

4.3 FUENTES MÓVILES

Se consideran como fuentes móviles carreteras a todas aquellas unidades motrices que sirven como medio de transporte. Durante el año 2004, estas fuentes consumieron 292 PJ de energía para impulsarse mediante un proceso de combustión, donde la energía química del combustible se transforma en energía mecánica; esta energía representa el 54% del total que se consumió en la ZMVM¹. Dichas unidades se caracterizan por ir de un lugar a otro y por lo tanto contaminan a lo largo de su recorrido. De los diversos contaminantes generados durante este proceso, en el presente inventario se evaluaron los siguientes: PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂, CO, NO_x, COT, CH₄, COV y NH₃.

Tabla 4.3.1 Consumo energético de las fuentes móviles por tipo de combustible ZMVM, 2004

Tipo de Combustible	Consumo energético	
	[PJ/año]	[%]
PEMEX Magna	190	65
PEMEX Premium	32	11
PEMEX Diesel	63	22
Gas Licuado a Presión (GLP)	6	2
Gas Natural Comprimido (GNC)	1	N/S
Total	292	100

4.3.1 Metodología de las Fuentes Móviles

Para estimar las emisiones de las fuentes móviles carreteras se utilizó la metodología establecida en el Manual VI “Desarrollo de Inventario de Emisiones de Vehículos Automotores” del Programa de Inventarios de Emisiones para México². Esta metodología recomienda la utilización de factores de emisión, aplicados a los datos de actividad, que en el caso de las fuentes móviles son los Kilómetros Recorridos por los Vehículos (KRV).

Los factores que se utilizaron para estimar las emisiones de HC, CO, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} y NH₃, se obtuvieron de diversas fuentes tales como:

- Factores de emisión proporcionados por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).
- Modelos MOBILE5-México y MOBILE6-México, desarrollados por la US-EPA.
- Greenhouse Gas Inventory Reference Manual Vol. 3, desarrollado por el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés).

Para estimar las emisiones de SO₂ se utilizó un balance de materiales a partir del consumo de combustible y su contenido de azufre en peso.

La flota vehicular considerada en este inventario también fue obtenida a partir de diferentes fuentes de información, como son:

¹ Consumo energético del Inventario de Emisiones 2004.

² SEMARNAP-INE, 1997.

- Bases de datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO) de los años 2002, 2003 y 2004 para el Distrito Federal y Estado de México.
- Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de México.

Los KRV recorridos por cada tipo de vehículo fueron calculados en base a una estimación de los kilómetros recorridos por día, y el número de días que circulan al año reportados en el *Estudio integral de transporte y calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México*, realizado por la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI, 1997).

En el caso de los autos particulares, la actividad se obtuvo de acuerdo a las lecturas del odómetro reportadas en la base de datos del PVVO correspondiente al primer semestre de 2001 del Distrito Federal. A partir de este análisis fue posible puntualizar la actividad de los autos particulares de acuerdo con el tipo de holograma que otorga dicho programa, relacionándola con el año modelo de los vehículos.

4.3.2 Flota Vehicular

La flota vehicular que se utilizó para evaluar las emisiones del presente inventario, se estimó en cerca de 3.7 millones de vehículos, de los cuales el 66% corresponden a unidades registradas en el Distrito Federal y el 34% restante a unidades registradas en el Estado de México. Ver Tabla 4.3.2.

Tabla 4.3.2 Distribución de la Flota Vehicular Circulante en la ZMVM

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos			% ZMVM
	Distrito Federal	Estado de México	ZMVM	
Autos Particulares ^{1,2,3,9}	1,924,281	1,043,612	2,967,893	79
Taxis ^{4,5}	106,642	11,992	118,634	3
Combis ^{4,5}	3,904	15,581	19,485	1
Microbuses ^{3,4,8}	21,502	11,549	33,051	1
Pick Up ^{1,2,3}	43,288	84,993	128,281	3
Vehículos ≤ 3 Toneladas ^{3,4,8}	145,500	45,908	191,408	5
Tractocamiones ^{3,7}	63,638	19,396	83,034	2
Autobuses ^{3,4,6,7}	28,582	3,983	32,565	1
Vehículos > 3 Toneladas ^{3,9}	18,805	39,108	57,913	2
Motocicletas ^{4,5,10}	117,435	10,019	127,454	3
Total	2,473,577	1,286,141	3,759,718	100

¹ Consultas a la base de datos del PVVO del año 2002, DIP/DGGAA/SMA-GDF.

² Consultas a la base de datos del PVVO del año 2003, DIP/DGGAA/SMA-GDF.

³ Consultas a la base de datos del PVVO del año 2004, DIP/DGGAA/SMA-GDF.

⁴ Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2002-2003, SETRAVI.

⁵ Dirección General de Transporte Terrestre, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Gobierno del Estado de México, 2001.

⁶ Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, 2005.

⁷ Estadística Básica del Autotransporte Federal 2004, SCT.

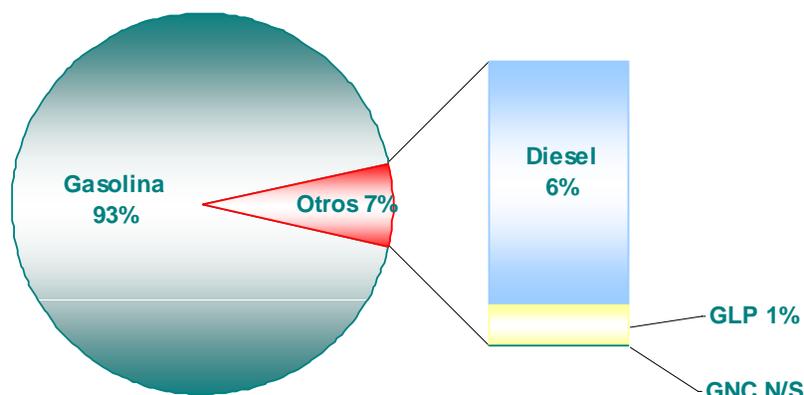
⁸ SMA/DGGAA/DIP/SPFM/JUD Políticas de Fuentes Móviles, 2005.

⁹ Presentación: "La experiencia del GNC en México, DGGAA, DIP, Enero de 2002.

¹⁰ Anuarios de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 1995-1996, 1997, 1998-1999, 2000, 2001 y 2002-2003. SETRAVI.

Distribución de la flota vehicular por tipo de Combustible

Al desglosar la flota por el tipo de combustible que utilizan las unidades que circulan tanto en las 16 delegaciones del Distrito Federal, como en los 18 Municipios del Estado de México considerados dentro de la ZMVM; se tiene que el 93% corresponden a vehículos que utilizan gasolina como combustible, el 6% son unidades a diesel y los vehículos restantes utilizan principalmente gas licuado de petróleo (GLP), las unidades a gas natural comprimido representan una cantidad no significativa en esta flota como se muestra en la Gráfica 4.3.1 y en la Tabla 4.3.3.



Gráfica 4.3.1 Flota vehicular porcentual de la ZMVM por tipo de combustible

Tabla 4.3.3 Flota Vehicular en circulación por tipo de combustible en la ZMVM

Tipo de Vehículo	Número de Vehículos				Total
	Gasolina	Diesel	GLP	GNC	
Autos particulares	2,963,103	219	3,918	653	2,967,893
Taxis	118,585	-	40	9	118,634
Combis	19,446	1	37	1	19,485
Microbuses	20,310	90	11,697	954	33,051
Pick Up	126,908	67	1,303	3	128,281
Vehículos ≤ 3 Toneladas	81,976	95,807	13,491	134	191,408
Tractocamiones	36	82,990	7	1	83,034
Autobuses	89	32,459	17	-	32,565
Vehículos > 3 Toneladas	38,503	10,443	8,462	505	57,913
Motocicletas	127,454	-	-	-	127,454
Total	3,496,410	222,076	38,972	2,260	3,759,718

Edad del Parque Vehicular

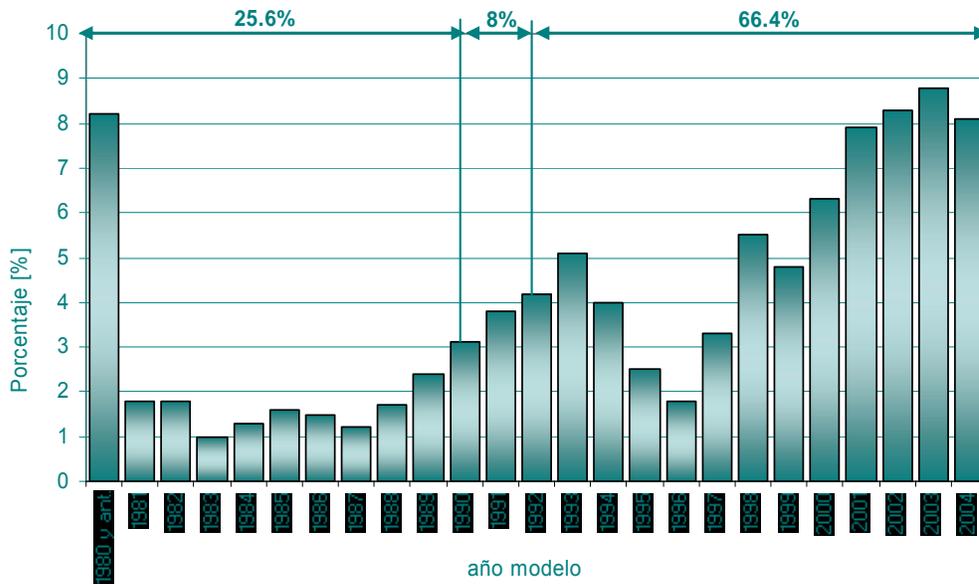
En el cálculo de las emisiones es de gran importancia considerar el año modelo de los vehículos, ya que esto nos permite conocer mejor el volumen de emisiones generadas por estrato vehicular y con ello proponer acciones para reducir las emisiones en forma específica. A continuación se tiene la distribución del parque de acuerdo al año modelo de los vehículos para los dos combustibles más comunes.

Se observa que en el caso de la gasolina cerca del 26% son modelos 1990 y anteriores, 8% corresponden a los modelos 1991-1992 y alrededor del 66% corresponden a modelos 1993 y posteriores, los cuales ya cuentan con convertidores catalíticos de tres vías y otros dispositivos anticontaminantes.

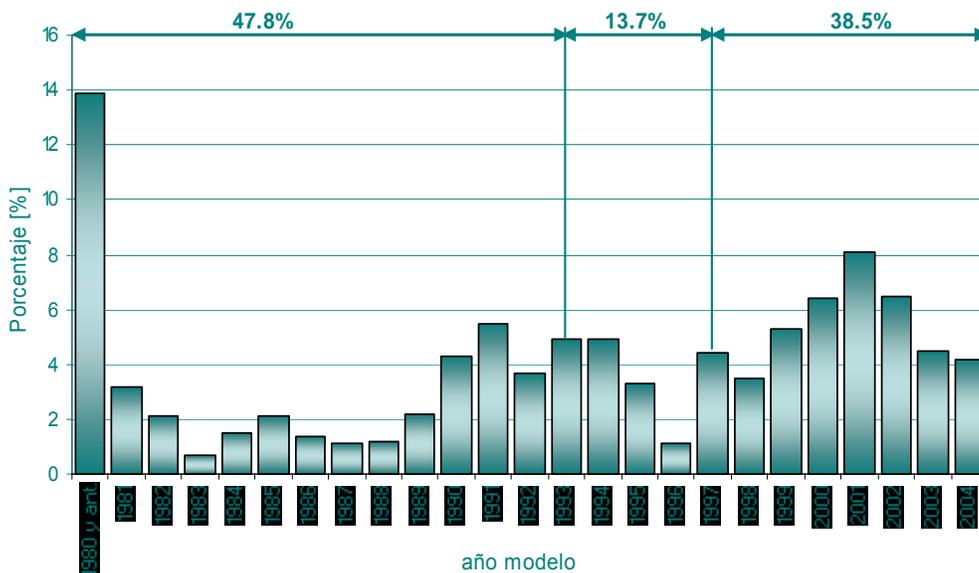
Por lo que respecta a las unidades que utilizan diesel como combustible, haciendo una separación por estratos tecnológicos tenemos que poco más el 47.8% de las unidades corresponden a unidades año modelo 1993 y anteriores, casi el 14% son vehículos modelo 1994 a 1997 que cuentan con la tecnología EPA 94; y el 38% restante son vehículos modelo 1998 y posteriores, los cuales cuentan con tecnología EPA 98. En la siguiente tabla se muestran las distribuciones porcentuales por año modelo de los vehículos que utilizan como combustible gasolina y diesel respectivamente (ver tabla y gráficas siguientes).

Tabla 4.3.4 Porcentaje de vehículos por año modelo y tecnología

Año Modelo	Gasolina		Diesel	
	%	% por Tecnología	%	% por Tecnología
1980 y ant.	8.2	25.6	13.9	47.8
1981	1.8		3.2	
1982	1.8		2.1	
1983	1.0		0.7	
1984	1.3		1.5	
1985	1.6		2.1	
1986	1.5		1.4	
1987	1.2		1.1	
1988	1.7		1.2	
1989	2.4		2.2	
1990	3.1		4.3	
1991	3.8	8.0	5.5	
1992	4.2		3.7	
1993	5.1	66.4	4.9	13.7
1994	4.0		4.9	
1995	2.5		3.3	
1996	1.8		1.1	
1997	3.3		4.4	
1998	5.5		3.5	38.5
1999	4.8		5.3	
2000	6.3		6.4	
2001	7.9		8.1	
2002	8.3		6.5	
2003	8.8	4.5		
2004	8.1	4.2		
Total	100	100	100	100



Gráfica 4.3.2 Porcentaje de vehículos a gasolina por año modelo y tecnología



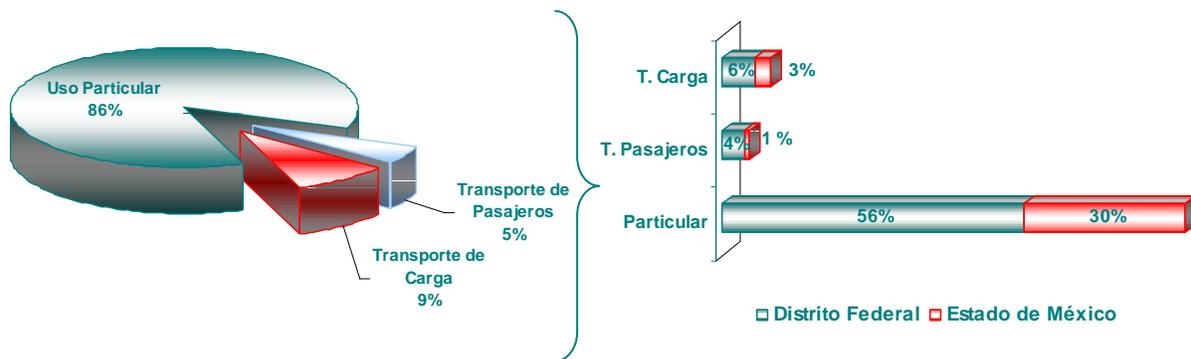
Gráfica 4.3.3 Porcentaje de vehículos a diesel por año modelo y tecnología

Uso de los Vehículos

Para conocer la intensidad de uso y el deterioro a que se somete cada una de las unidades vehiculares, es importante hacer una subdivisión de acuerdo al uso que se le da a cada una de éstas. Para ello se agruparon los tipos de vehículo en tres usos, correspondiendo el 86% a vehículos de uso particular, 9% para transporte de carga y 5% para unidades de transporte de pasajeros, tal y como se muestra en la Tabla 4.3.5 y en la Gráfica 4.3.4.

Tabla 4.3.5 Tipos de Vehículo de acuerdo con el uso

Uso	Tipo de Vehículo
Uso Particular	Autos Particulares
	Pick Up
	Motocicletas
Transporte de Pasajeros	Taxis
	Combis
	Microbuses
	Autobuses
Transporte de Carga	Vehículos ≤ 3 Ton
	Tractocamiones
	Vehículos > 3 Ton



Gráfica 4.3.4 Distribución de la flota vehicular de la ZMVM de acuerdo al uso

4.3.3 Actividad Vehicular

La actividad de los vehículos en el inventario de emisiones está representada por los Kilómetros Recorridos por los Vehículos (KRV); los cuales se obtienen del producto de la flota vehicular en circulación y dos indicadores de actividad, éstos indicadores son los kilómetros que circulan durante un día y el número de días que circulan a lo largo del año, lo cual representa la intensidad con la cual se utilizan los vehículos.

Los kilómetros recorridos al año varían de acuerdo al holograma que portan los vehículos (doble cero, cero, uno o dos). Este holograma es otorgado de acuerdo al Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO), dependiendo del año modelo y del nivel de emisiones que presenten las unidades.

En la tabla 4.3.6 se tienen los indicadores de actividad utilizados para los autos particulares. Los kilómetros por día fueron obtenidos a partir de las lecturas del odómetro registradas en la base de datos del PVVO. También se ha tomado en cuenta que los vehículos con hologramas 1 y 2 dejan de circular un día a la semana, lo que significa un total de 313 días en circulación por año; los hologramas cero y doble circulan los 365 días del año al no tener restricción semanal para circular.

Tabla 4.3.6 Datos de actividad para los autos particulares

Tipo de Holograma	Actividad	
	[Km/día]	[días/año]
Doble Cero	36	365
Cero	36	365
Uno	24	313
Dos	25	313

Consultas al Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.

Los indicadores de actividad de la flota restante son valores reportados por la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad (COMETRAVI), el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y por la Secretaría de Transportes y Vialidad (SETRAVI). Dichos datos se encuentran en las Tablas 4.3.7 y 4.3.8; la primera corresponde a vehículos que pueden obtener cualquiera de los hologramas mencionados anteriormente y la segunda es para aquellos tipos de vehículo que obtienen un solo tipo de holograma.

La columna *Clasificación Final* representa la clasificación vehicular que se utiliza en el inventario, mientras que la columna *Tipo de Vehículo* representa su equivalente en la base de datos del PVVO.

Tabla 4.3.7 Actividad de la flota vehicular de la ZMVM de acuerdo al tipo de holograma

Clasificación Final	Tipo de Vehículo	Km/día	Días/año			
			Doble Cero	Cero	Uno	Dos
Autos Particulares	Autos Particulares de Uso Intensivo	100	365	365	313	313
Pick Up	Pick Up	60	365	365	313	313
	Pick Up's de Uso Intensivo	100	365	365	313	313
Microbuses	Microbuses	200	N/A	365	313	313
Vehículos ≤ 3 Ton	Vehículos ≤ 3 Ton	33	N/A	365	313	313
Vehículos > 3 Ton	Vehículos > 3 Ton de Uso Intensivo	60	N/A	365	313	313
Taxis	Taxis	200	N/A	365	313	313
Combis	Combis de Transporte de Pasajeros	200	N/A	365	313	313

Fuentes: COMETRAVI, 1997. Definición de políticas de modernización, inspección, sustitución, eliminación definitiva, adaptación de vehículos y combustibles alternos.

Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.

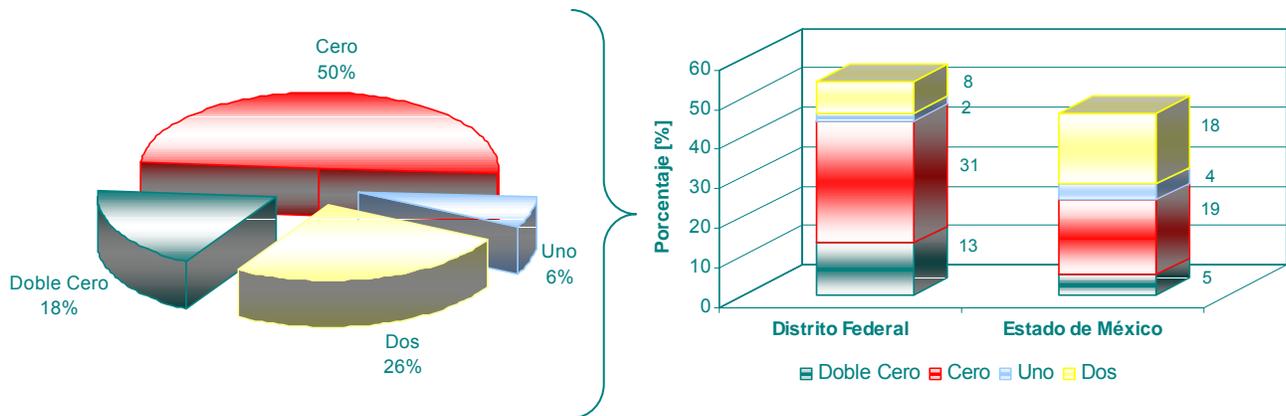
N/A.- No Aplica

Tabla 4.3.8 Actividad de la flota vehicular que cuenta con un solo tipo de holograma

Clasificación Final	Tipo de Vehículo	Km/día	Días/año
Tractocamiones	Tractocamiones	60	365
Autobuses	Autobuses Red de Transporte de Pasajeros (día hábil)	223	255
	Autobuses Red de Transporte de Pasajeros (día inhábil)	241	110
	Autotransporte Federal de Turismo	60	365
	Autotransporte Federal de Pasaje	48	365
	Concesionados	223	313
Motocicletas	Motocicletas	79	313

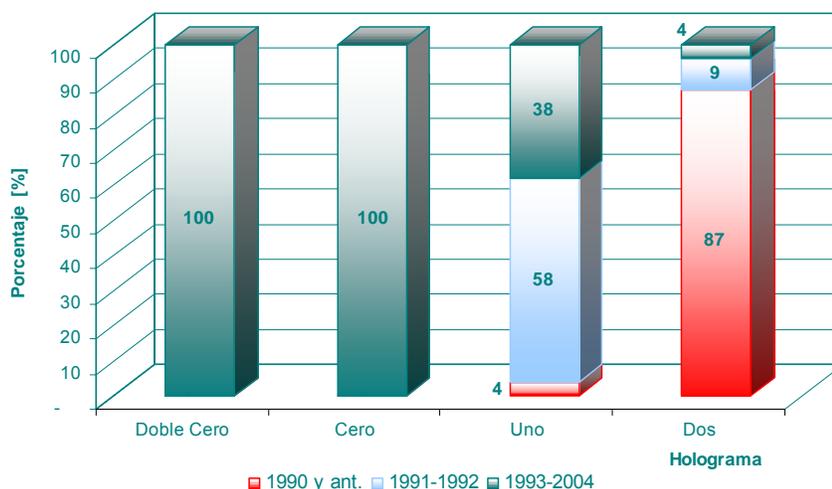
Fuentes: COMETRAVI, 1997. Definición de políticas de modernización, inspección, sustitución, eliminación definitiva, adaptación de vehículos y combustibles alternos. Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2000, SETRAVI 2001. Dirección General del Autotransporte Federal, SCT, 2002. Red de Transporte de Pasajeros del Distrito Federal, 2003.

En las Gráficas 4.3.5 y 4.3.6, se representa la distribución de los KRV empleados para los autos particulares, desagregados de acuerdo con el tipo de holograma otorgado por el PVVO y al año modelo; en ellas se puede observar que los vehículos con holograma doble cero y cero contribuyen con más del 60% de los KRV de toda la ZMVM y están conformados por vehículos de años modelo 1993 y posteriores.



Gráfica 4.3.5 Distribución porcentual de KRV de los autos particulares de acuerdo con el tipo de holograma del PVVO

En lo que respecta a los vehículos con holograma uno y dos, se tiene que contribuyen con el 6% y el 26% de los kilómetros recorridos por los autos particulares respectivamente, de los cuales el 38% y el 4% son recorridos por vehículos con menos de 12 años de edad, es decir modelos 1993 a 2004 (gráfica siguiente).



Gráfica 4.3.6 Distribución de KRV por estrato tecnológico para los autos particulares de acuerdo al holograma

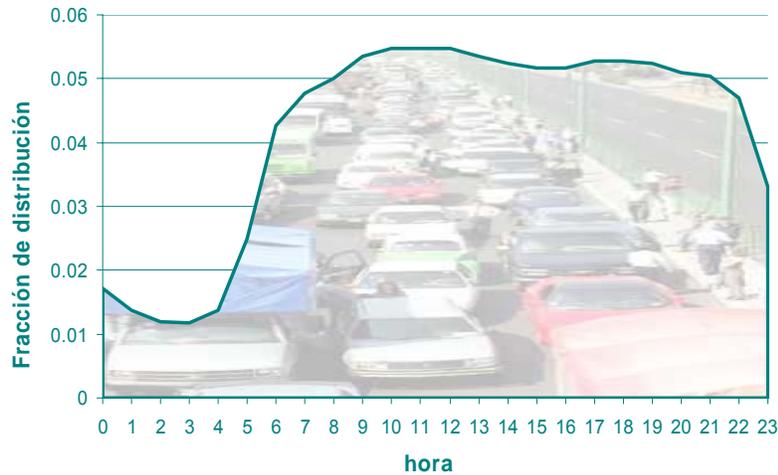
4.3.4 Emisiones generadas por las Fuentes Móviles

Distribución horaria

Con el propósito de que el inventario de emisiones sea utilizado para la modelación fotoquímica, se distribuyeron las emisiones de manera temporal, tomando como base el estudio *“Sistema de Información de Condiciones de Tránsito para la Estimación de Emisiones Contaminantes por Fuentes Móviles en la Zona Metropolitana del Valle de México”* (ETEISA, 2003).

Como podemos apreciar en la Gráfica 4.3.7 y Tabla 4.3.9, a partir de las cinco de la mañana comienza a incrementarse la actividad vehicular, hasta presentar un pico de emisión entre las 9:00 y 12:00 horas, debido al aumento en ese horario de los traslados a escuelas y oficinas, después de éstas horas se presenta una pequeña disminución del tráfico, sin embargo, la tendencia es casi continua, lo cual es reflejo de la constante actividad vehicular a través del día. Las emisiones comienzan a disminuir a partir de las 22:00 horas, después que gran parte de la población ha regresado a sus hogares.

Gráfica 4.3.7 Perfil horario de distribución promedio de las



emisiones de fuentes móviles en la ZMVM

Tabla 4.3.9 Distribución horaria de emisiones de fuentes móviles

HORA	Emisiones [ton/año]					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV
0	0.3	0.2	0.2	108.4	8.7	11.4
1	0.2	0.2	0.2	84.0	6.8	8.9
2	0.2	0.1	0.1	73.0	5.9	7.7
3	0.2	0.1	0.1	70.1	5.6	7.4
4	0.2	0.2	0.1	78.3	6.3	8.3
5	0.3	0.3	0.2	137.5	11.1	14.6
6	0.6	0.5	0.4	242.1	19.4	25.7
7	0.6	0.5	0.5	258.6	20.7	27.5
8	0.7	0.5	0.5	271.1	21.7	28.8
9	0.7	0.6	0.5	293.3	23.4	31.2
10	0.7	0.6	0.5	303.1	24.1	32.2
11	0.7	0.6	0.5	302.9	24.1	32.2
12	0.7	0.6	0.5	299.2	23.8	31.8
13	0.7	0.5	0.5	287.9	22.9	30.6
14	0.7	0.5	0.5	279.6	22.1	29.6
15	0.7	0.5	0.5	273.0	21.6	28.9
16	0.7	0.5	0.5	272.7	21.6	28.8
17	0.7	0.5	0.5	281.6	22.3	29.7
18	0.7	0.5	0.5	279.3	22.1	29.4
19	0.7	0.5	0.5	278.9	22.0	29.4
20	0.7	0.5	0.5	275.1	21.8	29.1
21	0.7	0.5	0.5	280.1	22.2	29.7
22	0.6	0.5	0.5	263.4	20.9	28.0
23	0.5	0.4	0.3	190.1	15.1	20.3
Total/día	14	10	10	5,483	436	581

Emisiones anuales de las fuentes móviles

Las fuentes móviles aportan la mayor parte de las emisiones de toda la ZMVM; esto es debido a la conjunción de diversos factores que influyen en la emisión de contaminantes, tales como el aumento constante del número de vehículos en circulación, la cantidad de combustible que consumen y las tecnologías de control incorporadas en los vehículos.

En la Tabla 4.3.10 se muestran las emisiones causadas por las fuentes móviles carreteras en la Zona Metropolitana del Valle de México, por contaminante y tipo de vehículo en el año 2004; así mismo, en la Tabla 4.3.11 se presenta su contribución porcentual.

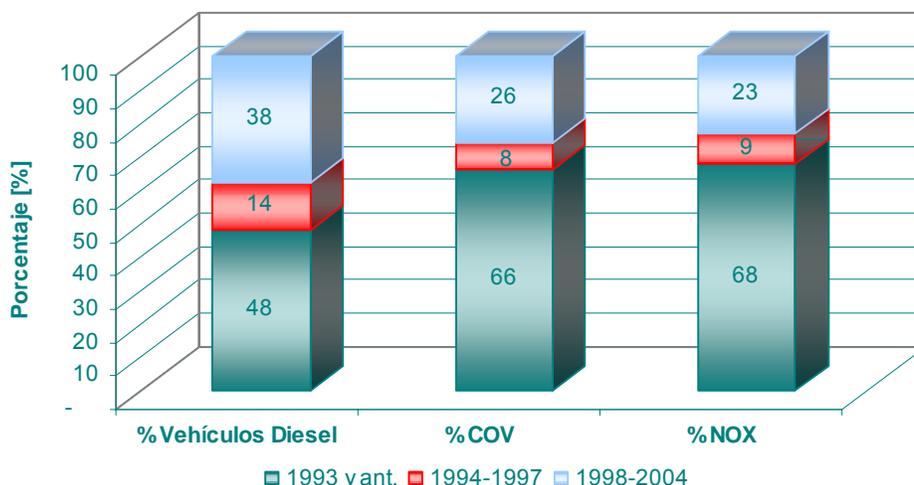
Tabla 4.3.10 Emisiones de las fuentes móviles en la ZMVM, 2004

Tipo de Vehículo	Emisiones [ton/año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Autos Particulares	860	480	1,719	890,602	57,456	92,689	3,931	85,849	2,648
Taxis	144	80	312	118,709	11,062	14,309	606	13,252	483
Combis	24	14	44	69,194	3,208	6,687	283	6,193	76
Microbuses	42	24	123	151,556	10,278	18,767	1,461	17,456	171
Pick Up	63	36	149	106,338	8,572	10,825	515	10,012	169
Vehículos ≤ 3 Ton	283	234	215	109,111	10,695	11,908	478	11,084	117
Tractocamiones	2,315	2,014	284	31,945	29,094	11,575	494	11,069	30
Autobuses	691	600	261	16,015	10,751	4,741	204	4,530	14
Vehículos > 3 Ton	270	223	152	186,038	5,798	12,989	1,030	11,715	45
Motocicletas	76	43	62	98,399	1,057	13,646	814	12,739	22
Total	4,768	3,748	3,321	1,777,907	147,971	198,136	9,816	183,899	3,775

Tabla 4.3.11 Contribución porcentual de las fuentes móviles en la ZMVM, 2004

Tipo de Vehículo	Emisiones [%]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Autos Particulares	18.0	13.0	51.6	50.1	38.8	46.7	40.0	46.7	70.1
Taxis	3.0	2.1	9.4	6.7	7.5	7.2	6.2	7.2	12.8
Combis	0.5	0.4	1.3	3.9	2.2	3.4	2.9	3.4	2.0
Microbuses	0.9	0.6	3.7	8.5	6.9	9.5	14.9	9.5	4.5
Pick Up	1.3	1.0	4.5	6.0	5.8	5.5	5.2	5.4	4.5
Vehículos ≤ 3 Ton	5.9	6.2	6.5	6.1	7.2	6.0	4.9	6.0	3.1
Tractocamiones	48.6	53.7	8.6	1.8	19.7	5.8	5.0	6.0	0.8
Autobuses	14.5	16.0	7.9	0.9	7.3	2.4	2.1	2.5	0.4
Vehículos > 3 Ton	5.7	5.9	4.6	10.5	3.9	6.6	10.5	6.4	1.2
Motocicletas	1.6	1.1	1.9	5.5	0.7	6.9	8.3	6.9	0.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

En las tablas anteriores se observa como la mayor cantidad de las emisiones contaminantes por fuentes móviles es aportada por los autos particulares; excepto en el caso de las PM₁₀ y PM_{2.5}, donde los tractocamiones generan el mayor porcentaje de toneladas al año de estos contaminantes (casi 49% y 54% respectivamente).



Gráfica 4.3.8 Contribución porcentual a las emisiones de COV y NOx de los vehículos a diesel por estrato tecnológico

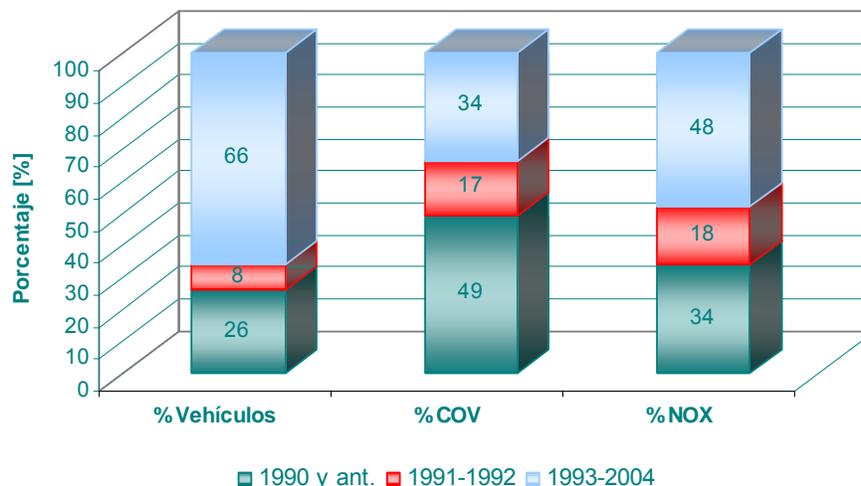
En la Gráfica 4.3.8, se tiene la comparación porcentual entre la emisión de los precursores de ozono (compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno) así como el porcentaje de vehículos a diesel, que se encuentran en circulación en la ZMVM en el año 2004, de acuerdo al año modelo. Se observa que el 48% de los vehículos (años modelo 1993 y anteriores), emite el 66% de los compuestos orgánicos volátiles y el 68% de los óxidos de nitrógeno.

Los vehículos años modelo 1994 a 1997 (tecnología EPA 94) representan el 14% de la flota vehicular, los cuales emiten el 8% de los compuestos orgánicos volátiles y el 9% de los óxidos de nitrógeno. Finalmente, los vehículos que corresponden a los años modelo 1998-2004 (tecnología EPA 98) representan el 38% de la flota de vehículos a diesel y aportan el 26% y el 23% de los compuestos orgánicos volátiles y de los óxidos de nitrógeno, respectivamente.

Complementando este análisis, en la Gráfica 4.3.10, se consideró el resto de la flota, es decir, vehículos que utilizan gasolina, GLP o GNC como combustible; de acuerdo al año modelo correspondiente a los estratos tecnológicos, y su correspondiente aporte de emisiones de COV y NOx.

En esta gráfica se observa que los vehículos que no cuentan con sistemas para controlar emisiones (años modelo 1990 y anteriores) representan el 26% de los vehículos y contribuyen con el 49% y el 34% a las emisiones de COV y de NOx respectivamente; el 8% de los vehículos corresponde a los años modelo 1991 y 1992 que ya tienen incorporados algunos sistemas de control de emisiones como encendido electrónico y convertidor catalítico de dos vías, los cuales emiten el 17% de compuestos orgánicos volátiles y el 18% de óxidos de nitrógeno.

Por último, los vehículos correspondientes a los años modelo 1993 a 2004 (66%), los cuales se consideran los menos contaminantes debido a que están equipados con sistemas de control de emisiones avanzados, tales como convertidor catalítico de tres vías, canister para controlar las emisiones evaporativas, computadoras a bordo y sensores de oxígeno, aportan el 34% de los compuestos orgánicos volátiles es y el 48% de los óxidos de nitrógeno.



Gráfica 4.3.9 Contribución porcentual a las emisiones de COV y NOX de los vehículos a gasolina, gas LP y gas natural comprimido

4.3.5 Emisiones de las fuentes móviles por entidad federativa

Como ya se ha mencionado anteriormente, lo que consideramos como Zona Metropolitana del Valle de México son todas las delegaciones de Distrito Federal y algunos municipios conurbados del Estado de México; por lo que en la elaboración del presente inventario se obtienen por separado las emisiones de cada una de estas entidades y posteriormente son conjuntadas.

Tabla 4.3.12 Emisiones por las fuentes móviles para el Distrito Federal

Tipo de Vehículo	Emisiones [ton/año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Autos Particulares	463	258	1,022	325,030	27,139	35,982	1,530	33,327	1,485
Taxis	129	72	285	104,960	9,897	12,685	537	11,748	432
Combis	5	3	10	13,990	642	1,353	57	1,253	15
Microbuses	27	15	84	83,756	6,957	12,283	1,177	11,425	126
Pick Up	19	11	53	22,209	2,104	2,499	119	2,311	57
Vehículos ≤ 3 Ton	245	205	154	71,764	7,567	8,177	325	7,613	86
Tractocamiones	1,785	1,553	141	24,534	22,408	8,907	381	8,518	23
Autobuses	569	494	153	12,651	8,881	3,889	165	3,718	12
Vehículos > 3 Ton	75	61	49	36,930	1,817	2,883	254	2,609	16
Motocicletas	70	40	58	90,360	973	12,368	738	11,546	20
Total	3,387	2,712	2,009	786,184	88,385	101,026	5,283	94,068	2,272

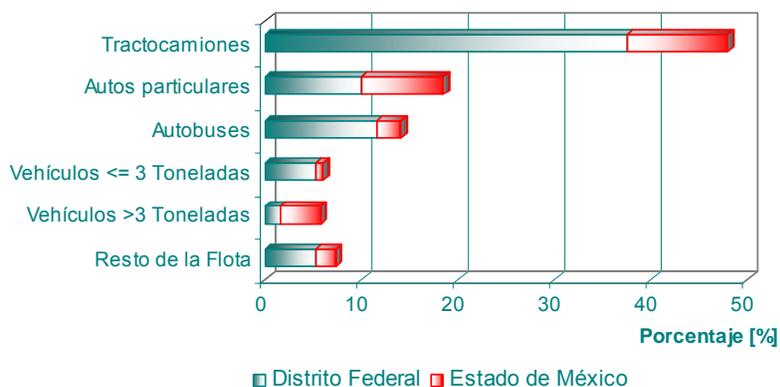
Tabla 4.3.13 Emisiones por las fuentes móviles para el Estado de México

Tipo de Vehículo	Emisiones [ton/año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Autos Particulares	397	222	697	565,572	30,317	56,707	2,401	52,522	1,163
Taxis	15	8	27	13,749	1,165	1,624	69	1,504	51
Combis	19	11	34	55,204	2,566	5,334	226	4,940	61
Microbuses	15	9	39	67,800	3,321	6,484	284	6,031	45
Pick Up	44	25	96	84,129	6,468	8,326	396	7,701	112
Vehículos ≤ 3 Ton	38	29	61	37,347	3,128	3,731	153	3,471	31
Tractocamiones	530	461	143	7,411	6,686	2,668	113	2,551	7
Autobuses	122	106	108	3,364	1,870	852	39	812	2
Vehículos > 3 Ton	195	162	103	149,108	3,981	10,106	776	9,106	29
Motocicletas	6	3	4	8,039	84	1,278	76	1,193	2
Total	1,381	1,036	1,312	991,723	59,586	97,110	4,533	89,831	1,503

En las siguientes gráficas se muestran las categorías de vehículos que emiten la mayor cantidad de contaminantes al año, así como una categoría que representa al resto de la flota para cada entidad federativa.

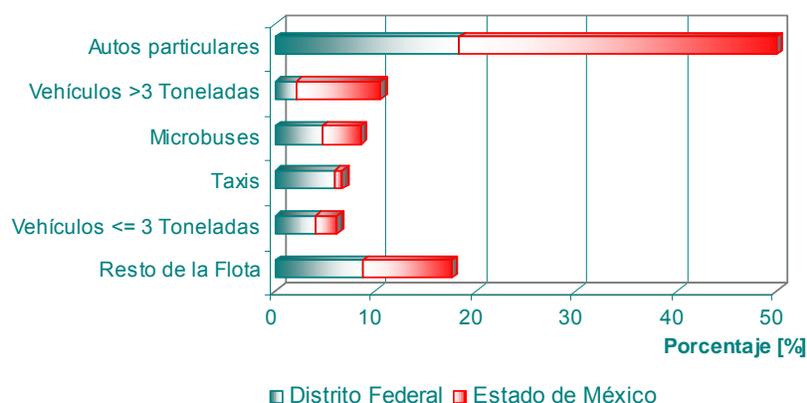
Es importante aclarar que en estas gráficas la categoría correspondiente al resto de la flota representa un porcentaje mayor que alguna de la cinco más contaminantes; esto es el resultado de agrupar en una sola categoría los tipos de vehículo restantes, y por ello la suma de los menos contaminantes puede ser mayor que una o varias de las otras categorías.

En la Gráfica 4.3.10, se tienen los porcentajes de las emisiones de PM₁₀, la cual indica que los tractocamiones aportan poco menos de la mitad de las emisiones de este contaminante, seguido de los autos particulares y los autobuses. Es necesario mencionar que a excepción de los vehículos mayores de 3 toneladas, en todas las categorías mostradas, la mayor parte de las emisiones corresponden al Distrito Federal por tener un mayor número de vehículos matriculados.



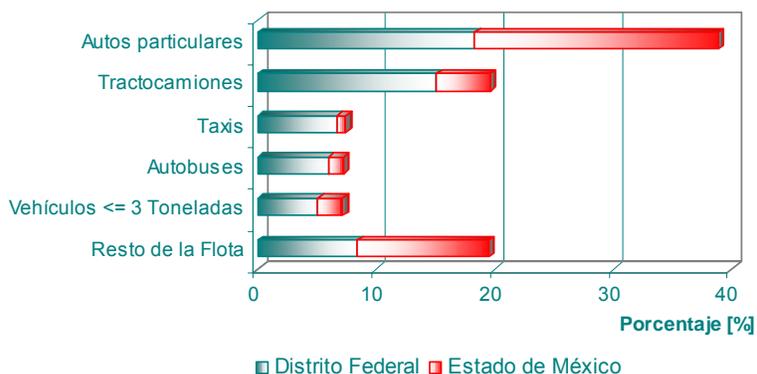
Gráfica 4.3.10 Porcentajes de las emisiones de PM₁₀, de acuerdo al tipo de vehículo

En la Gráfica 4.3.11, se presentan las emisiones de CO donde casi la mitad de este contaminante corresponde a los autos particulares, que es cuatro veces más de lo que emiten los vehículos menores de 3 toneladas. En cuanto a los porcentajes de cada entidad, en el caso de los autos particulares, las emisiones predominantes en las dos categorías más emisoras provienen de vehículos que están registrados en el Estado de México.



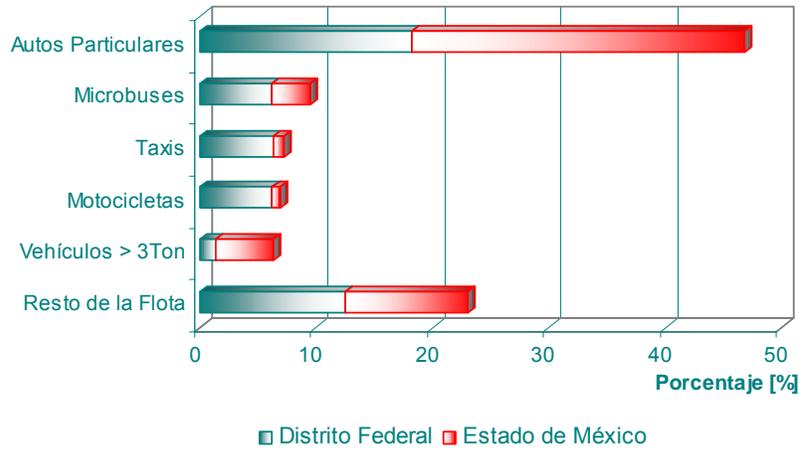
Gráfica 4.3.11 Porcentajes de las emisiones de CO, de acuerdo al tipo de vehículo

En la Gráfica 4.3.12 observamos que los autos particulares son los que emiten la mayor cantidad de óxidos de nitrógeno (39%) en toda la ZMVM, con una contribución ligeramente mayor por parte de las unidades que circulan en el Estado de México. A los autos particulares les siguen los tractocamiones, los taxis y los autobuses, estos dos últimos emiten casi el mismo porcentaje de NOx, de los cuales más de 60% de las emisiones provienen del Distrito Federal.



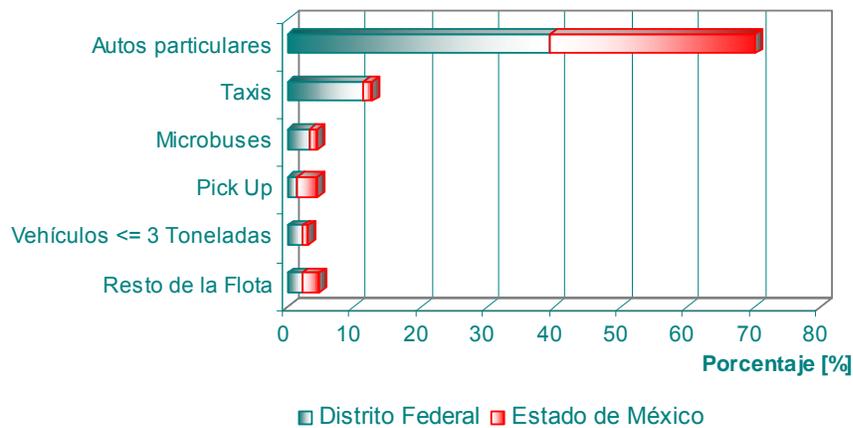
Gráfica 4.3.12 Porcentajes de las emisiones de NOx, de acuerdo al tipo de vehículo

En la gráfica que representa la distribución porcentual de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles (Gráfica 4.3.13), se indica que los vehículos que más aportan a estas emisiones son los autos particulares (47%), y más de la mitad de estas emisiones provienen del Estado de México. Muy por debajo de los particulares están los microbuses y los taxis, cuyas emisiones son generadas principalmente dentro del Distrito Federal.



Gráfica 4.3.13 Porcentajes de emisiones de COV, de acuerdo al tipo de vehículo

Por último, en la Gráfica 4.3.14, se muestran los porcentajes para amoniaco en donde la categoría predominante, son los autos particulares que contribuyen con el 70% de las emisiones de fuentes móviles, seguidos de los taxis (poco menos del 13%) y los microbuses (5%). En estas tres categorías las emisiones son en su mayoría correspondientes al Distrito Federal.



Gráfica 4.3.14 Porcentajes de las emisiones de NH₃, de acuerdo al tipo de vehículo

De estas gráficas podemos concluir que los autos particulares influyen significativamente en las emisiones de todos los contaminantes analizados, a excepción de las partículas menores a 10 micras donde los tractocamiones son los principales emisores.