

5. INVENTARIO DE EMISIONES 1998

La elaboración de un inventario de emisiones desagregado, preciso y actualizado es una tarea compleja que demanda la integración sistemática de la información en un marco de concurrencia institucional entre los gobiernos del Estado de México, del Distrito Federal y del Federal. Algunas experiencias internacionales y nacionales señalan que son necesarios años de estudio y una considerable cantidad de recursos para elaborar un inventario completo¹, para el desarrollo del inventario 1998, se partió de un inventario base, que con el tiempo se ha enriquecido con información de mejor calidad y estudios locales que permiten aportar datos más detallados.

El resumen de las emisiones totales generadas en la Zona Metropolitana del Valle de México se muestran en las tablas 5.1 y 5.2; en la primera de ellas se presentan las estimaciones de las toneladas de partículas menores a 10µm (PM₁₀), de bióxido de azufre (SO₂), de monóxido de carbono (CO), de óxidos de nitrógeno (NO_x) y de hidrocarburos (HC), y en la segunda la contribución porcentual por contaminante. En suma se liberaron a la atmósfera en la ZMVM por cada sector en el año 1998, en suma se liberaron a la atmósfera casi 2.5 millones de toneladas de contaminantes criterio, de los cuales el contaminante que más se emite es el monóxido de carbono, el cual representa el 71% de las emisiones totales, los HC el 19%, los NO_x el 8% y las PM₁₀ el 1% al igual que el SO₂.

Tabla 5.1. Inventario de emisiones de la ZMVM, 1998

Sector	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Fuentes puntuales	3,093	12,442	9,213	26,988	23,980
Fuentes de área	1,678	5,354	25,960	9,866	247,599
Vegetación y suelos	7,985	N/A	N/A	3,193	15,669
Fuentes móviles	7,133	4,670	1,733,663	165,838	187,773
Total	19,889	22,466	1,768,836	205,885	475,021

N/A. No Aplica

Tabla 5.2. Inventario de emisiones porcentual de la ZMVM, 1998

Sector	Emisiones [%]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Fuentes puntuales	16	55	0.5	13	5
Fuentes de área	8	24	1.5	5	52
Vegetación y suelos	40	N/A	N/A	2	3
Fuentes móviles	36	21	98	80	40
Total	100	100	100	100	100

N/A. No Aplica

Las tablas 5.3 y 5.4 contienen el inventario en forma desagregada en peso y porcentaje, respectivamente. En ellas se observa que el sector transporte tiene importantes aportaciones de casi todos los contaminantes: genera el 98% del monóxido de carbono (CO), el 80% de los óxidos de nitrógeno (NO_x), el 40% de los hidrocarburos (HC), el 36% de las partículas menores a 10 µm (PM₁₀) y el 21% del bióxido de azufre (SO₂). Los suelos contribuyen con el 40% de las emisiones de PM₁₀. Las fuentes de área emiten más del 52% de los HC y el 24% de los SO₂. El sector industrial contribuye con el 55% de las emisiones de bióxido de azufre, el 16 de las PM₁₀ y con el 13% de las emisiones de óxidos de nitrógeno.

Tabla 5.3. Inventario de emisiones desagregado de la ZMVM, 1998

Sector	Emisiones [ton/año]

¹ Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México, 1995-2000

Inventario de Emisiones 1998

	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Fuentes puntuales	3,093	12,442	9,213	26,988	23,980
Generación de energía eléctrica	138	16	1,111	9,540	48
Industria de consumo alimenticio	515	1,103	400	924	416
Industria del vestido	379	2,262	463	1,316	386
Industria química	415	2,299	2,422	1,335	6,305
Madera y derivados	216	2,295	527	1,066	1,002
Mineral metálica	249	714	893	513	291
Mineral no metálica	504	1,698	653	4,570	765
Productos de consumo varios	73	261	78	129	873
Productos de impresión	46	173	67	145	3,723
Productos de vida larga	140	302	821	2,128	2,654
Productos de vida media	120	86	473	624	1,457
Productos metálicos	175	774	1,137	4,432	3,024
Productos vegetales y animales	61	287	36	109	12
Otros	62	172	132	157	3,024
Fuentes de área	1,678	5,354	25,960	9,866	247,599
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	76,623
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	30,146
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	22,752
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	21,414
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	10,049
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,692
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,601
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,175
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	803
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	12,314
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	892
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	22,173
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	26,177
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	496
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	102
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,512	1,517	400
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	10	54	62	492	19
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	7,380
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	206
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	78
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	23
Combustión en hospitales	9	24	21	80	3
Combustión habitacional	126	0.25	653	4,417	166
Combustión comercial- institucional	820	5,276	526	2,720	149
Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
Incendio en estructuras	7	N/A	108	3	9
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Vegetación y suelos	7,985	N/A	N/A	3,193	15,669
Vegetación	N/A	N/A	N/A	3,193	15,669
Suelo	7,985	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	7,133	4,670	1,733,663	165,838	187,773
Autos particulares	701	2,000	822,477	47,380	81,705
Taxis	199	567	131,453	11,093	15,310
Combis	10	28	20,448	930	1,945
Microbuses	59	166	216,740	9,524	19,761
Pick up	183	522	255,503	18,961	24,599
Camiones de carga a gasolina	84	240	216,865	15,297	18,683
Vehículos a diesel < 3 ton.	133	24	249	150	168
Tractocamiones a diesel	1,990	363	16,675	22,678	7,587
Autobuses a diesel	1,174	214	9,270	11,640	3,853
Vehículos a diesel > 3 ton	2,562	468	20,956	27,662	9,205
Camiones de carga a gas LP	16	15	298	308	215
Motocicletas	22	63	22,729	215	4,742
Total	19,889	22,466	1,768,836	205,885	475,021

N/A. No Aplica, N/S. No Significativo, N/E. No Estimado

Tabla 5.4. Inventario de emisiones porcentual desagregado de la ZMVM, 1998

Sector	Emisiones [%]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Fuentes puntuales	15.55	55.38	0.52	13.11	5.05
Generación de energía eléctrica	0.69	0.07	0.06	4.63	0.01
Industria de consumo alimenticio	2.59	4.91	0.02	0.45	0.09
Industria del vestido	1.91	10.07	0.03	0.64	0.08
Industria química	2.09	10.23	0.14	0.65	1.33
Madera y derivados	1.09	10.22	0.03	0.52	0.21
Mineral metálica	1.25	3.18	0.05	0.25	0.06
Mineral no metálica	2.53	7.56	0.04	2.22	0.16
Productos de consumo varios	0.37	1.16	N/S	0.06	0.18
Productos de impresión	0.23	0.77	N/S	0.07	0.78
Productos de vida larga	0.70	1.34	0.05	1.03	0.56
Productos de vida media	0.60	0.38	0.03	0.30	0.31
Productos metálicos	0.88	3.45	0.06	2.15	0.64
Productos vegetales y animales	0.31	1.28	N/S	0.05	N/S
Otros	0.31	0.77	0.01	0.08	0.64
Fuentes de área	8.43	23.83	1.47	4.79	52.12
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	16.13
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	6.35
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	4.79
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	4.51
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	2.12
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	1.41
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	0.55
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	0.46
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	0.17
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	2.59
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	0.19
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	4.67
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	5.51
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	0.10
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Operación de aeronaves	N/S	N/S	0.14	0.74	0.08
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S
Locomotoras (foráneas/ patio)	0.05	0.24	N/S	0.24	N/S
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	1.55
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	0.02
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S
Combustión en hospitales	0.04	0.11	N/S	0.04	N/S
Combustión habitacional	0.63	N/S	0.04	2.15	0.03
Combustión comercial- institucional	4.12	23.48	0.03	1.32	0.03
Incendios forestales	3.55	N/E	1.25	0.31	0.79
Incendio en estructuras	0.04	N/A	0.01	N/S	N/S
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Vegetación y suelos	40.15	N/A	N/A	1.55	3.30
Vegetación	N/A	N/A	N/A	1.55	3.30
Suelo	40.15	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	35.86	20.79	98.01	80.55	39.53
Autos particulares	3.52	8.90	46.50	23.01	17.20
Taxis	1.00	2.52	7.43	5.39	3.22
Combis	0.05	0.12	1.16	0.45	0.41
Microbuses	0.30	0.74	12.25	4.63	4.16
Pick up	0.92	2.32	14.44	9.21	5.18
Camiones de carga a gasolina	0.42	1.07	12.26	7.43	3.93
Vehículos a diesel < 3 ton.	0.67	0.11	0.01	0.07	0.04
Tractocamiones a diesel	10.01	1.62	0.94	11.01	1.60
Autobuses a diesel	5.90	0.95	0.52	5.65	0.81
Vehículos a diesel > 3 ton	12.88	2.08	1.18	13.44	1.94
Camiones de carga a gas LP	0.08	0.07	0.02	0.15	0.05
Motocicletas	0.11	0.28	1.28	0.10	1.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

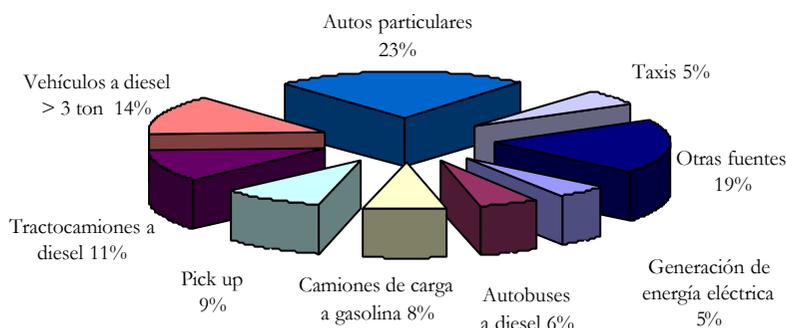
N/A. No Aplica, N/S. No Significativo, N/E. No Estimado

5.1 EMISIONES POR CONTAMINANTE

A continuación se describe la participación de los diferentes sectores inventariados en la generación de emisiones totales en cada contaminante.

Si se hace un recuento de la participación de todas las fuentes que integran el inventario de emisiones, en cuanto a las contribuciones de óxidos de nitrógeno (gráfica 5.1.1), se tiene que el sector transporte es el que más contribuye (81%), dentro de este los autos particulares aportan el 23%, los vehículos a diesel con un peso bruto de más de 3 toneladas el 14%, los tractocamiones a diesel el 11%, las pick up el 9%, camiones de carga a gasolina el 8%, los autobuses a diesel el 6% y los taxis el 5%. De los otros sectores la generación de energía eléctrica es la que más contribuye, aportando sólo el 5%.

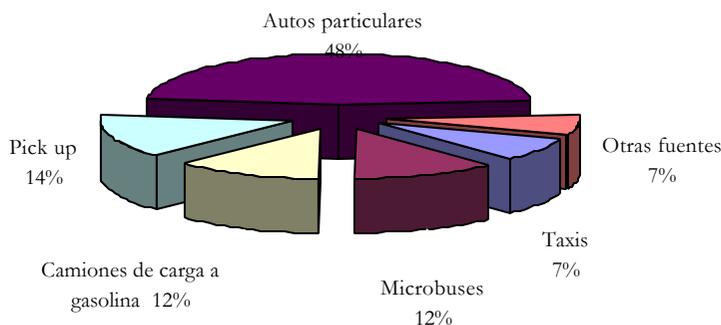
Gráfica 5.1.1. Contribución porcentual de óxidos de nitrógeno por tipo de fuente



Nota: En otros sectores se integran todas las fuentes que contribuyen con menos del 5% de las emisiones.

En la gráfica 5.1.2 se muestra que los autos particulares, las pick-up, los camiones de carga a gasolina, microbuses y taxis, contribuyen con el mayor porcentaje de emisiones de monóxido de carbono (48%, 14%, 12%, 12%, 7% respectivamente).

Gráfica 5.1.2. Contribución porcentual de monóxido de carbono por tipo de fuente

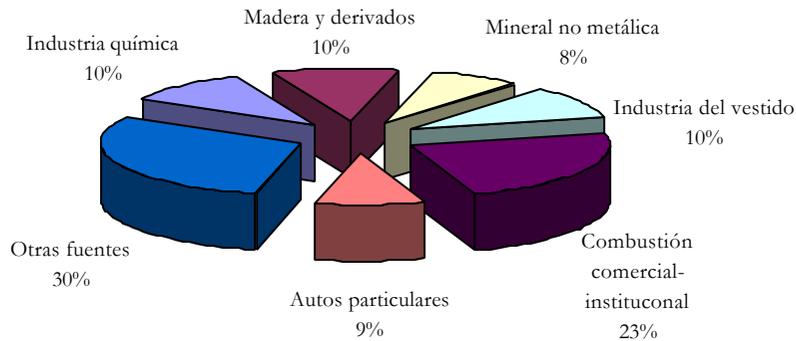


Nota: En otras fuentes se integran todos los sectores que contribuyen con menos del 7% de las emisiones.

Respecto a las emisiones de dióxido de azufre, la industria es la responsable de la generación del 55%, dentro de este porcentaje los giros que más emiten son la industria química, madera y

derivados, industria del vestido y mineral no metálica (10%, 10%, 10% y 8%, respectivamente), la combustión comercial-institucional contribuye con el 23%.

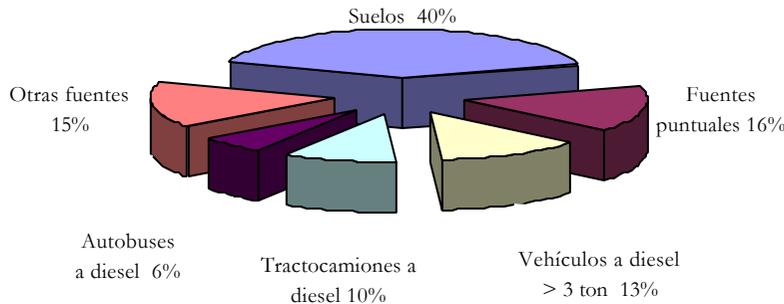
Gráfica 5.1.3. Contribución porcentual de bióxido de azufre por tipo de fuente



Nota: En otras fuentes se integran todos los sectores que contribuyen con menos del 8% de las emisiones.

De acuerdo con la gráfica 5.1.4, el 40% de las PM_{10} emitidas en la ZMVM son generadas por la erosión de los suelos y el 16% por las fuentes puntuales. Dentro del sector transporte los vehículos que consumen diesel (vehículos con un peso bruto de más de 3 toneladas, tractocamiones y autobuses) contribuyen con el 29%. De igual forma dentro de las fuentes de área los incendios forestales y la combustión residencial institucional son las categorías que más contribuyen. Estas actividades se consideran prioritarios en la definición de medidas para reducir las emisiones de PM_{10} , ya que este contaminante rebasa con frecuencia la norma de calidad del aire y por lo tanto será necesario reducir sus emisiones en la ZMVM e identificar el comportamiento regional para discernir los mecanismos de transporte o dispersión con las áreas circunvecinas.

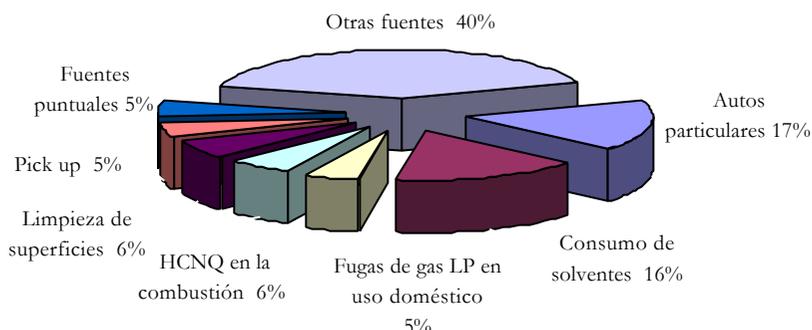
Gráfica 5.1.4. Contribución porcentual de emisiones de PM_{10} por sector



Nota: En otras fuentes se integran todos los sectores que contribuyen con menos del 6% de las emisiones.

Referente a las emisiones de hidrocarburos, estos son generados por actividades registradas en todos los sectores, en la gráfica 5.1.5, se muestra que la categoría denominada otras fuentes la cual contribuye con el 40% de ella, se suman las emisiones de los sectores que contribuyen con menos del 5%; referente a la contribución individual tenemos que los autos particulares son los que más contribuyen (17%), seguido por el consumo de solventes (16%), y posteriormente tenemos las fugas de hidrocarburos no quemados en la combustión (HCNQ) residencial de gas LP (6%), la limpieza de superficie (6%) y las fugas de gas licuado en usos domésticos (5%). Estas aportaciones son relevantes ya que en la ZMVM se rebasa con frecuencia la norma de calidad del aire de ozono y por ser los HC un precursor de este contaminante será necesario reducir sus emisiones.

Gráfica 5.1.5. Contribución porcentual de hidrocarburos por sector



Nota: En otras fuentes se integran todos los sectores que contribuyen con menos del 5% de las emisiones.

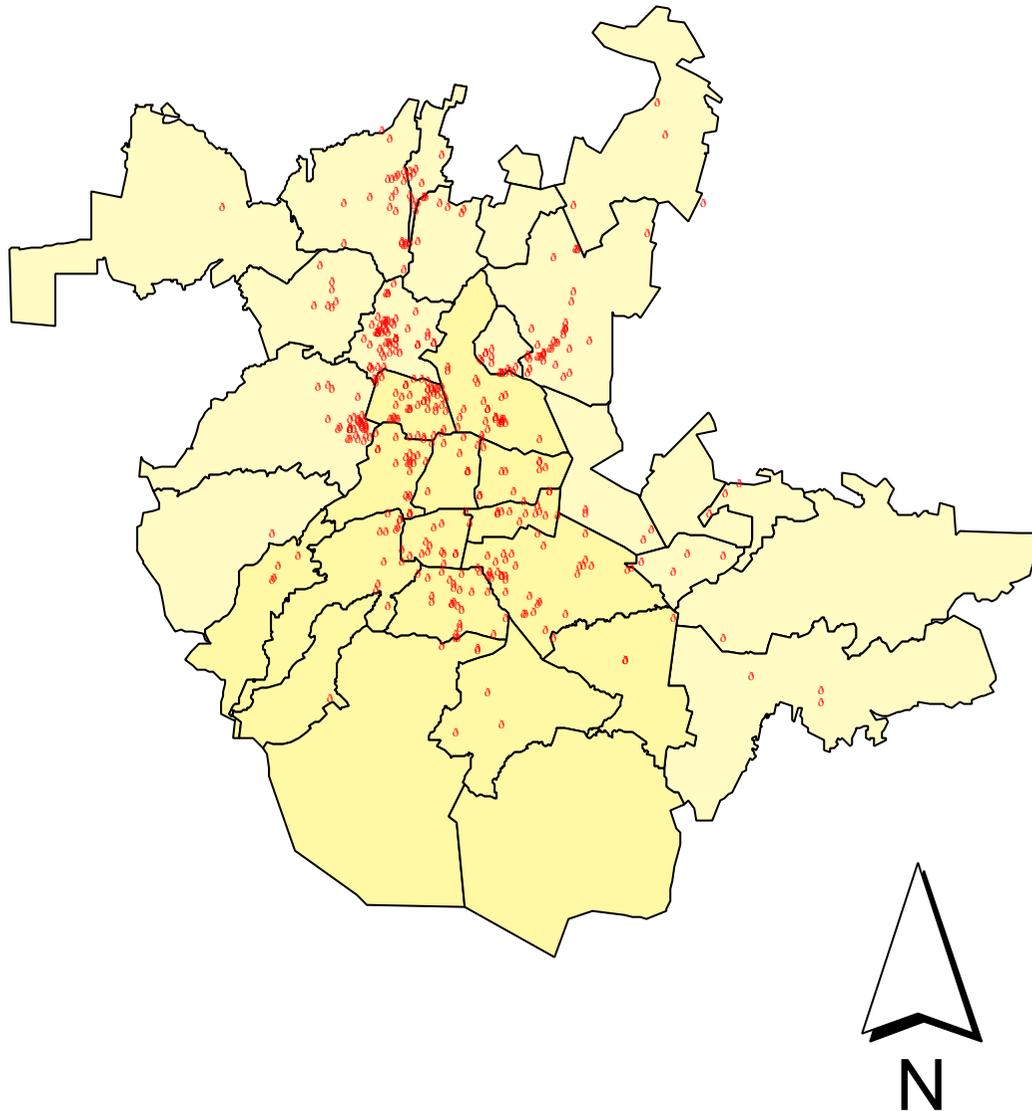
5.2 EMISIONES POR SECTOR

5.2.1 Fuentes puntuales

Para distribuir las emisiones generadas por las fuentes puntuales, las empresas se han dividido de acuerdo a su jurisdicción en federal o local, basado en la clasificación que se hace en el artículo 111 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el cual se establecen los giros de competencia federal (Química, del Petróleo y Petroquímica, Pinturas y Tintas, Metalúrgica, Automotriz, Celulosa y Papel, Cementera y Calera, Asbesto, Vidrio, Generación de Energía Eléctrica y Tratamiento de Residuos Peligrosos), considerándose industrias locales todas aquellas que no están mencionadas en el artículo citado. Para la integración del inventario de emisiones las industrias deben entregar sus cédulas de operación anual en el ámbito de su jurisdicción, ya sea en el Instituto Nacional de Ecología las de competencia federal, en la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal y Secretaria de Ecología del Estado de México las de jurisdicción local, de acuerdo a su domicilio.

El número de industrias que se tienen registradas para 1998 son 6,233, de estas 3,678 se encuentran ubicadas en el Distrito Federal y 2,555 en los municipios conurbados del Estado de México, en la figura 5.2.1.1, se muestra la distribución de las industrias de mayor generación de emisión.

Figura 5.2.1.1. Ubicación industrial



Fuente: Los datos de ubicación industrial se tomaron de las cédulas de operación anual 1998.

Para la integración del inventario de emisiones, los datos fueron obtenidos de la siguiente forma: como datos históricos y actualizados. Las empresas con datos históricos, son aquellas que han reportado la COA en el periodo de 1994-1997, y las actualizadas son las industrias que reportaron su COA para 1998, tanto en el ámbito federal como en el ámbito local.

Con la información registrada en las bases de datos del Instituto Nacional de Ecología, de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal y de la Secretaría de Ecología del Estado de México, las fuentes puntuales por ubicación y por jurisdicción, se distribuyen de la siguiente forma: 56% en total de jurisdicción local, de estas el 27% se ubican en el Estado de México y el 29% en el DF y 44% restantes son de jurisdicción federal de estas el 30% están ubicadas en el Distrito Federal y el 14% del Estado de México.

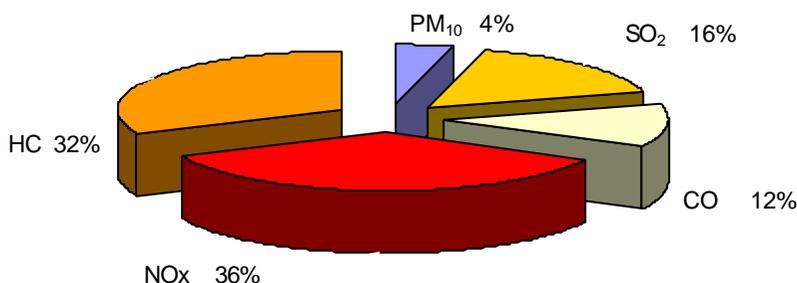
En este inventario se consideraron 2 plantas generadoras de energía eléctrica que se ubican en el municipio de Acolman, el cual no se considera un municipio conurbado, pero debido al tamaño de las plantas y cercanía a la ZMVM, sus emisiones impactan en forma considerable en la calidad del aire de la zona, motivo por el cual han sido incluidas en el presente inventario. Para realizar la clasificación de la industria por giro, se tomó como base el Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas (SNIFF), dando como resultado el agrupamiento de la industria en 14 giros, los cuales se presentan en la tabla 5.2.1.1, así como las emisiones de los 5 contaminantes criterio que fueron evaluados.

Tabla 5.2.1.1. Emisiones totales por giro industrial en la ZMVM

Giros	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Generación de energía eléctrica	138	16	1,111	9,540	48
Industria de consumo alimenticio	515	1,103	400	924	416
Industria del vestido	379	2,262	463	1,316	386
Industria química	415	2,299	2,422	1,335	6,305
Madera y derivados	216	2,295	527	1,066	1,002
Mineral metálica	249	714	893	513	291
Mineral no metálica	504	1,698	653	4,570	765
Productos de consumo varios	73	261	78	129	873
Productos de impresión	46	173	67	145	3,723
Productos de vida larga	140	302	821	2,128	2,654
Productos de vida media	120	86	473	624	1,457
Productos metálicos	175	774	1,137	4,432	3,024
Productos vegetales y animales	61	287	36	109	12
Otros	62	172	132	157	3,024
Total	3,093	12,442	9,213	26,988	23,980

En conjunto, la industria de la ZMVM emite alrededor de 76,000 toneladas de contaminantes al año, de las cuales el 36% son emisiones de NO_x, el 32% de HC, 16% de SO₂, 12% de CO y el restante 4% de PM₁₀, como se muestra en la gráfica 5.2.1.1.

Gráfica 5.2.1.1. Contribución porcentual por contaminante

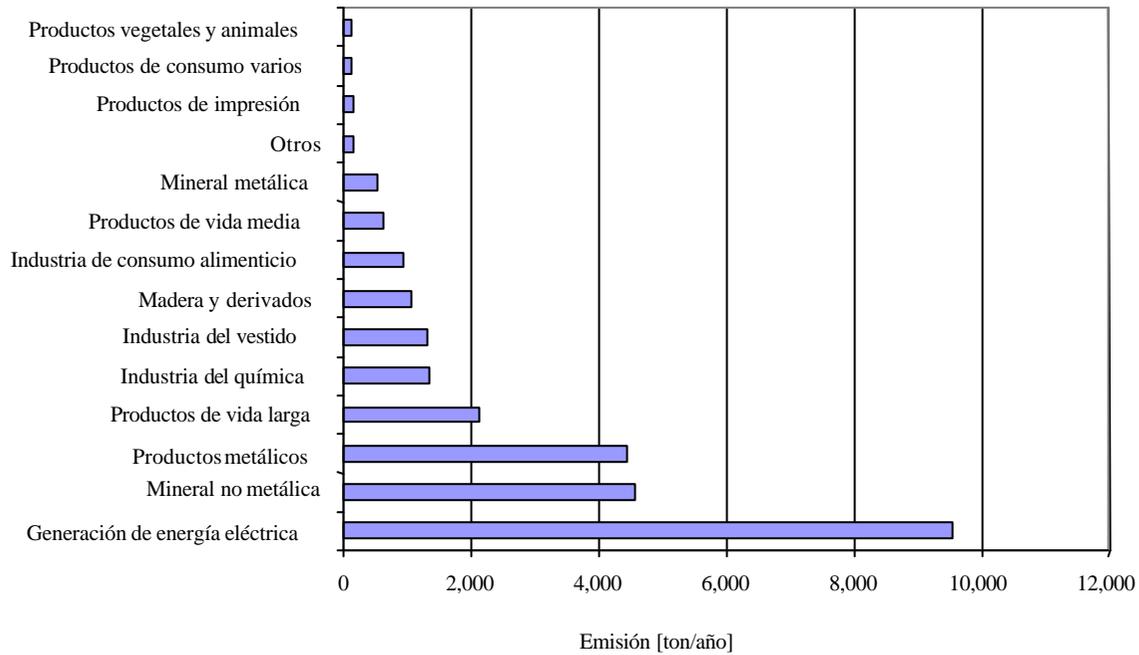


Para conocer con mayor detalle los giros más importantes de acuerdo a su emisión, a continuación se hace un análisis de las emisiones estimadas para las fuentes puntuales por contaminante y por giro industrial.

En la emisión de óxidos de nitrógeno (gráfica 5.2.1.2) los giros que más emiten, son el de generación de energía eléctrica con 9,540 ton/año, que representa más de un tercio del total de

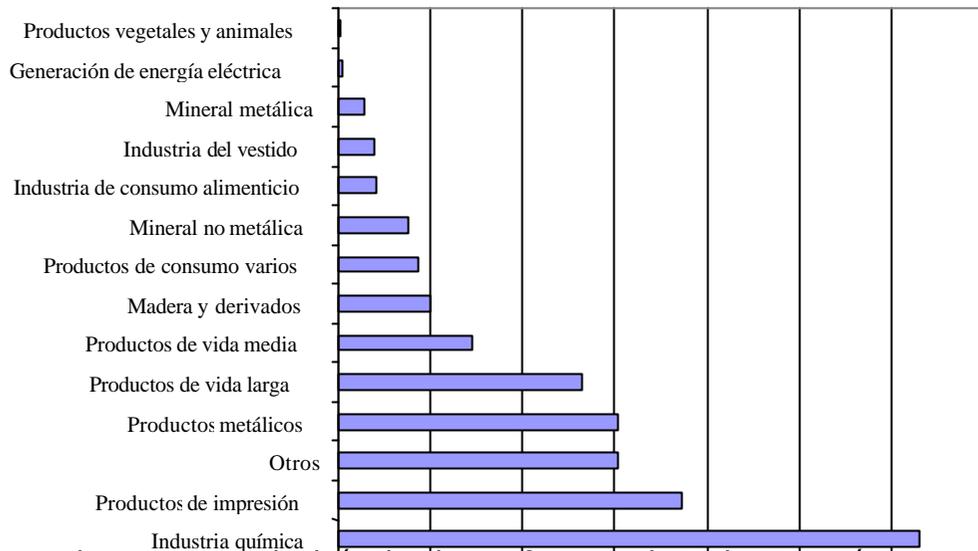
este contaminante, seguido de la industria mineral no metálica y los productos metálicos, los 3 giros anteriores aportan 18,541 ton/año que representan más de dos terceras partes de las emisiones totales generadas por la industria, mientras que los 11 giros restantes generan 8,446 ton/año.

Gráfica 5.2.1.2. Emisiones de NO_x de fuentes puntuales por giro industrial en la ZMVM



Los principales giros industriales que contribuyen con HC son la industria química, seguida de los productos de impresión, otros y productos metálicos, estos giros contribuyen con 16,075 ton/año, que representan alrededor del 70%, destacando la industria química con más de 6,000 ton/año y los restantes 10 giros contribuyen con 7,905 ton/año (gráfica 5.2.1.3).

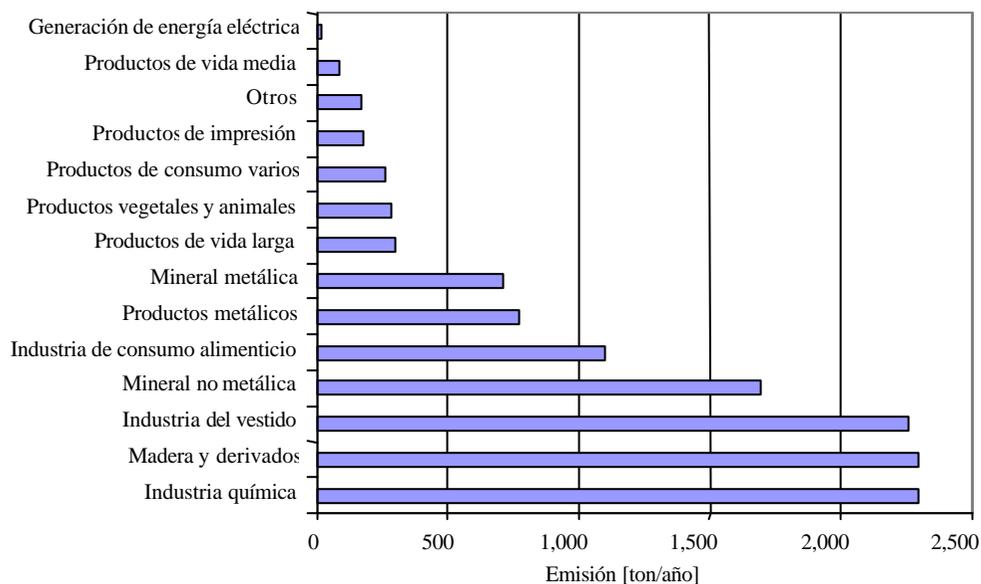
Gráfica 5.2.1.3. Emisiones de HC de fuentes puntuales por giro industrial en la ZMVM



Los principales emisores de dióxido de azufre son: la industria química, madera y derivados, industria del vestido, mineral no metálica y consumo alimenticio, los cuales aportan 9,657 ton/año,

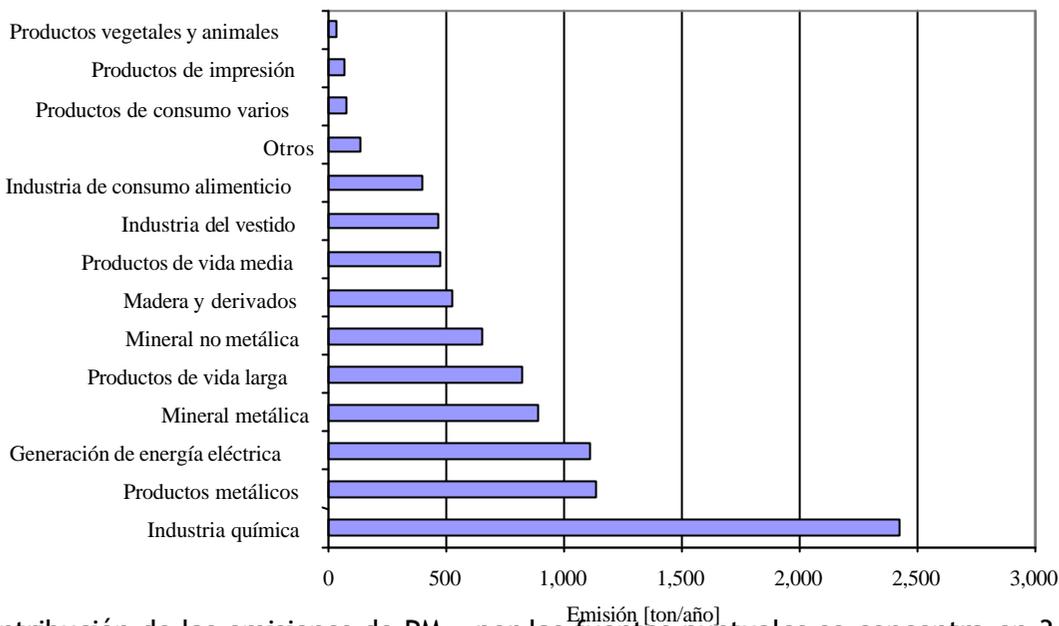
estos 5 giros representan alrededor del 80% de las emisiones de este contaminante y los 9 restantes giros contribuyen con 2,785 ton/año (gráfica 5.2.1.4).

Gráfica 5.2.1.4. Emisiones de SO₂ de fuentes puntuales por giro industrial en la ZMVM



Las emisiones de CO (gráfica 5.2.1.5) se deben principalmente a 4 giros industriales: industria química, productos metálicos, energía eléctrica, y mineral metálica, los cuales contribuyen con 5,562 ton/año, los restantes 10 giros aportan 3,650 ton/año en conjunto, nuevamente destaca la industria química que por si sola emite el 26% de las emisiones.

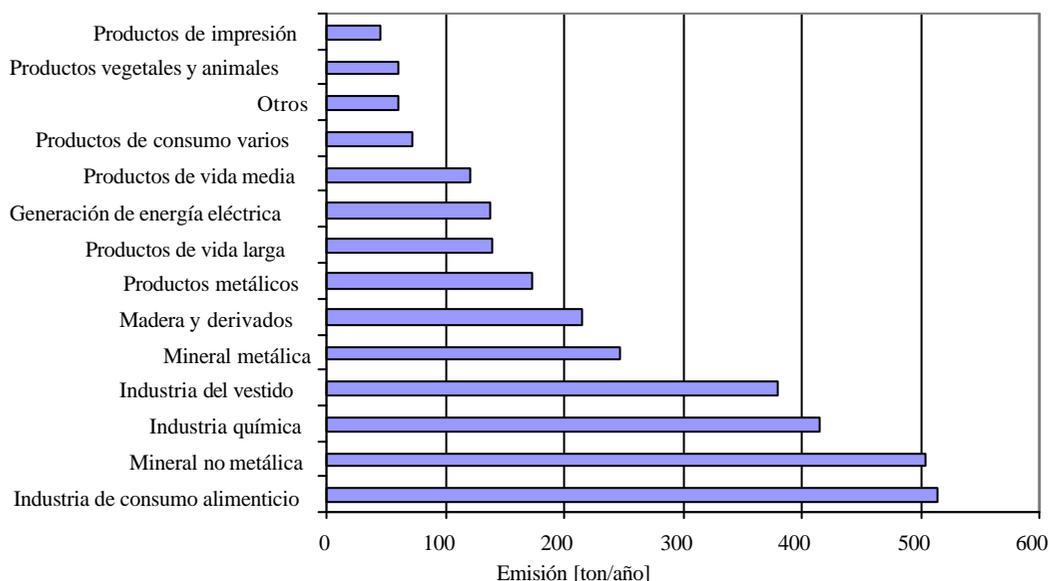
Gráfica 5.2.1.5. Emisiones de CO de fuentes puntuales por giro industrial en la ZMVM



La contribución de las emisiones de PM₁₀ por las fuentes puntuales se concentra en 3 giros: consumo alimenticio, mineral no metálica e industria química, estos aportan 1,435 ton/año, los restantes 11

giros aportan 1,659 ton/año, siendo este contaminante el que se emite en menor cantidad por las fuentes puntuales (gráfica 5.2.1.6).

Gráfica 5.2.1.6. Emisiones de PM₁₀ de fuentes puntuales por giro industrial en la ZMVM



Generación de emisiones de fuentes puntuales por entidad y jurisdicción

Las emisiones totales estimadas para la industria por entidad federativa se muestran en la tabla 18, en la cual podemos observar que de las casi 76,000 toneladas de contaminantes criterio que se emiten en la ZMVM, el 34% se generan en industrias ubicadas en el Distrito Federal y 66%, en las ubicadas en el Estado de México.

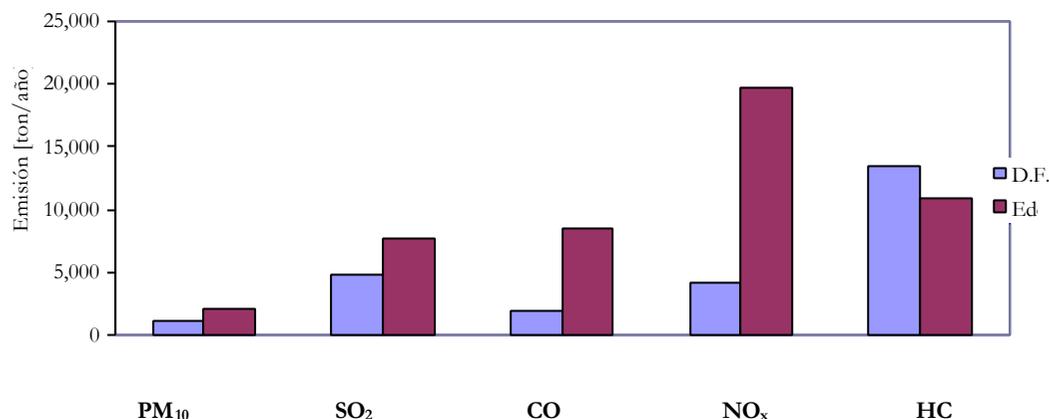
Tabla 5.2.1.2. Distribución de las emisiones industriales por entidad federativa en la ZMVM

Entidad	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
DF	3,678	1,100	4,760	1,909	4,293	13,511
EdoMéx ²	2,555	1,993	7,682	7,304	22,695	10,469
ZMVM	6,233	3,093	12,442	9,213	26,988	23,980

Haciendo un análisis de las emisiones por contaminante y entidad federativa, en casi todos los contaminantes se tiene una mayor generación de emisiones en la industria localizada en el Estado de México, excepto para el caso de los hidrocarburos, (comportamiento que se observa en la gráfica 5.2.1.7).

² En el presente documento se utiliza "EdoMéx", para referimos a los 18 municipios conurbados al Distrito Federal del Estado de México.

Gráfica 5.2.1.7. Distribución de emisiones industriales por contaminante y entidad



Emisiones industriales en el Distrito Federal

En la tabla 5.2.1.3, se observa la distribución de industrias federales y locales ubicadas en el Distrito Federal, notándose una mayor emisión y número de industrias de jurisdicción federal, con respecto a las industrias de jurisdicción local, las industrias del Distrito Federal, emiten principalmente hidrocarburos seguido de bióxido de azufre y posteriormente óxidos de nitrógeno.

Tabla 5.2.4.3. Emisiones industriales por jurisdicción en el DF

Jurisdicción	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Federal	1,933	594	3,332	1,218	2,956	9,616
Local	1,745	506	1,428	691	1,337	3,895
Total	3,678	1,100	4,760	1,909	4,293	13,511

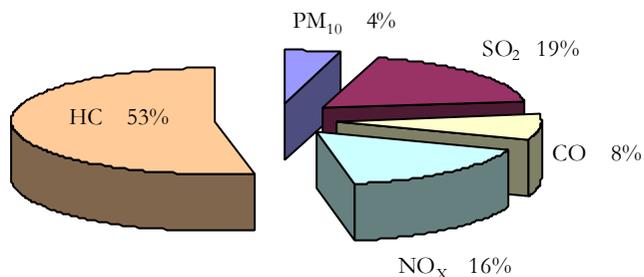
Tabla 5.2.1.4. Emisiones por giro industrial en el DF

Giro	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Generación de energía eléctrica	1	1	0.17	11	153	0.49
Industria de consumo alimenticio	326	206	565	223	380	391
Industria del vestido	295	89	621	205	265	124
Industria química	592	196	1,427	207	410	1,676
Madera y derivados	139	42	380	96	232	394
Mineral metálica	84	46	296	189	181	39
Mineral no metálica	160	163	264	97	455	508
Productos de consumo varios	310	47	198	68	107	479
Productos de impresión	473	38	161	41	134	3,180
Productos de vida larga	160	42	75	159	806	1,292
Productos de vida media	436	78	24	167	510	466
Productos metálicos	512	106	578	306	547	2,072
Productos vegetales y animales	31	27	93	24	30	9
Otros	159	19	78	116	83	2,881
Total	3,678	1,100	4,760	1,909	4,293	13,511

La tabla 5.2.1.4, nos muestra que el principal emisor de hidrocarburos es la categoría de productos de Impresión (artes gráficas), en el caso del bióxido de azufre es la industria química. Para los óxidos de nitrógeno los productos de vida larga son la principal fuente de emisión, el giro de productos de consumo alimenticio es la principal fuente de PM₁₀, y para el monóxido de carbono los productos metálicos.

La distribución de las emisiones se observa en la gráfica 5.2.1.8, el contaminante que más se emite en las industrias establecidas en el Distrito Federal son los hidrocarburos con el 53% de las emisiones totales, seguido del bióxido de azufre con el 19% y los óxidos de nitrógeno 16%, en menor medida el monóxido de carbono y las partículas menores de 10 micras.

Gráfica 5.2.1.8. Contribución de emisiones industriales por contaminante en el DF



Un aspecto importante es la distribución de las emisiones contaminantes por delegación, en la tabla 5.2.1.5, se observa la distribución espacial por delegación en la que destaca Iztapalapa con el mayor número de industrias, seguido de Azcapotzalco y Gustavo A. Madero.

Tabla 5.2.1.5. Emisiones industriales por delegación política en el DF

Delegación	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Xochimilco	36	12	66	89	65	23
Venustiano Carranza	207	59	568	40	120	1,310
Tlalpan	76	60	748	22	142	223
Tláhuac	95	40	22	99	570	269
Miguel Hidalgo	342	55	378	140	518	1,957
Magdalena Contreras	5	0.12	0.12	0.12	0.12	0.24
Iztapalapa	678	146	488	325	357	1,459
Iztacalco	361	63	207	101	67	665
Gustavo A. Madero	440	163	672	285	694	739
Cuauhtemoc	277	86	544	238	642	1,090
Cuajimalpa	17	5	78	2	17	4
Coyoacán	138	30	115	70	222	138
Benito Juárez	231	19	105	31	49	147
Azcapotzalco	614	316	643	448	780	2,668
Álvaro Obregón	161	49	127	20	49	2,821
Total	3,678	1,100	4,760	1,909	4,293	13,511

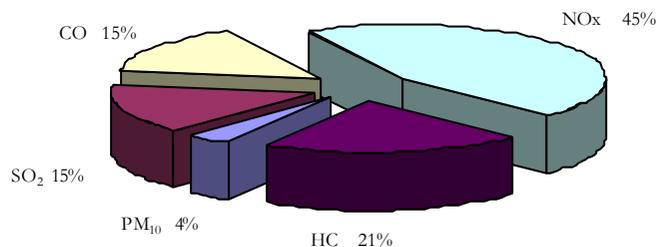
En lo que se refiere a la distribución de industrias federales y locales de los municipios conurbados de Estado de México se puede observar en la tabla 5.2.1.6, que el número de industrias de jurisdicción local es mayor que el de jurisdicción federal, sin embargo al analizar la cantidad de emisiones se observa que las industrias de jurisdicción federal generan mayores emisiones de CO, NO_x y HC, para el caso del bióxido de azufre y partículas (PM₁₀), las industrias locales emiten más que las federales.

Tabla 5.2.1.6. Emisiones industriales por jurisdicción en el EdoMéx

Jurisdicción	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Federal	856	829	3,562	5,354	19,500	6,441
Local	1,699	1,163	4,119	1,950	3,197	4,027
Total	2,555	1,993	7,682	7,304	22,695	10,469

En la gráfica 5.2.1.9 se puede observar que la mayor contribución de contaminantes está dada por los óxidos de nitrógeno, cuyo principal emisor es el sector eléctrico; el siguiente contaminante que más se emite son los hidrocarburos, le sigue el SO₂ y el CO; las emisiones de partículas menores a 10 micrómetros es pequeña comparada con los otros contaminantes.

Gráfica 5.2.1.9. Contribución de emisiones industriales por contaminante en el EdoMéx



De las industrias establecidas en los municipios conurbados del Estado de México el principal contaminante generado son los óxidos de nitrógeno (22,697 ton/año), de estas, el giro de generación de energía eléctrica es el mayor emisor; en el caso de los hidrocarburos se emiten más de 10 mil toneladas por año, el giro más emisor es el de madera y derivados; de bióxido de azufre se emiten más de 7 mil toneladas al año, siendo los principales aportadores el giro de madera y derivados y la industria del vestido.

Referente al monóxido de carbono tenemos que se emiten 7,304 toneladas al año, siendo la industria química y la generación de energía eléctrica los principales giros emisores. Para el caso de las partículas menores a 10 micras se emiten casi 2 mil toneladas anuales, de las cuales los giros que más contribuyen son: el giro mineral no metálico que aporta 341 ton/año y la industria de consumo alimenticio con 309 ton/año; la cantidad de contaminantes generados por cada giro industrial se puede observar en la tabla 5.2.1.7.

Tabla 5.2.1.7. Emisiones industriales por giro en el EdoMex

Giro	Emisiones [ton/año]
------	---------------------

	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Generación de energía eléctrica	137	16	1,100	9,387	48
Industria de consumo alimenticio	309	538	177	544	25
Industria del vestido	290	1,641	258	1,051	262
Industria química	219	872	2,215	925	4,629
Madera y derivados	174	1,915	431	834	608
Mineral metálica	203	418	704	332	252
Mineral no metálica	341	1,434	556	4,115	257
Productos de consumo varios	26	63	10	22	394
Productos de impresión	8	12	26	11	543
Productos de vida larga	98	227	662	1,322	1,362
Productos de vida media	42	62	306	114	991
Productos metálicos	69	196	831	3,885	952
Productos vegetales y animales	34	194	12	79	3
Otros	43	94	16	74	143
Total	1,993	7,682	7,304	22,695	10,469

En la tabla 5.2.1.8 se observa la distribución espacial por municipio de las emisiones por tipo de contaminante, Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez y Ecatepec resaltan por la gran cantidad de industrias establecidas en su demarcación.

Tabla 5.2.1.8. Emisiones industriales por municipio en el EdoMéx

Municipio	Empresas	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Atizapán de Zaragoza	171	43	259	99	91	203
Coacalco	13	10	0	0	0	4
Cuautitlán	99	31	251	60	104	129
Cuautitlán Izcalli	128	45	297	74	112	1,056
Chalco	32	43	155	199	46	7
Chicoloapan	23	5	22	3	29	1
Chimalhuacán	7	21	14	16	6	0
Ecatepec	454	297	1,179	1,239	2,593	1,760
Huixquilucan	9	9	13	1	4	0
Ixtapaluca	35	37	666	141	111	5
La Paz	92	80	907	78	204	156
Naucalpan de Juárez	531	218	932	462	1,488	1,942
Nezahualcóyotl	88	11	20	8	17	150
Nicolás Romero	3	4	39	0	16	0
Tecámac	21	12	44	5	18	43
Tlalnepantla	663	912	1,929	3,006	4,939	4,642
Tultitlán	184	105	942	1,052	5,056	329
Acolman	2	107	13	861	7,864	38
Total	2,555	1,993	7,682	7,304	22,695	10,469

5.2.2 Fuentes móviles

Para el desarrollo de las actividades cotidianas de la población, se utilizan diariamente vehículos automotores (autos particulares, camiones repartidores o de carga, pick-up's, autobuses de pasajeros, microbuses, etc.), lo cual implica un desplazamiento físico mediante un proceso de combustión, donde la energía química del combustible se transforma en energía mecánica, lo cual genera gases contaminantes, mismos que representan casi el 85% de las emisiones a la atmósfera en la Zona Metropolitana del Valle de México.

De las emisiones totales por contaminante, los vehículos automotores aportan grandes cantidades de los contaminantes inventariados, (ver tabla 5.2.2.1), por tal motivo es importante la adopción de tecnologías más limpias en los vehículos para abatir los niveles de emisión de este sector.

Tabla 5.2.2.1. Contribución de contaminantes por fuentes móviles del inventario de emisiones en la ZMVM

Contaminantes	HC	CO	NOx	SO ₂	PM ₁₀
Emisión [%]	40	98	80	21	36

Las emisiones de contaminantes provenientes de un auto en forma individual son relativamente bajas, en comparación, con una fuente puntual como una termoeléctrica. El factor por el cual las fuentes móviles representan el más alto porcentaje del total de contaminantes emitidos en la ZMVM, es por la gran cantidad de vehículos que circulan diariamente en esta área (3,260,919 de vehículos para 1998).

Para disminuir la cantidad de emisiones generadas en la Zona Metropolitana del Valle de México, el gobierno ha realizado grandes esfuerzos a través de PEMEX para mantener en el mercado combustibles automotrices de alta calidad en forma conjunta con la industria automotriz para proveer vehículos que cuenten con las tecnologías para reducir emisiones contaminantes.

Parque Vehicular

De la flota vehicular registrada en la Zona Metropolitana del Valle de México, cerca del 72 son autos particulares, alrededor del 10% son pick up's, casi el 5% son camiones de carga a gasolina y el restante 13% corresponde a los otros tipos de vehículos. Ver tabla 5.2.2.2.

Para tener un análisis más preciso de las emisiones vehiculares el parque se desagregó por entidad federativa y por tipo de vehículo, tal y como se muestra en la tabla 5.2.2.3, en ella podemos observar que el mayor número de unidades se encuentra registrada en el Distrito Federal, sólo los tipos de vehículos pick up y los camiones de carga con un peso bruto vehicular de más de 3 toneladas se encuentran en mayor número en el Estado de México.

Tabla 5.2.2.2. Distribución del parque vehicular de la ZMVM

Tipo de vehículo	Vehículos	
	# de unidades ^{3 (1-5)}	%
Autos Particulares	2,341,731	71.81
Taxis	109,407	3.36
Combis	5,499	0.17
Microbuses	32,029	0.98
Pick up's	336,080	10.31
Camiones de carga a gasolina	154,513	4.74
Vehículos a diesel < 3 ton	4,733	0.15
Tractocamiones a diesel	70,676	2.17
Autobuses a diesel	12,505	0.38
Vehículos a diesel > 3 ton	90,940	2.79
Camiones de carga a gas LP	30,102	0.92
Motocicletas	72,704	2.23
Total	3,260,919	100

Tabla 5.2.2.3. Distribución y contribución porcentual de la flota vehicular por tipo de vehículo y por entidad federativa

Tipo de vehículo	Distrito Federal		Estado de México	
	#	%	#	%
Autos Particulares	1,546,595	66	795,136	34
Taxis	103,298	94	6,109	6
Combis	3,944	72	1,555	28
Microbuses	22,931	72	9,098	28
Pick up's	73,248	22	262,832	78
Camiones de carga a gasolina	154,513	100	N/R	N/R
Vehículos a diesel < 3 ton	4,733	100	N/R	N/R
Tractocamiones a diesel	68,636	97	2,040	3
Autobuses a diesel	9,236	74	3,269	26
Vehículos a diesel > 3 ton	28,580	31	62,360	69
Camiones de carga a gas LP	30,102	100	N/R	N/R
Motocicletas	72,280	99	424	1
Total	2,118,096	65	1,142,823	35

N/R.- No Reportado

Crecimiento de la flota vehicular

Aunque el padrón vehicular registrado tiene un cierto nivel de incertidumbre, a través de los inventarios de emisiones que se han elaborado, se ha podido dar un seguimiento al crecimiento de la flota vehicular de la Zona Metropolitana del Valle de México, por lo menos desde el inventario de 1994, tabla 5.2.2.4.

³ 1: Anuario 1998-99 SETRAVI-Dirección General de Autotransporte Urbano.

1a: Oficio DRT/0299/2000 SETRAVI-Dirección de Registro Público de Transporte.

2: Oficio SMA/DGPCC/08942/2000 de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación.

3: Bando No. 9, 2000.

4: Oficio DEC-010/2000 SETRAVI 1999.

5: Información proporcionada por SEGEM, Estado de México (Verificación 1999).

Tabla 5.2.2.4. Incremento del parque vehicular en la ZMVM

Año	No. de vehículos en circulación
1994 ⁴	2,720,000
1996 ⁴	3,157,874
1998	3,260,919

Edad de la flota vehicular

El mayor problema que se tiene con el parque vehicular que circula diariamente en la Zona Metropolitana del Valle de México es que dicha flota se caracteriza por tener un alto porcentaje de vehículos viejos; en el Distrito Federal el 45% de los vehículos tiene 9 años o más, esto es, vehículos 1990 y anteriores; en el Estado de México este estrato vehicular corresponde al 65%; y en conjunto como Zona Metropolitana del Valle de México se tiene el 52% de vehículos con una edad de 9 años o más.

Haciendo un análisis por tipo de tecnología del parque vehicular, tenemos en promedio, que el 67% son vehículos que no cuentan con tecnología de control y que tan solo el 33% restante son vehículos que cuentan con el equipo para el control de sus emisiones; otros datos importantes que se pueden mencionar es que el 34% de los vehículos que circulan en la Zona Metropolitana del Valle de México son de año modelo 1985 y anteriores, 33% son vehículos modelos entre 1986 y 1992, los cuales aunque no tienen equipos para el control de emisiones contaminantes, tales como inyección electrónica de combustible, convertidor catalítico, canister para la recuperación de vapores entre otros, haciéndoles algunas modificaciones son susceptibles de adaptarles convertidores catalíticos, con lo que se puede reducir sus emisiones.

Actividad de la flota vehicular

Otro dato importante para analizar el comportamiento de las emisiones vehiculares es el nivel de actividad promedio diario que tiene cada tipo de vehículo, dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México. Esta información se tomó de los datos registrados por la Comisión Metropolitana de Transporte y Vialidad en el Estudio Integral de Transporte y Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. Ver tabla 5.2.2.5.

Tabla 5.2.2.5. Kilómetros recorridos por tipo de vehículo

Clasificación vehicular	[km/día]	Clasificación vehicular	[km/día]
Autos particulares	33	Vehículo a diesel <3 ton	60
Taxis	200	Tractocamiones a diesel	60
Combis	200	Autobuses a diesel	200
Microbuses	200	Vehículos a diesel = 3 ton	60
Pick up's	60	Camiones de carga a gas LP	60
Camiones de carga a gasolina	60	Motocicletas	33

En suma, se estima que los vehículos registrados en la Zona Metropolitana del Valle de México, que consumen gasolina, recorren más de 43 mil millones de kilómetros al año y los que consumen diesel recorren casi 4 mil millones de Kilómetros al año. El consumo de combustible vehicular que reporto PEMEX en 1998, para la Zona Metropolitana del Valle de México, fue de más de 6.4 millones de metros cúbicos de gasolinas y 1.6 millones de metros cúbicos de diesel, lo cual equivale a consumir 17.7 millones de litros diarios de gasolinas y 4.4 millones de litros diarios de diesel.

⁴ Inventario de emisiones a la atmósfera en la ZMVM, Comisión Ambiental Metropolitana 1996.

Emisiones vehiculares

Tomando como base los datos de la actividad del parque vehicular del año 1998, junto con los factores de emisión que se reportan en la memoria de cálculo, se estima que en conjunto, en la Zona Metropolitana del Valle de México se liberan más de 2 millones de toneladas al año de contaminantes generados por las fuentes móviles, de las cuales el 83% son emisiones de CO, el 9% de HC, el 8% de NO_x, y menos del 1% de SO₂ y de PM₁₀.

En las tablas 5.2.2.6 y 5.2.2.7 se presentan las contribuciones en toneladas al año y por ciento respectivamente de las emisiones generadas por las fuentes móviles registradas en la ZMVM por tipo de vehículo.

Tabla 5.2.2.6. Emisiones de fuentes móviles en la ZMVM, 1998

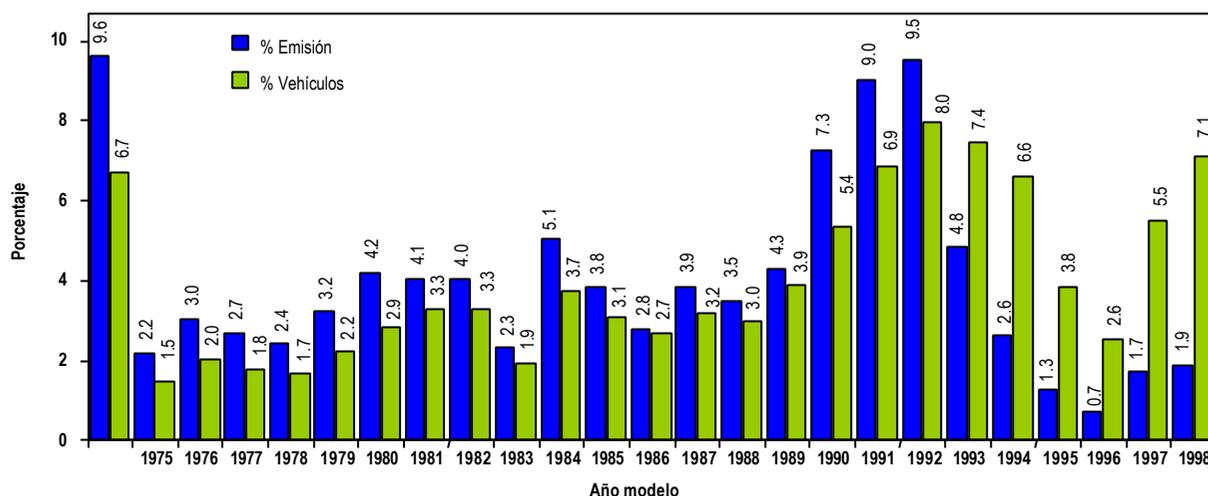
Tipo de vehículo	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Autos particulares	701	2,000	822,477	47,380	81,705
Taxis	199	567	131,453	11,093	15,310
Combis	10	28	20,448	930	1,945
Microbuses	59	166	216,740	9,524	19,761
Pick up	183	522	255,503	18,961	24,599
Camiones de carga a gasolina	84	240	216,865	15,297	18,683
Vehículos a diesel < 3 ton.	133	24	249	150	168
Tractocamiones a diesel	1,990	363	16,675	22,678	7,587
Autobuses a diesel	1,174	214	9,270	11,640	3,853
Vehículos a diesel > 3 ton	2,562	468	20,956	27,662	9,205
Camiones de carga a gas LP	16	15	298	308	215
Motocicletas	22	63	22,729	215	4,742
Total	7,133	4,670	1,733,663	165,838	187,773

Tabla 5.2.2.7. Emisiones porcentuales de fuentes móviles en la ZMVM, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [%]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Autos particulares	9.83	42.83	47.44	28.57	43.51
Taxis	2.79	12.14	7.58	6.69	8.15
Combis	0.14	0.60	1.18	0.56	1.04
Microbuses	0.83	3.55	12.50	5.74	10.52
Pick up	2.57	11.18	14.74	11.43	13.10
Camiones de carga a gasolina	1.18	5.14	12.51	9.22	9.95
Vehículos a diesel < 3 ton.	1.86	0.51	0.01	0.09	0.09
Tractocamiones a diesel	27.90	7.77	0.96	13.67	4.04
Autobuses a diesel	16.46	4.58	0.53	7.02	2.05
Vehículos a diesel > 3 ton	35.92	10.02	1.21	16.68	4.90
Camiones de carga a gas LP	0.22	0.32	0.02	0.19	0.11
Motocicletas	0.31	1.35	1.31	0.13	2.53
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

La gráfica 5.2.2.1 muestra la distribución de los vehículos que circulan en el ZMVM y sus emisiones de acuerdo al año modelo; de lo cual tenemos que del total de vehículos, el 52% corresponde a vehículos 1990 y anteriores, los cuales contribuyen con el 68 % de las emisiones de ésta zona.

Gráfica 5.2.2.1. Distribución de vehículos y emisiones por año-modelo en la ZMVM.



Emisiones Por Entidad Federativa

Distrito Federal

Al efectuar un análisis de las emisiones contaminantes del sector transporte por tipo de vehículo registrado en el Distrito Federal, en esta entidad donde se emite la mayor cantidad de contaminantes por fuentes móviles (63%), esto debido a que en el Distrito Federal se tiene registrado el 65% de los vehículos que circulan en la ZMVM.

A continuación se tienen las emisiones por tipo de vehículo registrado en el Distrito Federal

Tabla 5.2.2.8. Emisiones de fuentes móviles en el Distrito Federal, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [ton/ año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Autos particulares	463	1,321	481,161	30,824	48,854
Taxis	188	535	115,200	10,366	13,733
Combis	7	20	14,665	667	1,395
Microbuses	42	119	155,175	6,819	14,148
Pick up	40	114	51,058	3,913	5,035
Camiones de carga a gasolina	84	240	216,865	15,297	18,683
Vehículos a diesel < 3 ton.	133	24	249	150	168
Tractocamiones a diesel	1,933	353	16,214	22,081	7,389
Autobuses a diesel	867	158	6,846	8,596	2,850
Vehículos a diesel > 3 ton	805	147	6,752	9,194	3,077
Camiones de carga a gas LP	16	15	298	308	215
Motocicletas	22	62	22,575	214	4,704
Total	4,600	3,108	1,087,058	108,429	120,251

Tabla 5.2.2.9. Emisiones porcentuales de fuentes móviles en el Distrito Federal, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [%]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC

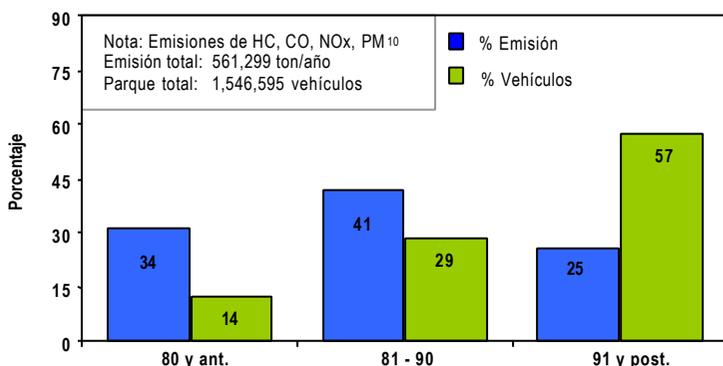
Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de México, 1998

Autos particulares	10.07	42.50	44.26	28.43	40.63
Taxis	4.09	17.21	10.60	9.56	11.42
Combis	0.15	0.64	1.35	0.62	1.16
Microbuses	0.91	3.83	14.27	6.29	11.77
Pick up	0.87	3.67	4.70	3.61	4.19
Camiones de carga a gasolina	1.83	7.72	19.95	14.11	15.54
Vehículos a diesel < 3 ton.	2.89	0.77	0.02	0.14	0.14
Tractocamiones a diesel	42.02	11.36	1.49	20.36	6.14
Autobuses a diesel	18.85	5.08	0.63	7.93	2.37
Vehículos a diesel > 3 ton	17.50	4.73	0.62	8.48	2.56
Camiones de carga a gas LP	0.35	0.48	0.03	0.28	0.18
Motocicletas	0.48	1.99	2.08	0.20	3.91
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

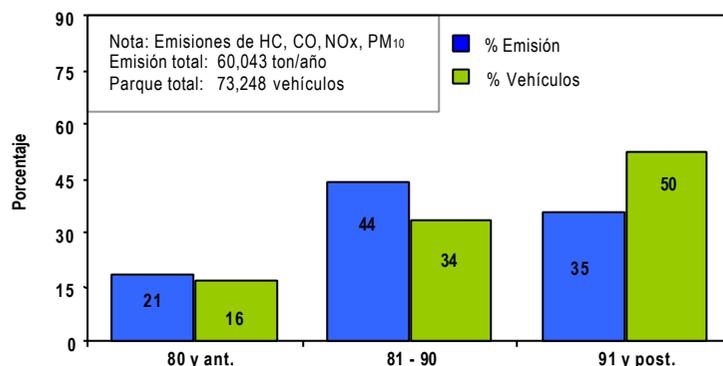
Continuando con el análisis de las emisiones de los vehículos registrados en el Distrito Federal, tenemos que de sus emisiones de acuerdo al año modelo del vehículo, el 45% del total de vehículos corresponde a vehículos 1990 y anteriores, los cuales contribuyen con el 60% de las emisiones de ésta entidad.

Las siguientes gráficas muestran la distribución porcentual de los tipos de vehículos de mayor emisión registrados en el Distrito Federal, así como su contribución de emisiones por año modelo.

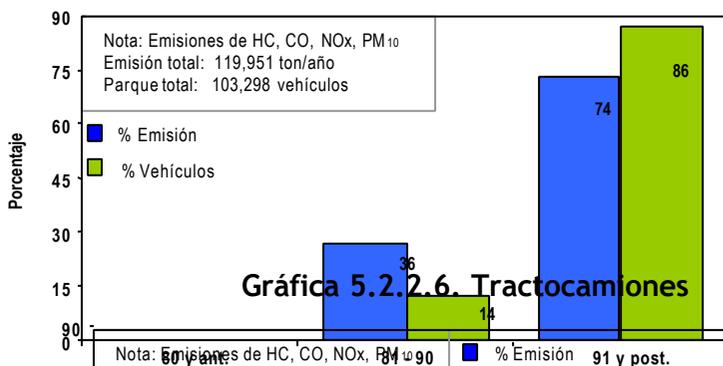
Gráfica 5.2.2.2. Autos particulares



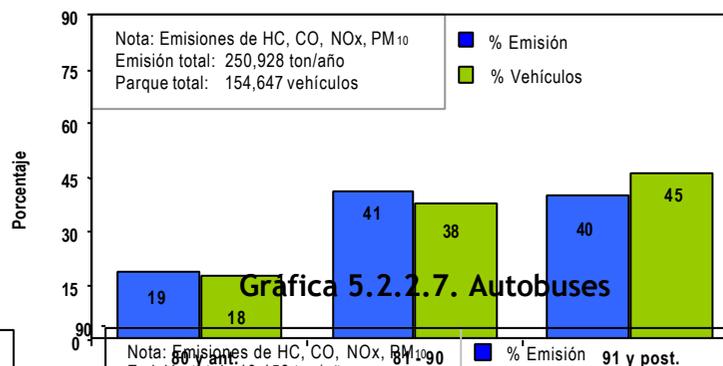
Gráfica 5.2.2.3. Pick up's



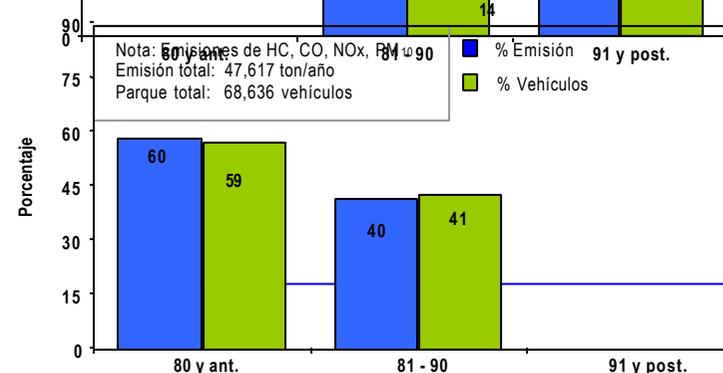
Gráfica 5.2.2.4. Taxis



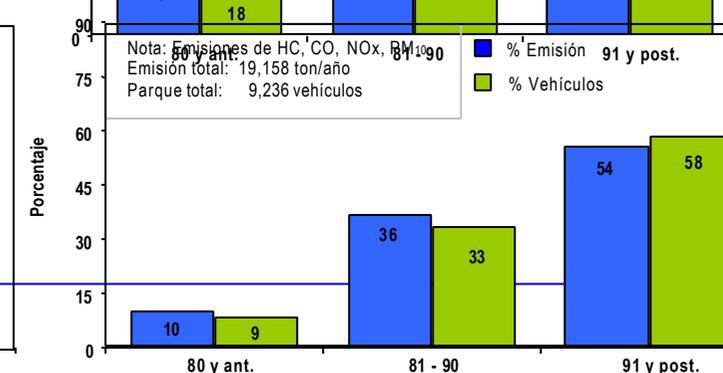
Gráfica 5.2.2.5. Camiones de carga a gasolina



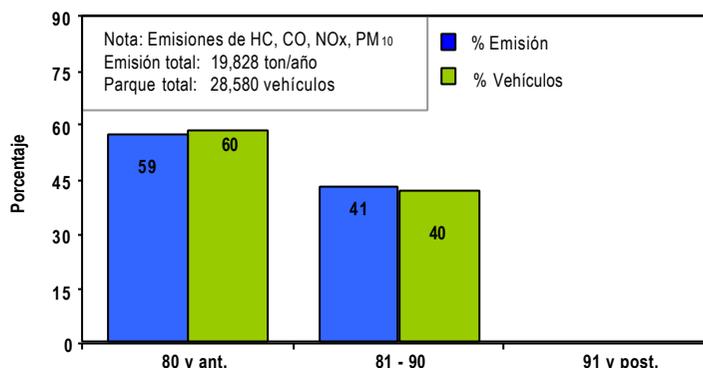
Gráfica 5.2.2.6. Tractocamiones



Gráfica 5.2.2.7. Autobuses



Gráfica 5.2.2.8. Mayor o igual a 3 toneladas



Municipios conurbados del Estado de México

Al efectuar un análisis de las emisiones contaminantes del sector transporte por tipo de vehículo en los municipios conurbados del Estado de México, tenemos que en esta entidad se tiene registrado el 35% del total de la flota vehicular de la ZMVM, la cual emite el 37% del total de las emisiones por fuentes móviles de la ZMVM.

Tabla 5.2.2.10. Emisiones de fuentes móviles en el EdoMéx, 1998

Tipo de vehículo	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Autos particulares	238	679	341,316	16,556	32,851
Taxis	11	32	16,253	727	1,577
Combis	3	8	5,783	263	550
Microbuses	17	47	61,565	2,705	5,613
Pick up	143	408	204,445	15,048	19,564
Camiones de carga a gasolina	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Vehículos a diesel < 3 ton.	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Tractocamiones a diesel	57	10	461	597	198
Autobuses a diesel	307	56	2,424	3,044	1,003
Vehículos a diesel > 3 ton	1,757	321	14,204	18,468	6,128
Camiones de carga a gas LP	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Motocicletas	N/S	1	154	1	38
Total	2,533	1,562	646,605	57,409	67,522

Nota: N/E.- No estimado, N/S.- No significativo.

Tabla 5.2.2.11. Emisiones porcentuales de fuentes móviles en el EdoMéx, 1998

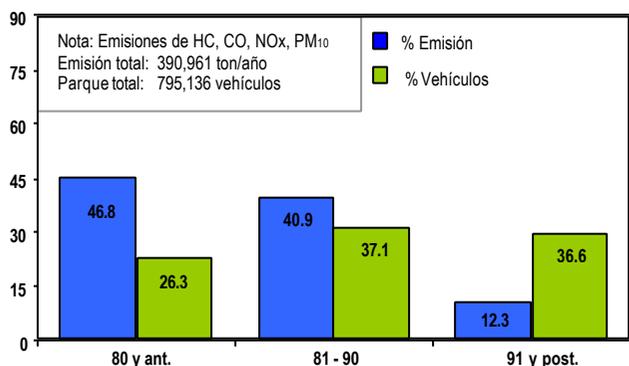
Tipo de vehículo	Emisiones [%]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Autos particulares	9.40	43.47	52.79	28.84	48.65

Taxis	0.43	2.05	2.51	1.27	2.34
Combis	0.12	0.51	0.89	0.46	0.81
Microbuses	0.67	3.01	9.52	4.71	8.31
Pick up	5.65	26.12	31.62	26.21	28.97
Camiones de carga a gasolina	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Vehículos a diesel < 3 ton.	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Tractocamiones a diesel	2.25	0.64	0.07	1.04	0.29
Autobuses a diesel	12.12	3.59	0.37	5.30	1.49
Vehículos a diesel > 3 ton	69.36	20.55	2.20	32.17	9.08
Camiones de carga a gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Motocicletas	N/S	0.06	0.02	N/S	0.06
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

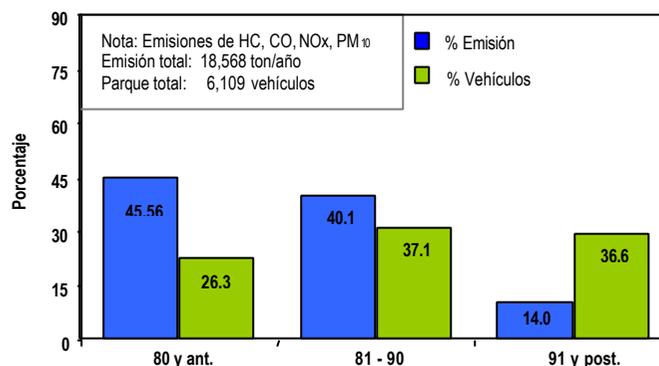
Nota: N/E.- No estimado, N/S.- No significativo, N/A.- No aplica.

Continuando con el análisis de las emisiones del transporte registrado en los municipios conurbados del Estado de México, se tiene que el 65% del total de vehículos corresponde a modelos 1990 y anteriores, los cuales contribuyen con el 82% de las emisiones. Las siguientes gráficas muestran los porcentajes de contribución de emisiones por tipo de vehículo de mayor emisión.

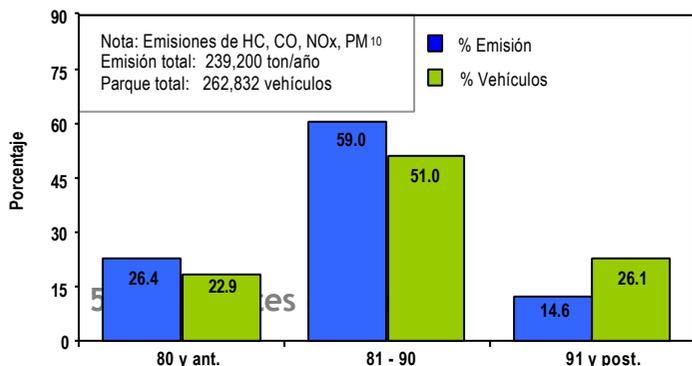
Gráfica 5.2.2.9. Autos particulares



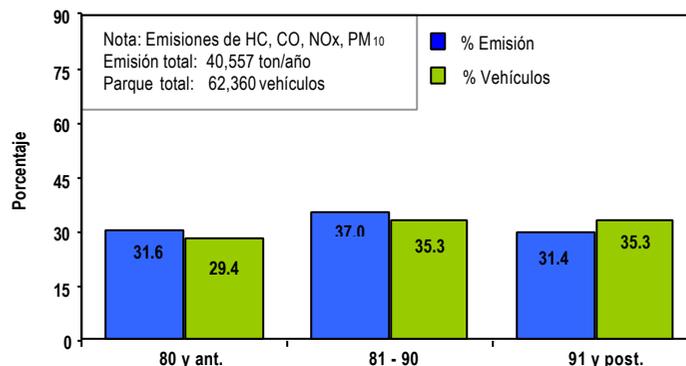
Gráfica 5.2.2.10. Taxis



Gráfica 5.2.2.11. Pick up's



Gráfica 5.2.2.12. Mayores o iguales a 3



Recientemente se pensaba que el crecimiento de la actividad industrial y vehicular eran las únicas fuentes fuertemente ligadas a la problemática de la contaminación del aire, sin considerar algunas otras (fuentes de área) que en forma conjunta contribuyen en gran medida al deterioro de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Las fuentes de emisión de área, por el hecho de ser muy pequeñas y numerosas no se manejan en forma individual como las fuentes puntuales; estas consumen pequeñas cantidades de energéticos y solventes, que comparadas con el consumo industrial no son representativas en cuanto a emisión de contaminantes, sin embargo, al agruparlas por zona, giro comercial o servicio, se observa que consumen importantes cantidades de combustibles, tales como: diesel, gasóleo, gas LP y gas natural; esto, asociado al incremento poblacional, de establecimientos comerciales/servicios, y consumo de solventes, hacen necesario el estudio de las emisiones generadas por fuentes de área, a fin de conocer su contribución a la emisión total de la ZMVM e implementar sistemas de regulación y control, tales como la sustitución de combustibles alternos, mejorar el aprovechamiento y uso de solventes, entre otros. En la tabla 5.2.3.1 se muestran la contribución de emisiones por fuentes de área en la ZMVM por giro y contaminante.

Tabla 5.2.3.1. Inventario de emisiones de fuentes de área por giro, ZMVM

	Giro	Emisiones [ton/año]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Servicios y uso de productos con solvente	Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	76,623
	Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	30,146
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	22,752
	Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	21,414
	Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	10,049
	Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	6,692
	Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	2,601
	Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	2,175
	Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	803
Fugas y evaporación de combustibles	Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	12,314
	Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	892
	Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	22,173
	HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	26,177
	Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	496
	Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	102
FM NC*	Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,512	1,517	400
	Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
	Locomotoras (foráneas/ patio)	10	54	62	492	19
Incendios, combustión y servicios públicos	Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	7,380
	Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	206
	Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	78
	Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	23
	Combustión en hospitales	9	24	21	80	3
	Combustión habitacional	126	0.25	653	4,417	166
	Combustión comercial- institucional	820	5,276	526	2,720	149
	Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
	Incendio en estructuras	7	N/A	108	3	9
	Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
	Total	1,678	5,354	25,960	9,866	247,599

*FMNC.- Fuentes móviles no carreteras. N/A.- No aplica, N/E.- No estimado, N/S.- No significativo

En suma la tabla anterior muestra que en la ZMVM, se emiten a la atmósfera más de 290 mil toneladas de contaminantes criterio, que son producto de la combustión y fugas de combustibles, así como del uso y aplicación de productos que utilizan diferentes compuestos orgánicos volátiles y por la degradación de residuos y tratamiento de aguas residuales entre otros. Los porcentajes de contribución emitidos a la atmósfera de la ZMVM por giro y contaminante se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.3.2. Inventario de emisiones porcentual de fuentes de área por giro, ZMVM

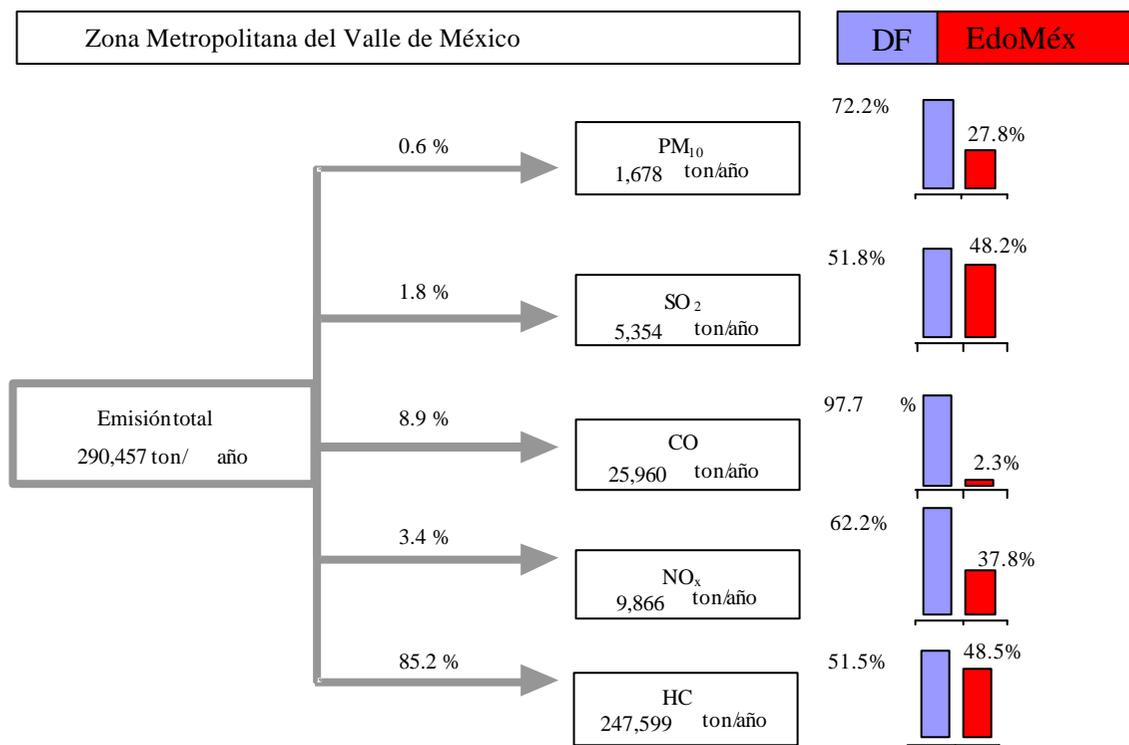
	Giro	Emisiones [%]				
		PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Servicios y uso de productos con solvente	Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	30.95
	Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	12.18
	Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	9.19
	Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	8.65
	Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	4.06
	Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	2.70
	Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	1.05
	Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	0.88
	Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	0.32
Fugas y evaporación de combustibles	Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	4.97
	Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	0.36
	Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	8.96
	HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	10.57
	Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	0.20
	Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	0.04
FM NC*	Operación de aeronaves	N/S	N/S	9.68	15.38	0.16
	Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	0.00
	Locomotoras (foráneas/ patio)	0.60	1.01	0.24	4.99	0.01
Incendios, combustión y servicios públicos	Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	2.98
	Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	0.08
	Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	0.03
	Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01
	Combustión en hospitales	0.53	0.45	0.08	0.81	0.00
	Combustión habitacional	7.49	N/E	2.52	44.77	0.07
	Combustión comercial- institucional	48.88	98.54	2.03	27.57	0.06
	Incendios forestales	42.08	N/E	85.05	6.46	1.52
	Incendio en estructuras	0.42	N/A	0.42	0.03	0.00
	Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
	Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

*FMNC.- Fuentes móviles no carreteras. N/A.- No aplica, N/E.- No estimado, N/S.- No significativo

De las emisiones totales originada por las fuentes de área, el 85% son hidrocarburos, casi el 10% de CO, 3.4% de NO_x, 1.8% de SO₂ y solo menos del 1% de PM₁₀. De esta contribución por contaminante el Distrito Federal emite al menos, el 50% de cada contaminante inventariado (ver figura 5.2.3.1); debido a que las emisiones de fuentes de área, están en función del número de habitantes, en casi todas las categorías se emite aproximadamente lo mismo en las dos entidades (ver tablas 5.2.3.3 y 5.2.3.4). La diferencia que hace que las emisiones de fuentes de área sean mayores en el Distrito Federal es principalmente los incendios forestales, las operaciones de tráfico aéreo, el tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, de las emisiones totales de PM₁₀ por las fuentes de área que se emiten en la ZMVM, los incendios forestales contribuyen con cerca del 50% del total, con referencia al CO por incendios forestales se emite cerca del 90% y respecto a los NO_x, tenemos que más del 20% de las emisiones son debidas a los incendios forestales y por operación de aeronaves todas evaluadas dentro del Distrito Federal. Sin embargo, cabe mencionar que para los municipios

conurbados del Estado de México, falta realizar la estimación de emisiones de las categorías anteriores entre otras.

Figura 5.2.3.1. Inventario de emisiones por entidad federativa



A continuación se describen las 4 categorías de las fuentes de área, clasificándolas según la USEPA⁵:

Servicios y uso de productos con solventes

Este grupo incluye las actividades emisoras de hidrocarburos más importantes, destacan las emisiones por el consumo y uso de productos que contienen solventes como son los desodorantes, desmanchadores, productos de belleza y aromatizantes, por citar algunos ejemplos. Las emisiones calculadas por el consumo de solventes representan el 31% (76,623 ton/año) de las emisiones de hidrocarburos generadas por las fuentes de área. La limpieza de superficies registra una emisión del 12% (30,146 ton/año) y las actividades de recubrimiento de superficies arquitectónicas y de superficies industriales en conjunto emiten cerca del 9% cada uno (44,171 ton/año).

Fugas y evaporación de combustibles

Las fugas por almacenamiento, distribución y uso doméstico de gas LP alcanzan 62,154 ton/año (25%) de las cuales el 11% son emisiones por fugas de hidrocarburos no quemados en la combustión del gas LP doméstico, el 9% de fugas de gas LP en instalaciones domésticas al calentadores y/o estufa, y por fugas en la distribución y almacenamiento del gas LP el 5%. El almacenamiento masivo de gasolina, así como las fugas en la distribución y venta de gasolina representan menos del 1%.

⁵ Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América

Fuentes móviles no carreteras

De esta categoría la máxima emisión, son las calculadas por las actividades de aterrizaje, maniobra y despegue de aeronaves en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, los cuales representan el 15% de la emisión de óxidos de nitrógeno (1,517 ton). Dicha actividad emite también el 10% del monóxido de carbono (2,512 ton). La recarga de aeronaves se incluye en este grupo emisor porque forma parte de las actividades que se realizan en el aeropuerto y contribuye con 5 toneladas de HC. Las locomotoras de uso foráneo y de patio que circulan por la ZMVM emiten el 5% de los óxidos de nitrógeno, el 1% de dióxido de azufre, 0.6% de partículas menores a 10 micrómetros, el 0.24% del monóxido de carbono y los hidrocarburos representan solo el 0.01%.

Incendios, combustión y servicios públicos

La emisión más importante de esta categoría es la de monóxido de carbono, y son los incendios forestales los que emiten más del 85% de todas las fuentes de área. La siguiente emisión de importancia, se refiere a los óxidos de nitrógeno, originados principalmente por la combustión habitacional, comercial/institucional y operación de aeronaves con 4,417; 2,720 y 1,517 toneladas respectivamente (45%, 28% y 15%). Los incendios forestales contribuyen con el 6% de los óxidos de nitrógeno. La combustión en hospitales en conjunto con los incendios en estructuras representan menos del 1%. La combustión residencial institucional tiene además una importante contribución de dióxido de azufre (5,276 toneladas), misma que representa casi el total de las emisiones de este contaminante en las fuentes de área.

Emisiones de fuentes de área por entidad

En el Distrito federal, se emiten a la atmósfera por fuentes de área 152,710 toneladas de contaminantes criterio. El contaminante que más se libera al aire son los hidrocarburos, su emisión es de 127,435 toneladas (48%), y en conjunto con las emisiones de HC de las fuentes móviles, emiten más del 90% de este contaminante en el Distrito Federal. De las emisiones de PM₁₀ en fuentes de área, cerca del 60% provinieron de incendios forestales ocurridos dentro del área del Distrito Federal; proporción similar es producida por el sector comercial/institucional. La combustión comercial institucional es el principal emisor de SO₂, este giro emite casi el 100% de las emisiones en las fuentes de área. La emisión del monóxido de carbono fue de 25,350 toneladas, de las cuales cerca del 90% es debido a los incendios forestales dentro del Distrito Federal. Los óxidos de nitrógeno emitidos en el Distrito Federal fueron 6,138 toneladas, la categoría que más emitió fue la combustión habitacional (2,287), le sigue la operación de aeronaves (1,517) y la combustión comercial-institucional (1,409); las cuales, en conjunto contribuyen con el 85% de las emisiones totales de NO_x emitidos por fuentes de área. Ver la tabla 5.2.3.3, la cual muestra el inventario de emisiones desagregado por giro del Distrito Federal.

Tabla 5.2.3.3. Inventario de emisiones de fuentes de área por giro en el DF, 1998

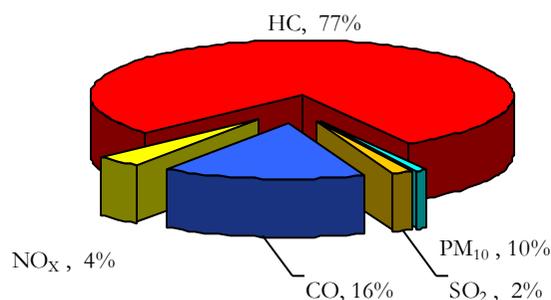
Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	39,678
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	15,611
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	11,782
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	11,089
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	5,204
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	3,466

Inventario de Emisiones 1998

Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	1,347
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	1,126
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	415
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	6,377
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	462
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	11,482
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	13,556
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	286
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	97
Operación de aeronaves	N/S	N/S	2,512	1,517	400
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Locomotoras (foráneas/ patio)	4	27	30	244	9
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	924
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	107
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	74
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	12
Combustión en hospitales	4.6	13	11	41	1.6
Combustión habitacional	65	0.13	338	2,287	86
Combustión comercial- institucional	425	2,732	273	1,409	77
Incendios forestales	706	N/E	22,078	637	3,752
Incendio en estructuras	7	N/A	108	3	9
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	1,212	2,772	25,350	6,138	127,435

N/E.- No Estimado, N/A.- No Aplica

Gráfica 5.2.3.1. Emisión porcentual por contaminante de las fuentes de área en el DF



Las fuentes de área ubicadas en el Estado de México, emiten a la atmósfera 127,551 toneladas de contaminantes criterio. En la tabla 5.2.3.4 se muestra el inventario de emisiones desagregado por giro.

Tabla 5.2.3.4. Inventario de emisiones de fuentes de área por giro en el EdoMéx, 1998

Giro	Emisiones [ton/año]				
	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	HC
Consumo de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	36,945
Limpieza de superficies	N/A	N/A	N/A	N/A	14,535

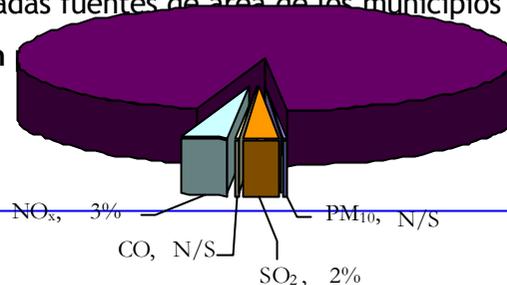
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	10,970
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	10,325
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	4,845
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	3,226
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	1,254
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	1,049
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	388
Distribución de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	5,937
Almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	430
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	10,691
HCNQ en la combustión	N/A	N/A	N/A	N/A	12,621
Distribución y venta de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	210
Almacenamiento masivo de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	5
Operación de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Recarga de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Locomotoras (foráneas/ patio)	6	27	32	248	10
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	6,456
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	99
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	4
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	11
Combustión en hospitales	4.3	11	10	39	1.4
Combustión habitacional	61	0.12	315	2,130	80
Combustión comercial- institucional	395	2,544	253	1,311	72
Incendios forestales	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Incendio en estructuras	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Caminos no pavimentados	N/E	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	466	2,582	610	3,728	120,164

N/E.- No Estimado, N/A.- No aplica

De la tabla anterior, tenemos que los contaminantes que más se libera al aire son los hidrocarburos y su emisión es de más de 120 mil toneladas, al nivel de los municipios conurbados del Estado de México representan el 57% de las emisiones de todos los sectores que integran a las fuentes de área, que junto con las fuentes móviles emiten cerca del 90% de las emisiones de HC en los municipios conurbados del Estado de México. La principal fuente de emisión de PM₁₀, es la combustión comercial-institucional, que representa el 85% de las 466 toneladas registradas en fuentes de área; sin embargo, cabe señalar que no se cuenta con las emisiones generadas por las categorías de incendios forestales y estructurales, de las cuales las primeras contribuyeron de manera importante en la emisión de partículas durante 1998, año que se caracterizó por el número de incendios forestales que afectaron gran parte del territorio nacional. La combustión comercial institucional es el principal emisor de SO₂, este giro emite casi el 100% de las emisiones de SO₂ de fuentes de área. La emisión del monóxido de carbono fue de 610 toneladas, de las cuales el 93% es debido a la combustión habitacional, comercial e institucional.

Los óxidos de nitrógeno emitidos en los municipios conurbados del Estado de México fueron 3,728 toneladas. Las principales categorías son la combustión habitacional (2,130 toneladas) y la combustión comercial-institucional (1,311 toneladas), que en conjunto contribuyen con el 92% de las emisiones de NO_x generadas fuentes de área de los municipios conurbados del Estado de México.

Gráfica 5.2.3.2. Emisión de contaminantes de fuentes de área en el EdoMéx



5.2.4 Fuentes naturales

Vegetación

El inventario de emisiones por vegetación, determina la cantidad de emisiones de hidrocarburos originados por la actividad metabólica de la vegetación, así como los óxidos de nitrógeno producto de los procesos bioquímicos efectuados en el suelo.

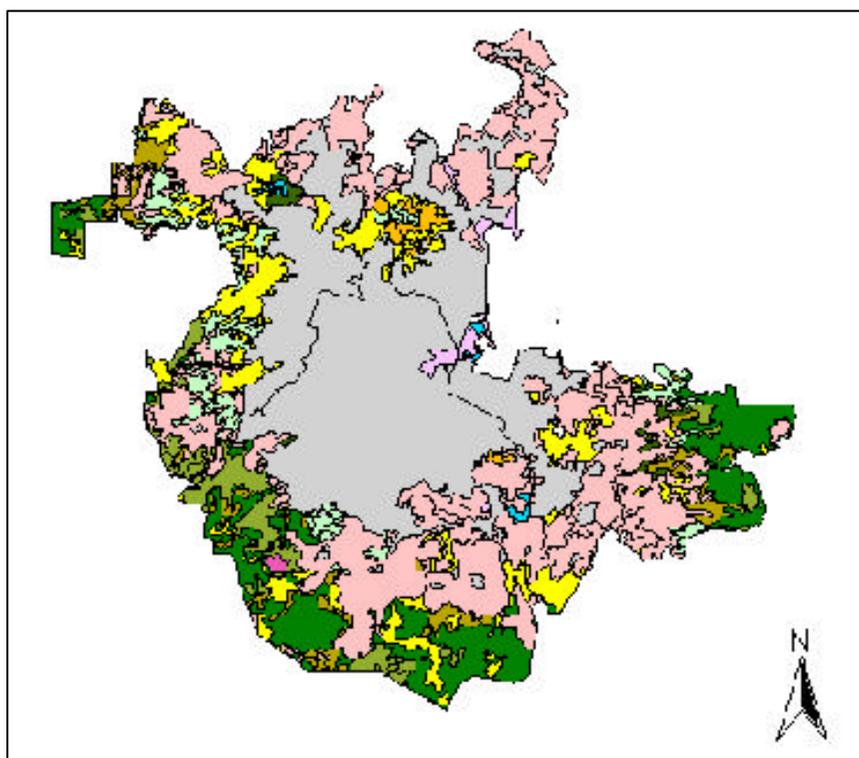
Este inventario no pretende catalogar a la vegetación como una fuerte emisora de contaminantes, sino que trata de determinar el grado de participación en los procesos químicos que se realizan en la atmósfera y que determinan la formación de contaminantes secundarios.

Los hidrocarburos de origen vegetal deben tomarse en consideración debido a que son precursores de ozono. Una aplicación de esta información está enfocada a las campañas de reforestación como uno de los factores de selección de las especies a ser plantadas en función de sus tasas d emisión.

El uso de suelo y vegetación del área de estudio (figura 5.2.4.1), se dividió en cuatro grandes usos:

- Forestal: Incluye bosque de coníferas, pino-encino, abeto entre otras.
- Forestal urbano: Malezas, áreas urbanas con 20% de pasto.
- Agrícola: Cultivos como alfalfa, papa, avena, maíz, naranjo, manzana, pastura y arroz entre los principales.
- Otros (misceláneos): Incluye pastos, cuerpos de agua, matorrales y diversas especies que por sus características no se pueden clasificar en ninguno de los otros usos de suelo anteriores.

Figura 5.2.4.1. Mapa de uso de suelo y vegetación



- Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
- Bosque de oyamel (incluye ayarin y cedro) arbustiva y herbácea
- Bosque de oyamel (incluye ayarin y cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea
- Bosque de pino
- Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)

Fuente: Inventario Nacional Forestal SEMARNAT 2000

Tabla 5.2.4.1. Uso de suelo del área de estudio por entidad [%]

Área	Forestal	Forestal urbano	Agrícola	Otros	Total
Distrito Federal	5	12	53	30	100
Estado de México	21	0	57	22	100

A continuación se muestran los valores de las emisiones anuales para cada uno de los contaminantes calculados:

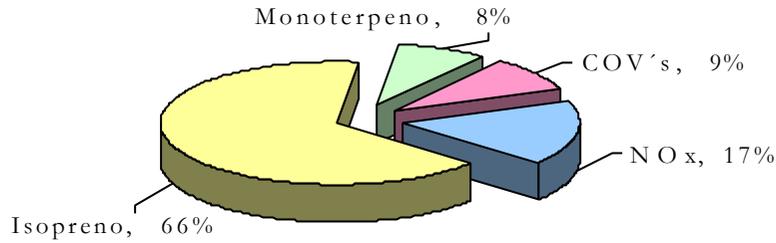
Tabla 5.2.4.2. Emisiones de la vegetación por temporada climática [ton/año]

Estado de México					
Temporada	Isopreno	Monoterpeno	COVs	HC*	NOx
Seca-fría	768	1,419	911	3,098	786
Lluvias	2,401	2,601	1,669	6,671	1,226
Seca-cálida	826	1,904	1,222	3,952	790
Total	3,995	5,924	3,802	13,721	2,802
Distrito Federal					
Seca-fría	350	53	56	459	114
Lluvias	749	91	96	936	173
Seca-cálida	441	54	58	553	104
Total	1,540	198	210	1,948	391
Zona Metropolitana del Valle de México					
Total	5,535	6,122	4,012	15,669	3,193

*Es la suma del isopreno, monoterpeno y compuestos orgánicos volátiles(COVs)

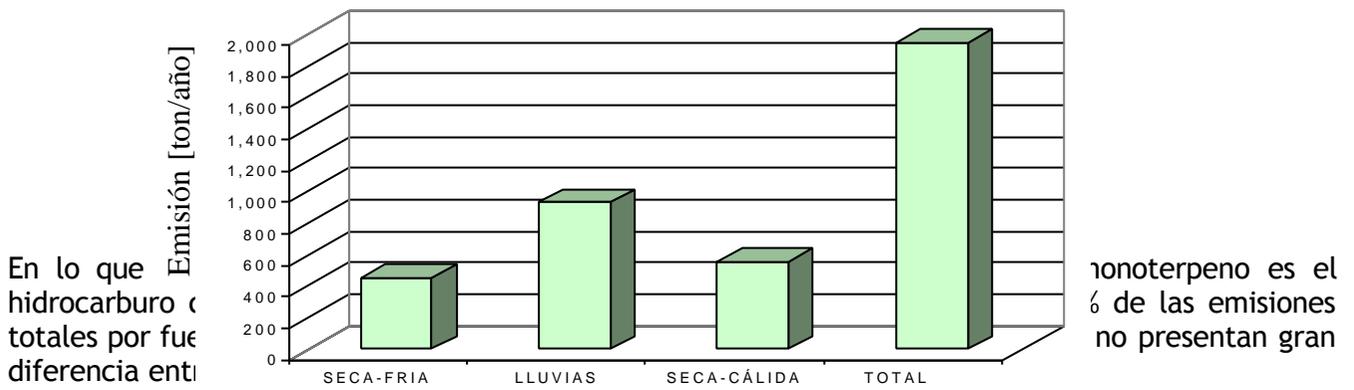
Los resultados mostrados en la tabla 5.2.4.2, permiten concluir que las principales emisiones tanto de hidrocarburos como de óxidos de nitrógeno se generan principalmente en la temporada de lluvias, seguida por la seca cálida (primavera verano). En lo que se refiere a la aportación por tipo de hidrocarburo, en el Distrito Federal el isopreno es el hidrocarburo que más se emite, representando un 66% (1,540 ton/año) de las emisiones totales, las cuales se les atribuye principalmente a las zonas forestales.

Gráfica 5.2.4.3. Contribución de emisiones generadas por la vegetación en el DF

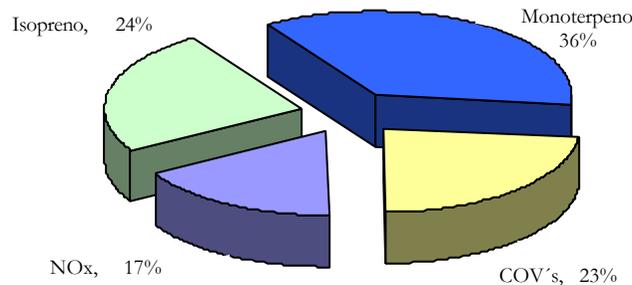


Como se mencionó anteriormente, las mayores emisiones se presentan en la temporada de lluvias tanto para hidrocarburos como para NO_x, ésta temporada contribuye con el 47% de las emisiones totales anuales del Distrito Federal (gráfica 5.2.4.4).

Gráfica 5.2.4.4. Emisiones de HC por temporada en el DF

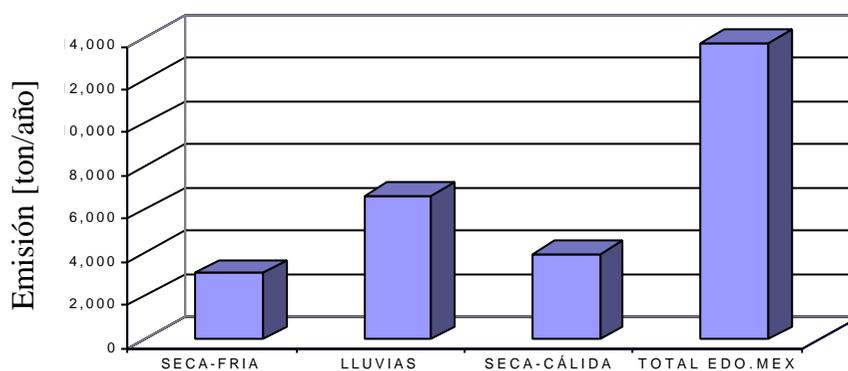


Gráfica 5.2.4.5. Contribución de emisiones generadas por la vegetación del EdoMéc



En el Estado de México, al igual que en el Distrito Federal, las mayores emisiones de origen vegetal y edáfico, tanto de HC como NO_x, se generan en la temporada de lluvias (gráfica 5.2.4.6).

Gráfica 5.2.4.6. Emisiones de HC por temporada en los municipios conurbados del EdoMéc



Las regiones con mayores emisiones son aquellas con gran cantidad de vegetación, tanto de tipo agrícola como forestal y se localizan principalmente en las regiones montañosas del área de estudio (sur de la ciudad de México, sureste del Estado de México).

Cabe señalar que en los municipios conurbados del Estado de México se cuenta con mayores extensiones de uso de suelo agrícola y forestal que en el Distrito Federal motivo por el cual las emisiones de origen vegetal y edáfico se incrementan en esta región.

Suelos

El segundo contaminante en importancia en la Zona Metropolitana del Valle de México son las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), debido a que durante la temporada seca hay frecuentes excedencias a su norma correspondiente ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio en 24 horas). Las partículas se originan de una gran variedad de fuentes antropogénicas fijas y móviles, así como de origen geológico, asociadas al uso de suelo, erosión y condiciones climáticas entre otros.

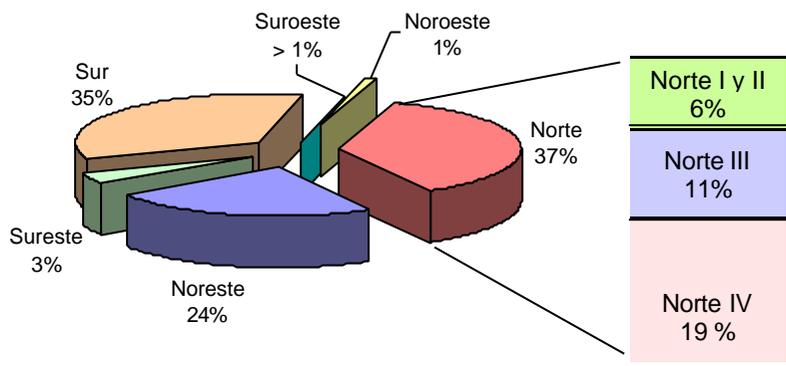
Las emisiones de PM_{10} debido a la erosión del suelo para este inventario se muestran en la tabla 5.2.4.3. De las 7,985 toneladas de PM_{10} que se emiten, el 66% proviene de los suelos que no tienen cubierta vegetal y el restante de suelos con algún tipo de vegetación. Es importante resaltar que de las 5,271 toneladas de PM_{10} que se emiten por suelos sin cobertura vegetal, la contribución mayoritaria proviene del frente norte, ver gráfica 5.2.4.7.

Tabla 5.2.4.3. Emisiones de PM_{10} por erosión del suelo

Frente	Tipo de suelo	Área [hectáreas]	Emisiones [ton/año]
Noreste	Sin cubierta vegetal	13,525	1,259
	Con cubierta vegetal	8,094	377
Sureste	Sin cubierta vegetal	1,981	184
	Con cubierta vegetal	580	27
Sur	Sin cubierta vegetal	19,720	1834
	Con cubierta vegetal	14,628	680
Suroeste	Sin cubierta vegetal	17	2
	Con cubierta vegetal	1,896	88
Noroeste	Sin cubierta vegetal	673	63
	Con cubierta vegetal	2,392	111
Norte I	Sin cubierta vegetal	1,517	141
	Con cubierta vegetal	4,498	209
Norte II	Sin cubierta vegetal	2,036	189

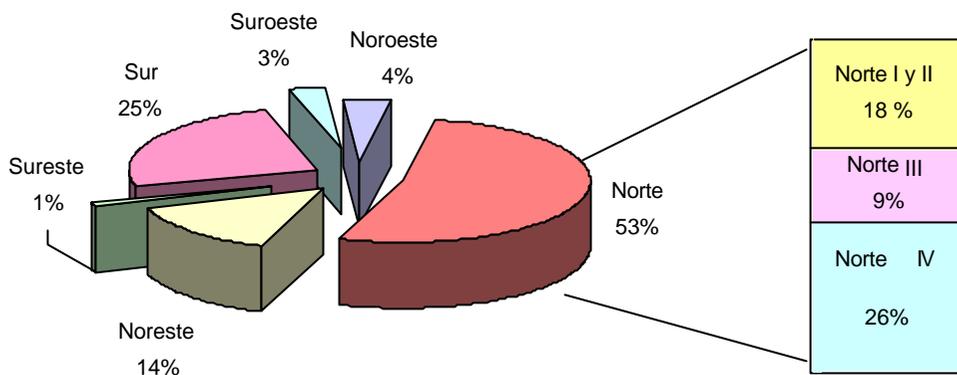
Frete	Tipo de suelo	Area [hectáreas]	Emisiones [ton/año]
	Con cubierta vegetal	5,909	275
Norte III	Sin cubierta vegetal	6,504	605
	Con cubierta vegetal	5,011	233
Norte IV	Sin cubierta vegetal	10,682	994
	Con cubierta vegetal	15,355	714
Total		115,018	7,985

Gráfica 5.2.4.7. Contribución porcentual de PM₁₀ por erosión de suelos sin cubierta vegetal por tipo de frente



De los suelos con cobertura vegetal, las principales emisiones también provienen del frente norte, ver gráfica 5.2.4.8.

Gráfica 5.2.4.8. Contribución porcentual de PM₁₀ de suelos con cubierta vegetal



5.2.5 Gases de efecto invernadero

Además de los contaminantes criterio, es necesario evaluar otros contaminantes, como los gases de efecto invernadero (GEI), para tal fin en esta sección se presenta un inventario de las emisiones de bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) generados en la ZMVM debido al consumo de combustibles fósiles. Los resultados de este inventario, toman como referencia el estudio "Inventario de emisiones de gases efecto invernadero asociados a la producción y uso de la energía en la ZMVM" que presenta el grupo de Energía Ambiente del Instituto de Ingeniería de la UNAM a la Comisión Ambiental Metropolitana, el cual presenta dos alternativas de cálculo, en el primero utilizando

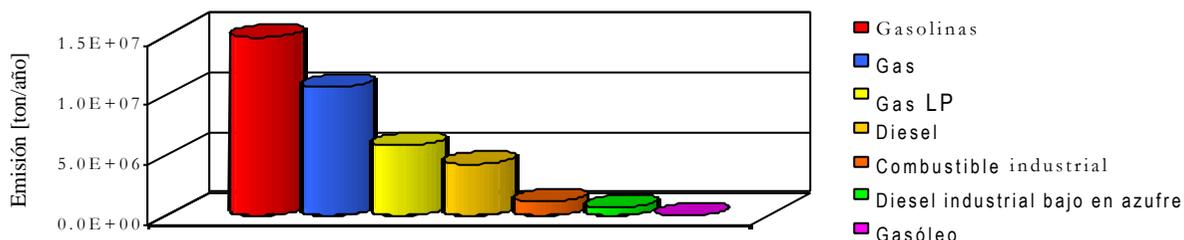
factores de emisión de la USEPA y en el segundo del IPCC⁶. Adicionalmente se anexa la emisión correspondiente a la degradación de los residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios ubicados dentro del área de estudio. Ver tabla 5.2.5.1.

Tabla 5.2.5.1. Inventario preliminar de gases efecto invernadero [ton/año]

Tipo de combustible por sector	IPCC		USEPA	
	CO ₂	CH ₄	CO ₂	CH ₄
Industrial				
Gas natural	10,577,951	264	9,374,214	189
Gas LP	258,712	4	246,044	4
Gasóleo doméstico	8,207	0	7,941	0
Combustible industrial	1,170,735	45	1,128,789	45
Diesel industrial bajo azufre	660,868	2	639,508	2
Residencial / Comercial				
Gas natural	114,296	2	101,290	2
Gas LP	4,974,548	71	4,730,976	71
Transporte				
Gasolina	14,842,160			
Diesel	4,291,562			
Gas LP	605,938			
Otros				
Rellenos sanitarios			471,100	171,700
Total	37,504,977	388	16,699,861	172,012

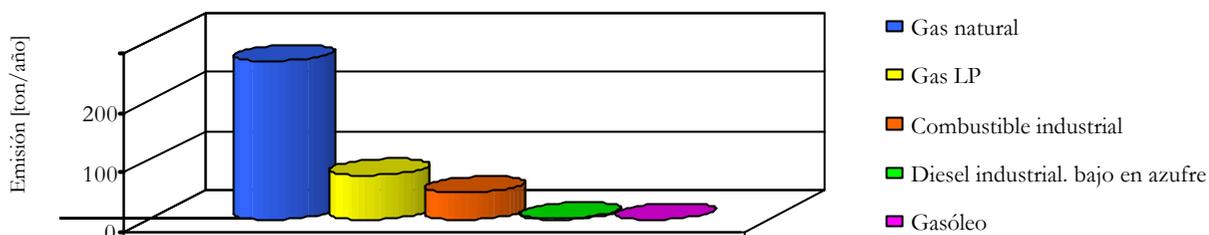
Como se puede apreciar en la gráfica 5.2.5.1, la máxima emisión de CO₂ está directamente asociadas al uso de las gasolinas, seguida del uso de gas natural y gas LP.

Gráfica 5.2.5.1. Distribución de emisiones de CO₂ por tipo de combustible



Referente a las emisiones de CH₄, la máxima emisión está asociada al consumo de gas natural, seguido por el uso de gas LP, ver gráfica 5.2.5.2.

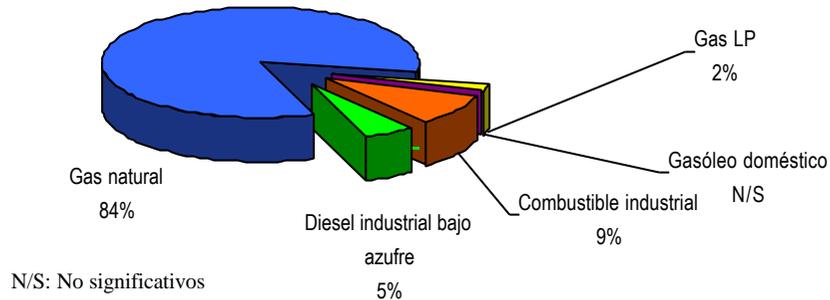
Gráfica 5.2.5.2. Distribución de emisiones de CH₄ por tipo de combustible



⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change

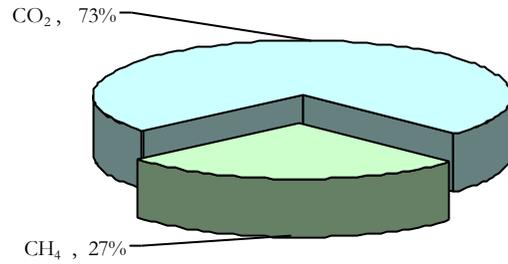
Como se puede observar en la gráfica 5.2.5.3, el consumo de gas natural por el sector industrial contribuye con el mayor porcentaje de las emisiones de CO₂.

Gráfica 5.2.5.3. Contribución porcentual de CO₂ Sector Industrial (Calculado por IPCC)



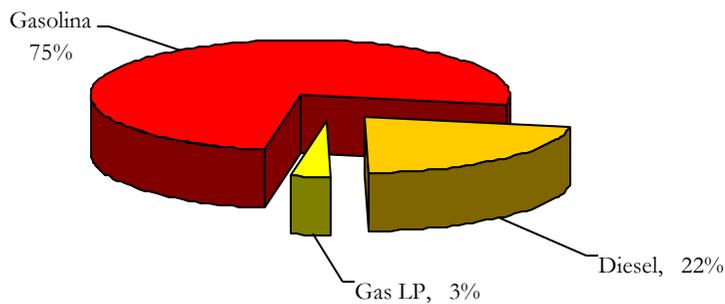
En el sector comercial la mayor contribución a las emisiones de CO₂ proviene del uso del gas licuado de petróleo (gráfica 5.2.5.4).

Gráfica 5.2.5.4. Contribución de CO₂ Sector Comercial (Calculado por IPCC)



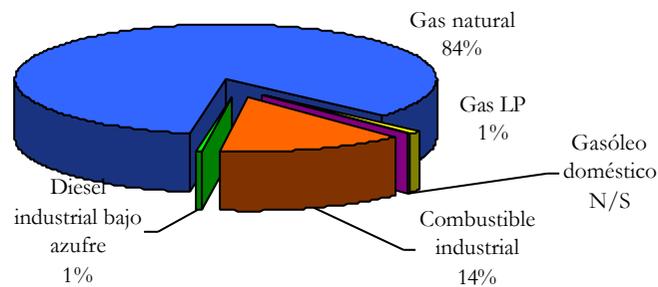
En el sector transporte (gráfica 5.2.5.5), el uso de la gasolina PEMEX Magna ha provocado la mayor emisión de CO₂ contribuyendo con el 75 % de los GEI.

Gráfica 5.2.5.5. Contribución de CO₂ sector transporte (Calculado por IPCC)



Respecto a las emisiones de CH₄ del sector industrial (gráfica 5.2.5.6), se destaca el uso de gas natural, aportando aproximadamente el 84 % de las emisiones.

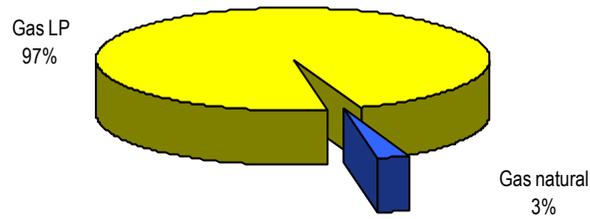
Gráfica 5.2.5.6. Contribución de CH₄ por el sector industrial (Calculado por IPCC)



N/S: No significativo

Sin embargo, en el sector residencial (gráfica 5.2.5.7) se destaca el consumo de gas LP como el principal contribuyente a las emisiones de CH₄.

Gráfica 5.2.5.7. Contribución de CH₄ por el sector residencial (Calculado por IPCC)



Como se puede apreciar en la gráfica 5.2.5.8, el bióxido de carbono es uno de los gases que se emiten en mayor cantidad en un relleno sanitario contribuyendo con 471,100 ton/año.

Gráfica 5.2.5.8. Contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero por la degradación de residuos sólidos municipales en rellenos sanitarios

