
3. INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZMVM

El presente inventario de emisiones, presenta las estimaciones de las toneladas de partículas menores a 10 μm (PM_{10}) y de las menores a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$), del bióxido de azufre (SO_2), del monóxido de carbono (CO), de los óxidos de nitrógeno (NO_x), de los compuestos orgánicos totales (COT), de los compuestos orgánicos volátiles (COV), del metano (CH_4) y las del amoníaco (NH_3), que se generaron en la Zona Metropolitana del Valle de México durante el año 2004.

3.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES

Los cálculos para obtener las emisiones de los contaminantes seleccionados, se realizaron con base en la metodología de estimación que recomienda la Autoridad Federal Ambiental¹ y que se encuentra descrita en los manuales del Programa de Inventario de Emisiones para México; para lo anterior, fue necesario determinar y recopilar todos los datos relacionados con las fuentes de emisiones de contaminantes y su actividad.

El desarrollo del presente inventario se realizó conforme a las siguientes técnicas seleccionadas:

Muestreo en la fuente. Aplicando este método y con base en los resultados de las mediciones directas en las chimeneas del flujo volumétrico y las concentraciones de bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno, se estiman las emisiones de aquellas industrias que están obligadas a realizar la medición anualmente o trimestralmente y reportarlas a la autoridad correspondiente, dependiendo de la jurisdicción a que pertenezcan.

Modelos de emisión. (mecanísticos). Se utilizó el modelo TANKS 3.1 para estimar las emisiones de los COV que se liberan al aire durante el almacenamiento masivo de combustibles en tanques; el modelo GloBEIS 3 para calcular las emisiones de COV y NO_x provenientes de la vegetación y del suelo; el modelo MOBILE 5 México y MOBILE 6.2 México, para el cálculo de las emisiones de COT, NO_x , CO , PM_{10} y NH_3 de algunas categorías de fuentes móviles; y el modelo LANDFILL, para estimar las emisiones de CH_4 generadas en los rellenos sanitarios; y el FAEED 2.1, con el cual se calcularon las emisiones generadas por las aeronaves. Todos estos modelos fueron desarrollados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América “US-EPA” y adaptados para utilizarse en la ZMVM, solamente en el desarrollo del modelo FAEED 2.1, además de la US-EPA, también participo la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos de Norteamérica.

¹ Manuales del Programa de Inventario de Emisiones de México; elaborado para: La Asociación de Gobernadores del Oeste, Denver Colorado y para el Comité Asesor Binacional; preparados por Radian International y Eastern Research Group; elaborados en el periodo de 1996 al 2003.

Encuestas. Actualmente el gobierno federal y las dos entidades que convergen en la ZMVM, tienen implementados formatos² para la obtención y actualización de los datos de actividad, utilizados en el cálculo de las emisiones (combustible, materias primas, productos, entre otros), tanto para el sector industrial como para algunas fuentes de área (gasolineras, hoteles, tintorerías, lavanderías, baños públicos, panaderías, hospitales, centros deportivos, por mencionar algunos).

Factores de emisión. La fuente de factores de emisión utilizada en este inventario fue el Air Chief Versión 8 (U.S. EPA, 2000) y los factores de emisión obtenidos por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) para autos particulares, taxis, combis y otros vehículos que circulan en la ZMVM.

Balance de materiales. Para el cálculo de las emisiones de bióxido de azufre de las fuentes móviles, se partió del principio de que todo el azufre contenido en el combustible vehicular menos el que reacciona para formar partículas de sulfato (SO_4), se incorpora en la formación del bióxido de azufre. De igual forma el 95% del solvente contenido en el asfalto se emite como COV.

Los resultados de las toneladas obtenidas por tipo de contaminante que se generaron en el año 2004 en la Zona Metropolitana del Valle de México, así como el procedimiento de cálculo, se fundamentan detalladamente en el anexo A (Memorias de cálculo) del presente documento.

3.2 DISTRIBUCIÓN DE EMISIONES

Para contar con un análisis más detallado y utilizar los datos de emisiones en la modelación fotoquímica, se realizó la distribución temporal y espacial del inventario. Con esta información se puede conocer la cantidad de contaminantes emitidos cada hora, así como situar de manera precisa las zonas donde se generan las emisiones.

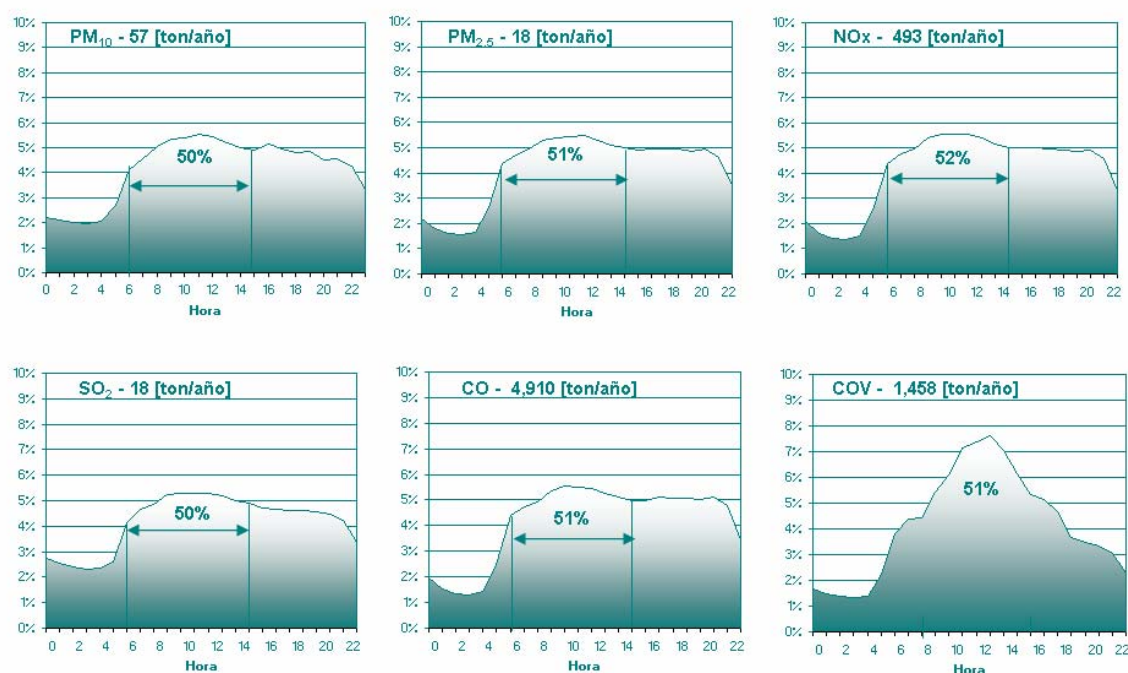
3.2.1 Distribución temporal horaria

La distribución temporal horaria del inventario de emisiones, permite conocer su comportamiento a través del día, así como el aporte de los contaminantes a la atmósfera. Debido a que los contaminantes no se emiten homogéneamente durante todo el día, en la Gráfica 3.2.1 se aprecia el patrón de distribución horaria de los contaminantes de mayor importancia, así como la emisión total diaria.

Las tendencias de las emisiones horarias de los contaminantes son similares debido a la influencia que tienen las fuentes móviles sobre ellos, excepto los COV, donde las principales contribuciones están dadas por las fuentes de área. La generación máxima se tiene de las 06:00 a las 15:00 horas, liberándose en promedio, en ese horario, alrededor del 51% del total diario de contaminantes. Por otro lado, para el caso del SO_2 , aún cuando el perfil de emisiones es trazado por las fuentes móviles, el sector industrial es el que contribuye en mayor proporción a la emisión diaria.

² Cédula de Operación Anual, Inventario de Emisiones, Licencia Ambiental Única.

Según datos de la SETRAVI³, aproximadamente el 33% de los viajes inician de las 6:00 a las 9:00 de la mañana, dando lugar a que las emisiones se incrementen a partir de esas horas y antes de las 15 horas, a sea de las 06:00 a las 15:00 horas, se emite aproximadamente el 50% de la emisión total diaria de cada contaminante.



Gráfica 3.2.1 Distribución temporal horaria de las emisiones en la ZMVM

3.2.2 Distribución espacial

La gestión de la calidad del aire de la ZMVM, requiere el contar con la distribución espacial de las emisiones, ya que esto permite identificar los sectores con mayor aporte de emisiones, ubicar las áreas con mayor necesidad de atención en el presente y futuro, evaluar a través de cartografía los sitios con problemas de la calidad del aire, diseñar las redes de monitores atmosférico, así como coadyuvar a la planeación del uso del suelo en el establecimiento y/o reubicación de fuentes emisoras de contaminantes, por mencionar algunas de las aplicaciones.

La distribución espacial de las emisiones anuales de los contaminantes se realizó en una malla de 1km x 1km, donde se ubican 4,946 fuentes puntuales (2,800 se encuentran en el Distrito Federal y 2,146 en el Estado de México).

Las fuentes de área se distribuyeron con base en los AGEBS⁴, y las fuentes móviles se localizaron sobre las principales calles y avenidas en dicha malla.

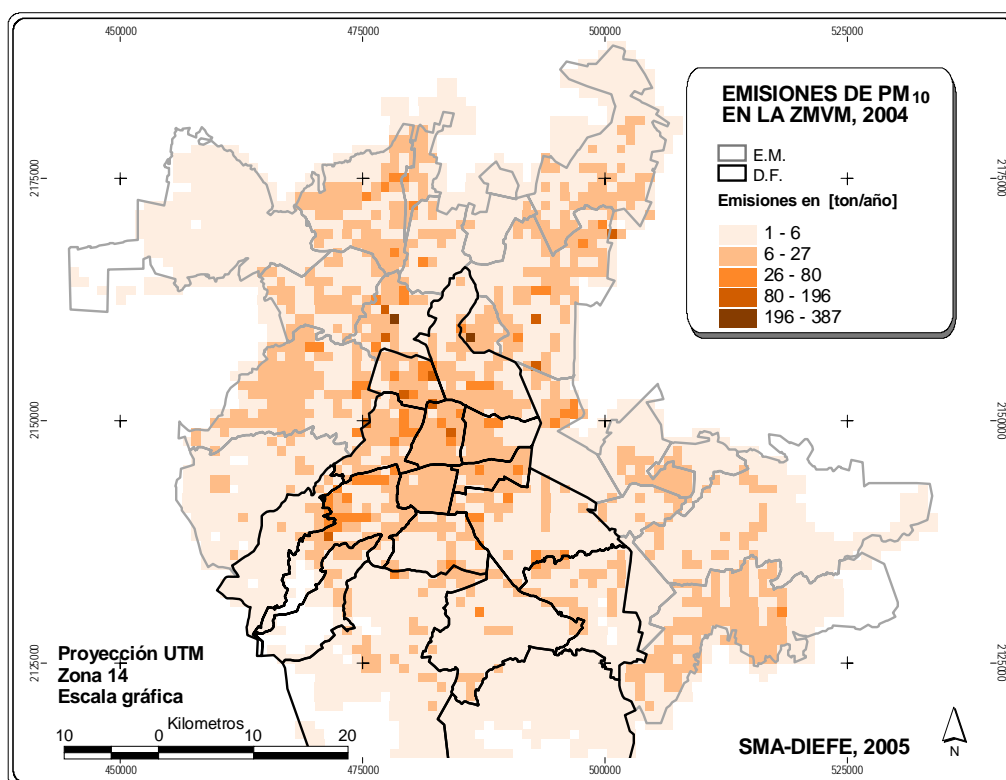
Por último, las fuentes naturales se distribuyeron con base en el uso de suelo y tipo de vegetación que se encuentra en cada celda. Es importante mencionar que la distribución

³ Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006. Ver distribución horaria de Fuentes Móviles.

⁴ Área Geoestadística Básica del INEGI

espacial de todas las fuentes contaminantes se realizó con cartografía digital⁵ sobre de un Sistema de Información Geográfica. La distribución espacial de contaminantes criterio se muestra en los Mapas 3.2.1 a 3.2.8.

De la distribución espacial de las emisiones de PM_{10} , que se presentan en el mapa 3.2.1, tenemos que en la zona centro, son generadas principalmente por las fuentes móviles y en la periferia por las vialidades sin pavimentar, por otro lado, al norte de la ZMVM las emisiones son de origen industrial ya que existen sitios de alta emisión asociados a este sector; por ejemplo, en el municipio de Tlalnepantla, donde se ubica un gran número de industrias, de las cuales, la fabricación de materiales para la construcción y la industria del hierro generan más de 300 toneladas de este contaminante al año.

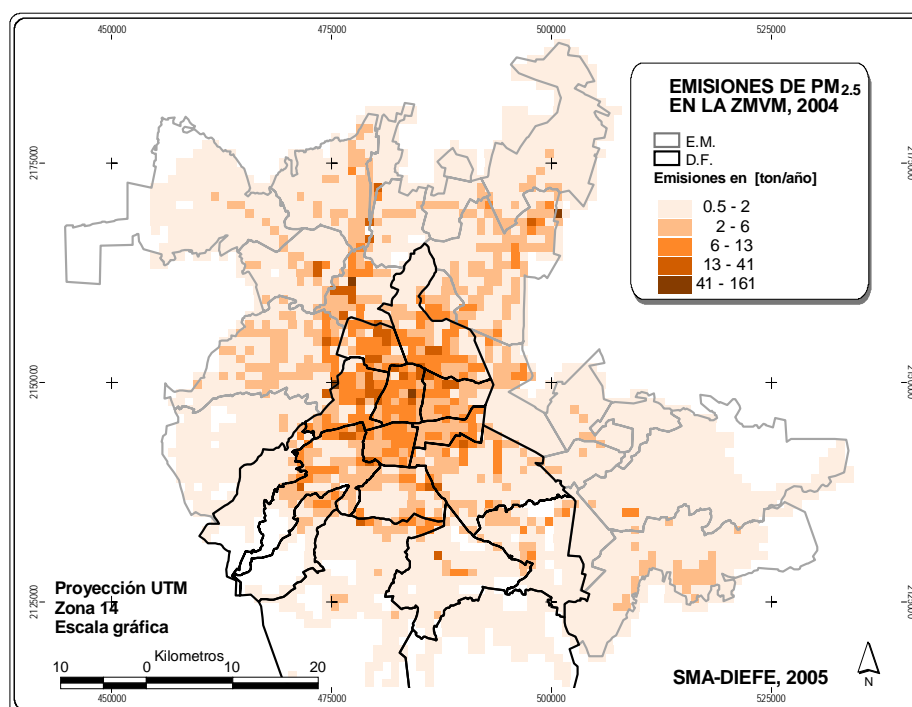


Mapa 3.2.1 Distribución espacial de PM_{10}

Las delegaciones del centro y norte del D.F., presentan emisiones de PM_{10} que van desde 1 hasta más de 100 toneladas al año, las cuales son ocasionadas principalmente por la intensa actividad vehicular y en algunos casos, se conjunta con la actividad industrial; a diferencia de las delegaciones del sur, donde las emisiones son generadas por las vialidades sin pavimentar.

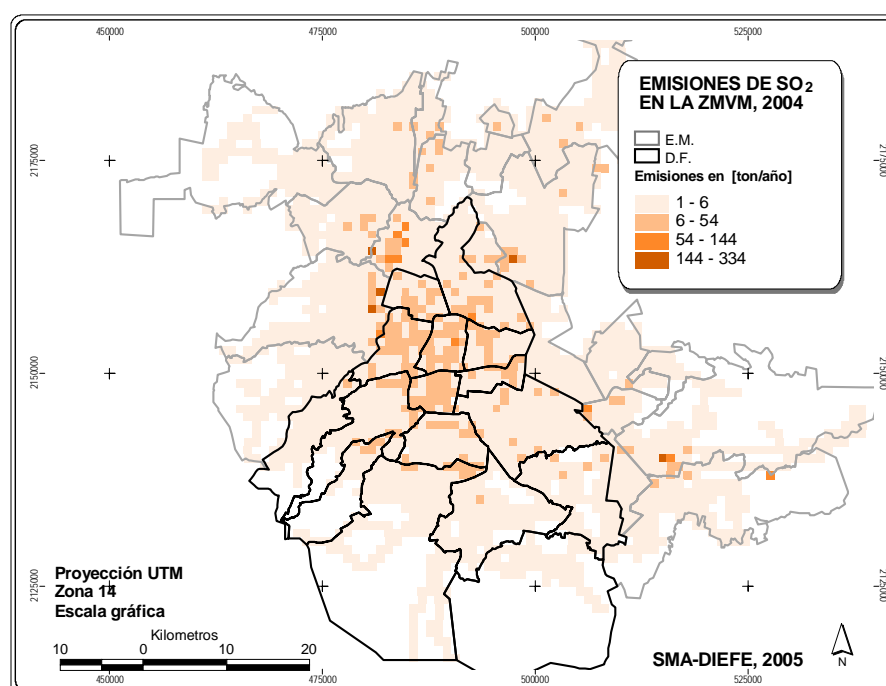
El patrón de distribución de las emisiones de partículas $PM_{2.5}$ (Mapa 3.2.2) es similar al de PM_{10} , es decir, la emisión del centro es debida principalmente a las fuentes móviles y las zonas de alta emisión del norte corresponde a fuentes puntuales, sólo difiere en que la zona de más alta emisión está ubicada al noroeste de la ZMVM, donde se encuentran las termoeléctricas que consumen grandes cantidades de gas natural.

⁵ Cartografía digital de INEGI, SEMARNAT y cartografía creada en la propia Secretaría del Medio Ambiente del GDF.



Mapa 3.2.2 Distribución espacial de PM_{2.5}

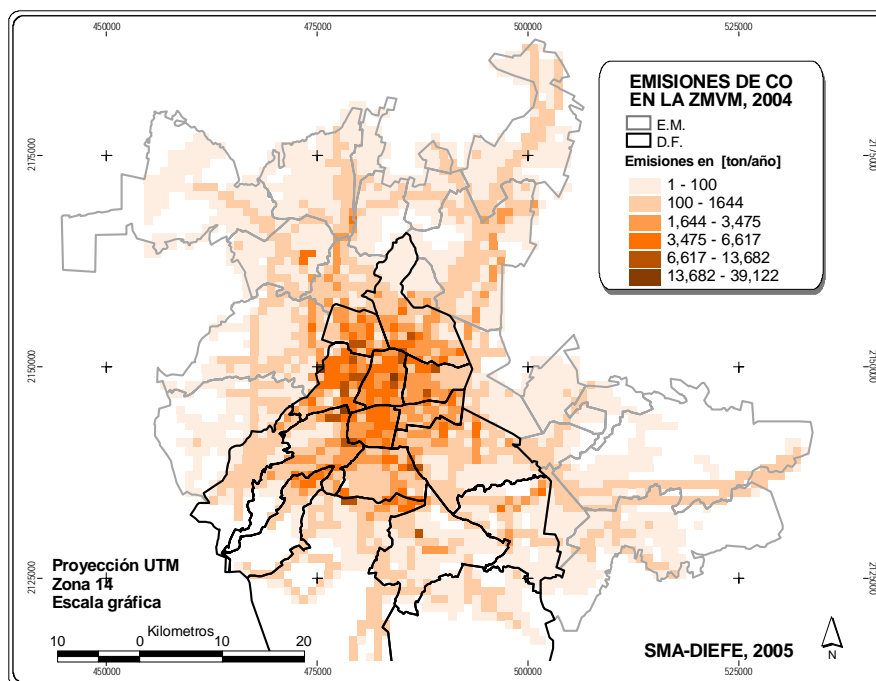
Por lo que se refiere a las emisiones de SO₂, en el Distrito Federal, las fuentes puntuales y las móviles son las que contribuyen en mayor proporción a la generación de este contaminante, dado que la zona urbana es la que presenta mayor afluencia vehicular, principalmente en las delegaciones de Benito Juárez, Cuauhtémoc y en menor proporción en la periferia. Los altos valores la Gustavo A. Madero son debidos a la industria del hierro y acero, la cual se encuentra en uno de los principales sectores de generación de SO₂ en la ZMVM (Mapa 3.2.3).



Mapa 3.2.3 Distribución espacial de SO₂

En el Estado de México, las altas emisiones de SO_2 , se atribuye a la actividad industrial de algunas zonas; en los municipios de La Paz e Ixtapaluca, el SO_2 es producido por la industria del papel y de la madera principalmente, a diferencia de los municipios del norte, en particular Tlalnepantla y Ecatepec, donde existe una gran variedad de giros industriales, como el del hierro y acero, fundición, fabricación de cemento, textil y químico, por mencionar los más emisores; este último también es de importancia por sus emisiones en el municipio de Naucalpan.

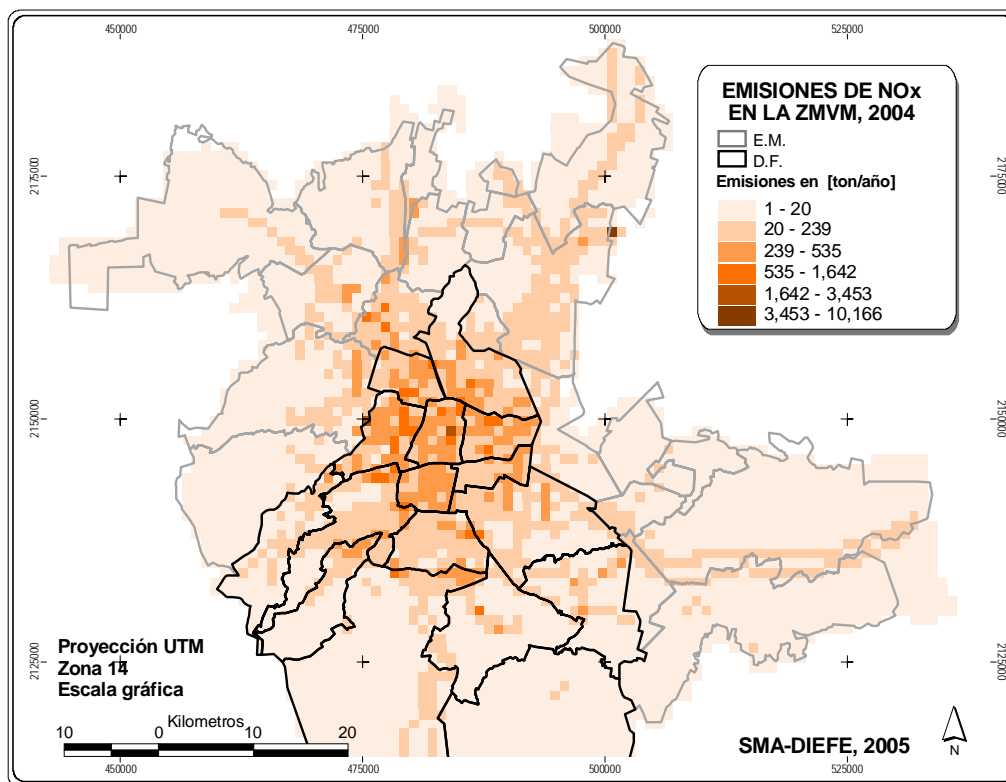
Debido a que el CO es producto de la combustión de los hidrocarburos utilizados como combustible y a que el 99% es generado por la combustión interna en los vehículos, su distribución está relacionada a la actividad de los mismos, en donde cabe destacar a los autos particulares, los vehículos mayores de tres toneladas y a los microbuses por su gran actividad. Con base en lo anterior, se puede mencionar que el CO sigue una distribución conforme a las principales calles y avenidas de mayor tránsito vehicular. Teniendo así, que las mayores emisiones se localizan en las delegaciones del centro de la ZMVM como son Benito Juárez, Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo, disminuyendo la emisión conforme se avanza hacia los extremos de la Zona Metropolitana del Valle de México, Mapa 3.2.4.



Mapa 3.2.4 Distribución espacial de CO

Los óxidos de nitrógeno al igual que el CO, son producto de la combustión y las fuentes móviles en la ZMVM son los principales emisores de este contaminante y por lo tanto, la distribución espacial de los NO_x , varía principalmente conforme a la actividad del parque vehicular, concentrándose en la zona urbana donde el tránsito es intenso y siguiendo un patrón de distribución conforme a la red vial de la Ciudad.

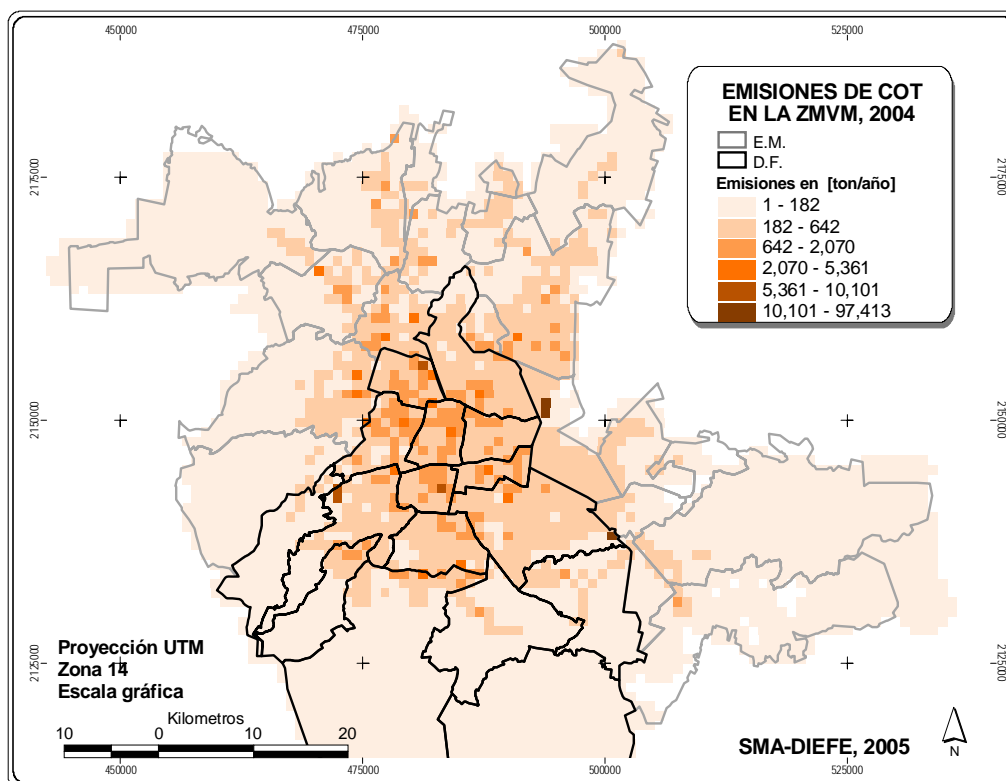
Aunque la región de alta emisión de NO_x se localizan en la parte central de la ZMVM, tenemos que en el noroeste en el municipio de Acolman destacan las emisiones resultantes de la generación de energía eléctrica, donde se consumen grandes cantidad de gas natural. (Mapa 3.2.5).



Mapa 3.2.5 Distribución espacial de NO_x

Los COT son generados en su mayoría por el transporte, los procesos industriales y por el consumo de solventes; en la ZMVM. El 28% de ellos es emitido como metano por los rellenos sanitarios; debido a esto, la delegación de Álvaro Obregón y los municipios de La Paz y Nezahualcóyotl, muestran zonas de elevada emisión. En general, los COT son emitidos por la actividad vehicular, sin embargo, las zonas de gran emisión en ciertas delegaciones, son ocasionadas por la actividad industrial, en particular, por los sectores de fabricación de plástico y de productos metálicos, así como la manufactura de celulosa y papel.

En el caso del Estado de México, los principales sectores generadores de COT en los municipios de Tlalnepantla, Ecatepec y Naucalpan son: el químico, el de la fabricación de plástico, así como el de celulosa y papel.

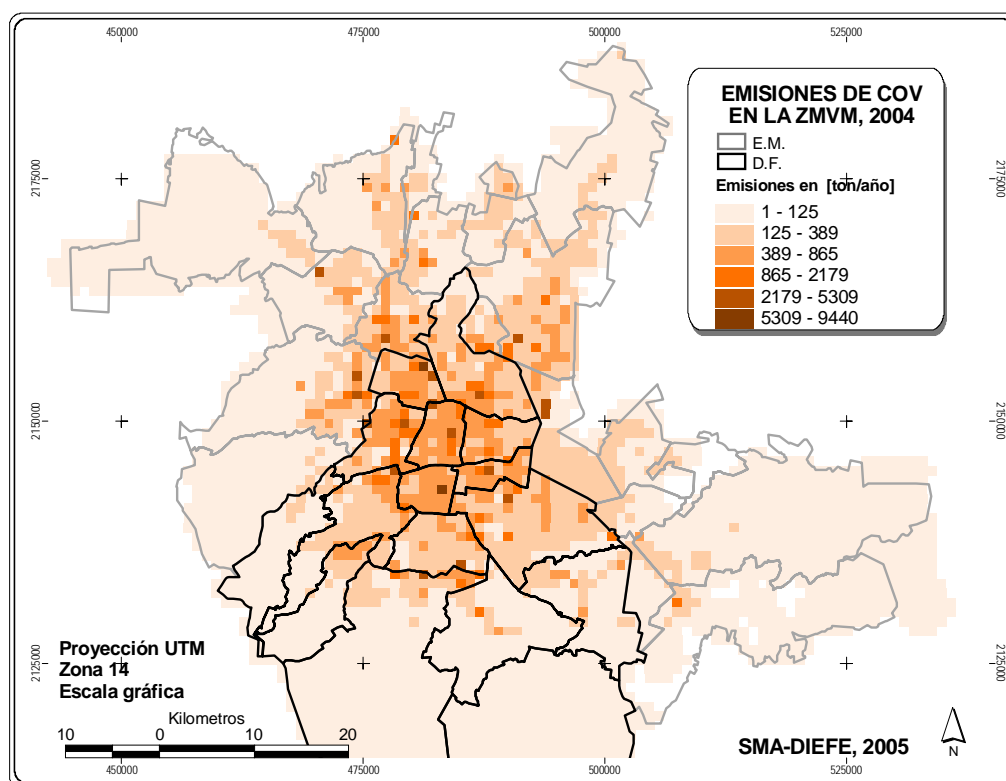


Mapa 3.2.6 Distribución espacial de COT

Los compuestos orgánicos volátiles participan junto con los NO_x en la formación de ozono troposférico, de aquí la importancia de su estimación; en la ZMVM, el patrón de distribución de este contaminante es atribuido principalmente a la actividad de los vehículos y a las fuentes de área, por lo tanto, la parte centro y norte de la zona, las cuales se caracterizan por tener una intensa circulación vial y alta densidad de población, es donde se emiten grandes cantidades de este contaminante; sin embargo, existen pequeñas zonas aisladas donde la actividad industrial es la responsable de dicha emisión.

En las delegaciones Benito Juárez e Iztapalapa, las altas emisiones en algunas celdas que presentan más de 1,500 toneladas anuales, son ocasionadas por la fabricación de plásticos, así mismo, en Azcapotzalco se tiene a la industria farmacéutica y en Cuauhtémoc la manufactura de celulosa y papel.

En lo que respecta al Estado de México, en Atizapán de Zaragoza y Naucalpan se tienen emisiones de COV generadas por la producción de plásticos, y en el caso de en Tlalnepantla y Tultitlán, se deben a la industria química, de conserva de alimentos e impresión.

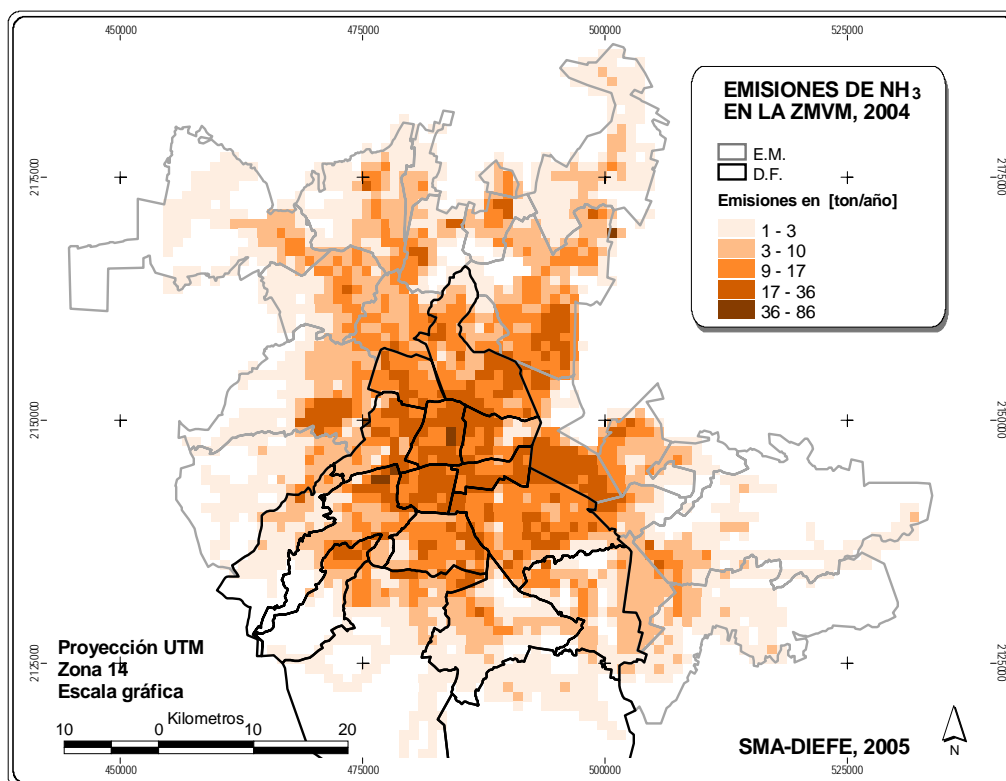


Mapa 3.2.7 Distribución espacial de COV

El amoníaco es parte del ciclo del nitrógeno y es uno de los principales contribuyentes en la formación de aerosoles⁶ en la atmósfera; así mismo, reacciona rápidamente con el ácido sulfúrico y el ácido nítrico para formar partículas. Debido a que la concentración de partículas es uno de los principales problemas de calidad del aire de la ZMVM, se hace importante la cuantificación del amoníaco como precursor de las mismas.

Considerando que el amoníaco estimado proviene fundamentalmente de los desechos humanos (excretas) y de la de los animales (perros, gatos), así como el uso de productos de limpieza (uso doméstico), la distribución espacial de éste contaminante, se relaciona con la densidad de población y las áreas de gran actividad vehicular, por lo tanto, las delegaciones y municipios del centro de la ZMVM son las que presentan las emisiones más altas, solamente al noroeste de la zona tenemos una sola área con altas emisiones, debido a las aportaciones de las centrales termoeléctricas ahí ubicadas, ver mapa 3.2.8.

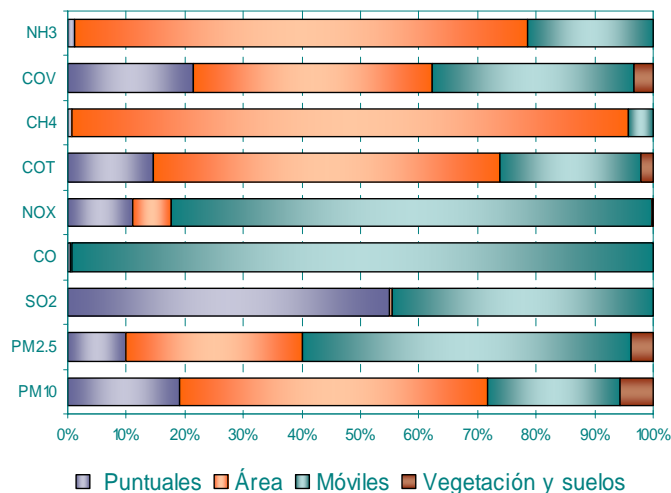
⁶ Dispersión de partículas microscópicas, sólidas o líquidas, en medios gaseosos (Wark y Warner 1994)



Mapa 3.2.8 Distribución espacial de NH₃

3.3 EMISIONES ANUALES DE LA ZMVM

Las emisiones anuales de la ZMVM, en peso y porcentaje se presentan en la Gráfica y Tabla 3.3.1, en las cuales se observa que el contaminante más abundante en peso sigue siendo el CO, emitiéndose a la atmósfera cerca de 1.8 millones de toneladas al año y es generado principalmente por las fuentes móviles; le sigue en orden de importancia las emisiones de COT con más de 822 mil toneladas anuales, siendo las fuentes de área las que generan el 59%. Así mismo en la Gráfica 3.3.1, se puede apreciar la contribución de cada contaminante inventariado por tipo de fuente, observándose que el mayor emisor son las fuentes móviles.



Gráfica 3.3.1 Contribución de emisiones por tipo de fuente, 2004

Referente a la contaminación por NO_x, se estima que se liberaron al aire más de 179 mil toneladas y el 82% lo generaron las fuentes móviles; de las PM₁₀, que es otro de los contaminantes que representan mayor problema en la ZMVM, se tiene que de las 20,686 ton/año que se emiten, el 42% se desprenden de las vialidades no pavimentadas debido al tránsito vehicular; del total de PM₁₀, aproximadamente el 32% son partículas menores a 2.5 µm (PM_{2.5}); y con respecto al cálculo del amoniaco que se estima en más de 17 mil toneladas, las fuentes de área son las principales emisoras, en particular por la categoría de emisiones domésticas.

Tabla 3.3.1 Inventario de emisiones anuales de la ZMVM, 2004

Sector	Emisiones																	
	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NOx		COT		CH ₄		COV		NH ₃	
	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]
Fuentes puntuales	3,916	18.9	651	9.8	3,284	49.4	6,443	0.4	19,737	11.0	119,746	14.6	1,559	0.7	114,101	21.4	196	1.1
Fuentes de área	10,801	52.2	1,962	29.6	41	0.6	7,731	0.4	11,662	6.5	487,057	59.2	223,690	95.2	216,562	40.7	13,543	77.3
Fuentes móviles	4,768	23.0	3,748	56.6	3,321	50.0	1,777,907	99.2	147,971	82.2	198,136	24.1	9,816	4.2	183,899	34.6	3,775	21.6
Vegetación y suelos	1,201	5.8	261	3.9	N/A	N/A	N/A	N/A	626	0.3	17,606	2.1	N/A	N/A	17,606	3.3	N/A	N/A
Total	20,686	100	6,622	100	6,646	100	1,792,081	100	179,996	100	822,545	100	235,065	100	532,168	100	17,514	100

N/A : No Aplica

Con base en las tablas 3.3.2 y 3.3.3, tenemos que las emisiones que más se generan en la ZMVM las emiten las fuentes móviles; de las emisiones totales, los autos particulares generan el 50% del CO, el 32% de los NO_x, el 26% de SO₂ y el 16% de COV; otra emisión importante la tienen los vehículos mayores a tres toneladas con el 10% del CO y los tractocamiones que aportan el 30% de las PM_{2.5} y 16% de los NO_x.

Las fuentes puntuales generan alrededor del 49% del SO₂ con 3,284 ton/año, siendo los sectores de sustancias químicas y la industria del papel los más contaminantes, dado que contribuyen con el 13% y el 10% respectivamente. Las fuentes móviles generan el 50% del SO₂ y como se mencionó, los autos particulares son los de mayor emisión.

Los principales contaminantes emitidos por las fuentes de área son: el metano que representa el 95% del total de la ZMVM, emitido en su mayoría por los rellenos sanitarios; el amoniaco con un 77% del total, las PM₁₀ que representan el 52% y las PM_{2.5} el 30%, estas dos últimas generadas principalmente por las vialidades sin pavimentar.

En general, los COV generados por la vegetación, son mínimos en comparación con los otros sectores, cabe mencionar que los COV de las fuentes biogénicas, representan el 3% del total de las emisiones con 17,606 toneladas anuales; así mismo, las partículas generadas por la erosión eólica contribuyen con 1,201 toneladas anuales de PM₁₀.

En las tablas 3.3.2 y 3.3.2, se presentan las emisiones de la ZMVM desagregadas por sector.

Tabla 3.3.2 Inventario de emisiones desagregado por sector de la ZMVM, 2004

Sector	Emisiones [ton/año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	3,916	651	3,284	6,443	19,737	119,746	1,559	114,101	196
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	640	68	178	511	1,317	4,856	18	4,812	15
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	360	29	579	106	338	2,345	10	2,322	10
Industria de la madera y productos de madera	38	6	143	4	24	4,232	0	4,187	0
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	119	58	641	420	960	23,042	20	21,869	20
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	377	66	875	631	1,534	59,247	398	57,540	41
Productos minerales no metálicos.*	844	129	205	450	1,495	4,862	868	4,257	20
Industrias metálicas básicas	747	28	286	594	1,909	5,716	8	4,434	8
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	535	64	315	1,491	962	13,775	78	13,338	14
Otras industrias manufactureras	56	3	46	24	132	1,382	99	1,197	0
Generación de energía eléctrica	200	200	16	2,212	11,066	289	60	145	68
Fuentes de área	10,801	1,962	41	7,731	11,662	487,057	223,690	216,562	13,543
Combustión industrial	226	226	18	2,496	2,972	327	69	164	15
Combustión comercial/institucional	32	32	N/S	158	979	39	14	25	N/E
Combustión habitacional	131	131	1	554	3,407	153	50	93	1
Operación de aeronaves	17	17	N/S	3,071	2,923	1,859	178	1,785	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	31	29	17	166	1,310	55	N/E	54	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	1	1	N/S	86	43	20	1	20	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,529	N/A	22,259	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,464	N/A	2,415	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23,937	N/A	20,825	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	704	N/A	695	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	31,681	N/A	19,009	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,573	N/A	6,132	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	7,041	N/A	7,041	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	77	N/A	77	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	80,560	N/A	55,586	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	967	N/A	967	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6	N/S	6	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,925	N/S	2,877	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	24,753	2	24,357	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	36,080	4	35,502	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,644	N/A	4,644	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19	N/A	19	N/A
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/A	241	N/A	232,947	223,346	9,554	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,626	N/A	2,416	N/E
Incendios forestales	57	47	5	525	18	35	26	16	2
Incendios en estructuras	28	26	N/E	434	10	36	N/A	24	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	13,525
Vialidades pavimentadas	1,523	91	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	8,755	1,362	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	4,768	3,748	3,321	1,777,907	147,971	198,136	9,816	183,899	3,775
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 ≤ a 3 ton	283	234	215	109,111	10,695	11,908	478	11,084	117
Tractocamiones	2,315	2,014	284	31,945	29,094	11,575	494	11,069	30
Autobuses	691	600	261	16,015	10,751	4,741	204	4,530	14
Vehículos > a 3 ton	270	223	152	186,038	5,798	12,989	1,030	11,715	45
Motocicletas	76	43	62	98,399	1,057	13,646	814	12,739	22
Vegetación y suelos	1,201	261	N/A	N/A	626	17,606	N/A	17,606	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	626	17,606	N/A	17,606	N/A
Erosión eólica del suelo	1,201	261	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	20,686	6,622	6,646	1,792,081	179,996	822,545	235,065	532,168	17,514

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados,*Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión.

Tabla 3.3.3 Inventario de emisiones porcentual, desagregado por sector de la ZMVM, 2004

Sector	Emisiones [%]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	18.93	9.83	49.41	0.36	10.97	14.56	0.66	21.44	1.12
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	3.09	1.03	2.68	0.03	0.73	0.59	0.01	0.90	0.09
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	1.74	0.44	8.71	0.01	0.19	0.29	N/S	0.44	0.06
Industria de la madera y productos de madera	0.18	0.09	2.15	N/S	0.01	0.51	N/S	0.79	0.00
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	0.58	0.88	9.64	0.02	0.53	2.80	0.01	4.11	0.11
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	1.82	1.00	13.17	0.04	0.85	7.20	0.17	10.81	0.23
Productos minerales no metálicos.*	4.08	1.95	3.08	0.03	0.83	0.59	0.37	0.80	0.11
Industrias metálicas básicas	3.61	0.42	4.30	0.03	1.06	0.69	0.00	0.83	0.05
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	2.59	0.97	4.74	0.08	0.53	1.67	0.03	2.51	0.08
Otras industrias manufactureras	0.27	0.05	0.69	N/S	0.07	0.17	0.04	0.22	0.00
Generación de energía eléctrica	0.97	3.02	0.24	0.12	6.15	0.04	0.03	0.03	0.39
Fuentes de área	52.21	29.63	0.62	0.43	6.48	59.20	95.16	40.68	77.33
Combustión industrial	1.09	3.41	0.27	0.14	1.65	0.04	0.03	0.03	0.09
Combustión comercial/institucional	0.15	0.48	N/S	0.01	0.54	0.00	0.01	0.00	N/E
Combustión habitacional	0.63	1.98	0.02	0.03	1.89	0.02	0.02	0.02	0.01
Operación de aeronaves	0.08	0.26	N/S	0.17	1.62	0.23	0.08	0.34	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	0.15	0.44	0.26	0.01	0.73	0.01	N/E	0.01	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/S	0.02	N/S	N/S	0.02	N/S	N/S	N/S	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.74	N/A	4.18	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.30	N/A	0.45	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.91	N/A	3.91	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.09	N/A	0.13	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.85	N/A	3.57	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.29	N/A	1.15	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.86	N/A	1.32	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	0.01	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	9.79	N/A	10.45	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.12	N/A	0.18	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/S	N/S	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.36	N/S	0.54	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.01	N/S	4.58	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.39	N/S	6.67	N/A
Panaderías	N/E	N/E	N/A	N/E	N/A	0.56	N/A	0.87	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/A	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	28.32	95.01	1.80	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.32	N/A	0.45	N/E
Incendios forestales	0.28	0.71	0.08	0.03	0.01	N/S	0.01	N/S	0.01
Incendios en estructuras	0.14	0.39	N/E	0.02	0.01	0.00	N/S	N/S	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/A	77.22
Vialidades pavimentadas	7.36	1.37	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	42.32	20.57	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	23.05	56.60	49.97	99.21	82.21	24.09	4.18	34.56	21.55
Autos particulares	4.16	7.25	25.87	49.70	31.92	11.27	1.67	16.13	15.12
Taxis	0.70	1.21	4.69	6.62	6.15	1.74	0.26	2.49	2.76
Combis	0.12	0.21	0.66	3.86	1.78	0.81	0.12	1.16	0.43
Microbuses	0.20	0.36	1.85	8.46	5.71	2.28	0.62	3.28	0.98
Pick up	0.30	0.54	2.24	5.93	4.76	1.32	0.22	1.88	0.96
Vehículos ≤ a 3 ton	1.37	3.53	3.24	6.09	5.94	1.45	0.20	2.08	0.67
Tractocamiones	11.19	30.41	4.27	1.78	16.16	1.41	0.21	2.08	0.17
Autobuses	3.34	9.06	3.93	0.89	5.97	0.58	0.09	0.85	0.08
Vehículos > a 3 ton	1.31	3.37	2.29	10.38	3.22	1.58	0.44	2.20	0.26
Motocicletas	0.37	0.65	0.93	5.49	0.59	1.66	0.35	2.39	0.13
Vegetación y suelos	5.81	3.94	N/A	N/A	0.35	2.14	N/A	3.31	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	0.35	2.14	N/A	3.31	N/A
Erosión eólica del suelo	5.81	3.94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados, *Excluye los derivados del petróleo y del carbón,

**Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión.

3.4 EMISIONES POR CONTAMINANTE

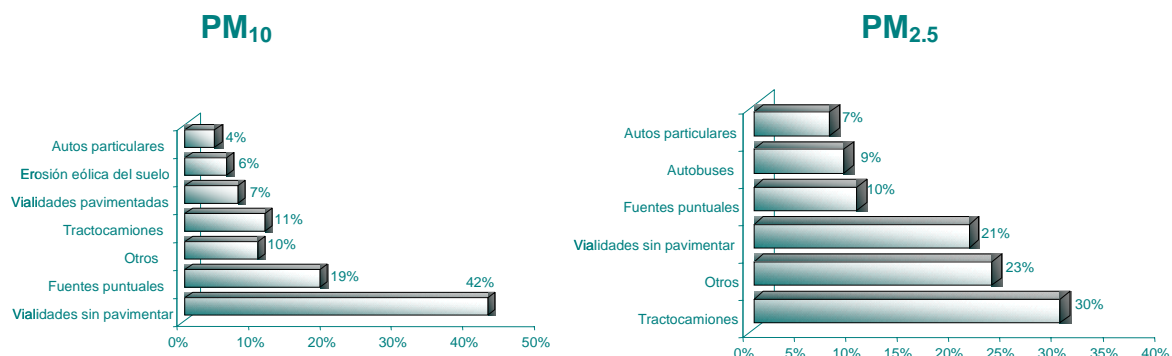
La importancia de desagregar las emisiones por contaminante, básicamente obedece a la necesidad de conocer que fuente es la generadora más representativa de las emisiones de cada contaminante y con ello dirigir acciones directas sobre esta emisión para mejorar la calidad del aire.

La siguiente sección describe a mayor detalle las emisiones por cada uno de los contaminantes estimados, así como sus principales generadores⁷.

Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

En la ZMVM, la generación de partículas se debe principalmente a las vialidades sin pavimentar, sector que forma parte de las fuentes de área. En total, se tienen 20,668 toneladas anuales de PM_{10} , de éstas, las vialidades sin pavimentar aportan el 42% y las vialidades pavimentadas el 7%. Otros sectores de importancia son las fuentes puntuales con el 19%, así como los tractocamiones con el 11%.

Estudios atmosféricos de la ZMVM⁸, mencionan que aproximadamente del 37% al 50% de las PM_{10} son de origen geológico y en el presente inventario, tenemos que el 55% de las PM_{10} en el 2004 son de origen geológico, asumiendo que las partículas generadas por las vialidades pavimentadas y no pavimentadas y por la erosión eólica corresponden a este tipo de partículas, es importante mencionar que los estudios datan de 1997 y 2002; y que además, el factor de actividad para el cálculo de emisiones de partículas resuspendidas en las vialidades son los kilómetros recorridos por los vehículos sobre ellas, los cuales han ido en aumento conforme crece la flota vehicular, con lo cual, es de esperar que las partículas de éste tipo vayan en aumento. La distribución de partículas por sector se muestra en las siguientes gráficas.



Gráfica 3.4.1 Principales emisores de PM_{10} y $PM_{2.5}$ por sector

Las $PM_{2.5}$, se estimaron en 6,622 toneladas anuales, siendo los principales generadores los tractocamiones con un 30% (2,014 ton/año). Le sigue en orden de importancia las vialidades

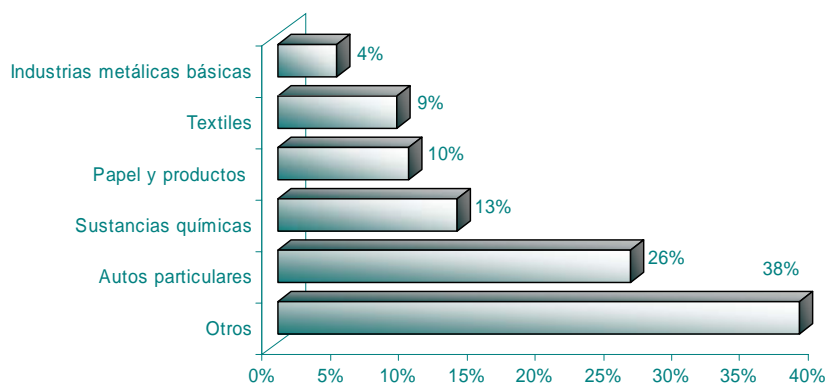
⁷ Para fines ilustrativos, en las gráficas de cada contaminante, solo se muestran los sectores de mayor emisión y la categoría "otros", es la suma de los sectores restantes, los cuales pueden verificarse en las tablas 3.3.2 o 3.3.3.

⁸ Análisis de $PM_{2.5}$ and PM_{10} in the Atmosphere of México City during 2000-2002 y Chemical Composition of $PM_{2.5}$ and PM_{10} in México City during 2000-2002 winter 1997.

sin pavimentar, con una aportación del 21% (1,362 ton/año) y los autobuses con el 9% (600 ton/año), en conjunto las fuentes puntuales generan el 10%, y por último, los vehículos particulares el 7%. Cabe resaltar que las emisiones de $PM_{2.5}$ de los tractocamiones y autobuses provienen de la combustión del diesel.

Bióxido de azufre (SO_2)

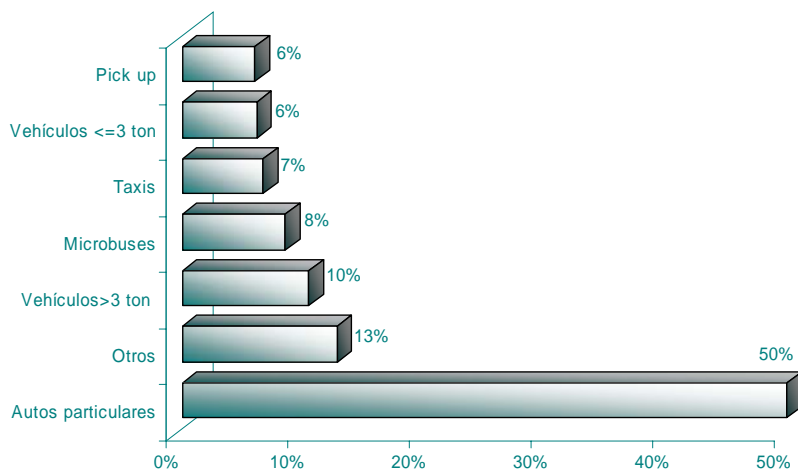
La industria emitió el 55% (3,284 ton/año) de las 6,646 toneladas totales de SO_2 que se generaron en la ZMVM, siendo las ramas más contaminantes, la industria de sustancias químicas y la del papel, que aportan en conjunto casi el 23%. Estos giros consumen cantidades importantes de combustible industrial líquido, con contenidos de azufre que van del 0.04% al 3.8%. Las fuentes móviles en su categoría de autos particulares contribuyeron con el 26% (1,719 ton/año), azufre que proviene de la gasolina que consumen.



Gráfica 3.4.2 Principales emisores de SO_2 por sector

Monóxido de carbono (CO)

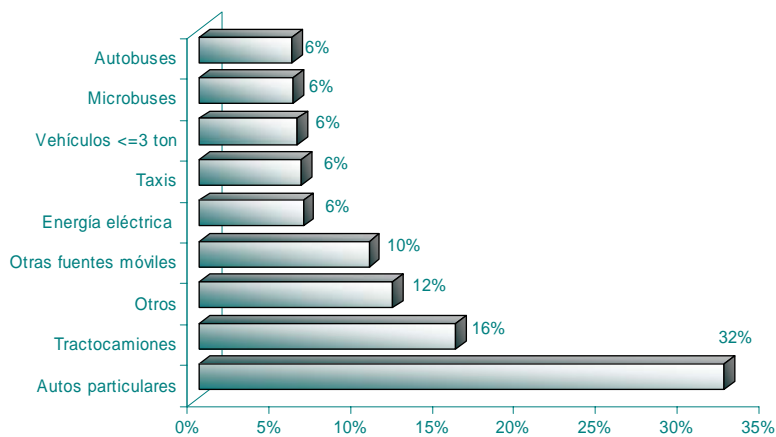
Como se puede apreciar en la Gráfica 3.4.3, el 99% del CO fue emitido por las fuentes móviles. Se tiene que de las 1'792,081 toneladas anuales, los sectores de mayor importancia son los autos particulares con el 50% (890,602 ton/año), los vehículos mayores a 3 toneladas y los microbuses con el 10% y 8% respectivamente, así como los taxis con un 7%. Estas emisiones se generan debido a la combustión incompleta del combustible en los vehículos.



Gráfica 3.4.3 Principales emisores de CO por sector

Óxidos de nitrógeno (NOx)

Los óxidos de nitrógeno, al igual que el CO, fueron generados principalmente por las fuentes móviles, contribuyendo con el 82% de las 179,996 toneladas anuales que se emitieron de este contaminante, siendo los autos particulares los que más aportaron con el 32% (57,456 ton/año), le siguen en orden de importancia los tractocamiones que generaron el 16%, con una menor emisión se tiene a los taxis y a los vehículos menores a 3 toneladas, así como la generación de energía que participan con el 6% cada uno. Los NOx se generaron fundamentalmente por la oxidación del nitrógeno del aire a altas temperaturas durante la ignición del combustible.

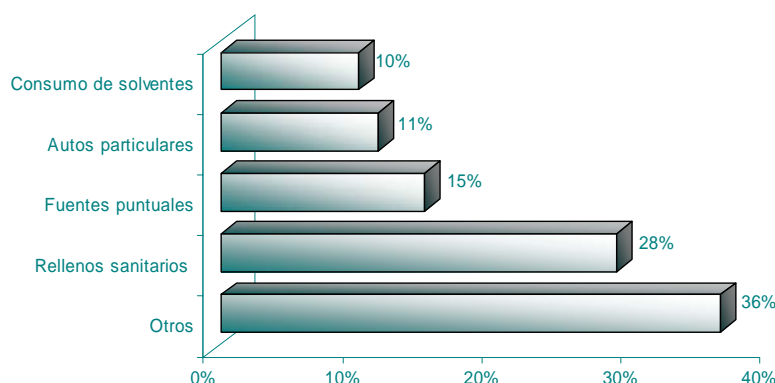


Gráfica 3.4.4 Principales emisores de NOx por sector

Compuestos orgánicos totales (COT)

Los COT en la ZMVM, son generados principalmente por las fuentes de área; dentro de éstas, los rellenos sanitarios por la descomposición de los residuos sólidos orgánicos (basura) que ahí se depositan, es el sector que más contribuye con 232,947 ton/año (28%); siguiendo en importancia, las fuentes fijas y los autos particulares con el 15% y 11%

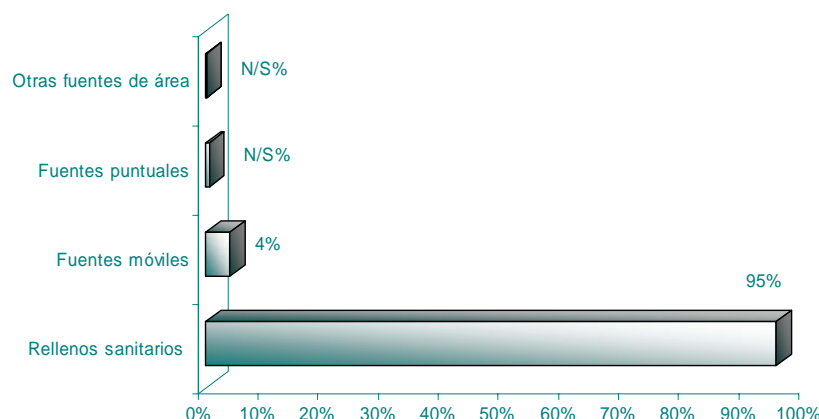
respectivamente; por último se puede mencionar y al consumo de solventes, sector que emitió el 10%.



Gráfica 3.4.5 6 Principales emisores de COT por sector

Metano (CH_4)

La importancia de conocer la emisión de metano, radica en que es un gas que contribuye al calentamiento global (gas de efecto invernadero) y es más efectivo que el CO_2 para atrapar el calor en la atmósfera. Los rellenos sanitarios ubicados en la ZMVM son la fuente antropogénica que más contribuye a su generación, con 223,346 toneladas anuales (95%). Las emisiones en los otros sectores son mínimas, siendo los autos particulares los más representativos con 3,931 ton/año.

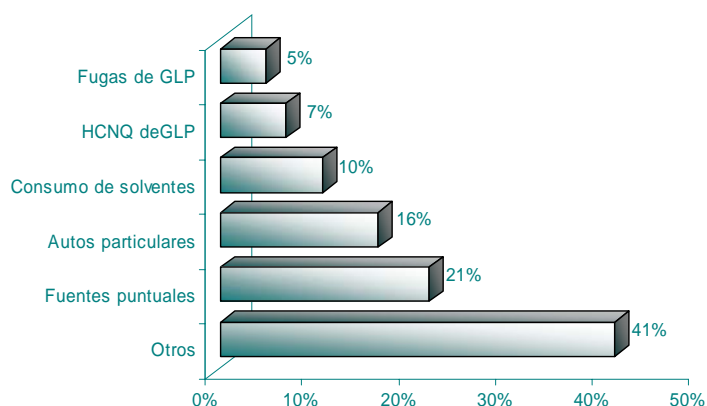


Gráfica 3.4.7 8 Principales emisores de CH_4 por sector

Compuestos orgánicos volátiles (COV)

Se estimaron 532,168 toneladas anuales de éstos contaminantes, donde las fuentes de área y móviles son las que generaron las mayores emisiones, con 41% y 35% respectivamente. Entre los sectores más contaminantes se tiene a las fuentes puntuales y a los autos particulares, lo cual representó el 21% y 16% del total respectivamente; también se puede mencionar al consumo de solventes y a los hidrocarburos no quemados (HCNQ) de la combustión de gas LP, los que en conjunto generaron el 17%. Es importante mencionar que

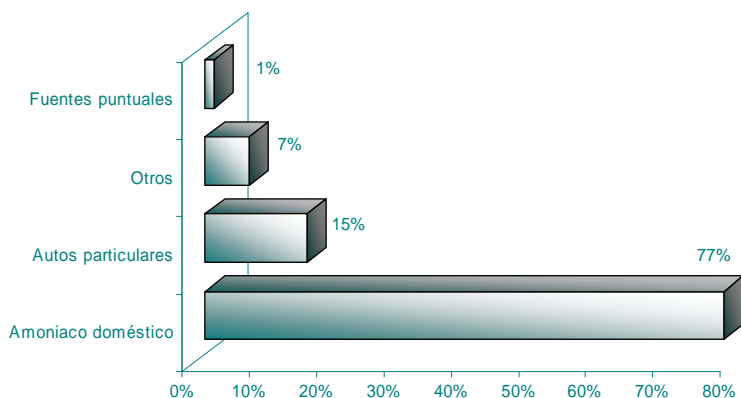
los COV, son un conjunto de compuestos con alto índice de reactividad, que al interaccionar con los NOx en presencia de energía solar contribuyen a la formación del ozono.



Gráfica 3.4.9 10 Principales emisores de COV por sector

Amoniaco (NH_3)

El amoniaco fue generado en su mayoría por las fuentes de área, las cuales representaron el 77% del total, en particular por las emisiones domésticas con 17,514 ton/año; la contribución por las otras fuentes no fue significativa, excepto los autos particulares que contribuyen con el 15%.



Gráfica 3.4.11 12 Principales emisores de NH_3 por sector

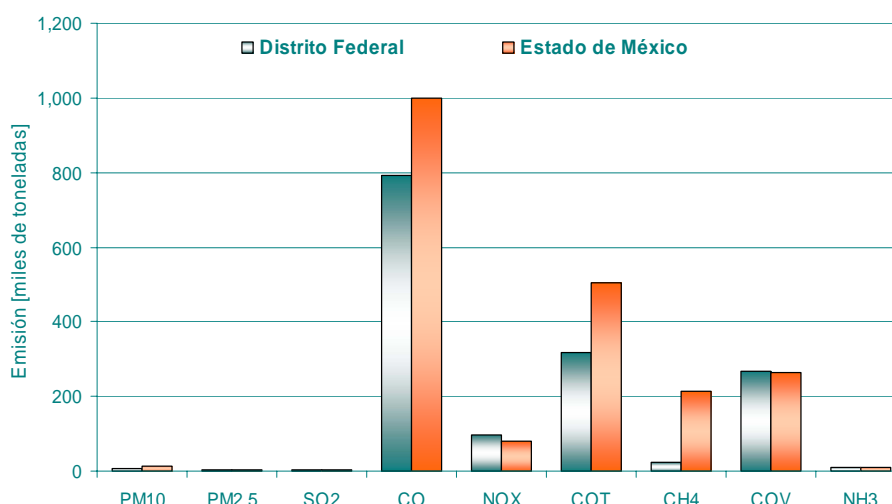
3.5 EMISIONES POR ENTIDAD FEDERATIVA

Es importante conocer el aporte de las emisiones por entidad federativa, debido a que al instrumentar un programa de mejoramiento de la calidad del aire, se puedan desarrollar medidas de control de emisiones acorde a la problemática de cada entidad, ya que la generación de emisiones de cada uno de los sectores es diferente; en la Tabla 3.5.1 y Gráfica 3.5.1, se presentan las emisiones por entidad y tipo de fuentes, así mismo, se muestra el porcentaje de contribución.

Tabla 3.5.1 Contribución de emisiones por entidad, 2004

Contaminante	Fuentes puntuales			Fuentes de área			Fuentes móviles			Vegetación y suelos		
	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM	ZMVM	DF	EM
	[ton/año]	[%]		[ton/año]	[%]		[ton/año]	[%]		[ton/año]	[%]	
PM ₁₀	3,916	37%	63%	10,801	15%	85%	4,768	71%	29%	1,201	2%	98%
PM _{2.5}	651	16%	84%	1,962	19%	81%	3,748	72%	28%	261	2%	98%
SO ₂	3,284	14%	86%	41	34%	66%	3,321	60%	40%	N/A	N/A	N/A
CO	6,443	18%	82%	7,731	63%	37%	1,777,907	44%	56%	N/A	N/A	N/A
NOx	19,737	13%	87%	11,662	54%	46%	147,971	60%	40%	626	56%	44%
COT	119,746	54%	46%	487,057	30%	70%	198,136	51%	49%	17,606	41%	59%
CH ₄	1,559	79%	21%	223,690	7%	93%	9,816	54%	46%	N/A	N/A	N/A
COV	114,101	54%	46%	216,562	48%	52%	183,899	51%	49%	17,606	41%	59%
NH ₃	196	17%	83%	13,543	49%	51%	3,775	60%	40%	N/A	N/A	N/A

N/A: No Aplica



Gráfica 3.5.1 Emisiones de la ZMVM por entidad en el 2004

3.5.1 Emisiones del Distrito Federal

Al igual que en la ZMVM, en el Distrito Federal, las emisiones de CO son las más abundantes y casi en su totalidad, es generado por las fuentes móviles, este sector también contribuye con importantes aportaciones de NOx, COV y partículas como se observa en la Tabla 3.5.2.

Tabla 3.5.2 Inventario de emisiones del Distrito Federal, 2004

Sector	Emisiones																	
	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NOx		COT		CH ₄		COV		NH ₃	
	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]
Fuentes puntuales	1,441	22.3	104	3.3	457	18.4	1,151	0.1	2,630	2.7	64,901	20.5	1,238	5.5	61,287	23.0	33	0.4
Fuentes de área	1,624	25.1	377	11.8	14	0.6	4,860	0.6	6,259	6.4	143,696	45.4	16,173	71.3	104,503	39.1	6,677	74.3
Fuentes móviles	3,387	52.3	2,712	84.8	2,009	81.0	786,184	99.2	88,385	90.5	101,026	31.9	5,283	23.3	94,068	35.2	2,272	25.3
Vegetación y suelos	20	0.3	4	0.1	N/A	N/A	N/A	N/A	350	0.4	7,158	2.3	N/A	N/A	7,158	2.7	N/A	N/A
Total	6,472	100	3,197	100	2,480	100	792,195	100	97,624	100	316,781	100	22,694	100	267,016	100	8,982	100

N/A: No Aplica, N/S

En las tablas 3.5.3 y 3.5.4, se presentan las emisiones desagregadas en toneladas y en porcentajes respectivamente.

Tabla 3.5.3 Inventario de emisiones desagregado por sector del Distrito Federal, 2004

Sector	Emisiones [ton /año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	1,441	104	457	1,151	2,630	64,901	1,238	61,287	33
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	541	22	34	225	331	3,244	7	3,223	4
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	68	8	55	51	123	156	2	152	5
Industria de la madera y productos de madera	18	0	0	2	5	737	0	729	0
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	44	13	86	102	276	15,784	10	14,748	5
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	216	16	123	155	489	29,827	265	28,945	9
Productos minerales no metálicos.*	129	6	3	72	177	4,416	805	3,875	2
Industrias metálicas básicas	162	12	110	233	578	4,003	4	3,182	3
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	202	16	15	208	375	5,731	68	5,563	4
Otras industrias manufactureras	53	3	30	17	67	992	75	864	0
Generación de energía eléctrica	8	8	1	86	209	11	2	6	1
Fuentes de área	1,624	377	14	4,860	6,259	143,696	16,173	104,503	6,677
Combustión industrial	55	55	4	606	722	79	17	40	4
Combustión comercial/institucional	17	17	N/S	92	500	21	7	13	N/E
Combustión habitacional	71	71	1	296	1,735	82	26	49	1
Operación de aeronaves	17	17	N/S	3,071	2,923	1,859	178	1,785	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	7	7	4	40	315	13	N/E	13	N/E
Terminales de Autobuses de pasajeros	1	1	N/S	86	43	20	1	20	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,119	N/A	10,986	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,216	N/A	1,192	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,814	N/A	10,278	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	347	N/A	343	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	15,636	N/A	9,382	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,218	N/A	3,026	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,475	N/A	3,475	N/A
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	38	N/A	38	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	39,760	N/A	27,434	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	623	N/A	623	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6	N/S	6	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,262	N/S	1,241	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,637	1	12,435	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18,109	2	17,819	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,292	N/A	2,292	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17	N/A	17	N/A
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	17	N/A	16,604	15,920	681	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,401	N/A	1,289	N/E
Incendios forestales	49	40	5	438	16	30	21	14	2
Incendios en estructuras	14	13	N/E	214	5	18	N/A	12	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6,670
Vialidades pavimentadas	527	25	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	866	131	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	3,387	2,712	2,009	786,184	88,385	101,026	5,283	94,068	2,272
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 ≤ a 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 > a 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
Vegetación y suelos	20	4	N/A	N/A	350	7,158	N/A	7,158	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	350	7,158	N/A	7,158	N/A
Erosión eólica del suelo	20	4	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	6,472	3,197	2,480	792,195	97,624	316,781	22,694	267,016	8,982

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados; *Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión

Tabla 3.5.4 Inventario de emisiones porcentual por sector del Distrito Federal, 2004

Sector	Emisiones [%]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	22.27	3.25	18.39	0.13	2.69	20.48	5.45	22.95	0.37
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	8.36	0.69	1.37	0.03	0.34	1.02	0.03	1.21	0.04
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	1.05	0.25	2.22	0.01	0.13	0.05	0.01	0.06	0.06
Industria de la madera y productos de madera	0.28	0.00	0.00	0.00	0.01	0.23	N/S	0.27	0.00
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	0.68	0.41	3.47	0.01	0.28	4.98	0.04	5.52	0.06
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	3.34	0.50	4.96	0.02	0.50	9.42	1.17	10.84	0.10
Productos minerales no metálicos.*	1.99	0.19	0.12	0.01	0.18	1.39	3.55	1.45	0.02
Industrias metálicas básicas	2.50	0.38	4.44	0.03	0.59	1.26	0.02	1.19	0.03
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	3.12	0.50	0.60	0.03	0.38	1.81	0.30	2.08	0.04
Otras industrias manufactureras	0.82	0.09	1.21	N/S	0.07	0.31	0.33	0.32	0.00
Generación de energía eléctrica	0.12	0.25	N/S	N/S	0.21	N/S	N/S	0.00	0.01
Fuentes de área	25.09	11.79	0.56	0.61	6.41	45.36	71.26	39.13	74.34
Combustión industrial	0.85	1.72	0.16	0.08	0.74	0.02	0.07	0.01	0.04
Combustión comercial/institucional	0.26	0.53	N/S	0.01	0.51	0.01	0.03	0.00	N/E
Combustión habitacional	1.10	2.22	0.04	0.04	1.78	0.03	0.11	0.02	0.01
Operación de aeronaves	0.26	0.53	N/S	0.39	2.99	0.59	0.78	0.67	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	0.11	0.22	0.16	N/S	0.32	N/S	N/E	0.00	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	0.02	0.03	N/S	0.01	0.04	0.01	N/S	0.01	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.51	N/A	4.11	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.38	N/A	0.45	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.73	N/A	3.85	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.11	N/A	0.13	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.94	N/A	3.51	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.65	N/A	1.13	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.10	N/A	1.30	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	0.01	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12.55	N/A	10.27	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.20	N/A	0.23	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/S	0.00	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.40	N/S	0.46	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.99	N/S	4.66	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5.72	0.01	6.67	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.72	N/A	0.86	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	0.01	N/A
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/A	N/S	N/A	5.24	70.15	0.26	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.44	N/A	0.48	N/E
Incendios forestales	0.76	1.25	0.20	0.06	0.02	0.01	0.09	N/S	0.02
Incendios en estructuras	0.22	0.41	N/E	0.03	N/S	0.01	N/A	N/S	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	74.26
Vialidades pavimentadas	8.14	0.78	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	13.38	4.10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	52.33	84.83	81.01	99.24	90.54	31.89	23.28	35.23	25.30
Autos particulares	7.15	8.07	41.21	41.03	27.80	11.36	6.74	12.48	16.53
Taxis	1.99	2.25	11.49	13.25	10.14	4.00	2.37	4.40	4.81
Combis	0.08	0.09	0.40	1.77	0.66	0.43	0.25	0.47	0.17
Microbuses	0.42	0.47	3.39	10.57	7.13	3.88	5.19	4.28	1.40
Pick up	0.29	0.34	2.14	2.80	2.16	0.79	0.52	0.87	0.63
Vehículos ≤ a 3 ton	3.79	6.41	6.21	9.06	7.75	2.58	1.43	2.85	0.96
Tractocamiones	27.58	48.58	5.69	3.10	22.95	2.81	1.68	3.19	0.26
Autobuses	8.79	15.45	6.17	1.60	9.10	1.23	0.73	1.39	0.13
Vehículos > a 3 ton	1.16	1.91	1.98	4.66	1.86	0.91	1.12	0.98	0.18
Motocicletas	1.08	1.25	2.34	11.41	1.00	3.90	3.25	4.32	0.22
Vegetación y suelos	0.31	0.13	N/A	N/A	0.36	2.26	N/A	2.68	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	0.36	2.26	N/A	2.68	N/A
Erosión eólica del suelo	0.31	0.13	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados; *Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión. Los valores pueden diferir con el total por el redondeo de cifras.

3.5.2 Emisiones por contaminante en el Distrito Federal

Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

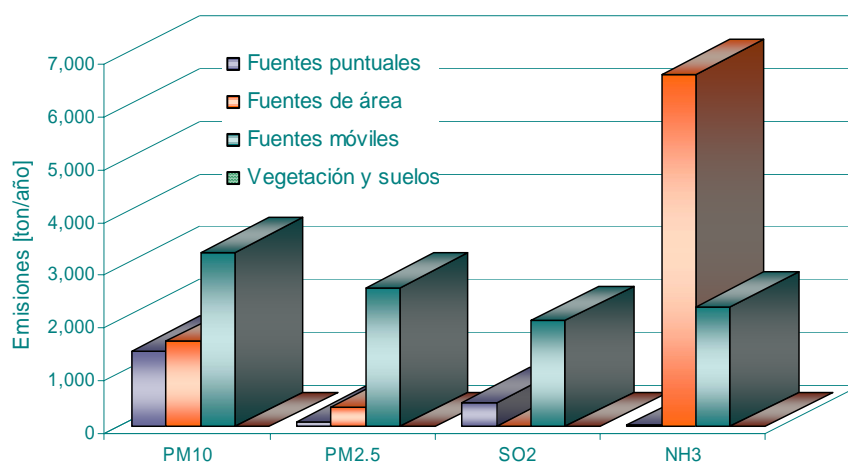
En el Distrito Federal se emitieron 6,472 toneladas anuales de PM_{10} , de las cuales, se tienen como sectores más contaminantes a los tractocamiones con el 28%, a las fuentes puntuales con 22% y a las vialidades sin pavimentar con el 13%. En lo que se refiere a las $PM_{2.5}$, los tractocamiones y los autobuses son los de mayor emisión con un 49% y 15% respectivamente, debidas a la combustión incompleta del diesel que utilizan como combustible.

Bióxido de azufre (SO_2)

Las emisiones de SO_2 ascendieron a 2,480 toneladas al año, de las cuales, el 81% fue generado por las fuentes móviles y en primer término por los autos particulares con 1,022 ton/año (41%), seguido por las fuentes puntuales que generaron el 18% del total.

Amoniaco (NH_3)

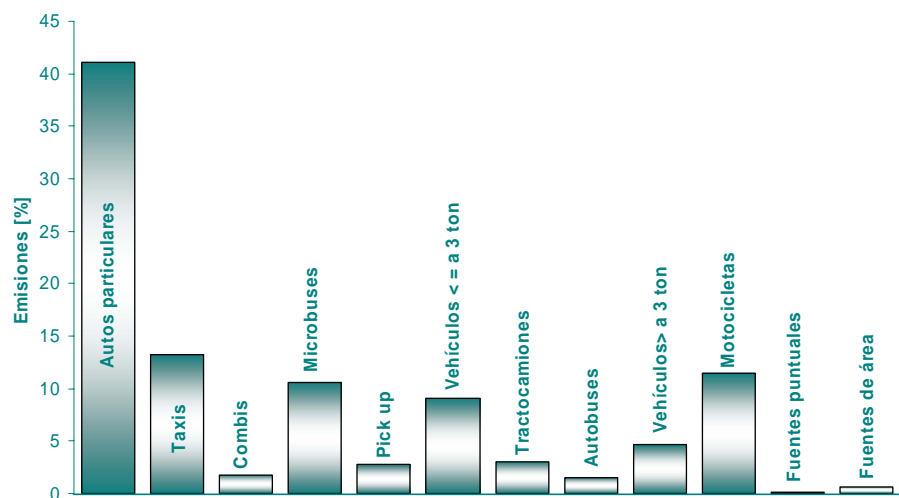
Las emisiones de amoniaco que se generaron en el Distrito Federal por las actividades domésticas contribuyeron con el 74% de las 8,982 toneladas anuales. Cabe mencionar que dichas emisiones se estimaron en forma *per cápita* por lo tanto su generación dependió de la población de las delegaciones y municipios. Otro sector importante fueron los autos particulares que emitieron el 17%. La siguiente gráfica muestra la contribución de la emisión de partículas, SO_2 y NH_3 por sector.



Gráfica 3.5.2 Emisiones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y NH_3 por tipo de fuente

Monóxido de carbono (CO)

En el Distrito Federal se liberaron 792,195 toneladas de CO en el 2004, el 99% fue generado por las fuentes móviles, siendo los autos particulares los que más contaminaron con el 41%, seguidos de los taxis y las motocicletas, con 13% y 11% respectivamente; otros vehículos de considerable emisión fueron los microbuses y los vehículos menores a 3 toneladas, aportando en conjunto, el 20% con 155,520 ton/año.



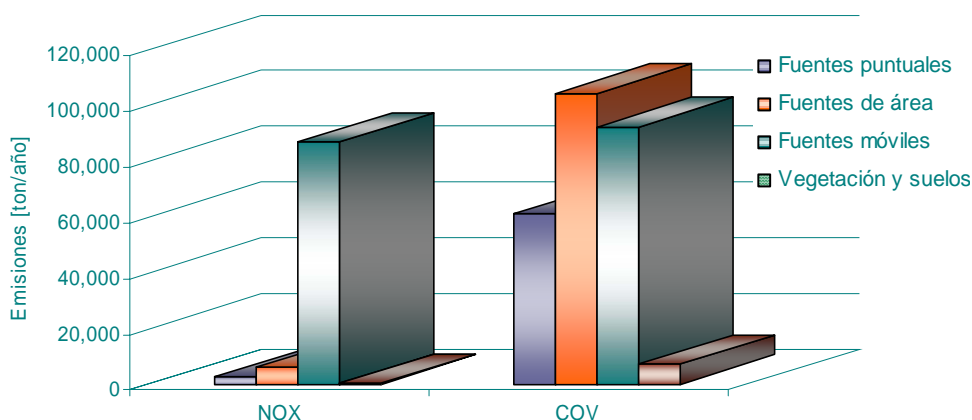
Gráfica 3.5.3 Contribución porcentual de las emisiones de CO

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Es importante analizar las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles, ya que éstos son precursores de ozono y por lo tanto, son necesarios para fines de la modelación fotoquímica. Las fuentes de área y las fuentes móviles inventariadas fueron las que generaron las mayores emisiones de COV, en donde los sectores más contaminantes son: los autos particulares con 12%, seguidos por el uso comercial y doméstico de solventes con el 10%; en suma se tiene un total de 267,016 toneladas anuales en todo el Distrito Federal.

Óxidos de nitrógeno (NOx)

Los NOx, al igual que los COV, son generados principalmente por las fuentes móviles y también son precursores de ozono. El sector de mayor contribución es el de los autos particulares, dada la gran cantidad de autos que existe en la zona. Estos emitieron el 28% de las 97,624 toneladas que se generaron al año y los sectores que le siguieron en importancia fueron los tractocamiones (22,408 ton/año) con el 23% y los taxis (9,897 ton/año) con el 10%. Por último, los autobuses contribuyeron con el 9% de los NOx; en general, se debe en gran medida, a la constante actividad de los mismos y no al número de unidades que existen en circulación.



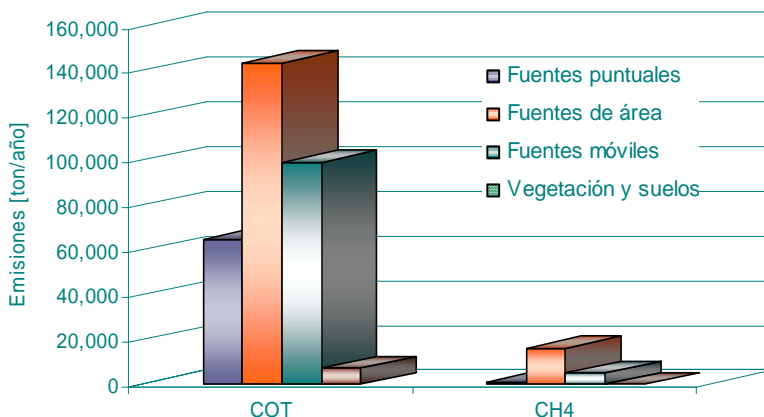
Gráfica 3.5.4 Emisiones de COV y NO_x por tipo de fuente

Compuestos orgánicos totales (COT)

De un total de 316,781 ton/año, el 45% de los COT fueron generados por las fuentes de área y un 32% por las fuentes móviles, siendo los autos particulares los que generaron las mayores emisiones con el 11% del total; dentro de las fuentes de área, el uso comercial y doméstico de solventes, es el sector más contaminante con un 13% (39,760 ton/año). En conjunto, las fuentes puntuales contribuyeron con el 20% y en el caso de las emisiones biogénicas, su aporte fue mínimo, con sólo 2% anual.

Metano (CH₄)

En el Distrito Federal se generaron 22,694 toneladas anuales de metano, de las cuales, el 70% lo generó el relleno sanitario “Prados de la Montaña” ubicado en la delegación Álvaro Obregón, el cual se reporta dentro de las fuentes de área. Dado que las fuentes móviles contribuyeron con el 23% del metano, es conveniente mencionar que los tipos de vehículos más contaminantes fueron los autos particulares (7%) y los microbuses (5%).



Gráfica 3.5.5 Emisiones de COT y CH₄ por tipo de fuente

3.5.3 Emisiones del Estado de México

Las emisiones del Estado de México por tipo de fuente y contaminante se muestran en la Tabla 3.5.5, así mismo, se presentan las emisiones desagregadas por sector y su contribución en peso en las Tablas 3.5.6 y 3.5.7.

Tabla 3.5.5 Inventario de emisiones de los municipios conurbados, Estado de México 2004

Sector	Emisiones																	
	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NOx		COT		CH ₄		COV		NH ₃	
	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]
Fuentes puntuales	2,475	17.4	547	16.0	2,827	67.9	5,292	0.5	17,107	20.8	54,845	10.8	321	0.2	52,814	19.9	163	1.9
Fuentes de área	9,177	64.6	1,585	46.3	27	0.6	2,871	0.3	5,403	6.6	343,361	67.9	207,517	97.7	112,059	42.3	6,866	80.5
Fuentes móviles	1,381	9.7	1,036	30.2	1,312	31.5	991,723	99.2	59,586	72.3	97,110	19.2	4,533	2.1	89,831	33.9	1,503	17.6
Vegetación y suelos	1,181	8.3	257	7.5	N/A	N/A	N/A	N/A	276	0.3	10,448	2.1	N/A	N/A	10,448	3.9	N/A	N/A
Total	14,214	100	3,425	100	4,166	100	999,886	100	82,372	100	505,764	100	212,371	100	265,152	100	8,532	100

N/A : No Aplica

Tabla 3.5.6 Inventario de emisiones desagregado por sector del Estado de México, 2004

Sector	Emisiones [ton/año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	2,475	547	2,827	5,292	17,107	54,845	321	52,814	163
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	99	46	144	286	986	1,612	11	1,589	11
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	292	21	524	55	215	2,189	8	2,170	5
Industria de la madera y productos de madera	20	6	143	2	19	3,495	0	3,458	0
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	75	45	555	318	684	7,258	10	7,121	15
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	161	50	752	476	1,045	29,420	133	28,595	32
Productos minerales no metálicos.*	715	123	202	378	1,318	446	63	382	18
Industrias metálicas básicas	585	16	176	361	1,331	1,713	4	1,252	5
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	333	48	300	1,283	587	8,044	10	7,775	10
Otras industrias manufactureras	3	0	16	7	65	390	24	333	0
Generación de energía eléctrica	192	192	15	2,126	10,857	278	58	139	67
Fuentes de área	9,177	1,585	27	2,871	5,403	343,361	207,517	112,059	6,866
Combustión industrial	171	171	14	1,890	2,250	248	52	124	11
Combustión comercial/institucional	15	15	N/S	66	479	18	7	12	N/E
Combustión habitacional	60	60	N/S	258	1,672	71	24	44	N/E
Operación de aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Locomotoras (foráneas/ patio)	24	22	13	126	995	42	N/E	41	N/E
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11,410	N/A	11,273	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,248	N/A	1,223	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,123	N/A	10,547	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	357	N/A	352	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	16,045	N/A	9,627	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	5,355	N/A	3,106	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3,566	N/A	3,566	N/A
Aplicación de asfalto	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	39	N/A	39	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	40,800	N/A	28,152	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	344	N/A	344	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,663	N/S	1,636	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,116	1	11,922	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	17,971	2	17,683	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,352	N/A	2,352	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2	N/A	2	N/E
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	224	N/A	216,343	207,426	8,873	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1,225	N/A	1,127	N/E
Incendios forestales	8	7	0	87	2	5	5	2	N/A
Incendios en estructuras	14	13	N/E	220	5	18	N/A	12	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6,855
Vialidades pavimentadas	996	66	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	7,889	1,231	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	1,381	1,036	1,312	991,723	59,586	97,110	4,533	89,831	1,503
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 ≤ a 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 > a 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
Vegetación y suelos	1,181	257	N/A	N/A	276	10,448	N/A	10,448	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	276	10,448	N/A	10,448	N/A
Erosión eólica del suelo	1,181	257	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	14,214	3,425	4,166	999,886	82,372	505,764	212,371	265,152	8,532

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados; *Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión

Tabla 3.5.7 Inventario de emisiones porcentual por sector del Estado de México, 2004

Sector	Emisiones [%]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	17.41	15.97	67.86	0.53	20.77	10.84	0.15	19.92	1.91
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	0.70	1.34	3.46	0.03	1.20	0.32	0.01	0.60	0.13
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	2.05	0.61	12.58	0.01	0.26	0.43	N/S	0.82	0.06
Industria de la madera y productos de madera	0.14	0.18	3.43	N/S	0.02	0.69	N/S	1.30	0.00
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	0.53	1.31	13.32	0.03	0.83	1.44	0.00	2.69	0.18
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	1.13	1.46	18.05	0.05	1.27	5.82	0.06	10.78	0.38
Productos minerales no metálicos.*	5.03	3.59	4.85	0.04	1.60	0.09	0.03	0.14	0.21
Industrias metálicas básicas	4.12	0.47	4.22	0.04	1.62	0.34	0.00	0.47	0.06
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	2.34	1.40	7.20	0.13	0.71	1.59	0.00	2.93	0.12
Otras industrias manufactureras	0.02	0.00	0.38	N/S	0.08	0.08	0.01	0.13	N/S
Generación de energía eléctrica	1.35	5.61	0.36	0.21	13.18	0.05	0.03	0.05	0.79
Fuentes de área	64.56	46.28	0.65	0.29	6.56	67.88	97.71	42.26	80.47
Combustión industrial	1.20	4.99	0.34	0.19	2.73	0.05	0.02	0.05	0.13
Combustión comercial/institucional	0.11	0.44	N/S	0.01	0.58	N/S	N/S	N/S	N/E
Combustión habitacional	0.42	1.75	N/S	0.03	2.03	0.01	0.01	0.02	N/E
Operación de aeronaves	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	0.17	0.64	0.31	0.01	1.21	0.01	N/E	0.02	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E	N/E
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.26	N/A	4.25	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.25	N/A	0.46	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.40	N/A	3.98	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.07	N/A	0.13	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.17	N/A	3.63	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.06	N/A	1.17	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.71	N/A	1.34	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	0.01	N/A	0.01	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8.07	N/A	10.62	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.07	N/A	0.13	N/A
Carga de combustible en aeronaves	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/E	N/E	N/E	N/A
Distribución y almacenamiento de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.33	N/S	0.62	N/A
Fugas en instalaciones de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2.40	N/S	4.50	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.55	N/S	6.67	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.47	N/A	0.89	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/A	N/S	N/A
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/A	0.02	N/A	42.78	97.67	3.35	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.24	N/A	0.43	N/E
Incendios forestales	0.06	0.20	N/S	0.01	N/S	N/S	N/S	N/S	N/S
Incendios en estructuras	0.10	0.38	N/E	0.02	0.01	N/S	N/A	0.00	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	80.34
Vialidades pavimentadas	7.01	1.93	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Vialidades sin pavimentar	55.50	35.94	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	9.72	30.16	31.49	99.18	72.34	19.20	2.10	33.88	17.62
Autos particulares	2.79	6.48	16.73	56.56	36.80	11.21	1.13	19.81	13.63
Taxis	0.11	0.23	0.65	1.38	1.41	0.32	0.03	0.57	0.60
Combis	0.13	0.32	0.82	5.52	3.12	1.05	0.11	1.86	0.71
Microbuses	0.11	0.26	0.94	6.78	4.03	1.28	0.13	2.27	0.53
Pick up	0.31	0.73	2.30	8.41	7.85	1.65	0.19	2.90	1.31
Vehículos ≤ a 3 ton	0.27	0.85	1.46	3.74	3.80	0.74	0.07	1.31	0.36
Tractocamiones	3.73	13.46	3.43	0.74	8.12	0.53	0.05	0.96	0.08
Autobuses	0.86	3.09	2.59	0.34	2.27	0.17	0.02	0.31	0.02
Vehículos > a 3 ton	1.37	4.73	2.47	14.91	4.83	2.00	0.37	3.43	0.34
Motocicletas	0.04	N/S	0.10	0.80	0.10	0.25	N/S	0.45	0.02
Vegetación y suelos	8.31	7.50	N/A	N/A	0.34	2.07	N/A	3.94	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	0.34	2.07	N/A	3.94	N/A
Erosión eólica del suelo	8.31	7.50	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N/A: No Aplica, N/S: No Significativo, N/E: No Estimado, HCNQ: Hidrocarburos No Quemados; *Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión. Los valores pueden diferir con el total por el redondeo de cifras.

3.5.4 Emisiones por contaminante en el Estado de México

Partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$)

En el Estado de México se estimaron 14,214 toneladas anuales de PM_{10} , donde las vialidades sin pavimentar son los que tienen las mayores emisiones, generando el 56%; en conjunto las fuentes puntuales generan los 17%, seguidas por la erosión eólica con el 8% de las emisiones.

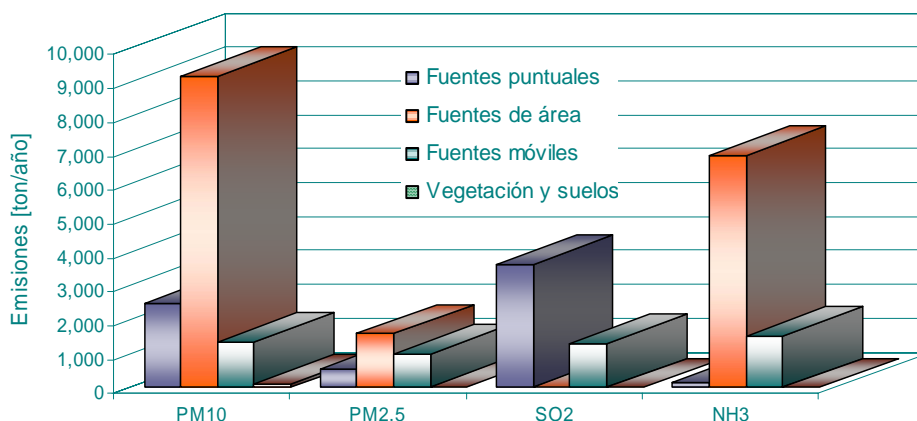
En lo que se refiere a las $PM_{2.5}$, siguen siendo las vialidades sin pavimentar los principales responsables de las emisiones con el 36% de las 3,425 ton/año que se emitieron durante el 2004; las fuentes puntuales emiten el 16%, y los tractocamiones el 13%.

Bióxido de azufre (SO_2)

Las principales emisiones de SO_2 son atribuidas a las fuentes puntuales, con 2,827 toneladas anuales y dentro de éstas, la industria de sustancias químicas y del papel generaron el 18% y 13% respectivamente. Las fuentes móviles contribuyeron con el 31% del SO_2 y tienen como principales emisores a los autos particulares con el 17% de un total de 4,166 toneladas por año en la ZMVM.

Amoniaco (NH_3)

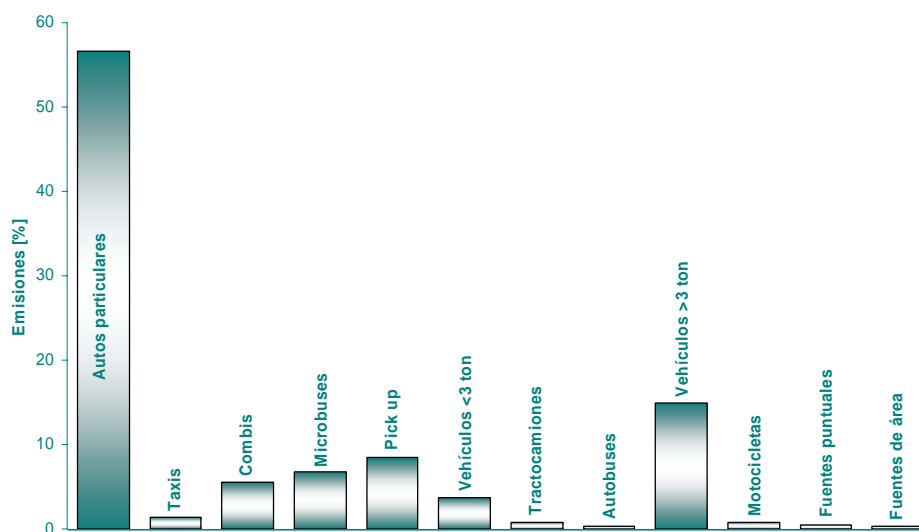
De un total de 8,532 ton/año de amoníaco, el 80% fue generado por las emisiones domésticas y un 14% por los autos particulares, siendo éstas dos categorías las de mayor contribución en la generación de amoníaco.



Gráfica 3.5.6 Contribución porcentual de las emisiones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 y NH_3 por tipo de fuente

Monóxido de carbono (CO)

El CO es producto de la combustión de los hidrocarburos y debido a la gran cantidad que se consume de ellos para satisfacer la actividad de la flota vehicular, se tuvo que las fuentes móviles generaron el 99% del total de este contaminante (999,886 ton/año), teniendo a los autos particulares como los mayores emisores con el 57%; los siguientes más emisores fueron los vehículos mayores a tres toneladas y las pick up, con 15% y 8% del total.



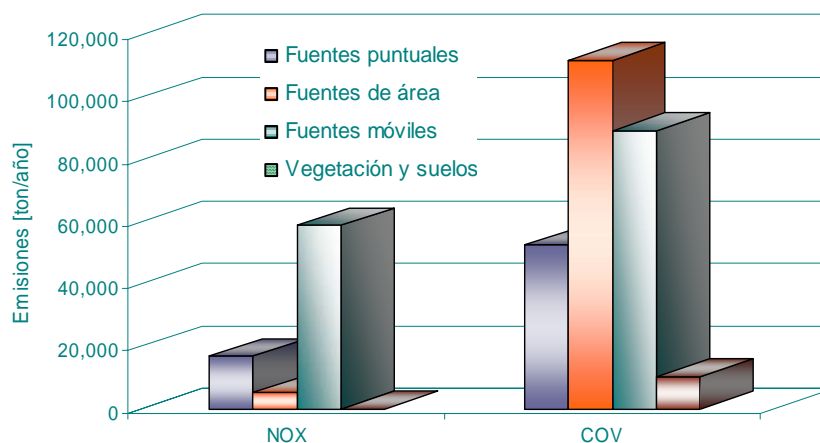
Gráfica 3.5.7 Contribución porcentual de las emisiones de CO

Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

Los autos particulares emitieron el 20% del total de COV (265,152 ton/año), sin embargo, en conjunto, las fuentes de área representaron el 42%, siendo el uso comercial y doméstico de solventes, así como los hidrocarburos no quemados de GLP los principales emisores (11% y 7% respectivamente).

Óxidos de Nitrógeno (NOx)

De las 82,372 toneladas de NOx que se estimaron en el Estado de México, los autos particulares emitieron el 37%; en general, las fuentes móviles contribuyeron con el 72% del total y las fuentes puntuales con el 21%. Dentro de éstas últimas es de resaltar la contribución del giro de generación de energía eléctrica, el cual emitió 10,857 toneladas durante el año 2004, es decir el 13% del total.



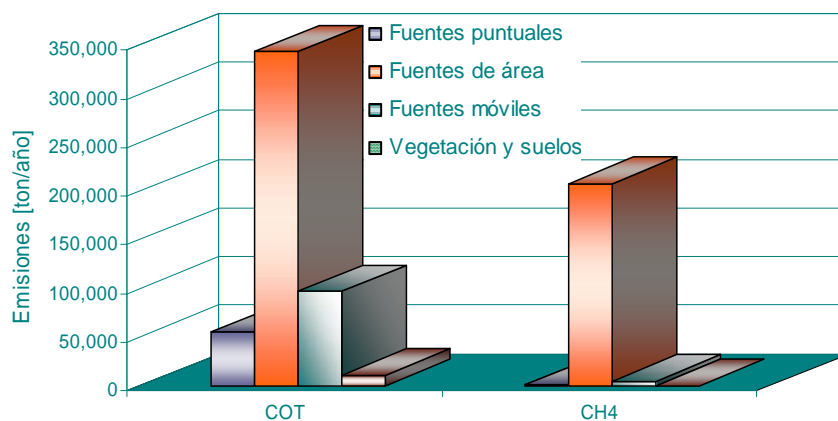
Gráfica 3.5.8 Emisiones de COV y NO_x por tipo de fuente

Compuestos Orgánicos Totales (COT)

De las 505,764 toneladas anuales de COT estimadas en el Estado de México, el 68% lo generaron las fuentes de área, las cuales tienen como principal emisor a los rellenos sanitarios con el 43% (Bordo Poniente, Nezahualcóyotl y La Paz), así como al uso comercial y doméstico de solventes con 8%. Las fuentes móviles contribuyeron con el 19% de este contaminante, el cual es emitido en su mayoría por los autos particulares (11%).

Metano (CH₄)

Los rellenos sanitarios aportaron las mayores emisiones de metano, con el 98% de las 212,371 toneladas inventariadas para el Estado de México; las fuentes móviles representan el otro 2% restante, ya que las otras fuentes no tienen emisiones significativas.



Gráfica 3.5.9 Emisiones de COT y CH₄ por tipo de fuente