,085	1	264	349	1,270	8	6
2002	5,005	1,420	44	1,016	822	1,565	0	83	2,600	1,401	21	7
2003	5,474	1,592	60	1,747	1,047	1,939	0	99	3,580	1,972	23	8
2004	5,976	2,330	98	1,563	1,008	2,176	0	76	613	2,013	31	13
2005	1,818	2,431	48	293	1,007	2,033	0	46	494	1,396	23	34
2006	1,978	1,124	20	117	418	744	0	32	2,416	844	29	38
2007	2,148	386	12	73	264	456	0	19	307	525	23	15
2008	2,329	122	3	50	216	194	0	8	170	274	17	12
2009	2,522	213	3	51	1,694	502	0	13	282	418	19	20
2010	2,728	262	5	95	528	613	0	22	233	503	28	28
<b>Total</b>	<b>66,307</b>	<b>11,288</b>	<b>442</b>	<b>6,676</b>	<b>27,034</b>	<b>21,810</b>	<b>214</b>	<b>32,334</b>	<b>15,300</b>	<b>39,440</b>	<b>308</b>	<b>215</b>

### *Emisiones de PM<sub>10</sub>*

Para el cálculo de las emisiones de PM<sub>10</sub> se utilizaron los mismos factores de emisión que para el inventario de emisiones 1998, (tabla A.2.16 del anexo A), y siguiendo la metodología de dicho inventario se tienen las emisiones de PM<sub>10</sub> para los años 2000, 2006 y 2010 en las tablas que a continuación se presentan.

Tabla D.2.3.11. Emisiones de PM<sub>10</sub> por tipo de vehículo en la ZMVM, 2000

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1978 y ant	56	1.2	0.09	0.60	9	5	36	520	39	438	0.08	-
1977	7	0.3	0.04	0.17	2	1	4	64	11	71	0.05	-
1978	10	0.3	0.04	0.17	11	1	8	111	14	92	0.05	-
1979	13	0.2	0.04	0.23	11	1	6	95	9	72	0.02	-
1980	18	0.3	0.04	0.21	3	2	8	111	7	98	0.06	-
1981	22	0.4	0.05	0.27	3	2	11	158	9	132	0.11	-
1982	21	0.5	0.08	0.22	4	3	11	159	36	148	0.14	-
1983	13	0.5	0.17	0.37	5	4	2	38	23	115	0.45	-
1984	15	0.5	0.22	0.36	6	4	6	96	24	136	0.46	-
1985	18	0.3	0.10	0.30	3	2	8	110	8	84	0.16	-
1986	18	0.4	0.16	0.31	29	2	14	204	22	124	0.25	-
1987	13	0.9	0.28	0.46	4	4	19	283	69	188	0.71	-
1988	18	1.6	0.38	0.67	3	3	8	112	18	101	0.38	-
1989	27	1.8	0.38	0.80	20	2	-	1	4	31	0.39	4.64
1990	36	2.8	0.30	1.09	12	3	-	1	11	49	0.23	0.81
1991	44	5.4	0.62	3.98	5	4	1	18	26	86	0.48	1.06
1992	51	17.0	0.88	9.21	5	6	-	6	181	95	1.22	1.13
1993	49	31.1	1.19	15.98	7	7	-	7	257	134	1.34	1.38
1994	48	45.5	1.95	14.40	6	8	-	5	47	138	1.83	2.33
1995	29	47.5	0.96	2.12	6	8	-	4	50	122	1.32	2.43
1996	20	21.9	0.40	0.64	6	5	-	3	246	83	1.70	2.67
1997	35	7.5	0.24	0.39	3	3	-	2	34	54	1.36	1.10
1998	57	2.3	0.06	0.26	3	1	-	1	21	29	1.00	0.84
1999	62	4.1	0.05	0.27	22	3	-	1	33	45	1.09	1.42
2000	67	5.0	0.10	0.49	7	4	-	2	28	54	1.61	1.97
<b>Total</b>	<b>766</b>	<b>199</b>	<b>9</b>	<b>54</b>	<b>194</b>	<b>89</b>	<b>141</b>	<b>2,112</b>	<b>1,227</b>	<b>2,718</b>	<b>16</b>	<b>22</b>

Tabla D.2.3.12. Emisiones de PM<sub>10</sub> por tipo de vehículo en la ZMVM, 2006

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1982 y ant	76	1.3	0.06	0.67	10	6	43	621	45	523	0.08	-
1983	7	0.3	0.03	0.20	2	1	5	76	13	84	0.05	-
1984	9	0.3	0.03	0.19	13	2	9	132	16	110	0.05	-
1985	12	0.3	0.03	0.26	13	1	8	114	9	86	0.02	-
1986	12	0.3	0.03	0.24	3	2	9	132	8	117	0.05	-
1987	9	0.4	0.03	0.31	4	3	13	189	9	157	0.10	-
1988	13	0.5	0.05	0.24	5	4	13	189	40	177	0.14	-
1989	20	0.6	0.12	0.42	6	5	3	45	26	137	0.45	-
1990	27	0.6	0.15	0.40	7	5	8	115	26	163	0.46	-
1991	34	0.3	0.07	0.34	4	2	9	132	8	100	0.15	-
1992	40	0.4	0.11	0.35	34	2	17	244	26	149	0.25	-
1993	39	1.0	0.20	0.52	5	5	23	338	81	224	0.70	-
1994	38	1.6	0.26	0.74	4	3	9	134	19	121	0.38	-
1995	23	1.9	0.26	0.86	24	3	-	1	5	37	0.38	4.64
1996	16	2.8	0.20	1.02	14	3	-	1	13	59	0.22	0.81

Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México 1998

1997	30	5.4	0.42	3.31	6	5	1	21	29	102	0.47	1.06
1998	48	17.1	0.61	7.15	6	7	-	7	212	113	1.21	1.13
1999	53	31.1	0.82	12.34	8	9	-	8	296	160	1.33	1.38
2000	57	45.6	1.35	11.08	8	10	-	6	52	164	1.82	2.33
2001	63	47.6	0.66	1.88	8	9	-	5	54	145	1.31	2.43
2002	68	22.0	0.27	0.68	7	6	-	4	287	99	1.69	2.67
2003	74	7.5	0.17	0.42	4	4	-	2	39	65	1.35	1.10
2004	80	2.4	0.04	0.28	3	2	-	1	23	35	0.99	0.84
2005	87	4.1	0.03	0.29	27	4	-	2	37	53	1.08	1.42
2006	94	5.1	0.07	0.54	8	5	-	3	31	64	1.60	1.97
<b>Total</b>	<b>1,029</b>	<b>201</b>	<b>6</b>	<b>45</b>	<b>232</b>	<b>107</b>	<b>169</b>	<b>2,522</b>	<b>1,406</b>	<b>3,245</b>	<b>16</b>	<b>22</b>

**Tabla D.2.3.13. Emisiones de PM<sub>10</sub> por tipo de vehículo en la ZMVM, 2010**

Año	Emisiones [ton/año]											
	AUTG	TAXG	COMG	MICG	PICG	CAMG	V<3D	TRAD	AUTD	V>3D	CGLP	MOTG
1986 y ant	74	1.4	0.0	1	12	7	48	699	49	589	0.08	0.0
1987	6	0.3	0.0	0	2	2	6	86	14	95	0.05	0.0
1988	9	0.3	0.0	0	14	2	10	149	18	123	0.05	0.0
1989	14	0.3	0.0	0	14	2	9	128	10	97	0.02	0.0
1990	20	0.3	0.0	0	4	2	10	149	8	131	0.05	0.0
1991	26	0.4	0.0	0	5	3	15	212	10	177	0.10	0.0
1992	32	0.6	0.0	0	5	4	15	213	44	199	0.14	0.0
1993	31	0.7	0.1	0	7	6	3	51	28	154	0.45	0.0
1994	31	0.6	0.1	0	8	5	9	129	28	183	0.46	0.0
1995	19	0.4	0.1	0	4	2	10	148	9	113	0.15	0.0
1996	14	0.4	0.1	0	39	3	19	275	28	167	0.25	0.0
1997	25	1.0	0.2	1	5	5	26	380	91	252	0.70	0.0
1998	41	1.6	0.2	1	5	4	10	151	21	136	0.38	0.0
1999	46	1.9	0.2	1	26	3	0	1	5	42	0.38	4.6
2000	50	2.9	0.2	1	16	3	0	1	14	66	0.22	0.8
2001	55	5.5	0.3	3	7	5	1	24	32	115	0.47	1.1
2002	60	17.2	0.5	6	7	8	0	8	236	127	1.21	1.1
2003	66	31.2	0.6	11	9	10	0	9	327	180	1.33	1.4
2004	72	45.7	1.1	10	9	11	0	7	56	185	1.82	2.3
2005	79	47.6	0.5	2	9	10	0	5	58	164	1.31	2.4
2006	86	22.0	0.2	1	7	7	0	4	319	111	1.69	2.7
2007	93	7.6	0.1	0	5	4	0	3	43	73	1.35	1.1
2008	101	2.4	0.0	0	4	2	0	1	24	39	0.99	0.8
2009	109	4.2	0.0	0	30	5	0	2	41	60	1.08	1.4
2010	118	5.1	0.1	1	9	6	0	3	34	72	1.60	2.0
<b>Total</b>	<b>1,278</b>	<b>202</b>	<b>5</b>	<b>41</b>	<b>261</b>	<b>120</b>	<b>190</b>	<b>2,839</b>	<b>1,543</b>	<b>3,652</b>	<b>16</b>	<b>22</b>

*Emisiones de SO<sub>2</sub>*

Las emisiones de bióxido de azufre, se calcularon mediante un balance de masa, de acuerdo a la metodología descrita en el inventario de emisiones de 1998, en la tabla D.1.3.1 se tienen los

consumos utilizados para el año 2000, así mismo, en la tabla D.1.3.2 se muestran las estimaciones proyectadas del consumo de combustible; las emisiones de SO<sub>2</sub> se muestran en la tabla D.2.3.7.

Cabe destacar que se utilizó la misma concentración de azufre y densidad de los combustibles vehiculares del año 1998, para el cálculo de los años 2000, 2006 y 2010 (tabla D.2.3.6).

**Tabla D.2.3.6. Densidad y contenido de azufre de los combustibles**

Combustible	Densidad <sup>8</sup> [ton/m <sup>3</sup> ]	Azufre <sup>9</sup> [%peso]
PEMEX Magna	0.73	0.039
PEMEX Premium	0.73	0.022
PEMEX Diesel	0.83	0.04

**Tabla D.2.3.7. Emisiones de SO<sub>2</sub> por tipo de vehículo en la ZMVM, 2000, 2006 y 2010.**

Clasificación Vehicular	Emisiones [ton/año]		
	2000	2006	2010
Autos Particulares	2,056	2,551	2,980
Taxis	583	722	844
Combis	27	36	42
Microbuses	156	211	247
Pick up's	544	666	777
Camiones de carga a gasolina	262	306	358
Vehículos a diesel <3 ton	25	33	39
Tractocamiones a diesel	374	486	587
Autobuses a diesel	217	287	346
Vehículos a diesel = 3 ton	464	626	755
Camiones de carga a gas LP	-	-	-
Motocicletas	63	63	63
<b>Total</b>	<b>4,771</b>	<b>5,987</b>	<b>7,038</b>

<sup>8</sup> Fuente: PEMEX Refinación.

<sup>9</sup> Oficio fechado el lunes 21 de junio de 1999 de la Subdirección de Producción de PEMEX Refinación dirigido al Dr. Adrián Fernández Bremauntz, Director General del Instituto Nacional de Ecología.