



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

Secretaría del Medio Ambiente

DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL DEL AIRE
DIRECCIÓN DE INVENTARIOS Y MODELACIÓN DE EMISIONES
DIRECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN DE POLÍTICAS

**Elementos para la Propuesta de Actualización del
Programa “Hoy No Circula” de la Zona
Metropolitana del Valle de México**

Junio del 2004

Contenido

1	Antecedentes	5
1.1	Calidad del aire	5
1.2	Inventario de emisiones	7
1.3	Contingencias ambientales atmosféricas.....	11
1.4	Parque vehicular de la ZMVM	13
1.5	Consumo de combustible	16
1.6	Normatividad ambiental para las fuentes móviles.....	20
1.6.1	NOM-041-ECOL-1999	20
1.6.2	NOM-042-ECOL-1999	21
1.6.3	NOM-044-ECOL-1993	23
1.6.4	NOM-045-ECOL-1996	23
1.7	El Programa Hoy No Circula vigente.....	24
1.7.1	Historia y mitos del programa	24
1.7.2	Características del programa actual	27
1.7.3	Mecanismos vigentes de exención	28
2	Hoy No Circula y parque vehicular	29
3	Hoy No Circula y emisiones	34
4	Propuesta de modificación al programa Hoy No Circula.....	41
4.1	Características del nuevo programa	41
4.2	Beneficios.....	45
4.3	Resultados de la modelación fotoquímica.....	49
5	Medidas complementarias.....	51
5.1	Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-042-ECOL-1999	51
5.2	Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1999	52
5.3	Actualización de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-045-ECOL-1996 y NOM-077-ECOL-1995.....	52
5.4	Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994	53
5.5	Verificación Vehicular Obligatoria	54
5.6	Actualización del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas	54
5.7	Homologación del Programa de Verificación de Vehículos a Diesel	54
5.8	Aplicación del programa de autorregulación de vehículos a diesel	55
5.9	Aplicación del programa de combustibles alternos	55

5.10	Programa ostensiblemente contaminantes	55
5.11	Aplicación del sistemas de control de emisiones en unidades diesel	55
5.12	Regulación del transporte de carga	56
5.13	Establecimiento de corredores de transporte.....	56
5.14	Renovación de taxis.....	56
5.15	Sustitución de microbuses por autobuses cortos.....	57
5.16	Renovación de los autobuses de la Red de Transportes de Pasajeros.....	57
6	Referencias	59

Anexos

- I. Inventario de emisiones desagregado de la ZMVM 2000, en peso y porcentual.
- II. Tasa de ventas de unidades ligeras en la ZMVM.
- III. Tasa de retiro de unidades ligeras en la ZMVM.
- IV. Propuesta para la revisión de los límites máximos permisible de emisión provenientes del escape de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible de la NOM-041-SEMARNAT-1999.
- V. Resultados de la modelación de la calidad del aire en la ZMVM, proyectada para los años 2004, 2006 y 2010, con la actualización del Programa Hoy No Circula.

1 Antecedentes

A mediados de los ochenta surge como una iniciativa ciudadana “Un Día Sin Auto”, la cual era de carácter voluntario.

En 1989, inicia la aplicación obligatoria del Programa Hoy No Circula (HNC) en la ZMVM, originalmente temporal para el período invernal; pero en 1990, se establece que el Programa tendrá una vigencia permanente.

En 1992, inició un esquema de exención de la restricción de circulación de unidades que utilizaban gas licuado de petróleo o gas natural comprimido en lugar de gasolina o diesel. Esta acción fue motivada por la importante reducción de contaminantes que los combustibles gaseosos propician.

En 1997, se establece la exención al HNC de los vehículos a gasolina de bajo nivel de emisiones contaminantes, por lo que las unidades 1993 y posteriores que utilizaban convertidor catalítico de tres vías en circuito cerrado fueron beneficiados con este esquema identificándolos con el holograma “0”.

Finalmente, en 1999 se incentivó la introducción al mercado mexicano de vehículos que cumplieran con los niveles de emisión de estrictas normas internacionales, por lo que además de exentarlos del HNC, también se les permitió no verificar durante sus primeros dos años de uso, identificándolos con el holograma “doble 0”.

El objetivo inicial del programa Hoy No Circula, fue disminuir los niveles de emisión de contaminantes, a través de la restricción diaria de la circulación del 20% del parque vehicular matriculado en la Zona Metropolitana del Valle de México. Esta situación, permitió reducir el consumo de 11 mil 500 barriles diarios de combustible y la emisión de 30 mil toneladas anuales de contaminantes.

Actualmente, pueden exentar el HNC los vehículos de uso particular a gasolina cuyo año modelo es 1993 y posterior, las unidades de cualquier tipo que usen gas para su carburación, los vehículos a diesel 1998 y posteriores, así como las unidades de emergencia.

1.1 Calidad del aire

En la actualidad, las normas de calidad del aire para protección de la salud de los habitantes de la Ciudad de México y su Zona Metropolitana que se rebasan con mayor frecuencia son las de ozono y de partículas¹ PM₁₀; el resto de los contaminantes casi siempre registran niveles dentro de la norma. La Tabla siguiente presenta la información estadística de 1990 a 2003, referente al cumplimiento de estas normas con respecto al O₃, PM₁₀, CO, SO₂, NO₂ y Pb.

¹ En el año 2003, se puso en operación la red de medición de las partículas menores a 2.5 micrómetros. Los primeros datos parecen indicar que la norma de protección de la salud (actualmente como anteproyecto) no se cumplirá en la ZMVM.

Tabla 1.1 Número de días y su porcentaje por arriba de la norma, 1990-2003

Año	O ₃		PM ₁₀		CO		SO ₂		NO ₂		Pb	
	No. de días	%	# de muestreos	%	No. de días	%	No. de días	%	No. de días	%	No. de trimestres	%
1990	325	92	58	72	141	39.8	11	3.1	31	8.9	4	100
1991	335	97	13	24	93	27.4	8	2.3	16	4.7	2	50
1992	317	90	21	37	56	16.8	29	8.6	8	2.3	1	24
1993	320	88	41	68	17	4.9	0	0	29	8.0	0	0
1994	340	93	33	55	11	3.0	0	0	28	7.7	0	0
1995	319	87	30	49	4	1.1	0	0	32	8.8	0	0
1996	317	87	42	72	6	1.6	0	0	84	23.0	0	0
1997	311	85	28	46	1	0.3	0	0	38	10.4	0	0
1998	305	84	27	44	4	1.1	0	0	30	8.2	0	0
1999	286	78	33	54	2	0.5	0	0	19	5.2	0	0
2000	308	84	16	26	1	0.3	1	0.3	23	6.3	0	0
2001	273	75	5	8	0	0	8	2.2	1	0.3	0	0
2002	280	77	5	8	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	253	69	6	10	0	0	0	0	6	1.6	N/D	N/D

*Se considera a las estaciones que presentan el mejor desempeño histórico, es decir, aquellas que en el período 1990-2003, en más del 75% de los años han registrado 75% de datos horarios/ muestreos o más (75%-75%).

N/D.- No determinados.

Fuente: Elaborada con datos del Sistema de Monitoreo Atmosférico, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

En el caso del ozono, la norma para una hora se rebasó en el 69 % de los días del año 2003. Las concentraciones pico de ozono, cercanas a los 400 puntos IMECA que se observaban a principio de los años noventa han dejado de presentarse^{2,3}, el valor máximo alcanzado más recientemente fue de 242 IMECA (contingencia del 18 de septiembre del 2002).

Por lo que respecta a las partículas PM₁₀, la norma para 24 horas se rebasó en un 10% de los días del 2003 que se realizaron muestreos (se realiza un muestreo cada seis días), valor similar al registrado desde el año 2001.

Destaca también que en los últimos años, en particular en los dos más recientes, el CO y el SO₂ no rebasan su norma. Llama la atención que en el 2003 se tuvieron 6 excedencias a la norma de NO₂, lo cual pudiera ser producto de una saturación del tráfico en vialidades cercanas a estaciones de monitoreo, o a un incremento de las emisiones vehiculares de este contaminante.

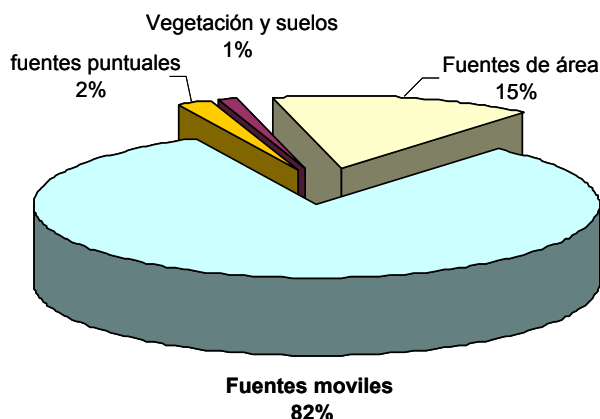
² Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, tercera impresión, DDF, SEMARNAP, GEM, SSA, agosto de 1997, página 48.

³ Informe del Estado de la Calidad del Aire y Tendencias 2002, GDF-SMA, 2003.

1.2 Inventario de emisiones

De acuerdo con el más reciente inventario de emisiones del año 2000⁴, las fuentes móviles contribuyen con el 82% de las emisiones totales generadas en las ZMVM.

Gráfica 1.1 Inventario de emisiones en la ZMVM para el año 2000



En la tabla y gráfica siguiente, se observa que el sector transporte sigue emitiendo importantes aportaciones de casi todos los contaminantes: genera el 99% del monóxido de carbono (CO), el 81% de los óxidos de nitrógeno (NO_x), el 46% de los compuestos orgánicos volátiles (COV), el 51% de las partículas menores a 10µm (PM₁₀), el 76% de las partículas menores a 2.5µm (PM_{2.5}) y el 30% del bióxido de azufre (SO₂). También se puede apreciar que las fuentes puntuales industriales contribuyen en forma importante a las emisiones de PM₁₀, SO₂, NO_x y COV reactivos. En el Anexo I, se presenta el inventario de emisiones desglosado por tipo de fuente.

Tabla 1.2 Inventario porcentual de emisiones anuales de la ZMVM, 2000

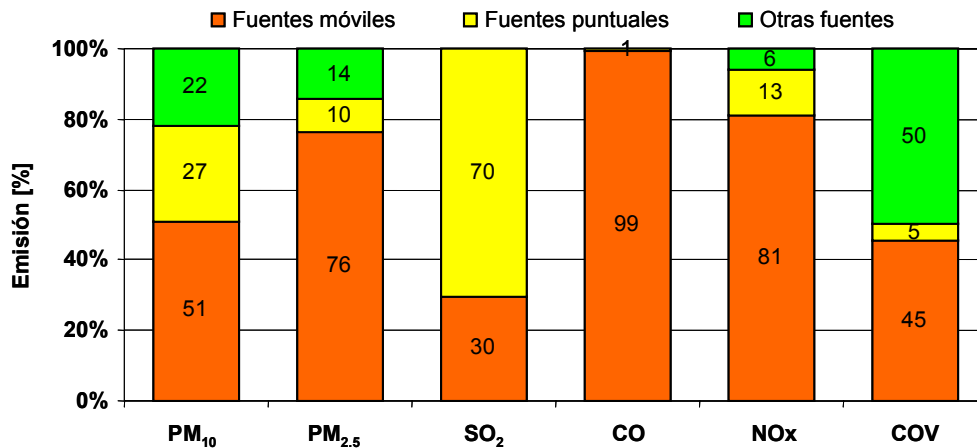
Sector	PM ₁₀		PM _{2.5}		SO ₂		CO		NO _x		COV	
	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]	[ton/año]	[%]
Fuentes puntuales	2,809	27	572	10	10,288	70	10,004	1	24,717	13	22,010	5
Fuentes de área	509	5	492	8	45	N/S	6,633	N/S	10,636	6	197,803	46
Fuentes móviles	5,287	51	4,589	76	4,348	30	2,018,788	99	157,239	81	194,517	45
Vegetación y suelos	1,736	77	380	6	N/A	N/A	N/A	N/A	859	N/S	15,425	4
Total	10,341	100	6,033	100	14,681	100	2,035,425	100	193,451	100	429,755	100

N/A.- No Aplica N/S.- No Significativo

Fuente: Elaborada con datos del Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2000, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

⁴ Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2000, GDF-SMA, 2004.

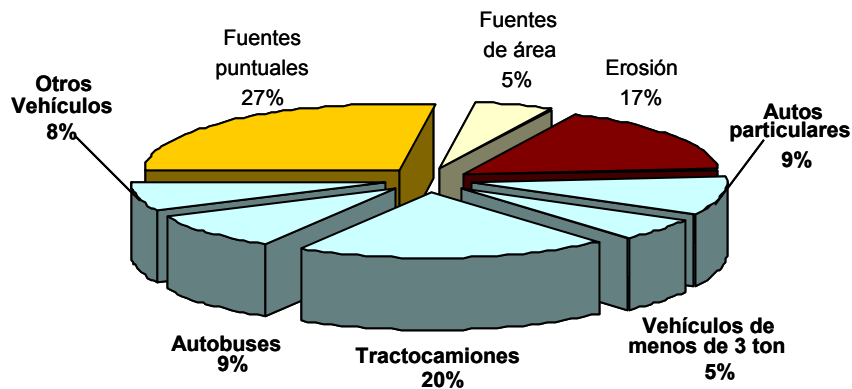
Gráfica 1.2 Contribución porcentual de las emisiones por sector



Partículas menores a 10 µm (PM₁₀) y menores a 2.5 µm (PM_{2.5})

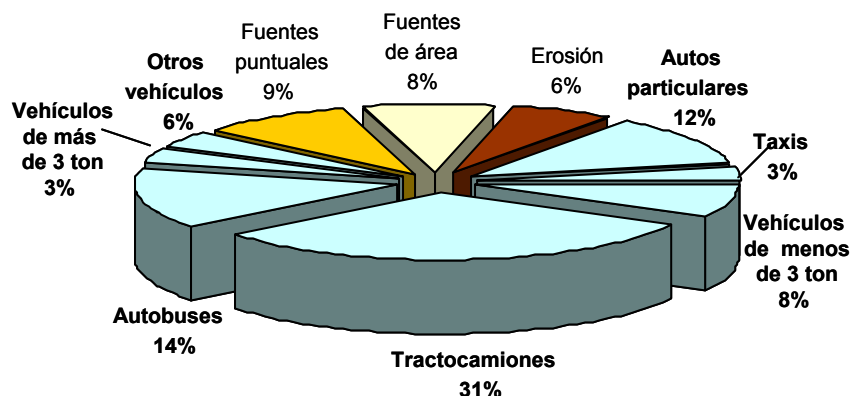
Haciendo un análisis de la contribución de los diferentes sectores en la generación de partículas PM₁₀, se ve que este contaminante es emitido en mayor proporción por las fuentes móviles, destacando las emisiones de los vehículos a diesel, ya que los tractocamiones y autobuses emiten el 29%; de los vehículos a gasolina destacan las emisiones de los autos particulares con el 9%. La Gráfica 1.3, muestra lo anterior.

Gráfica 1.3 Distribución porcentual de PM₁₀ por tipo de fuente



En el caso de partículas PM_{2.5}, el comportamiento se acentúa aún más en las fuentes móviles, estas generan el 76%, en donde los tractocamiones, autobuses y autos particulares aportan el 31%, 14% y 12% respectivamente, en la Gráfica 1.4, se muestra lo anterior.

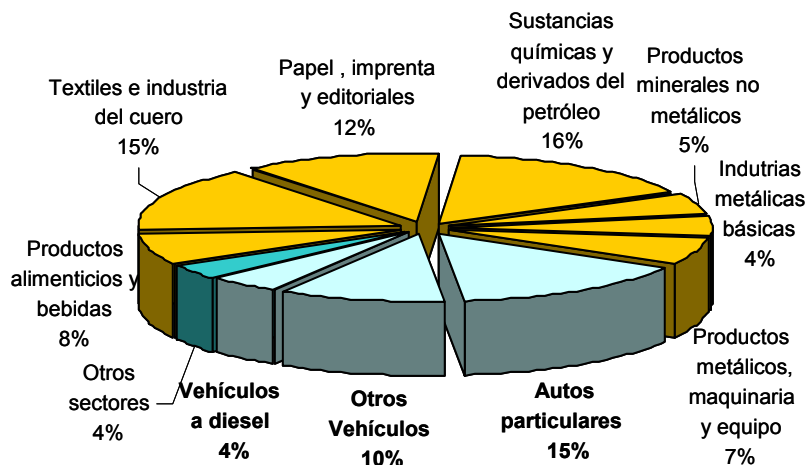
Gráfica 1.4 Distribución porcentual de PM_{2.5} por tipo de fuente



Bióxido de azufre (SO₂)

Respecto al bióxido de azufre, la principal fuente de emisión de bióxido de azufre, son las fuentes puntuales y las fuentes móviles, estas generan más del 70% y el 29% respectivamente. Dentro de las fuentes móviles, la categoría que más contribuyen son los autos particulares.

Gráfica 1.5 Distribución porcentual de SO₂ por tipo de fuente

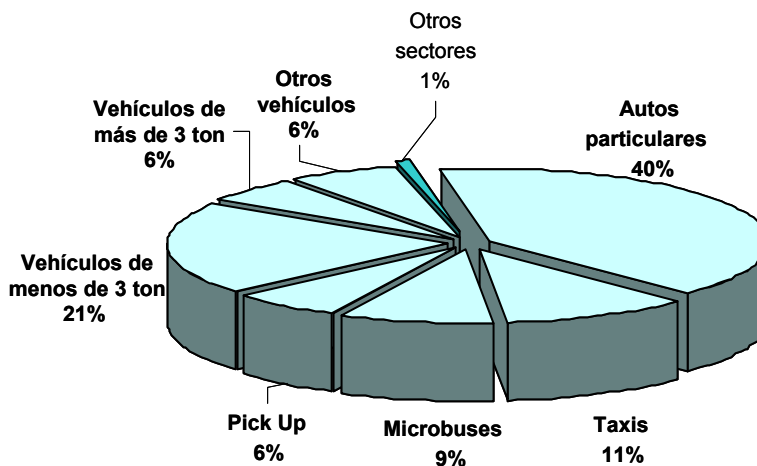


Nota: En otros, se incluyen la industria de la madera, otras industrias manufactureras, y la generación de energía eléctrica, así como todas las fuentes de área con una aportación menor del 1%. *Excluye los derivados del petróleo y del carbón, **Incluye instrumentos quirúrgicos y de precisión

Monóxido de carbono (CO)

El mayor emisor de monóxido de carbono es emitido por los autos particulares con 40%, seguido por los vehículos de menos de 3 toneladas con el 21%, taxis con el 11%, microbuses con el 9%, vehículos mayores a tres toneladas y pick up con el 6% cada uno.

Gráfica 1.6 Distribución porcentual de CO por tipo de fuente

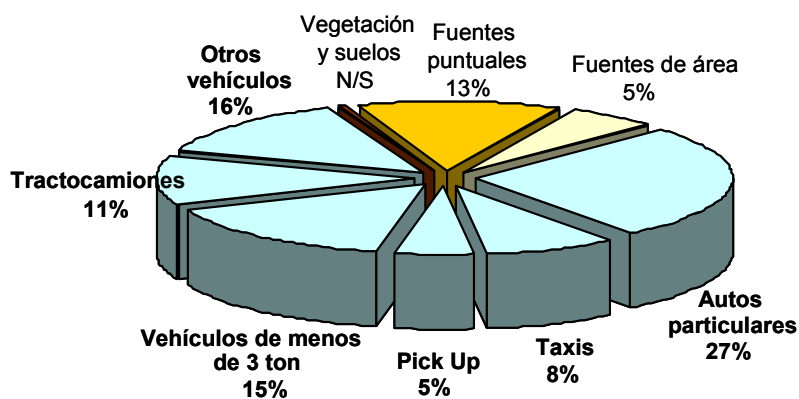


Nota: Dentro de otros, se incluye a las fuentes puntuales y a las fuentes de área que contribuyen en conjunto con menos del 1%.

Óxidos de nitrógeno (NO_x)

En las emisiones de óxidos de nitrógeno, tenemos que las fuentes móviles contribuyen con más del 81%, el cual se distribuye principalmente entre los autos particulares con un 27%, los vehículos de menos de 3 ton con un 15%, los tractocamiones con el 11%, los taxis con el 8% y las pick up con un 5%. Sin embargo las fuentes puntuales pueden considerarse también como emisoras muy importantes de óxidos de nitrógeno ya que en conjunto emiten el 13% de los NO_x, siendo la generación de energía eléctrica la que más contribuye con el 6% y la de productos minerales no metálicos con el 2%. Las fuentes de área en este contaminante también tienen impacto, puesto que la emisión total es de un 6% distribuida entre, la combustión habitacional y comercial principalmente, ver Gráfica 1.7.

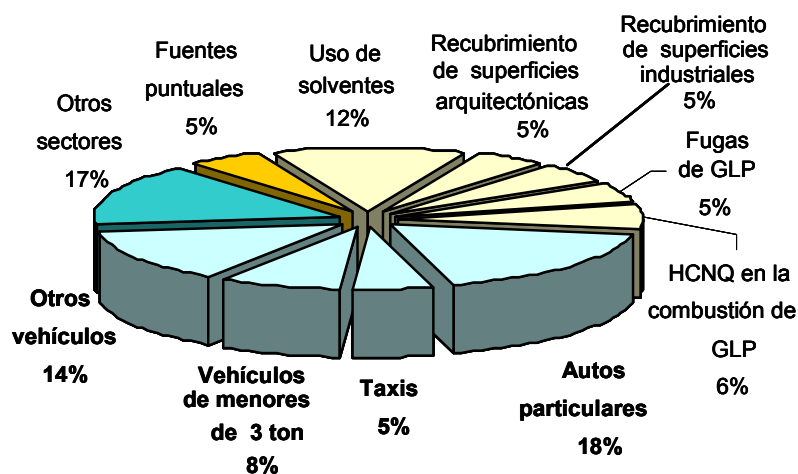
Gráfica 1.7 Distribución porcentual de NO_x por tipo de fuente



Compuestos orgánicos volátiles (COV)

En el inventario 2000, se estimaron las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles ya que en ellas se agrupan las especies de compuestos reactivos que más contribuyen a la formación del ozono, que es uno de los contaminantes más importantes en la ZMVM. La emisión mayor de los COV es generada por los autos particulares que aportan el 18%; de las otras categorías de fuentes móviles tenemos que los vehículos de menos de tres toneladas generan el 8% y los taxis el 5%, ver Gráfica 1.8.

Gráfica 1.8 Distribución porcentual de COV por tipo de fuente



Nota: En otros, se incluyen algunas fuentes de área como la limpieza de superficies, el lavado en seco, las panaderías las artes gráficas, la aplicación de asfalto entre otras; también se considero la vegetación y el suelo.

1.3 Contingencias ambientales atmosféricas

En la ZMVM desde 1990, se instituyó el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para disminuir la generación de contaminantes en días donde se alcanzan niveles del IMECA elevados y que además existen condiciones desfavorables para la dispersión de los mismos.

Desde el año 1990 hasta el 28 de mayo de 1998, la aplicación de la fase I del programa de contingencia se daba cuando el índice del IMECA era superior a los 250 puntos y la fase II se aplicaba cuando se alcanzaban niveles superiores a los 350 puntos. A partir del 29 de mayo de 1998 los niveles de aplicación cambiaron aplicándose de la siguiente forma:

Tabla 1.3 Activación desactivación de las fases del PCAA

Fase	Contaminante	Activación	Desactivación
Precontingencia	O ₃	>200 y <240	180
	PM ₁₀	>160 y <175	150
Contingencia Fase I	O ₃	>240	<180
	PM ₁₀	>175	<175
	O ₃ y PM ₁₀	>225 de O ₃ >125 de PM ₁₀	O ₃ < 180
Contingencia Fase II	O ₃	>300	<180
	PM ₁₀	>300	<180

Fuente: Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del decreto para el que se expide el programa para contingencias ambientales atmosféricas en el Distrito Federal, publicado en la gaceta oficial del Distrito Federal el 30 de octubre de 1998.

En la Tabla 1.4, se puede ver que el número de precontingencias ha disminuido de 217 que se registraron en el año 1991 a 2 que se presentaron en 2003; por lo que se refiere a las contingencias en fase I por ozono, en 1993 se registraron 13 y en los últimos cuatro años sólo se ha presentado 1, en el año 2002; por PM₁₀ se presentó una contingencia en el año 2003.

Tabla 1.4 Precontingencias y Contingencias en la ZMVM, 1990-2003

Año	Precontingencias		Fase I		Fase II
	O ₃	PM ₁₀ ^{/1}	O ₃	PM ₁₀ ^{/1}	O ₃
1990	78	NA	ND	NA	ND
1991	217	NA	2	NA	1
1992	167	NA	4	NA	4
1993	103	NA	12	NA	0
1994	127	NA	1	NA	0
1995	147	NA	5	0	0
1996	86	NA	3	0	0
1997	72	NA	3	0	0
1998	77	4	4	1	0
1999	39	0	3	0	0
2000	24	3	0	1	0
2001	14	1	0	0	0
2002	9	0	1	0	0
2003	2	1	0	1	0

/1 Valores obtenidos del monitoreo horario realizado con equipo automático (TEOM y Beta).

ND - No disponible. NA - No aplica

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2004.

1.4 Parque vehicular de la ZMVM

Con los datos de los programas de verificación vehicular del Distrito Federal y del Estado de México del segundo semestre del 2003, se integró una base de datos de la flota vehicular por año modelo de los automotores que verifican en los centros autorizados en la ZMVM. Esta base arroja un total de 3,208,138, faltando por incluir a los vehículos con placa federal y a las motocicletas. Ver Tablas 1.5 y 1.6.

Tabla 1.5 Parque vehicular que verifica en la ZMVM por entidad

Año modelo	D.F.	EDO. MEX	ZMVM	Año Modelo	D.F.	EDO. MEX	ZMVM
<=1970	15,801	25,746	41,547	1988	25,017	34,099	59,116
1971	3,527	5,918	9,445	1989	38,566	46,423	84,989
1972	5,037	8,315	13,352	1990	54,565	55,271	109,836
1973	7,502	12,123	19,625	1991	69,654	62,119	131,773
1974	8,666	14,995	23,661	1992	80,418	65,912	146,330
1975	10,312	17,958	28,270	1993	78,773	57,490	136,263
1976	10,484	18,205	28,689	1994	82,241	47,460	129,701
1977	7,990	13,787	21,777	1995	51,746	27,714	79,460
1978	10,110	18,933	29,043	1996	35,978	17,623	53,601
1979	14,198	24,931	39,129	1997	70,513	31,828	102,341
1980	19,870	32,796	52,666	1998	127,788	52,031	179,819
1981	25,054	40,662	65,716	1999	117,520	45,729	163,249
1982	25,092	40,525	65,617	2000	155,693	58,000	213,693
1983	14,916	22,306	37,222	2001	174,504	81,482	255,986
1984	18,591	26,598	45,189	2002	204,984	101,040	306,024
1985	23,399	33,918	57,317	2003	190,320	98,667	288,987
1986	22,730	31,479	54,209	2004	77,650	15,984	93,634
1987	17,150	23,712	40,862	Total	1,896,359	1,311,779	3,208,138

Fuente :Elaborada con base en los resultados de los Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del 2º semestre del 2003 de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal, 2004.

Del análisis de las Tablas 1.5 y 1.6, tenemos que del total del parque vehicular que verifica en la ZMVM, 927,277 unidades (29%) son modelos 1990 y anteriores los cuales cuentan con un sistema de alimentación de combustible a través de carburador y no tienen instalado equipo para el control de emisiones, 278,103 unidades (9%) son modelos 1991 y 1992 y en su gran mayoría estas unidades tienen instalado convertidor catalítico de dos vías; 2,002,758 son unidades que cuentan con convertidor catalítico de tres vías (62%), es importante mencionar que a partir de año modelo 1999 las unidades comercializadas en México cumplen con los valores de emisión TIER I.

Tabla 1.6 Parque vehicular que verifica en la ZMVM por tipo de combustible

	Particular				Taxi				T. Pasajeros				Carga				
Combustible	Gasolina	Diesel	GLP	GN	Gasolina	Diesel	GLP	GN	Gasolina	Diesel	GLP	GN	Gasolina	Diesel	GLP	GN	Total
Año Modelo																	
<=1970	34,867	20	5	0	1	0	0	0	59	9	1	0	5,832	735	18	0	41,547
1971	8,220	10	1	0	2	0	0	0	8	1	0	0	1,063	137	3	0	9,445
1972	11,674	17	1	0	1	0	0	0	25	4	0	0	1,446	177	7	0	13,352
1973	17,467	11	3	0	2	0	0	0	68	8	1	0	1,826	230	9	0	19,625
1974	21,116	8	4	0	7	0	0	0	102	11	2	0	2,103	282	26	0	23,661
1975	25,254	13	4	0	10	0	0	0	149	36	1	0	2,385	377	41	0	28,270
1976	25,373	12	4	0	5	0	0	0	196	30	1	0	2,638	396	34	0	28,689
1977	19,360	42	4	0	2	0	0	0	112	34	1	0	2,012	191	19	0	21,777
1978	25,478	12	9	0	4	0	0	0	113	17	1	0	3,115	271	23	0	29,043
1979	34,443	19	14	0	6	0	0	0	172	27	2	0	3,918	455	73	0	39,129
1980	46,447	149	4	2	27	1	0	0	333	47	4	0	4,911	663	78	0	52,666
1981	57,727	75	20	1	28	0	0	0	499	33	9	0	6,285	885	154	0	65,716
1982	57,052	36	27	0	39	0	1	0	751	15	2	0	6,829	681	184	0	65,617
1983	33,621	14	14	0	26	0	0	0	434	14	4	0	2,857	172	66	0	37,222
1984	41,175	96	17	0	26	0	0	0	573	35	3	0	2,996	185	83	0	45,189
1985	50,602	70	20	0	58	0	0	0	830	30	6	1	5,100	347	253	0	57,317
1986	48,030	44	18	0	65	0	0	0	996	14	2	0	4,700	194	146	0	54,209
1987	36,014	27	31	0	77	0	0	0	778	6	3	0	3,576	138	212	0	40,862
1988	52,180	18	32	0	165	0	1	0	802	18	30	0	5,564	187	119	0	59,116
1989	74,458	128	62	0	266	0	7	1	1,940	22	180	1	7,299	313	312	0	84,989
1990	93,270	342	104	0	1,251	0	40	3	3,754	155	1,328	54	8,345	563	623	4	109,836
1991	104,775	353	101	2	5,220	1	89	6	6,095	339	2,569	77	10,592	802	741	11	131,773
1992	113,886	86	146	0	9,918	0	84	0	7,526	134	2,459	53	10,192	695	1,147	4	146,330
1993	112,341	171	101	3	8,480	0	5	0	2,634	219	256	3	10,213	885	949	3	136,263
1994	107,329	259	106	1	10,074	1	3	0	1,323	254	29	0	8,342	819	1,153	8	129,701
1995	67,026	65	92	0	3,949	1	2	0	1,055	220	9	0	5,295	792	953	1	79,460
1996	46,078	41	47	0	1,813	0	0	0	321	84	5	0	4,256	232	723	1	53,601
1997	85,160	128	84	1	3,845	1	6	0	521	650	4	0	10,419	544	968	10	102,341
1998	154,537	111	134	2	6,510	3	7	0	721	176	10	0	15,503	691	1,392	22	179,819
1999	137,639	323	71	0	5,979	0	1	0	558	314	4	0	16,117	1,043	1,198	2	163,249
2000	181,076	241	51	1	6,477	0	2	0	769	608	1	0	22,179	949	1,329	10	213,693
2001	217,641	484	63	0	9,381	0	1	0	886	881	2	0	24,370	1,040	1,219	18	255,986
2002	278,431	262	59	0	7,435	4	0	0	854	760	2	1	15,943	1,056	1,202	15	306,024
2003	267,521	91	37	0	7,075	2	0	0	925	444	1	0	10,663	1,281	940	7	288,987
2004	89,794	5	0	0	1,370	0	0	0	188	51	0	0	1,867	337	22	0	93,634
Total	2,777,062	3,783	1,490	13	89,594	14	249	10	37,070	5,700	6,932	190	250,751	18,745	16,419	116	3,208,138

Fuente :Elaborada con base en los resultados de los Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del 2^{do} semestre del 2003 de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal, 2004.

Al parque vehicular verificado en los verificentros locales del Distrito Federal y del Estado de México hay que sumarle los de placa federal y las motocicletas para obtener el parque vehicular completo de la ZMVM. De esta forma, el parque vehicular de la ZMVM, se estima en 3.4 millones de unidades, de los cuales el 82% corresponden a los vehículos particulares, 8% a los vehículos de carga local, 3% a los autobuses federales , 2.8% a las motocicletas, 2.6% a los taxis y 1.5% al transporte de pasajeros local, entre los más sobresalientes. Ver Tabla 1.7.

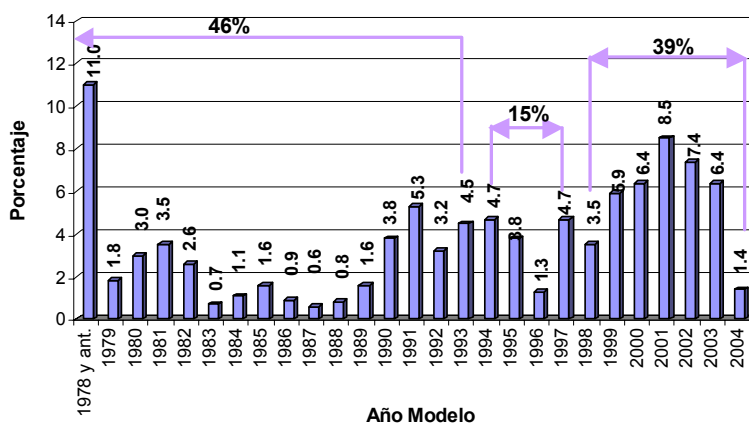
Tabla 1.7 Parque vehicular que circula en la ZMVM por categoría

Tipo de vehículo	Cantidad	
	[#]	[%]
Autos particulares	2,782,348	81.2
Taxis	89,867	2.6
Transporte de pasajeros local	51,892	1.5
Carga local	286,031	8.3
Carga federal	24,624	0.7
Autobuses federales	98,855	2.9
Motocicletas	94,437	2.8
Total	3,428,054	100.0

Fuente :Elaborada con base en los resultados de los Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del 2^{do} semestre del 2003 de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal, 2004; Inventario de Emisiones a la Atmósfera preliminar de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2002, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

Para resaltar el tipo de estrato tecnológico ambiental con que cuentan las unidades a diesel, se agruparon los vehículos por los año modelo que cuentan con igual tecnología, dando como resultado que el 46% son unidades de aspiración natural que no cuentan con ningún sistema para disminuir emisiones, el 15% son unidades EPA 94 en las cuales ya se introduce el sistema de inyección electrónica y motores turbocargados y el 39% son unidades EPA98 que aparte de contar con sistema de inyección electrónica y turbocargador incorporan tecnologías automotrices que permiten reducir las emisiones, ver Gráfica 1.9.

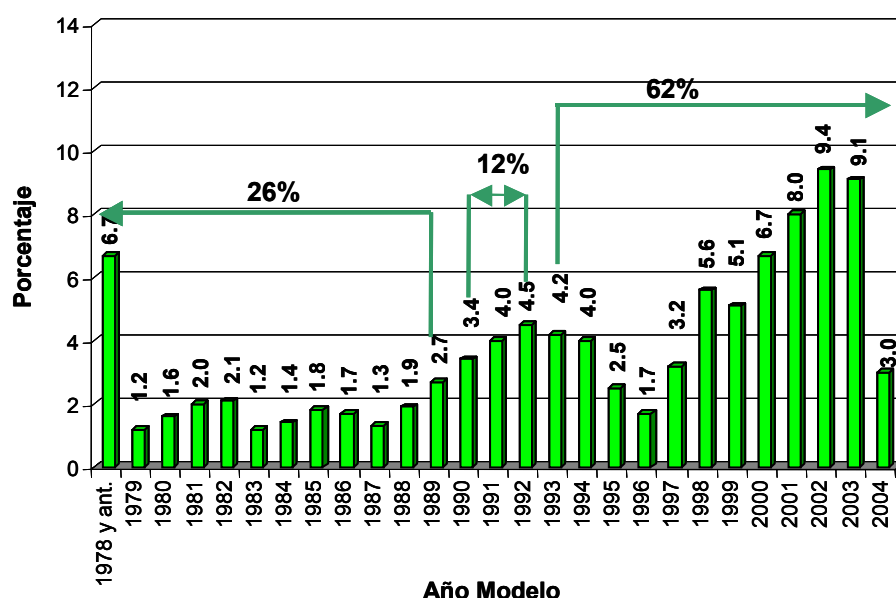
Gráfica 1.9 Distribución de la flota vehicular a diesel por año modelo



Fuente: Inventario de Emisiones a la Atmósfera preliminar de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2002, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

De acuerdo con la distribución del parque vehicular por años modelo de los vehículos a gasolina se tiene que, el 62% son unidades que cuentan con inyección electrónica, y convertidor catalítico de tres vías además de que a partir del año modelo 1997 cuentan con sistema OBD, el 12% son unidades con convertidor catalítico de dos vías y el 26% son unidades con carburador y no cuentan con ningún sistema de control de emisiones.

Gráfica 1.10 Distribución de la flota vehicular a gasolina por año modelo



Fuente: Elaborada con base en los resultados de los Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del 2^{do} semestre del 2003 de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal; Inventario de Emisiones a la Atmósfera preliminar de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2002, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

1.5 Consumo de combustible

El consumo diario promedio de combustibles en la Zona Metropolitana del Valle de México para el año 2002, fue de 297 mil barriles equivalentes a gasolina; es decir 47 millones de litros por día; en la Tabla 1.8, se presenta el consumo por tipo de combustible expresado en miles de barriles al año.

Tabla 1.8 Consumo por tipo de combustibles en la ZMVM, 2002

Tipo de combustible	Consumo [miles de barriles]
Gasolina	44,584
Gasóleo doméstico	2
Pemex diesel	10,554
Diesel industrial bajo azufre	1,720
Gas natural	34,968,397
Gas LP	19,279

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX y la Secretaría de Energía, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

En la tabla anterior, se observa que el consumo en volumen de gas natural es abundante, pero es importante mencionar que este combustible sólo genera 6.4 MJ por barril, a diferencia de los demás combustibles que en promedio generan más de 5,000 MJ por barril de combustible, por lo que para realizar un mejor análisis, primero transformamos el consumo de combustibles en volumen a energía, tal y como se presenta en la Tabla 1.9, en la cual se observa que la demanda energética de la ZMVM fue cubierta principalmente

por la combustión de gasolina (41% del consumo total) y de gas natural (33% del consumo total).

Tabla 1.9 Energía consumida en la ZMVM por tipo de combustible, 2002

Tipo de Combustible		Consumo energético	
		[PJ]	[%]
Gasolina	Premium	29	5
	magna	197	36
Pemex diesel		58	11
Gasóleo doméstico		N/S	N/S
Diesel industrial bajo azufre		10	2
Gas natural		182	33
Gas LP		72	13
Total		548	100

N/S.- No significativo

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX y la Secretaría de Energía, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

Desagregando los consumos energéticos de cada uno de los combustible y agrupándolos por sector, se tiene que el sector transporte e industrial son los que más energía demandan con el 53% y 37%, respectivamente. Ver tabla 1.10.

Tabla 1.10 Consumo energético en la ZMVM por sector, 2002

Sector	Consumo energético	
	[PJ]	[%]
Transporte	291	53
Industria	203	37
Residencial Comercial	39	7
Servicios	15	3
Total	548	100

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX y la Secretaría de Energía, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

Desde 1990 el sector transporte es el principal consumidor de energía de la ZMVM, seguido del industrial, los cuales en el periodo 1990-2002 consumieron el 50 y 36% respectivamente de la energía total disponible de cada año. Ver Tabla 1.11.

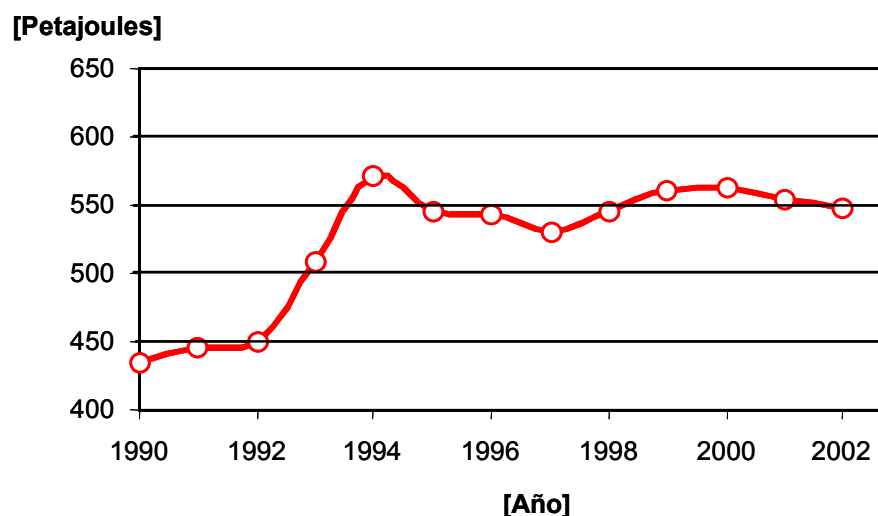
Tabla 1.11 Consumo energético histórico de la ZMVM, 1990-2002

Año	Consumo total [PJ]	Consumo energético porcentual por sector			
		Transporte	Industria	Residencial Comercial	Servicios
1990	435	50	36	12	3
1991	446	51	34	12	2
1992	451	51	33	14	3
1993	509	49	38	12	2
1994	571	48	38	11	2
1995	545	48	37	12	2
1996	544	48	38	12	3
1997	530	50	36	11	3
1998	545	51	36	10	3
1999	561	49	37	10	3
2000	563	51	37	9	3
2001	555	52	37	9	3
2002	548	53	37	7	3

Fuente: Elaborada con datos de PEMEX y la Secretaría de Energía, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

En la Gráfica 1.11, se presenta la situación histórica del consumo energético de la Zona Metropolitana del Valle de México, donde se aprecia que de 1990 a 1994 el consumo se incrementó en un 32% y posteriormente hasta 1997 hubo una disminución del 7%. A partir de 1998 hasta el año 2000 el consumo energético volvió a incrementarse en un 6%, pero posteriormente hasta el año 2002 decayó nuevamente en casi un 3%.

Gráfica 1.11 Consumo energético histórico de la ZMVM 1990-2002



El consumo de combustible en el sector transporte esta asociado al número de cilindros, kilómetros recorridos, la edad y el rendimiento de los vehículos en consecuencia un vehículo que consume mayor cantidad de combustible es más emisor de contaminantes.

La empresa Cal y Mayor S.A. de C.V. realizó un estudio⁵ para conocer el rendimiento de combustible por tipo de vehículo en las vialidades de la ZMVM y los resultados se muestran en la Tabla 1.12.

Tabla 1.12 Rendimiento vehicular por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Rendimiento [km/l]
Autos	8.42
Taxis	10.48
Menores de 3 toneladas diesel	5.28
Autobus diesel	1.47
Combis	7.12
Microbus GLP	1.40
Microbus gasolina	1.95
Motocicletas	20.99
Menores de 3 toneladas gasolina	2.54
Mayores de 3 toneladas diesel	1.69
Autobus GLP	2.23
Pick up gasolina	5.38
Pick up GLP	5.58

En la tabla 1.13, se presentan los rendimientos de los vehículos por los años modelo, si comparamos una unidad Chevy modelo 1999 con una modelo 2000 tan sólo tienen un año de diferencia en modelo pero con respecto al rendimiento el modelo 2000 da como rendimiento 0.7 km/l más que la unidad 1999; esta diferencia también se puede observar entre la unidad Astra 2002 y el Cavalier 2000 que son unidades con el mismo número de cilindros y de la misma marca, sin embargo el vehículo Astra es más eficiente ya que recorre 2.2 km más por litro de combustible que el vehículo Cavalier lo que nos indica que entre más vieja es una unidad es menos eficiente.

Tabla 1.13 Rendimiento vehicular para autos particulares por año modelo

Tipo de vehículo	Lectura del Odómetro [km]		Distancia recorrida [km]	Carga de combustible [litros]	Rendimiento [km/l]
	inicial	final			
Chevy, GMC 2000	90,686	9,1615	929	142	7
Chevy POP 1999	305	818	513	88	5.80
VW Sedan 1996	710,552	711,265	713	93	8
Cirrus, Chrysler 1997	71,285	71,454	169	46	4
Astra, GMC 2002	0	729	729	61	12
Cavalier, GMC 2000	52,439	53,407	968	100	10
Renaul CLIO 2002	0	366	366	68	5
Cordoba, Seat 2003	32,758	34,011	1,253	101	12
Almera, Nissan 2002	37,133	37,886	753	62	12

⁵ Baseline Methodology for the Calculation of Emissions Reductions in the Transportation Sector, SENES Consultants Limited, Environmental Technology Centre, Cal y Mayor y Asociados, 2004.

1.6 Normatividad ambiental para las fuentes móviles

Para la regulación ambiental de los vehículos se encuentran vigentes las Normas Oficiales Mexicanas NOM-042-ECOL-1999, NOM-041-ECOL-1999, , NOM-044-ECOL-1993, NOM-045-ECOL-1996, NOM-047-ECOL-1998, , NOM-077-ECOL-1993, y NOM-086-ECOL-1994 la primera fija los niveles máximos permisibles de emisión que deberán cumplir los vehículos nuevos en planta; la segunda y la tercera establecen los niveles máximos permisibles de emisión que deberán cumplir los vehículos en circulación que consumen gasolina o gases; la cuarta establece los niveles máximos de opacidad que deberán cumplir los vehículos que consuman diesel como combustible; la quinta y sexta establecen los procedimientos que se deberán seguir para realizar la verificación vehicular en unidades a gasolina y a diesel y la última es la norma que establece la calidad ecológica de los combustibles a través de las características fisicoquímicas que deberán tener los combustibles que se distribuyen en el país y en especial en la ZMVM.

1.6.1 NOM-041-ECOL-1999

Esta Norma Oficial Mexicana establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno; nivel mínimo y máximo de dilución, medición de óxidos de nitrógeno, y es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los centros de verificación autorizados, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.

Las tablas 1.14 a 1.16 indican los valores límites de gases para los diferentes tipos de vehículos que circulan en la ZMVM.

Tabla 1.14 Límites máximos permisibles de emisión de HC, CO, provenientes del escape de los vehículos de pasajeros en circulación en la ZMVM que usan gasolina como combustible, en función del año-modelo

Año-Modelo del vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno (Máx.)*	Dilución(CO + CO2)	
				Min.	Máx.
	(ppm)	(% Vol)	(% Vol)	(% Vol)	
1990 y anteriores	300	3.0	6.0	7.0	18.0
1991 y posteriores	200	2.0	6.0	7.0	18.0

Tabla 1.15 Límites máximos permisibles de emisión de HC, CO, provenientes del escape de los vehículos de pasajeros, camiones ligeros CL1, CL2, CL3 y CL4, vehículos de usos múltiples o utilitarios, entre otros*

Año-Modelo del vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno (Máx.)*	Dilución (CO + CO2)	
				Min.	Máx.
	(ppm)	(% Vol)	(% Vol)	(% Vol)	
Taxis, colectivos, microbuses y todo tipo de transporte público de pasajeros	100	1.0	6.0	7.0	18.0

* camiones medianos y camiones pesados en circulación que usan gasolina como combustible independientemente de su año-modelo, utilizados como taxis, colectivos microbuses y todo tipo de transporte público de pasajeros, con placas local, federal y/o metropolitana.

Tabla 1.16 Límites máximos permisibles de emisión de HC y CO provenientes del escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros CL.1, CL.2, CL.3 y CL.4, camiones medianos y camiones pesados en circulación que usan gasolina como combustible, en función del año/modelo, con placa local y/o federal

Año-Modelo del vehículo	Hidrocarburos	Monóxido de Carbono	Oxígeno (Máx.)*	Dilución(CO + CO2)	
				Min.	Máx.
	(ppm)	(% Vol)	(% Vol)	(% Vol)	
1993 y anteriores	350	3.0	6.0	7.0	18.0
1994 y posteriores	200	2.0	6.0	7.0	18.0

1.6.2 NOM-042-ECOL-1999

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

Las tablas 1.17 a 1.19 presentan los valores de emisión normadas.

Tabla 1.17 Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan gasolina, gas natural, gas L.P.

Tipo de vehículo	Año-modelo	HCT [g/Km]	HCNM (1) [g/Km]	CO [g/Km]	Nox [g/Km]	HCev (2) [g/prueba]
VP	1999-2000	0.25		2.11	0.62	2.0
	2001 y post.		0.156	2.11	0.25	2.0
CL1 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	2.0
	2001 y post.		0.156	2.11	0.25	2.0
CL2 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	2.0
	2001 y post.		0.20	2.74	0.44	2.0
CL3 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	2.0
	2001 y post.		0.20	2.74	0.44	2.0
CL4 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	2.0
	2001 y post.		0.24	3.11	0.68	2.0

(1) A partir del año modelo 2001 se medirán HCNM en vez de HCT.

(2) Para vehículos que utilizan gas natural y gas L.P., se aceptará el certificado de origen en tanto no se cuente con las instalaciones adecuadas para medición de HCev en nuestro país.

Tabla 1.18 Límites máximos permisibles de emisión para vehículos que utilizan diesel

Tipo de vehículo	Año-modelo	HCT g/Km	HCNM (1) g/Km	CO g/Km	NOx g/Km	PS g/prueba
VP	1999-2000	0.25		2.11	0.62	0.07
	2001 y post.		0.156	2.11	0.62	0.07
CL1 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	0.07
	2001 y post.		0.156	2.11	0.62	0.07
CL2 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	0.07
	2001 y post.		0.20	2.74	0.62	0.07
CL3 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	0.07
	2001 y post.		0.20	2.74	0.62	0.07
CL4 y VU	1999-2000	0.63		8.75	1.44	0.10
	2001 y post.		0.24	3.11	0.62	0.10

(1) A partir del año modelo 2001 se medirán HCNM en vez de HCT.

Los vehículos año-modelo 1999 y 2000 que cumplan con las especificaciones establecidas en la tabla siguiente podrán quedar exentos de la verificación vehicular obligatoria por un periodo hasta de dos años posteriores a partir de su adquisición, y de acuerdo a lo establecido en las disposiciones expedidas por las autoridades federales y locales competentes. A partir del año-modelo 2001 los vehículos podrán obtener éste u otros beneficios acordados por las citadas autoridades.

Tabla 1.19 Límites para quedar exentos de la verificación vehicular obligatoria

HCNM	CO	NOx
[g/km]	[g/km]	[g/km]
0.156	2.11	0.25

1.6.3 NOM-044-ECOL-1993

Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas suspendidas totales (PST) y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos. En la Tabla 1.20, se muestran los límites establecidos en la norma.

Tabla 1.20 Límites máximos permisibles de emisión en motores nuevos utilizados en vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos que usan diesel como combustible

Año- modelo del motor	Niveles máximos permisibles de emisión [g/bhp-h]			
	HC	CO	NO _x	PST
1993	1.3	15.5	5.0	0.25
1994-1997				
Autobús urbano extra-pesado	1.3	15.5	5.0	0.07
Autobús urbano mediano-pesado, ligero-pesado y otros	1.3	15.5	5.0	0.01
1998 en adelante				
Autobús urbano extra-pesado	1.3	15.5	4.0	0.05
Autobús urbano mediano-pesado, ligero-pesado y otros	1.3	15.5	4.0	0.10

Los valores establecidos en las tablas anterior entraron en vigor cuando Petróleos Mexicanos estuvo en condiciones de suministrar en todo el territorio nacional el combustible diesel con las especificaciones establecidas por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América, es decir, con un contenido de azufre de 0.05%, lo cual ocurrió en la zona metropolitana de la Ciudad de México a partir de octubre de 1993.

Los vehículos año modelo 1994 a 1997, utilizan motores que cumplen con los estándares de certificación de emisiones establecidos por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica conocidos como EPA94, y los 1998 y posteriores con los de EPA98.

1.6.4 NOM-045-ECOL-1996

Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

El vehículo de transporte terrestre que se utiliza en la vía pública, tanto de carga como de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz y usa diesel como combustible genera emisiones de humo a la atmósfera, debido a las características de los motores y el combustible utilizado, incrementando su emisión por varios factores como pueden ser: a) desgaste del motor, b) la altitud sobre el nivel del mar, c) la falta de mantenimiento preventivo y correctivo del motor y d) la mala dosificación del combustible; entre otros. En esta norma se establecen niveles máximos permisibles de opacidad del humo como se muestra en la Tabla 1.21.

Tabla 1.21. Niveles máximos permisibles de opacidad

Peso bruto vehicular	Año modelo	Coefficiente de absorción de luz (m^{-1})	Por ciento de opacidad (%)
Hasta 2,727 kg*	1995 y anteriores	1.99	57.61
	1996 y posteriores	1.07	37.04
Mayores 2,727 kg**	1990 y anteriores	1.99	57.61
	1991 y posteriores	1.27	42.25

*En función del año-modelo del vehículo. **En función del año-modelo del motor

1.7 El Programa Hoy No Circula vigente

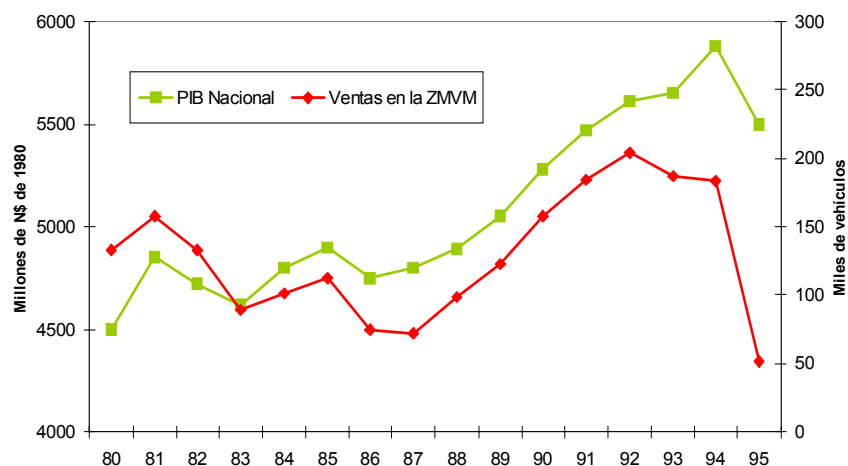
1.7.1 Historia y mitos del programa

Existe una percepción entre la opinión pública que la aplicación permanente del programa Hoy No Circula incentivó la adquisición de vehículos nuevos, esta percepción se basa en el hecho que los vehículos ligeros a gasolina nuevos comercializados en la Zona Metropolitana del Valle de México pasó de 98 mil 500 unidades en 1988 a 157 mil 500 unidades en 1990, es decir se registró un incremento en ventas del orden de 60% comparando las ventas de autos de un año anterior a la implementación del Hoy No Circula y el año en que el programa se convierte en permanente.

Sin embargo, al comparar el Producto Interno Bruto del país en aquellos años con el comportamiento de las ventas vehiculares, se puede encontrar una estrecha relación entre estado de la economía del país y la adquisición de automotores. Esto se puede observar con mayor claridad al observar que históricamente el número de vehículos comercializados en la ZMVM respecto al resto del país es del orden del 45%, relación que en 1988 era del 46.5% y para el año 1990 esta cifra se redujo a 44.1%, a pesar que en el resto del país no existe Hoy No Circula.

Esto confirma que el impresionante incremento de vehículos registrado en esos años fue una consecuencia de una mejoría económica del país y no de la implementación del programa en cuestión.

Gráfica 1.12 Ventas de autos nuevos vs hoy no circula



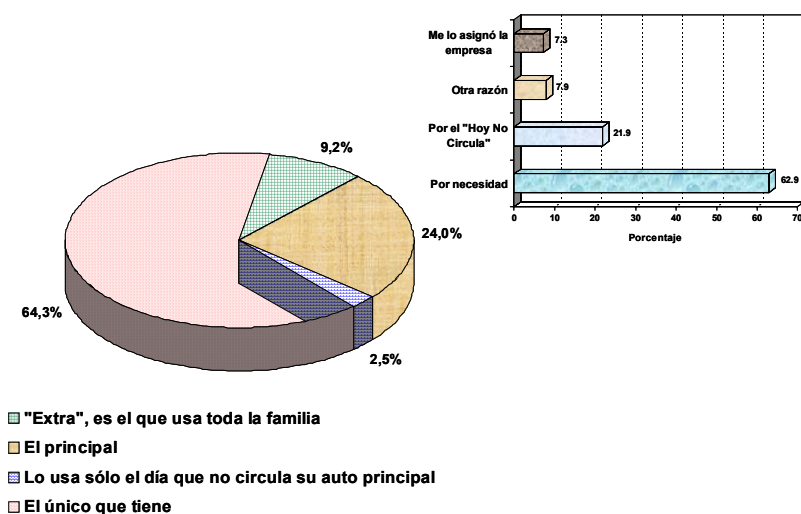
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Proyectos Ambientales, 1996.

Por lo que se refiere a la compra de vehículos usados el programa Hoy No Circula ha sido relacionado con el hecho que las familias adquirieron vehículos viejos o evitaron vender su vehículo usado cuando adquirieron uno más reciente, lo anterior con el objeto de tener un vehículo que les resolviera el problema de circulación cuando su vehículo principal tenía que salir de circulación. Asimismo, se cree que esta situación limitó el beneficio del programa en cuestión, toda vez que los vehículos alternos generalmente eran menos recientes y por lo tanto con menor tecnología anticontaminante incorporada en su diseño.

Esta situación es parcialmente cierta ya que la aplicación del programa si propició que algunas personas adquiriesen otro automóvil, de hecho, una encuesta realizada por la UAM Azcapotzalco⁶, muestra que el 46% de los automovilistas tienen más de un vehículo, pero de este número, tan sólo el 22% fueron adquiridos por motivos de eludir el programa en mención.

De esta forma, la entrada en vigor del HNC si fue motivo para que el 10% de los automovilistas adquirieron un segundo auto. Sin embargo, esta situación no es negativa, si consideramos que estos vehículos “comodines” presentan un uso menor al que estos vehículos hubiesen recibido en caso de haber sido el único vehículo que tuviese alguna otra familia, situación que hubiese ocurrido de no existir el programa Hoy No Circula. En otras palabras, es cierto que un 10% de los automovilistas no cumplen el programa Hoy No Circula, pero es falso pensar que esa situación resultaba en mayores emisiones a la atmósfera.

Gráfica 1.13 Adquisición de unidades viejas vs hoy no circula



Fuente: Informe de las Encuestas por Muestreo sobre el programa Hoy No Circula, Cuestionario para automovilistas; Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 1994.

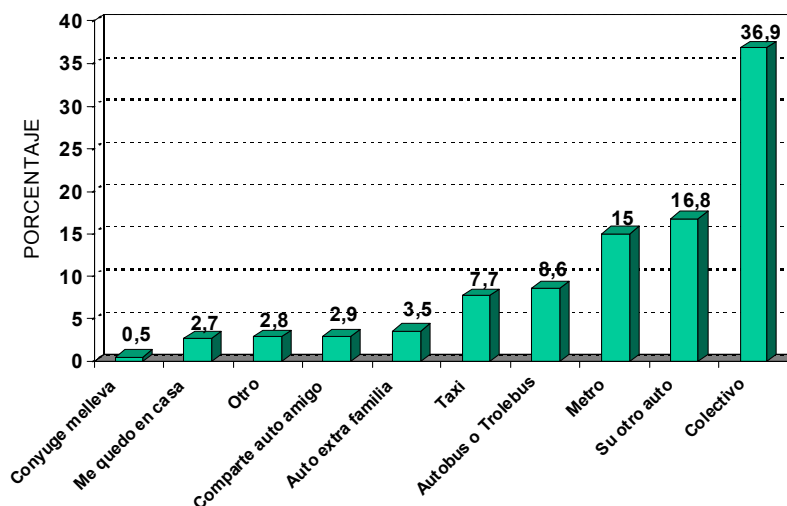
De la misma encuesta realizada por la UAM Azcapotzalco, se preguntó a los conductores entrevistados el medio de transporte utilizado los días que su unidad no circulaba, obteniéndose que los automovilistas personas que evaden el programa de verificación

⁶ Informe de las Encuestas por Muestreo sobre el programa Hoy No Circula, Cuestionario para automovilistas; Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 1994.

vehicular son cerca del 22% (personas que son transportados por su cónyuge, que utilizan el auto extra de la familia o que utilizan otro auto).

De esta forma, si se considera que el 10% de los automovilistas adquirieron un segundo auto con el objeto de evadir el programa y, realmente son el 22% de ellos quienes lo evaden. Entonces se puede deducir que un 12% ya tenía este segundo auto y, el día que es utilizado para sustituir al auto principal de la casa, se evita que el mismo sea utilizado por algún miembro más de la familia.

Gráfica 1.14 Medios de transporte alternativos



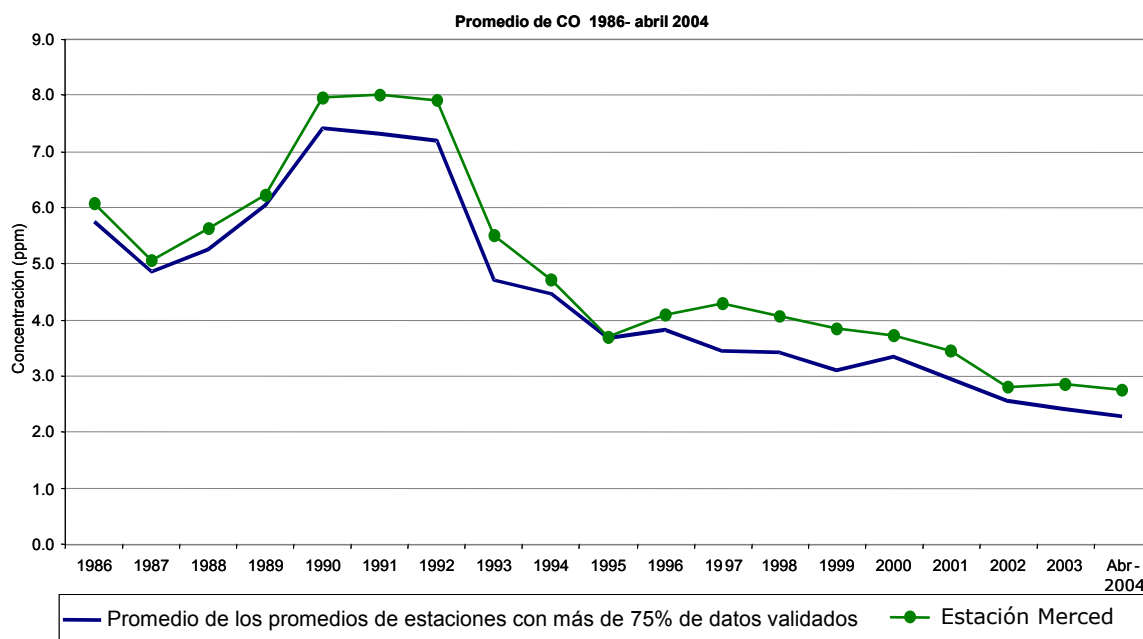
Fuente: Informe de las Encuestas por Muestreo sobre el programa Hoy No Circula, Cuestionario para automovilistas; Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 1994.

La evaluación ambiental del programa Hoy No Circula en aquellos años, presenta dificultades para ser realizada dado la falta de calidad de información. Por ejemplo, en el caso de la flota vehicular la literatura establecía un parque de 2'250,000 unidades en el Distrito Federal, situación que no parece razonable dado que hoy día el parque vehicular de la ZMVM es menor a los 3.5 millones de automóviles a pesar que en los últimos 14 años se han comercializado 2.5 millones de autos, por lo que es altamente probable que la cifra de vehículos manejada en 1990 estaba sobrestimada.

Por lo anterior, se eligió un método de evaluación indirecto para conocer el beneficio del programa el cual es observar el comportamiento de la concentración de monóxido de carbono en el aire de la ciudad, toda vez que este gas es un indicador de la actividad vehicular en la ciudad. Al respecto, en la gráfica se puede observar que la tendencia en los niveles de CO, a partir de 1997, era a incrementarse, tendencia que en 1990 con la incorporación del HNC se frena, manteniéndose los niveles estables durante 3 años a pesar del incremento del parque vehicular (545,000 unidades entre 1990 y 1992).

Un beneficio cuantificable de forma directa del programa HNC es el cumplimiento anticipado de las normas de emisión 2001 durante 1999 y el 2000. Al respecto, en este período se comercializaron 372 mil unidades lo que permitió reducir cerca de 1,660 toneladas anuales de óxidos de nitrógeno.

Gráfica 1.15 Beneficios de la aplicación del HNC



Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, 2004.

1.7.2 Características del programa actual

El Programa HNC actual, tiene como objetivo restringir la circulación de los vehículos automotores en el Distrito Federal un día la semana y en contingencia ambiental. Dicha restricción, se realiza con base en la terminación de la placa vehicular, de acuerdo a lo siguiente:

DÍA	HOY NO CIRCULA (Limitación normal de un día a la semana)	EN CONTINGENCIA (Limitación adicional en contingencia ambiental)
Lunes	Amarillo (5 y 6)	Los vehículos con hologramas de verificación "2", dejarán de circular según el día del calendario de su aplicación y al último dígito de la placa. Si la aplicación de la medida inicia en un día par dejarán de circular los vehículos con terminación de placa par, cero y permisos, y si la medida inicia en día con número non, dejarán de circular los vehículos con terminación de placa non.
Martes	Rosa (7 y 8)	
Miércoles	Rojo (3 y 4)	
Jueves	Verde (1 y 2)	Si la contingencia se extendiera un día más, dejarán de circular aquellos vehículos con holograma de verificación "2" que circularon el día anterior.
Viernes	Azul (9 y 0)	En caso de que la contingencia ambiental se extienda por tres días consecutivos o más, a partir del tercer día y durante los días subsecuentes que prevalezca la contingencia, se restringirá la circulación de todos los vehículos con holograma de verificación "2".
Sábado o Domingo	No se aplica	

En el esquema actual quedan exentos los vehículos: procedentes de otras entidades (excepto del Estado de México e Hidalgo) y/o del extranjero que estén de paso; los año modelo 2002 , 2003 y 2004 no matriculados que porten placas de traslado de una agencia a otra o a clientes; los matriculados y domiciliados en el Estado de Hidalgo que obtengan el holograma “00” o “0” en los verificentros autorizados por el Gobierno de dicha entidad; los que ostenten placas de colección, los dedicados al servicios médicos, seguridad pública, bomberos y rescate, servicio público federal de transporte de pasajeros, cualquier servicio tratándose de vehículos que no emitan contaminantes o que usen para su locomoción energía solas o eléctrica, servicio particular en los casos en que sea manifiesto o se acredite una emergencia médica; los que ostenten placas de vehículos que transportan personas con discapacidades; y vehículos de transporte escolar con la debida acreditación.

1.7.3 Mecanismos vigentes de exención

Otros mecanismos además de los que se mencionan en el decreto para exentar el programa HNC, son los siguientes:

1. Vehículos a gasolina 1993 y posteriores con bajos niveles de emisión, siempre y cuando obtengan el certificado “0” o “00”.
 - El certificado “00” sólo se otorga a las unidades nuevas matriculados en el Distrito Federal, en el Estado de México y en el Estado de Hidalgo. Actualmente en la ZMVM circulan alrededor de 575, 329 vehículos con este holograma.
 - El certificado “0” se otorga a las unidades de años modelo 1993 y posteriores matriculados en el Distrito Federal y en el Estado de México, que cumplan con límites de emisión que no sobrepasen 100 ppm de HC, 1% en volumen de CO y 1200 ppm de NO_x, excepto las unidades de transporte público de pasajeros 2002 y anteriores. Actualmente en la ZMVM circulan alrededor de 1, 225, 740 vehículos con este holograma.
2. Las Unidades con combustibles alternos (GLP y GNC), originales de fábrica o con sistemas certificados por el GDF cuyos niveles de emisión no rebasen 100 ppm de HC, 1 % de CO y 800 ppm de NO_x. Actualmente en la ZMVM circulan alrededor de 18, 487 de estas unidades.
3. Unidades a diesel 1998 y posteriores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kg que cuenten con sistemas electrónicos de dosificación de combustibles y cuyos niveles de opacidad no rebasen el 1.0 m⁻¹ en su coeficiente de absorción de luz. Actualmente en la ZMVM circulan alrededor de 9, 631 unidades con estas características.
4. Unidades a diesel 1990 y posteriores autorreguladas que cumplan con un 40% menos de opacidad que lo estipulado en la norma y que entreguen reportes trimestrales del mantenimiento realizado al vehículo, entre las principales. Actualmente en la ZMVM circulan alrededor de 4, 481 de estas unidades.

2 Hoy No Circula y parque vehicular

El HNC, tuvo originalmente el propósito de reducir emisiones contaminantes a través de restricciones a la circulación vehicular de los automotores, se inició con una restricción de 450 mil vehículos. y actualmente por la dinámica del crecimiento y renovación del parque vehicular la restricción sólo se aplica a 241 mil vehículos lo que representa tan sólo el 7.6 % con respecto al parque actual (Tabla 2.1).

Tabla 2.1 Parque vehicular y porcentaje sujeto al programa HNC

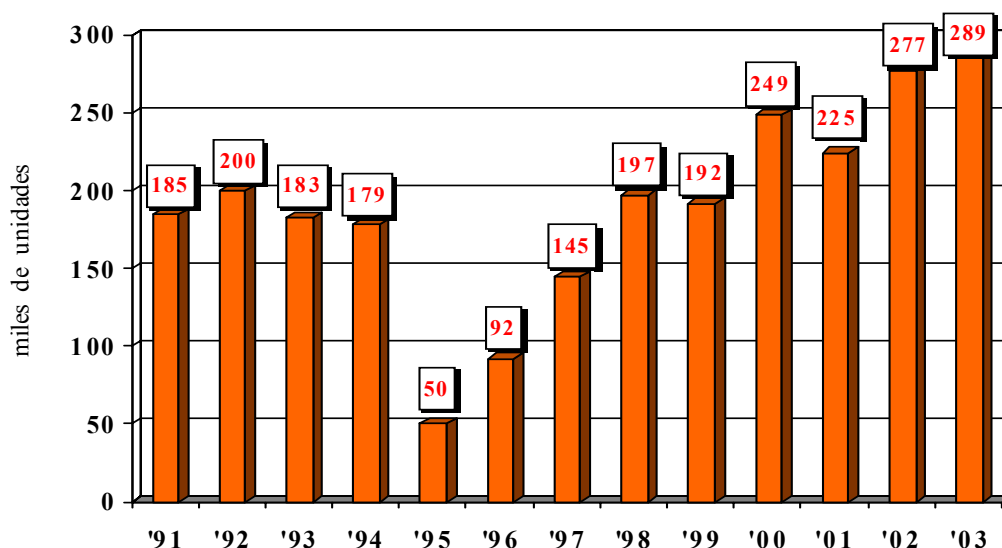
Año	Parque Vehicular	Vehículos sujetos HNC	% diario
1989	2'250,000	450,000	20
2003	3'208,138	241,076	7.6

A pesar de que el HNC ha disminuido su eficiencia, ha estimulado la introducción de vehículos con nuevas tecnologías, que son más eficientes en el consumo de combustible y por lo tanto, menos contaminantes.

Por otra parte, el Programa HNC y otras acciones para mejorar la calidad del aire en la ZMVM han venido favoreciendo una disminución de las emisiones promedio de los vehículos automotores debido a la modernización de la flota.

Bajo el esquema actual, el número de vehículos sujetos al programa Hoy No Circula se reduce como consecuencia de la renovación del parque vehicular. Al respecto, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz reporta en los últimos 5 años, ventas promedio de autos anuales de aproximadamente 250,000 vehículos, mismos que se podría decir que se incorporan a la circulación. Ver Gráfica 2.1 y Anexo II.

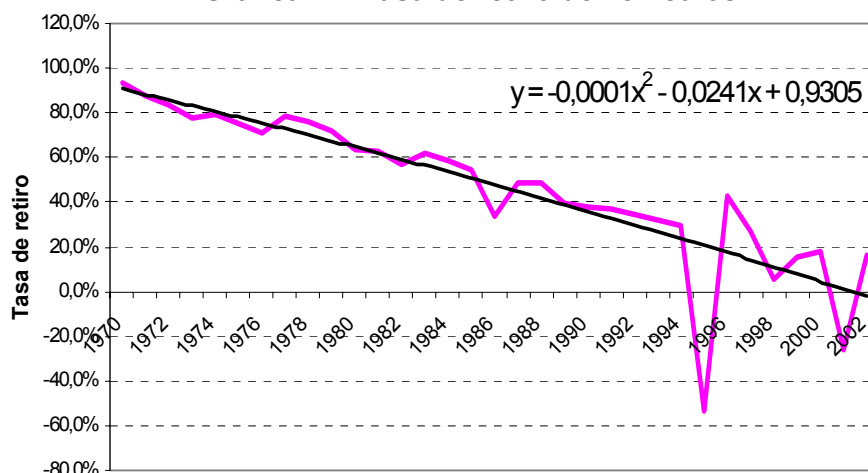
Gráfica 2.1. Venta de autos en la ZMVM



Fuente: Elaborada con datos proporcionados por la AMIA, Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, 2004.

La Gráfica 2.2, se muestra la curva que describe el comportamiento del retiro de los vehículos en la Zona Metropolitana del Valle de México, de acuerdo a su año modelo, por diversos motivos tales como las ventas a otros Estados o por accidentes que inhabilitan a los vehículos. Se compararon los datos históricos de las ventas de automóviles en esta área geográfica (proporcionados por la Industria Automotriz Mexicana), y los vehículos registrados en los programas de verificación vehicular considerando los años modelo de las unidades, de forma tal que la diferencia entre ellos nos indica la tasa de retiro de automóviles. Así se estima que cada año se retiran de la circulación alrededor de 120 mil vehículos. Ver Gráfica 2.2 y Anexo III.

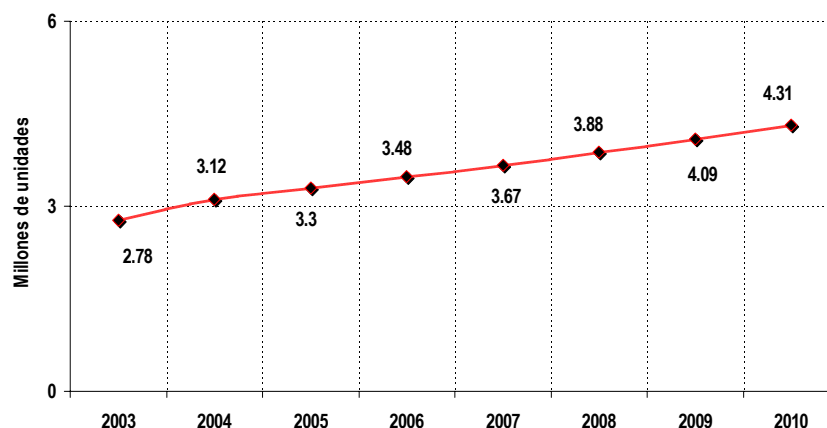
Gráfica 2.2 Tasa de retiro de vehículos



Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Instrumentación de Políticas, 2003.

La tendencia en las ventas de automóviles nuevos en la Zona Metropolitana del Valle de México, aunado a la salida de autos, permiten proyectar la cantidad de vehículos de uso particular que habrá en la ZMVM en los siguientes años. Si se considera que anualmente se incorporan a la circulación alrededor de 130 mil vehículos, se estima superar los 4 millones de automóviles de uso particular en el año 2010, a los cuales habrá que sumarles las flotillas de motocicletas, transporte de carga y pasajeros (Gráfica 2.3).

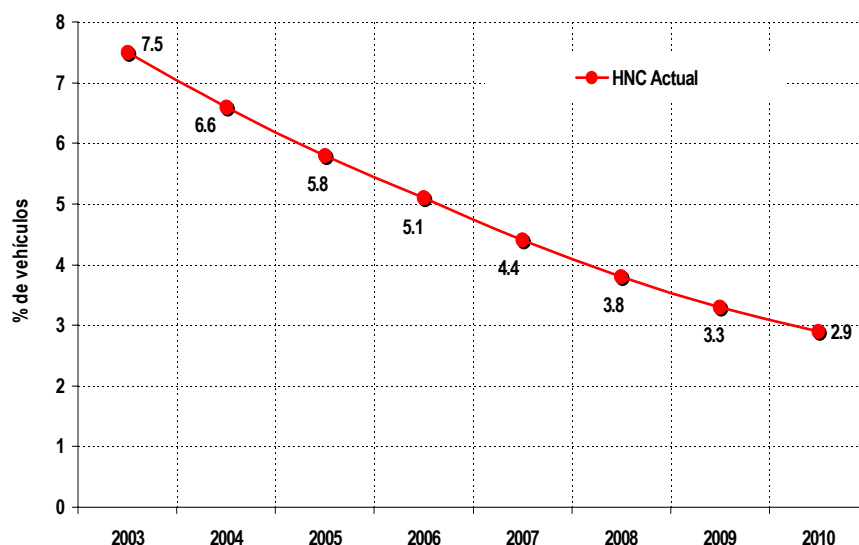
Gráfica 2.3 Tendencias del parque vehicular en circulación



Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Instrumentación de Políticas, 2003.

En la Gráfica 2.4, se muestra que si se continua con el esquema actual del HNC en tan sólo siete años la cobertura del programa HNC disminuirá hasta alcanzar niveles de coberturas menores al 3% de unidades sin circular por día. Esta situación representaría su virtual obsolescencia con sus características actuales.

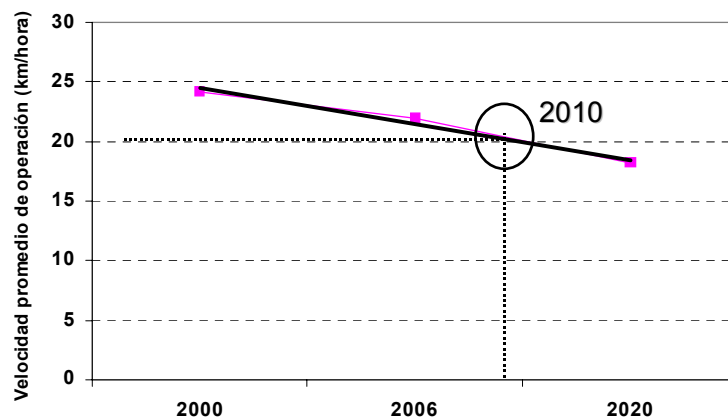
Gráfica 2.4 Tendencia al 2010 de la cobertura del HNC



Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Instrumentación de Políticas, 2003.

Por otra parte, de acuerdo a una estimación obtenida del Plan Maestro del Metro, un incremento en el número de vehículos repercutirá en una reducción de la velocidad vehicular promedio del orden de 4 kilómetros por hora para el año 2010, lo que significará un mayor tiempo de operación de los motores, situación que redundará en un mayor consumo de combustible e incremento de los factores de emisión de contaminantes.

Gráfica 2.5 Tendencias de velocidad esperada en la ZMVM



Fuente: Departamento del Distrito Federal, Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Plan Maestro del Metro, 1996.

De acuerdo con el reciente estudio “Mexico City Vehicle Activity Study”⁷ realizado durante el mes de enero del 2004 por James M. Lents de la universidad de Riverside de California, donde se recabó datos de automóviles particulares en tres zonas de la Ciudad de México durante seis días, ver Tabla 2.2, la cual indica los tipos de vialidad y zonas en la ciudad de México donde se realizaron los muestreos; en estos puntos también se obtuvieron las mediciones de los patrones de manejo y las velocidades promedio cada dos horas con la que circulan los vehículos de pasajeros sobre tres tipos de vialidades.

Tabla 2.2 Localización de los muestreos por tipo de vialidad

Tipos de Vialidad	Lugar
Vía Rápida A	Zona centro
Vía Rápida B	Satélite
Vía Rápida C	Delegación Iztapalapa
Arterial A	Zona centro
Arterial B	Satélite
Arterial C	Delegación Iztapalapa
Habitacional A	Zona centro
Habitacional B	Satélite circuitos
Habitacional C	Delegación Iztapalapa

A: Zona comercial, B: Zona clase media, C: Zona de clase trabajadora

En la Tabla 2.3, se observan los promedios de velocidades que se alcanzan a diferentes horas del día en los tres tipos de vialidades estudiadas, en ella se muestra que a las 5:30 A.M. la velocidad promedio de circulación es de 32 km/h, lo que nos indica que existe fluidez vial a esa hora del día, sin embargo de las 13:30 a las 17:30 horas del día la velocidad disminuye hasta 12 km/h, lo que nos indica que son las horas de mayor circulación vial, por lo que se presentan un mayor congestionamiento vehicular. Esto es importante para analizar el HNC ya que a mayor saturación de las vialidades, se tiene menor velocidad de circulación, mayor consumo de combustible y en consecuencia mayores cantidades de emisiones.

Tabla 2.3 Velocidades alcanzadas en diferentes vialidades de la ZMVM, 2004

Hora	Velocidad por tipo de vialidad [km/h]			
	Rápida	Arteria	Habitacional	Promedio
5:30	51.82	24.58	20.54	32.31
7:30	51.82	14.63	20.53	28.99
9:30	32.27	13.99	21.63	22.63
11:30	32.95	15.71	21.72	23.46
13:30	15.07	11.69	11.96	12.91
15:30	3.35	18.36	13.96	11.89
17:30	14.94	18.66	15.46	16.35
19:30	40.86	23.89	11.96	25.57
Promedio	30.39	17.69	17.22	21.76

Fuente: Mexico City Vehicle Activity Study, Conducted January 25- February 5, 2004, Report Submitted May, 2004; Nicole Davis, James Lents, Nick Nikkila, Mauricio Osses.

⁷ Mexico City Vehicle Activity Study, Conducted January 25- February 5, 2004, Nicole Davis, James Lents, Nick Nikkila, Mauricio Osses, Report Submitted May, 2004.

Con el fin de conocer el efecto de incorporar un mayor número de vehículos al HNC, es necesario conocer la capacidad disponible en el transporte público de pasajeros para absorber el número adicional de pasajeros que anteriormente realizaban sus viajes en su automóvil.

Para ello se realizó un análisis, con datos del Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2001, elaborado por la SETRAVI, y se revisó el número de unidades de transporte que se tienen para dar servicio en la ZMVM que es de 135,377 unidades, posteriormente se calcularon las necesidades del número de viajes por hora sentido en un día normal en los principales corredores de transporte que es de 846,861 viajes hora/sentido.

De acuerdo con el número de unidades dedicadas al transporte de pasajeros, se tiene una capacidad máxima de 1,549,322 viajes por hora/sentido, por lo que existe una disponibilidad de 773,676 viajes por hora/sentido, con lo que se estima que se pueden cubrir las necesidades de las personas para transportarse cuando su unidad personal no circule.

Además por separado se obtuvieron los datos de capacidad del Sistema de Transporte Colectivo Metro, comparando su capacidad normal y la máxima que puede soportar, dando como resultado que podría transportar 85,265 personas adicionales por hora.

Tabla 2.4 Oferta de transporte público de pasajeros de superficie en día laborable en el Distrito Federal

Tipo de transporte	No. de unidades ⁽¹⁾	Capacidad (pasajeros/unidad)		Oferta total de viajes		
		Promedio en un día laborable ^{(1), (2)}	Máxima ⁽³⁾	Día normal ^{(1), (4)}	Máxima	Diferencial
Taxis	105,694	1.3	3	96,184 ⁽⁵⁾	317,082	220,898
Autobús articulado(18 metros)	74	70	180	5,180	13,320	8,140
Autobús RTP (10-12 metros)	1,400	45	100	63,000	140,000	77,000
Autobús concesionado (10-12 metros.)	1,577	50	100	78,850	157,700	78,850
Microbus	22,447	25	38	561,175	852,986	291,811
Combi	3,904	8	11	31,232	42,944	11,712
Trolebuses	281	40	90	11,240	25,290	85,265
Total	135,377	239	522	846,861	1,549,322	773,676
		Trenes / hora⁽⁶⁾		Pasajeros / hora⁽⁶⁾		
Metro ⁽²⁾	223 trenes	1,360	1,360	273,300	359,253 ⁽⁷⁾	85,265

Fuente: Elaborada con datos de:

1. Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2001. SETRAVI
2. Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2000. SETRAVI
3. Transporte Público. Planeación, diseño, operación y administración. A. Molinero- I. Sánchez. Fundación ICA
4. Viajes promedio hora / sentido de 3.5 Km. Con índice de renovación de 2.89
5. Se supone una ocupación típica del 70% en condiciones de no contingencias del total de flota.
6. Promedio en día laborable entre hora pico y hora valle.
7. Tomando 223 trenes disponibles en el sistema a capacidad máxima por hora de 1611 pasajeros por tren.

3 Hoy No Circula y emisiones

Con el programa de Hoy No Circula actual, más del 60% de los vehículos automotores están exentos del Programa al contar con calcomanía “0” y “00”; estos vehículos representan en su conjunto el 20% de las emisiones totales generadas por los automotores en la ZMVM. Las actualizaciones del programa Hoy No Circula y la renovación natural del parque vehicular de la Zona Metropolitana del Valle de México, han propiciado que actualmente el programa aplique solamente al 40% de los vehículos, que son los que generan el 80% de la contaminación. Ver Tabla 3.1.

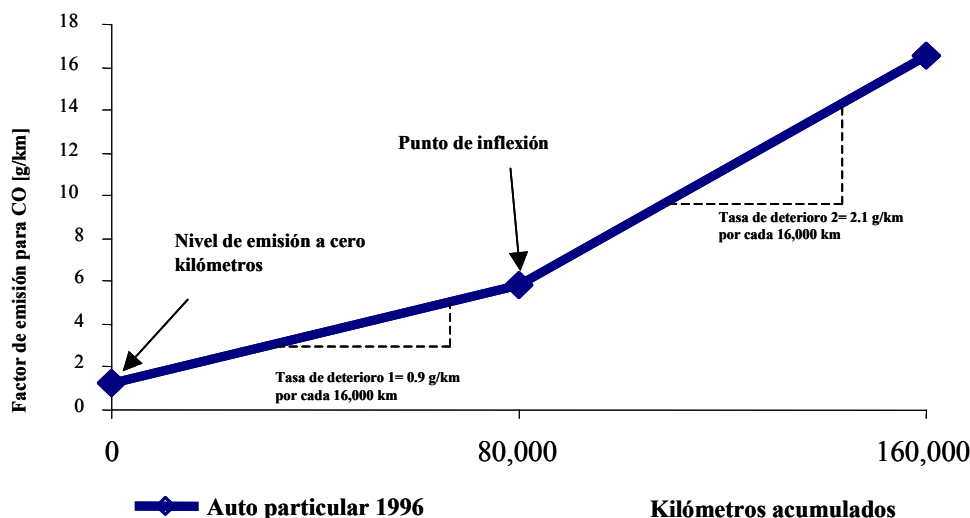
Tabla 3.1 Vehículos y su emisión por tipo de holograma

Holograma	Vehículos		Emisión	
	[#]	[%]	[ton/año]	[%]
00 y 0	1,924,883	60	237,348	20
1 y 2	1,283,255	40	949,390	80
Total	3,208,138	100	1,186,738	100

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Instrumentación de Políticas, 2004.

Del análisis anterior tenemos que los vehículos que circulan en la ZMVM que cuentan con holograma 1 o 2, son los de mayor edad (1992 y anteriores) y los que más contaminan, de la misma manera y de acuerdo con los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, al analizar el comportamiento de las emisiones conforme envejece un vehículo, se ha encontrado que la emisión de contaminantes se deteriora a una tasa constante hasta llegar a los 80 mil kilómetros acumulados y posteriormente la tasa de deterioro cambia, drásticamente; en la Gráfica 3.1 tenemos que después de 80 mil kilómetros un auto particular emite 2.3 veces más CO que cuando es nuevo.

Gráfica 3.1 Tasa de deterioro



Fuente: Environmental Protection Agency, 1996.

Con el recorrido promedio anual, de los autos particulares por tipo de holograma que se proporciona a las unidades dependiendo del año modelo y su nivel de emisiones, obtenido a partir de las lecturas del odómetro de la base de datos del PVVO del Gobierno del Distrito Federal, tenemos que estos vehículos que circula la ZMVM acumulan los 80,000 km en 8 años. Ver Tabla 3.2.

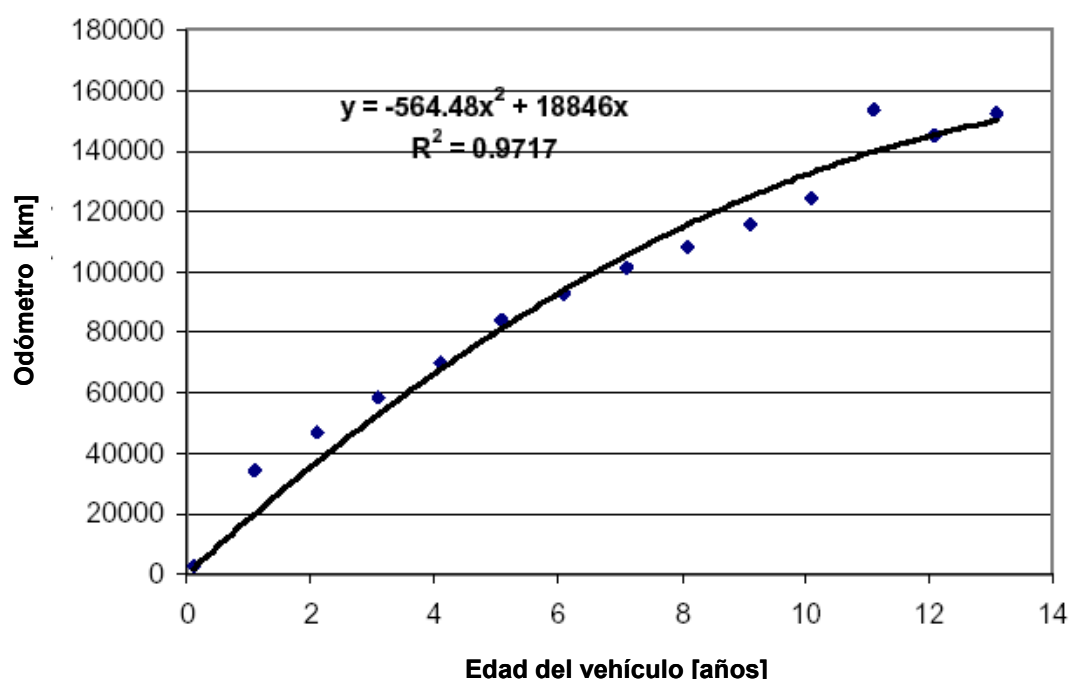
Tabla 3.2 Datos de actividad de los autos particulares que circulan en la ZMVM.

Autos particulares	Tipo de holograma	Km / día	Días que circulan anualmente
	Doble cero	36	365
	Cero	36	365
	Uno	24	313
	Dos	25	313

Fuente: Elaborada con datos del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del Gobierno del Distrito Federal, primer semestre del año 2001, Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, 2002.

Por otro lado en la Gráfica 3.2, se muestra los resultados obtenidos por James Lents y su grupo de colaboradores de los kilometrajes recorridos en la ZMVM por los vehículos particulares en los primeros 13 años de uso. En ella podemos apreciar que un vehículo acumula 80 mil kilómetros en 5 años de uso.

Gráfica 3.2 Kilometraje recorrido de los vehículos particulares en los primeros 13 años de uso



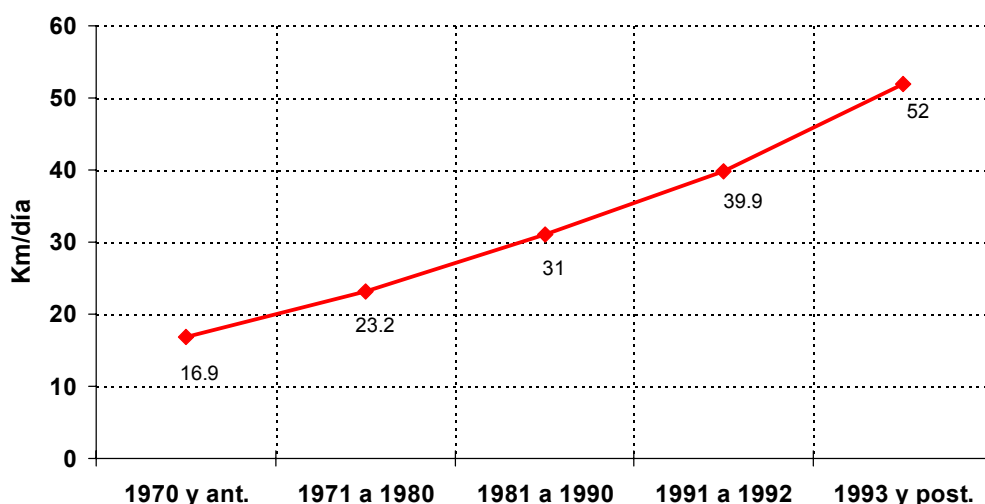
Fuente: Mexico City Vehicle Activity Study, Davis, N., Lents, J., Nikkila, N., Osses, M., 2004.

A continuación se presentan elementos técnicos para definir el nivel máximo de edad que los vehículos deben tener para poder exentar el programa Hoy No Circula.

La Norma Oficial Mexicana 042-ECOL-1999, establece los valores de emisión que deben observar los vehículos que se comercializan como nuevos en el país, dichos límites de emisión son idénticos a los establecidos en la norma denominada Tier 1 que aplica en los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, a diferencia de la norma mexicana, los criterios normativos americanos establecen además otro límite de emisión que deberán de cumplir los vehículos al recorrer 160 mil kilómetros o diez años.

Esto querría decir que si los vehículos comercializados en México son similares a los que se comercializan en los EUA (situación que en aquellos años no ocurría), y reciben un mantenimiento impecable (situación que no es frecuente en esta ciudad), sus emisiones presentarían una lenta tasa de deterioro que propiciaría que dichas emisiones salgan de un valor ambientalmente aceptable en su noveno o décimo año de operación y considerando el kilometraje de Tier 1 y el recorrido anual de vehículos 1993 y posteriores, sólo en 8 años cumplirían con los límites de emisiones contaminantes.

Gráfica 3.3 Recorridos vehiculares promedio de autos particulares

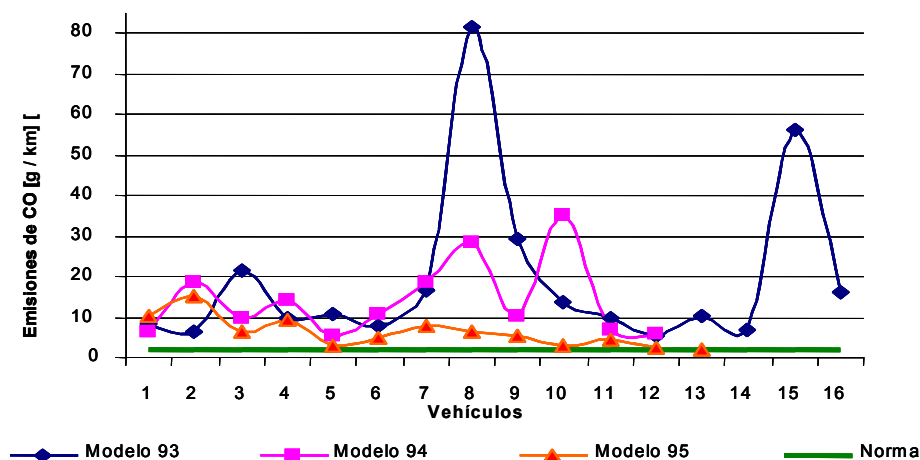


Nota: El recorrido se obtuvo mediante la aplicación de encuestas en 14 gasolineras de la ZMVM.
Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de instrumentación de Políticas, 2003.

Un estudio realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares⁸ como parte integral de los trabajos desarrollados en la segunda etapa del “Proyecto para el Diseño de una Estrategia Integral de Gestión de la Calidad del Aire en el Valle de México 2001-2010” coordinado por el Dr. Mario Molina Pasquel, de medición de emisiones de 250 vehículos que se encuentran en circulación en la ZMVM, de los cuales 16 de ellos son modelos 1993, 13 modelos 1994 y 12 modelos 1995, se observó que el desgaste que se tiene en estas unidades por la acumulación de kilometraje influye directamente en las emisiones, en la gráfica siguiente se puede observar que los vehículos de acuerdo al año modelo son más contaminantes con respecto a la norma actual de vehículos nuevos. En conclusión los vehículos 1993 emiten más contaminantes que los 1994 y estos a su vez emiten más contaminantes que los modelos 1995. Ver Gráfica 3.4.

⁸ Desarrollo de Factores de Emisión para Fuentes Móviles. Instituto Tecnológico de Massachussets, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2004.

Gráfica 3.4 Deterioro ambiental de los automóviles modelo 1993-1995 en la ZMVM

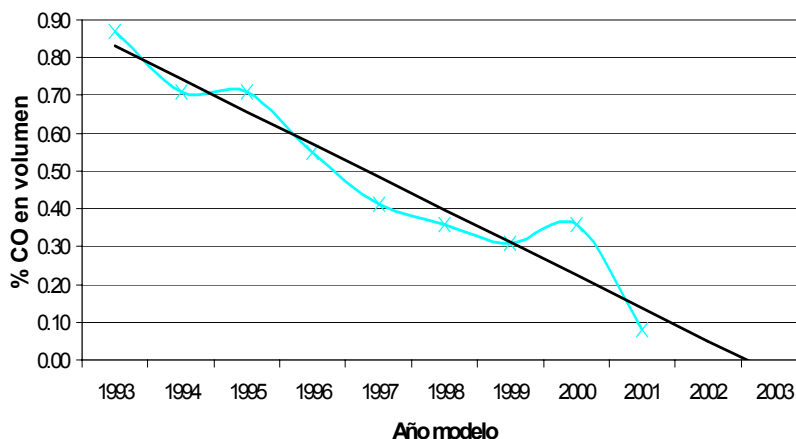


Fuente: Elaboradas con datos del Estudio Desarrollo de Factores de Emisión para Fuentes Móviles. Instituto Tecnológico de Massachussets, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2004.

En la Gráfica 3.5, se observan las emisiones promedio de los vehículos particulares, obtenidos de estudios de la Unidad de Mediciones Vehiculares con Sensor Remoto (FEAT) de la Secretaria del Medio Ambiente del Distrito Federal, de acuerdo al año modelo de las mismas. Considerando que la norma oficial, en materia de emisiones vehiculares, que aplicó de 1993 a 1999 fue la misma, entonces las diferencias de emisiones entre un año modelo y otro, se deben al deterioro que presentan los motores y los sistemas de control de emisiones dado los patrones de mantenimiento y operación de los vehículos en esta ciudad.

Además es importante notar que los valores de emisión se incrementa notablemente durante el primer año de vida útil de la unidad, para permanecer prácticamente constantes los siguientes cuatro años de vida útil, y posteriormente tiende a incrementarse rápidamente el nivel de emisión hasta incrementar en más de 10 veces la emisión de monóxido de carbono. Esta situación es prácticamente idéntica en el caso de los hidrocarburos y es casi 20 veces mayor en el caso de los óxido de nitrógeno.

Gráfica 3.5 Deterioro ambiental de los automóviles en la ciudad de México

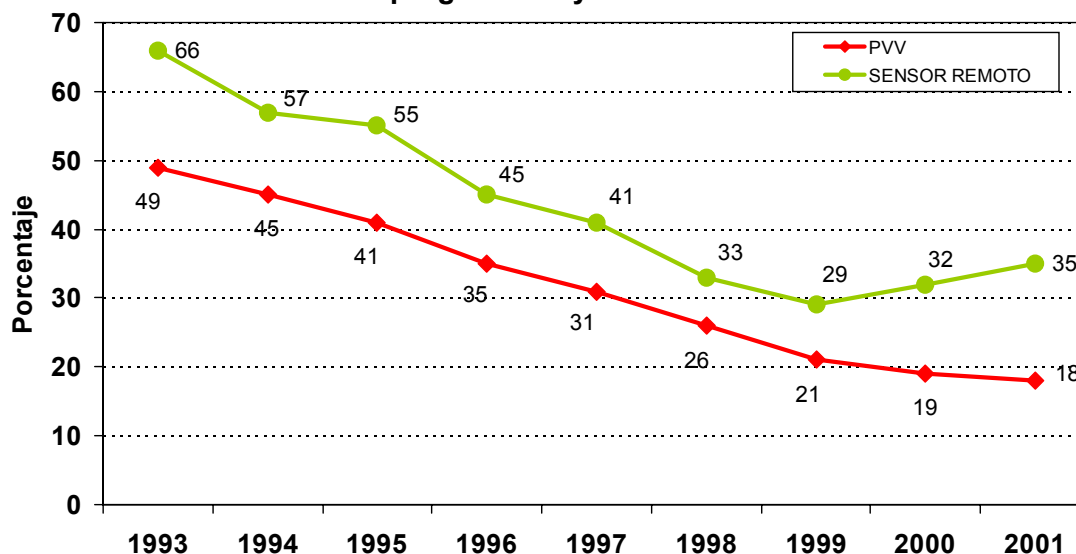


Fuente: Datos obtenidos del FEAT en campaña de 2000.

Es importante señalar que al comparar los resultados obtenidos en las campañas realizadas con el sensor remoto en los años 2000 y 2003, las unidades 1993 incrementaron en más del 30% sus emisiones promedio en los sólo tres años.

Con datos provenientes de las campañas de monitoreo realizadas con el sensor remoto y los resultados de la verificación vehicular del año 2003, considerando únicamente el primer intento de verificación y eliminando los resultados de verificaciones dudosas⁹ en la Gráfica 3.6, se muestra el porcentaje de vehículos, estratificados por año modelo, cuyas emisiones no les permite exentar el programa Hoy No Circula en el proceso de verificación vehicular. Al respecto, es claro que un elevado porcentaje de unidades 1993 no esta en condiciones de recibir el beneficio de la exención al HNC, ya que el 66% de las mismas presentan por lo menos un gas en el cual se sobrepasa los niveles de emisión requeridos para obtener el holograma "0".

Gráfica 3.6 Porcentaje de vehículos, cuyas emisiones no les permite exentar el programa Hoy No Circula



Fuente: Elaborada con datos del Programa de Verificación Vehicular del 1er semestre del 2003 y de la campaña con el sensor remoto del 2003, Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, 2004.

También de la campaña de monitoreo del 2003, donde se utilizó un equipo de sensor remoto para conocer las condiciones ambientales en las cuales operan las unidades ligeras en el Distrito Federal, se obtuvieron los promedios de las emisiones de los tres contaminantes regulados en la norma oficial correspondiente, encontrándose que para el caso de las unidades 1993 y 1994 el promedio de los tres contaminantes evaluados les impediría obtener el holograma "0" toda vez que se encuentran por arriba del criterio local establecido para dicho fin. Ver Tabla 3.3.

⁹ Son unidades alteradas en su sistema de carburación para aprobar las norma, o posibles descalibraciones de los equipos de medición de gases en los Verificentros.

Tabla 3.3 Vehículos por año modelo que obtendrían el holograma “O” con base en los promedio de emisiones vehiculares obtenidas con el sensor remoto en la ZMVM.

Año modelo	Monóxido de carbono [1% volumen]	Hidrocarburos [100 ppm]	Óxidos de nitrógeno [1,200 ppm]
1993	X	X	X
1994	X	X	X
1995	√	X	√
1996	√	X	√
1997	√	√	√
1998	√	√	√
1999	√	√	√
2000	√	√	√
2001	√	√	√
2002	√	√	√
2003	√	√	√

Nota: √.- Obtienen el holograma “O” Aprueban X.- No obtienen el holograma “O”

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección de Instrumentación de Políticas, 2004.

De acuerdo con mediciones realizadas en la ZMVM¹⁰, un vehículo 1990 y anteriores es 60 veces más contaminante en HC que un vehículo nuevo (Tabla 3.4 y Figura 3.1). Asimismo, una unidad 1993 contamina el equivalente a 20 veces de HC que un automotor nuevo. Además un vehículo con más de 15 años de antigüedad por sus características tecnológicas, por lo general es menos eficiente en consumo de gasolina y requiere de un mayor costo de mantenimiento.

Tabla 3.4 Contaminación automotores usados vs. recientes

Contaminante	Vehículos nuevos ⁽¹⁾ [g/km]	Medición en la ZMVM [g/km]*		Número de veces más contaminante ⁽²⁾	
		'90 y ant.	1993	90 y ant.	1993
Hidrocarburos	0.05	2.94	1.11	60	20
Monóxido de carbono	0.70	34.38	10.56	50	10
Óxidos de nitrógeno	0.12	1.76	1.36	15	11

Nota: *Referente a los vehículos nuevos

Fuentes: ⁽¹⁾Reportados a la PROFEPA por los fabricantes y distribuidores de autos; ⁽²⁾Desarrollo de Factores de Emisión para Fuentes Móviles, Instituto Tecnológico de Massachussets, Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2004.

Figura 3.1 Comparación de las emisiones de los autos 1990 y ant. con los 2003



¹⁰ Las mediciones se realizaron en el laboratorio IM240 de la SMA-GDF y los datos se compararon con las mediciones que reportan a la PROFEPA los distribuidores de automotores nuevos.

Conclusiones

Para la toma de la decisión de la nueva propuesta, se tomó como base varios estudios, entre ellos el realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), dentro del Proyecto Sobre Calidad del Aire de la ZMVM que dirige el Doctor Mario Molina Pasquel, en el que se midieron las emisiones de 250 vehículos en circulación. Otro estudio que se tomó como base para la propuesta fue el realizado sobre las flota vehicular en circulación por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal con el sensor remoto (FEAT) y la encuesta realizada para obtener los datos de actividad por años modelo realizada por la SMA.

Con base en el análisis de los estudios, se concluyó que los vehículos entre más antiguos son más contaminantes. Por ejemplo, los vehículos 1990 y anteriores de acuerdo con el estudio realizado por el ININ, mostraron que con respecto a los valores de los vehículos nuevos que son reportados a la PROFEPA por las plantas armadoras, son 60 veces más contaminantes en hidrocarburos, 50 veces en monóxido de carbono y 15 veces en óxidos de nitrógeno. Para el caso de los vehículos año modelo 1993 comparados con los valores reportados a la PROFEPA por las plantas armadoras, son 20 veces más contaminantes en hidrocarburos, 10 veces en monóxido de carbono y 11 veces en óxidos de nitrógeno.

De acuerdo con los datos de actividad diaria de los vehículos que circulan en la ZMVM, estos acumulan en promedio 80,000 kilómetros en cinco años lo que los hace que emitan 5 veces más contaminantes que un vehículo nuevo y a los 10 años acumulan cerca de 160,000 kilómetros contaminando 15 veces más que una unidad nueva.

De acuerdo con los datos de venta reportados por las armadoras y la tasa de retiro de unidades en la ZMVM, el crecimiento del parque vehicular para el año 2010 se estima en más de 4.3 millones de vehículos, por lo que de no modificarse el Programa Hoy no circula sólo aplicaría al 2.9% de las unidades en circulación.

Con base en los comentarios anteriores se concluyó que los vehículos con más de diez años de antigüedad sólo podrán obtener el holograma uno ya que después de estos años de uso los automotores entran en un deterioro acelerado, lo cual repercute en un aumento en sus emisiones, por lo que estas unidades requieren un trato diferente en el Programa Hoy No Circula. Así mismo esta medida ayudará a mantener estable el número de unidades que descansarían diariamente.

4 Propuesta de modificación al programa Hoy No Circula

4.1 Características del nuevo programa

Las condiciones actuales de circulación y la tendencia en las ventas de automóviles en la ZMVM implica que año con año el programa Hoy No Circula pierda cobertura en cuanto al porcentaje de la flota vehicular que se retira diariamente de la circulación. De esta forma, es indispensable actualizar las reglas de operación del programa con el objeto de evitar la pérdida de eficiencia del mismo y asegurar su permanencia.

La actualización del programa Hoy No Circula consiste en establecer nuevos criterios de exención que consideren los niveles de emisión de los vehículos, así como la edad de los mismos. Estos nuevos criterios permitirán renovar y aumentar anualmente el parque vehicular a los que les aplica la restricción vehicular.

Los nuevos criterios que se consideran en el nuevo Programa Hoy No Circula para los vehículos particulares son los siguientes:

- Los nuevos vehículos podrán obtener el holograma doble cero y exentar el Programa Hoy No Circula.
- Los vehículos con menos de diez años de antigüedad que cumplan con los límites de emisión podrán obtener el holograma cero y exentar el Programa.
- Los vehículos con más de diez años de antigüedad podrán obtener el holograma uno si cumplen con los límites de emisión, por lo que dejan de circular un día a la semana.
- Los vehículos 1990 y anteriores sólo pueden obtener el holograma dos, por lo que también deberán de dejar de circular un día a la semana.

En la tabla 4.1, se especifica el tipo de holograma al que tienen acceso los vehículos particulares de acuerdo al año modelo y a los límites de emisión que deben cumplir. Por ejemplo el holograma "0", sólo podrá ser otorgado a las unidades a gasolina que tengan hasta 10 años de antigüedad con límites hasta del 1% en CO, 100 ppm en HC y 1200 ppm en NO_x; las unidades a diesel no podrán obtener este holograma y las que consumen gases sólo si cuentan con equipo certificado y límites de emisión de hasta 1% en CO, 100 ppm en HC y 800 ppm en NO_x. Ver Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Unidades particulares

	Tipo de holograma			
	"00"	"0"	"1"	"2"
Gasolina	Nuevos. "No aplican límites de emisión".	Hasta 10 años 1994 y posteriores con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 1,200 ppm de NO _x .	1991 y posteriores con límites hasta 2% CO, 200 ppm HC y 1,500 ppm de NO _x .	Todos 1991 y posteriores con límites hasta 2% CO, 200 ppm HC y 2,500 ppm de NO _x . 1990 y anteriores con límites hasta 3% CO, 300 ppm HC y 2,500 ppm de NO _x .
Diesel	No aplica.	No aplica.	1996 y posteriores con peso menor o igual a 2,727 kg con límite hasta 1.07 m ⁻¹ . 1991 y posteriores con peso mayor a 2,727 kg con límite de hasta 1.27 m ⁻¹ .	Todos 1995 y anteriores con peso menor o igual a 2,727 Kg; así como los 1990 y anteriores con peso mayor a 2,727 kg con límite de hasta 1.99 m ⁻¹ .
Gases	Nuevos. "No aplican límites de emisión".	Unidades con equipo certificado con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 800 ppm de NO _x .	No aplica.	Todos con límites hasta 1% CO, 200 ppm HC y 1,000 ppm de NO _x .

Por otro lado, los vehículos de transporte de pasajeros (esta categoría incluye microbuses, combis y taxis) para que puedan exentar el HNC todos los días, deberán portar el holograma “0”, y sólo lo obtendrán, cuando lo soliciten y sus unidades cumplan con los siguientes requisitos:

- Si consume gasolina (como los taxis), el vehículo deberá ser de hasta 4 años de antigüedad y presentar límites de emisión no mayores al 1% en CO, 100 ppm en HC y 800 ppm en NOx.
- Si consume diesel y la unidad tiene un peso mayor a 3,857 Kg, ésta no debe tener más de 8 años de antigüedad y su nivel de emisión no debe rebasar el 1.0 m⁻¹ de coeficiente de absorción de luz.
- Si consumen gas natural o gas L.P., la unidad deberá contar con equipo certificado y presentar límites de emisión de hasta 1% en CO, 100 ppm en HC y 800 ppm en NOx.

Para mayor detalle Ver Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Transporte de pasajeros

	Tipo de holograma			
	“00”	“0”	“1”	“2”
Gasolina	No aplica.	Hasta 4 años 2000 y posteriores con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 800 ppm de NOx.	Todos con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 1,200 ppm de NOx.	No aplica.
Diesel	No aplica.	Hasta 8 años 1996 y posteriores con peso mayor a 3,857 Kg y con límite hasta 1 m ⁻¹ .	Todos 1996 y posteriores con peso menor o igual a 2,727 kg y límite hasta 1.07 m ⁻¹ . 1991 y posteriores con peso mayor a 2,272 y límite hasta 1.27 m ⁻¹ . 1995 y anteriores con peso menor o igual a 2,727 Kg; así como los 1990 y anteriores con peso mayor a 2,727 con límite de hasta 1.99 m ⁻¹ .	No aplica.
Gases	No aplica.	Unidades con equipo certificado y límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 800 ppm de NOx.	Todos con límites hasta 1% CO, 200 ppm HC y 1,000 ppm de NOx.	No aplica.

En lo referente a los vehículos de transporte de carga, para exentar el HNC deberán obtener el holograma “00” o “0”:

- Podrán obtener el holograma “00” cuando sean unidades nuevas que consuman gasolina, gas natural o gas LP.
- Podrán obtener el holograma “0” cuando:
 - El vehículo consuma gasolina y no tenga más de 10 años de antigüedad, además de cumplir con los límites de emisión de hasta 1% de CO, 100 ppm de HC y 1,200 ppm de NOx.

- El vehículo consuma diesel y su peso sea mayor a 3,857 Kg , tenga menos de 8 años de antigüedad y cumpla hasta con 1.0 m^{-1} en su coeficiente de absorción de luz.
- El vehículo consuma gas natural o gas L.P., cuente con equipo certificado y presente límites de emisión de hasta 1% en CO, 100 ppm en HC y 800 ppm en NOx.

En la Tabla 4.3 se muestra con mayor detalle la aplicación del HNC para todas las unidades de carga.

Tabla 4.3 Unidades carga

	Tipo de holograma			
	"00"	"0"	"1"	"2"
Gasolina	Nuevos. "No aplican límites".	Hasta 10 años 1994 y posteriores con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 1,200 ppm de NOx.	1994 y posteriores con límites hasta 2% CO, 200 ppm HC y 1,500 ppm de NOx.	Todos 1993 y posteriores con límites hasta 3% CO, 350 ppm HC y 2,500 ppm de NOx. 1994 y posteriores con límites hasta 2% CO, 200 ppm HC y 2,500 ppm de NOx.
Diesel	No aplica.	Hasta 8 años 1996 y posteriores con peso mayor a 3,857 Kg y con límite hasta 1 m^{-1} .	1996 y posteriores con peso menor o igual a 2,727 kg y con límite hasta 1.07 m^{-1} . 1991 y posteriores con peso mayor a 2,272 y límite hasta 1.27 m^{-1} .	Todos 1995 y anteriores con peso menor o igual a 2,727 Kg; así como los 1990 y anteriores con peso mayor a 2,727 con límite de hasta 1.99 m^{-1} .
Gases	Nuevos.	Unidades con equipo certificado y con límites hasta 1% CO, 100 ppm HC y 800 ppm de NOx.	NA	Todos con límite hasta 1% CO, 100 ppm HC y 1,000 ppm de NOx.

Las motocicletas podrán obtener el holograma "0", si es de uso particular, cuando no tengan más de 4 años de antigüedad y si es de uso comercial cuando la antigüedad sea menor a dos años; en general todas tienen acceso al holograma "2". Ver Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Motocicletas

	Holograma "00"	Holograma "0"	Holograma "1"	Holograma "2"
Motocicletas	N/A	Unidades de hasta cuatro años las de uso personal Dos años las de uso comercial	N/A	todas

Los vehículos con matrícula de otros estados (excepto los Estados de México e Hidalgo) o de otros países, podrán realizar verificaciones voluntarias pudiendo obtener el holograma "0", obteniendo los mismos derechos y obligaciones de las unidades matriculadas en el Distrito Federal.

En caso de contingencia, el transporte público de pasajeros quedará exento de la restricción del Hoy No Circula para permitir la transportación de la población que deba cumplir con la disposición del programa de contingencias ambientales.

Con el Programa Hoy No Circula, los vehículos automotores que cuenten con holograma 1 ó 2 dejan de circular un día a la semana de acuerdo a la terminación de su número de placa y con la activación del PCAA los vehículos con holograma 2 tiene una limitación adicional de acuerdo a la fase activada, ver Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Restricción vehicular en Hoy No Circula y Contingencias

Día	Programa Hoy No Circula (Limitación normal de un día a la semana)	Programa de Contingencia Ambientales Atmosféricas (Limitación adicional a la circulación con la activación del PCAA)
Lunes	5 y 6 (Amarillo)	Fase I de Contingencia Ambiental Atmosférica Holograma “00, 0, 1”: Exentos. Holograma “2”: Al día siguiente de la declaración de la contingencia ambiental atmosférica, dejarán de circular los vehículos con este holograma, de acuerdo al último dígito de la placa (par o non) de manera alternada de acuerdo a la contingencia ambiental atmosférica inmediata anterior. Si la contingencia se extiende más de un día, dejarán de circular aquellos vehículos que circularon el día anterior y que tengan este holograma. Si la contingencia se extiende por tres días consecutivos, a partir del tercer día y durante los días subsecuentes que dure la contingencia, se restringirá la circulación de todos los vehículos con holograma “2”. Los vehículos con permisos provisionales de circulación, los vehículos con terminación en cero y los vehículos cuya placa no incluya números se considerarán como vehículos con placa par.
Martes	7 y 8 (Rosa)	
Miércoles	3 y 4 (Rojo)	
Jueves	1 y 2 (Verde)	
Viernes	9 y 0 (Azul) Incluye permisos y matrículas sin número	
Sábado y domingo	No aplica	Fase II de Contingencia Ambiental Atmosférica Holograma “00, 0 y 1”: Exentos. Holograma “2”: Dejarán de circular todos los vehículos al día siguiente de la declaración del evento.

Nota: Los vehículos emplacados en otras entidades y en el extranjero, sin verificación de la ZMVM, serán considerados como holograma “2”

Asimismo, quedarán exentos de la aplicación del Hoy No Circula normal y en Contingencia Ambiental aquellos vehículos que tengan los siguientes usos o características:

- Servicios médicos;
- Seguridad pública;
- Bomberos, rescate y protección civil;
- Unidades de servicios urbano, siempre que obtengan la autorización otorgada por la actividad ambiental correspondiente;
- Servicio público federal de transporte de pasajeros;
- Servicio de transporte escolar y de personal siempre y cuando cuente con la autorización para prestar el servicio por parte de la autoridad competente.
- Unidades de cualquier tipo que no emitan emisiones contaminantes derivadas de la combustión.
- Vehículos de cualquier tipo que atiendan alguna emergencia médica;
- Unidades que transporten personas discapacitadas y que cuenten con matrícula de identificación de discapacidad ó que porten los documentos que para tal fin expida la autoridad competente en el Distrito Federal;

- Los vehículos que obtengan el holograma de verificación “00” ó “0” de acuerdo a los criterios que para tal efecto se establezcan en el programa de verificación vehicular obligatorio del Distrito Federal.
- Los vehículos que la Secretaría de Medio Ambiente determine a través del establecimiento de programas o convenios, mediante los cuales se garantice una reducción de sus niveles de emisión.
- Vehículos que por sus pesos y dimensiones estén imposibilitados de verificar, no obstante lo anterior se deberán respetar las restricciones señaladas en el Programa de Contingencias Ambientales.
- Los casos no contemplados en las fracciones anteriores, serán resueltos por la autoridad ambiental correspondiente.

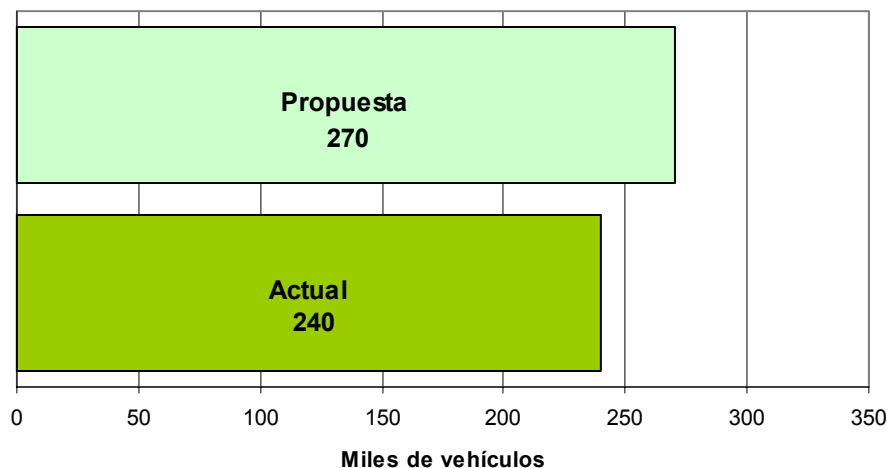
4.2 Beneficios

En su origen, el HNC permitía retirar de circulación 450 mil vehículos diariamente, sobre un parque estimado de 2.5 millones de vehículos; en la actualidad, se estima que dejan de circular 240 mil vehículos por día, sobre un parque vehicular de alrededor de 3.2 millones de vehículos, por lo que de mantenerse la tendencia actual del programa, se tendrá que en 5 años sería obsoleto (dejaría de circular menos del 3% del parque vehicular).

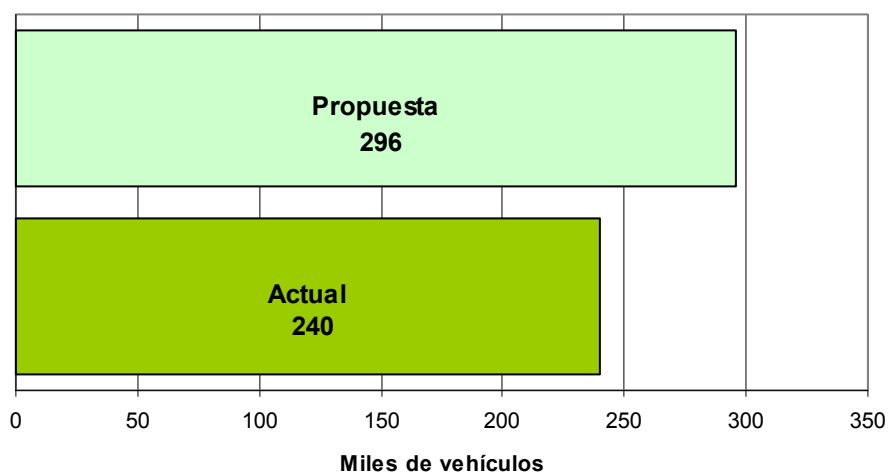
Es por esto que tomando en cuenta la dinámica del parque vehicular y el incremento del mismo en la ZMVM, se requiere revisar periódicamente el Programa Hoy No Circula, para mantener los niveles de restricción a la circulación vehicular que permitan contrarrestar la saturación de vialidades y consecuentemente la reducción de la velocidad de circulación de los vehículos, lo cual repercute en un aumento de las emisiones contaminantes.

Con la propuesta para la modificación al Programa “Hoy No Circula”, al final del 2^{do} semestre del 2004 dejarán de circular diariamente 30,000 unidades adicionales. En el 2005, se incorporarán 56,000 unidades año modelo 1994 y en el 2010, se habrán incorporado 170,000 vehículos. Ver las Gráficas 4.1, 4.2 y 4.3.

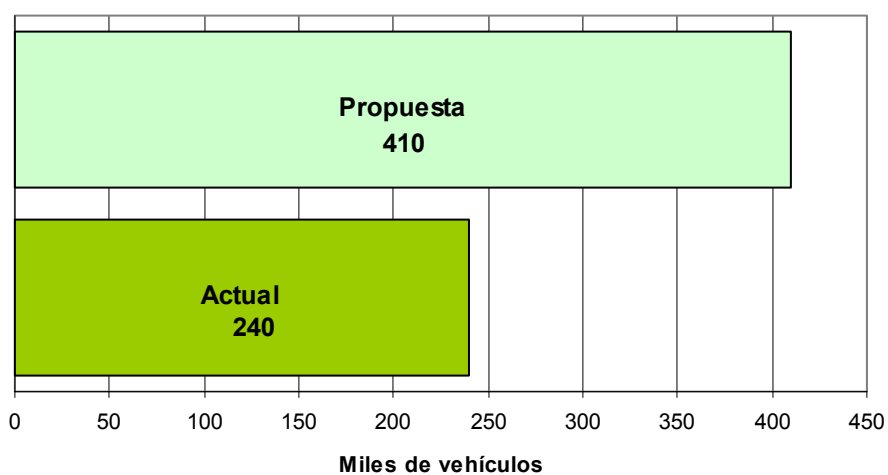
Gráfica 4.1 Vehículos 1993 y anteriores que dejan de circular diariamente con la aplicación del actual y propuesto HNC, en el año 2004



Gráfica 4.2 Vehículos 1993, 1994 y anteriores que dejarán de circular diariamente con la aplicación del actual y propuesto HNC, en el año 2005

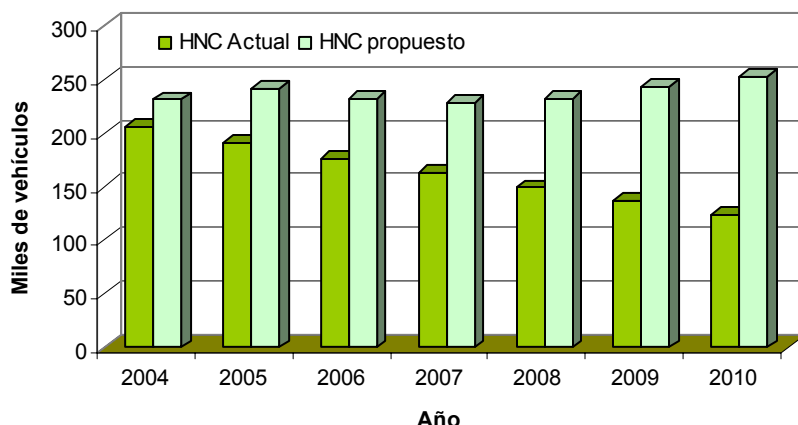


Gráfica 4.3 Vehículos que dejaran de circular diariamente con la aplicación del actual y propuesto HNC en el año 2010



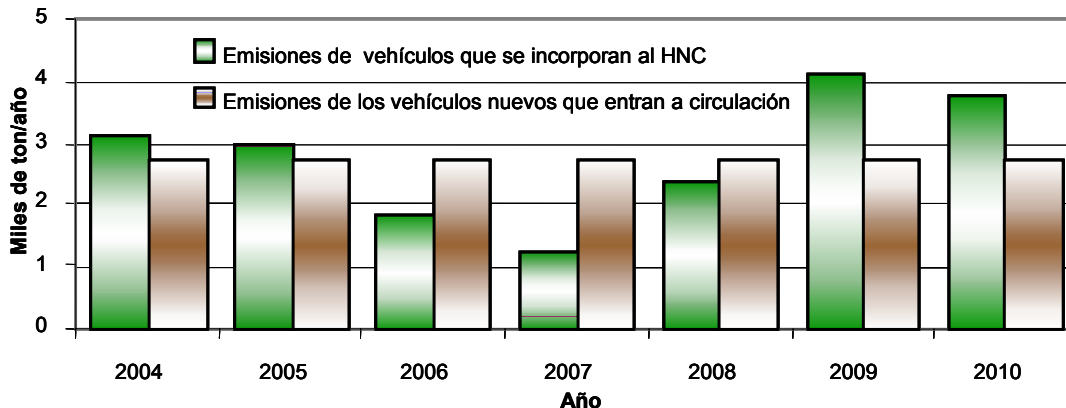
La Gráfica 4.4, muestra los autos particulares que se incorporarán al programa Hoy No Circula año con año con la propuesta del HNC. Por ejemplo a finales del segundo semestre del 2004, se incorporarán al programa los vehículos año modelo 1993 (26 mil unidades), y a partir del año 2005 se incorporarán los vehículos con más de 10 años de antigüedad.

Gráfica 4.4 Vehículos particulares sujetos al HNC, 2004-2010



En la Gráfica 4.5, se muestran las emisiones que se dejarán de emitir por el número adicional de vehículos que entrarán anualmente al HNC, además de las emisiones de los cerca de 250 mil vehículos nuevos que en promedio se incorporan anualmente a la circulación. También se puede ver que las emisiones de aquellos vehículos que se agregarán al HNC son en promedio mayores a las que podrán emitir los vehículos nuevos.

Gráfica 4.5 Reducción de emisiones y fortalecimiento del Programa



A pesar de que se espera un crecimiento del parque vehicular, con la propuesta de modificación del programa HNC las emisiones seguirán decreciendo con respecto a las que se tendrían sin modificar el programa actual.

En la Tabla 4.6, se muestran las emisiones al año 2010 de CO, NO_x y HC que se podrían alcanzar con y sin las modificaciones al HNC, así como la diferencia entre ambas proyecciones. De esta forma, si se instrumenta la propuesta se dejarán de emitir diariamente en el año 2004, 35 toneladas de CO, 2 ton de NO_x y 1 ton de HC, cantidades que se irán incrementando año con año.

Tabla 4.6 Proyección de las emisiones con y sin la aplicación de la propuesta del HNC

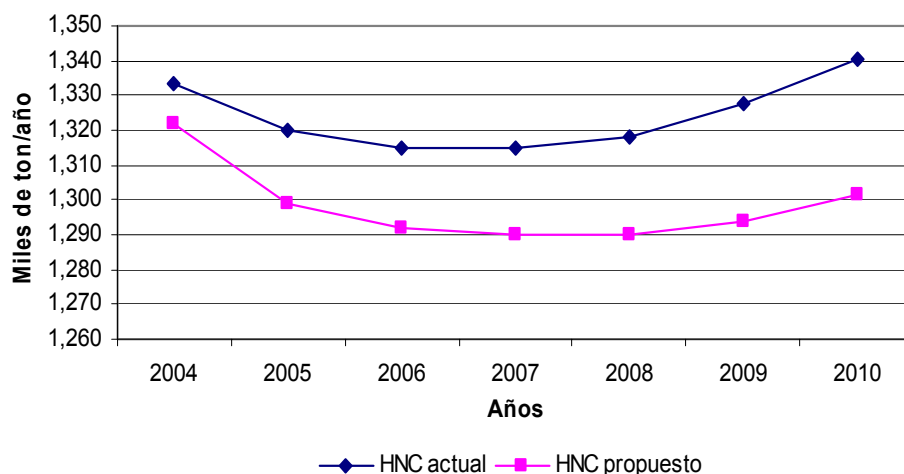
Contaminante	Emisiones con el Programa Actual [ton/día]						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HC	260	259	260	262	262	264	266
CO	3,260	3,221	3,198	3,190	3,194	3,212	3,239
NO _x	132	138	144	151	156	162	168
Total	3,653	3,618	3,602	3,602	3,612	3,637	3,672
Contaminante	Emisiones con la Propuesta [ton/día]						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HC	259	256	256	258	257	258	258
CO	3,224	3,166	3,142	3,128	3,124	3,129	3,145
NO _x	131	136	142	148	153	157	162
Total	3,614	3,558	3,540	3,534	3,534	3,545	3,566
Contaminante	Reducción [ton/día]						
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HC	2	3	3	4	5	6	7
CO	35	55	57	61	70	82	94
NO _x	1	2	2	3	3	4	5
Total	38	60	62	68	78	93	106

Fuente: Gobierno del Distrito Federal, Secretaría del Medio Ambiente, Dirección General de Gestión Ambiental del Aire, 2004.

En la Gráfica 4.6, se muestra la diferencia de la tendencia en emisiones que se podrían alcanzar con la aplicación de las medidas propuestas. De esta forma, se intenta compensar la incorporación de vehículos nuevos cada año y además obtener una considerable reducción de los contaminantes que emite el parque vehicular de la ZMVM.

Asimismo, se observa que en el año 2010 enfrentaremos un incremento en las emisiones, por lo cual se refuerza la necesidad de que se introduzcan en México los vehículos de mejor tecnología (Tier II), medida que debe ir acompañada con la oferta de combustibles con bajo contenido de azufre.

Gráfica 4.6 Proyección de las emisiones 2004-2010



También con la propuesta del HNC, se pretende desincentivar el uso de los vehículos que tengan más de 10 años de antigüedad, que contaminan más que los modelos recientes; promover la introducción de unidades con nuevas tecnologías que cuenten con sistemas y equipos de control de emisiones más eficientes que los actuales; reducir el consumo energético de combustibles vehiculares, que presenta una tendencia ascendente en los últimos años, a pesar que la demanda energética total de la ZMVM presenta una tendencia a la baja; y contribuir a bajar los niveles IMECA que prevalecen en la ZMVM, a fin de mejorar la calidad del aire y disminuir los efectos adversos en la salud por la exposición de la población a altos niveles de contaminación.

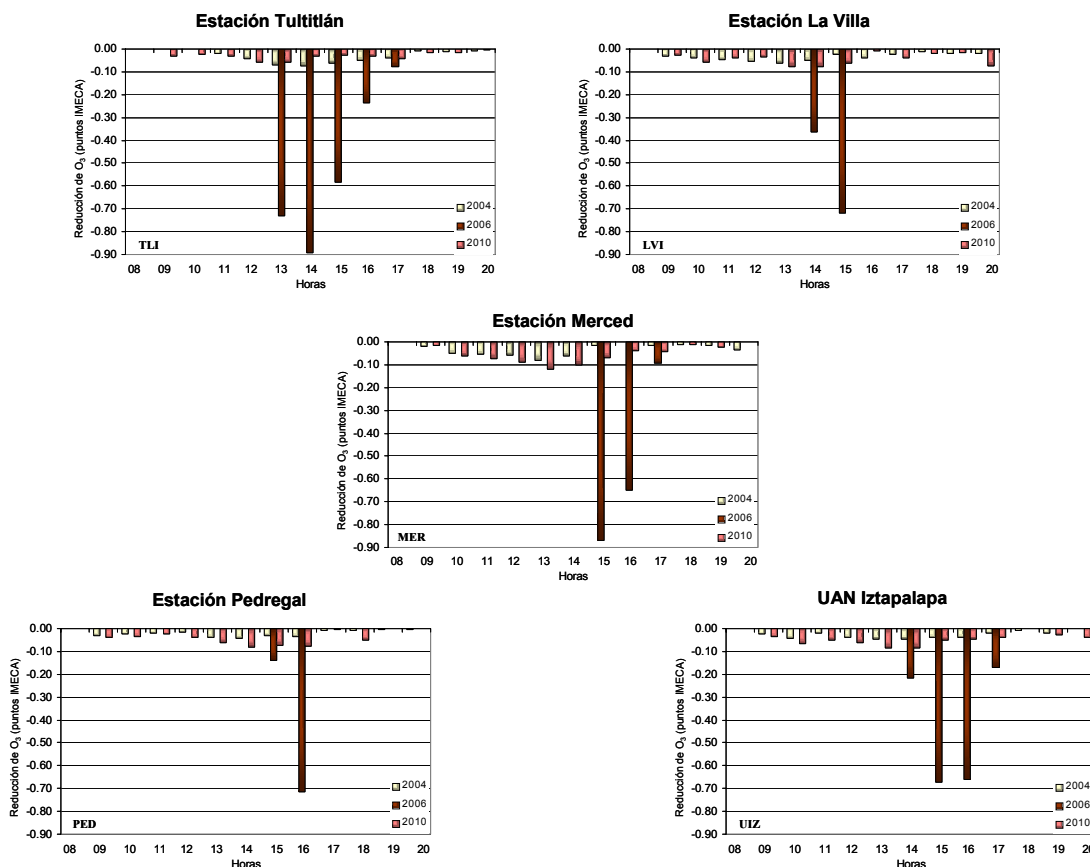
4.3 Resultados de la modelación fotoquímica

Para conocer los beneficios en reducción de la generación de ozono con la instrumentación de la propuesta del HNC, se utilizó el modelo fotoquímico Multiscale Climate Chemistry Model (MCCM), con el cual se evaluaron seis escenarios: dos para el año 2004, dos para el 2006 y dos para el 2010; de estos en cada año un escenario consideró el programa HNC sin modificaciones y el otro el programa HNC con modificaciones.

Los escenarios fueron modelados con un dominio geográfico que abarca la ZMVM y 24 capas atmosféricas en la vertical, utilizando la meteorología del periodo comprendido entre las 7 horas del 19 de Mayo y las 12 horas del 25 de Mayo del 2000, intervalo en el cual se presentó el episodio de contaminación por ozono más agudo para ese año. Se incluyeron las emisiones proyectadas para los años 2004, 2006 y 2010; considerando las restricciones al Programa Hoy No Circula Actual (HNCA) y el Programa Hoy No Circula Propuesto (HNCP), para los escenarios 2004, 2006 y 2010.

Las reducciones de emisiones en el año 2004 se estimaron en 2 ton/día de HC, 1 ton/día de NOx y 35 ton/día de CO; para el año 2006, 3 ton/día de HC, 2 ton/día de NOx y 57 ton/día de CO; y para el año 2010, 7 ton/día de HC, 5 ton/día de NOx y 94 ton/día de CO.

Figura 4.1 Comparación de los resultados de la modelación del HNC actual y el HNC propuesto



Los resultados de la modelación mostraron que las reducciones de ozono son cercanas a un IMECA al aplicar la nueva propuesta del Programa Hoy No Circula, sin embargo es importante considerar que a pesar de que existe un crecimiento en la flota vehicular y un aumento en el consumo de combustibles, la generación de ozono se mantiene o continuará bajando.

El sitio donde se alcanzó la máxima reducción al aplicar la propuesta del HNC fue en la estación Tultitlán en la zona Nor-Oeste, al disminuir el ozono 0.89 puntos IMECA a las 14 horas. Otro sitio donde se estimó un decremento relevante de ozono fue en la estación Merced ubicada en la zona Centro, pues al considerar la aplicación del HNC propuesto, disminuye el ozono en 0.87 puntos IMECA a las 15 horas. En las estaciones La Villa (zona Nor-Este) y Pedregal (zona Sur-Oeste), se estimó que el ozono disminuye 0.71 puntos IMECA (a las 15 y 16 horas, respectivamente) al aplicar el HNC propuesto.

En la zona Sur-Este se presentaron menores reducciones al aplicar el HNC propuesto, pues se observó que en la estación UAM Iztapalapa sólo disminuiría el ozono 0.67 puntos IMECA a las 15 horas.

De acuerdo con los datos obtenidos en la modelación con la aplicación del nuevo programa HNC, se mantienen las concentraciones de ozono similares o por abajo de las registradas.

5 Medidas complementarias

El programa motivo del presente documento es sólo una acción de las 38 que, en materia de transporte, se establecen en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010. Así, la política en materia ambiental de calidad del aire considera escenarios integrales en los que al irse superando las medidas individuales se estará cada vez más cerca de alcanzar niveles satisfactorios de calidad del aire con mayor frecuencia a los obtenidos hoy día.

De esta forma, existen varios programas en curso o por desarrollarse los cuales están directa o indirectamente ligados con el programa Hoy No Circula, ya sea para incentivar su existencia, para gestionar la administración del programa o para incidir en la demanda de viajes. A continuación se mencionan las acciones que se desarrollan en paralelo y que tendrán importantes impactos en el sector de las fuentes móviles.

5.1 Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-042-ECOL-1999

Esta norma establece los niveles de emisión que deben cumplir los vehículos nuevos que se comercializan en el país, los cuales son idénticos a los normados por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de Norteamérica y son acreditados a través de pruebas en laboratorios de emisión bajo la supervisión de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Sin embargo, en el país vecino se han modificado los límites de emisión permisible para las unidades que se comercialicen a partir del año 2004, mismos que aplicarán gradualmente hasta que, en el año 2009, el 100% de la flota vehicular tenga que cumplir con los estrictos niveles de emisión denominados “Tier II”.

Dadas las diferencias ambientales entre los vehículos que cumplen con las normas “Tier I” las cuales son idénticas a las establecidas en México, y sus similares “Tier II”, es indispensable que en México se adopten estas normas para asegurar que los vehículos nuevos que se comercialicen en nuestro país presenten niveles de emisión hasta 4 veces más bajos a los actuales.

Para actualizar la Norma Oficial Mexicana NOM-042-ECOL-1999 se debe realizar un proceso normativo que incluye reuniones de trabajo con los grupos de interés, en donde existe la posibilidad, remota pero posibilidad al fin, de inconformidades por parte de algunas empresas integrantes del ramo automotriz que se nieguen a traer estas unidades a México. Esta supuesta situación entorpecería y retrasaría la actualización de la norma, por lo que el esquema de exención a los programas Hoy No Circula y Verificación Vehicular, permitiría incentivar la introducción de estas unidades a la ZMVM, tal y como es su momento ocurrió con el “Tier I”.

Cabe mencionar que para lograr lo anterior se debe reducir el contenido de azufre en la gasolina para lo cual se trabaja, bajo la coordinación de la SEMARNAT, en la actualización de la norma NOM-086-ECOL-1994 que se refiere a la calidad ecológica de los combustibles y sus características.

El subcomité normativo firmó el anteproyecto de norma y se envió para su revisión a la COFEMER en el mes de noviembre del 2003, este será revisado hasta que se termine la tregua normativa.

5.2 Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1999

Esta norma establece los niveles de emisión que deben cumplir los vehículos en circulación, mismos que son revisados a través de los centros de verificación vehicular acreditados por los gobiernos locales que aplican esta norma.

En el caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, la norma en cuestión establece niveles de emisión más estrictos que en el resto del país los cuales se revisan bajo la aplicación de un protocolo de prueba más eficiente. Sin embargo, la Norma Oficial Mexicana presenta serios problemas en los niveles de emisión de los gases, no contaminantes, que muestran el estado de operación de los vehículos.

Tal es el caso del oxígeno normado, el cual es de 6% en volumen, cuando un vehículo de carburación en un estado regular de operación presenta niveles cercanos al 2% en volumen. De esta forma, una diferencia de 4% en volumen permite que los mecánicos manipulen los sistemas internos de los motores para hacerlos trabajar en niveles de empobrecimiento de mezcla lo cual baja los niveles de emisión pero incrementa notablemente los niveles de oxígeno.

Asimismo, a los vehículos con inyección de aire al convertidor catalítico les es permitido tener hasta 15% de volumen de oxígeno cuando la concentración de este gas en el aire ambiente es de 21%. De esta forma la Norma Oficial Mexicana permite “diluir” la emisión de los gases contaminantes para que los mismos puedan aprobar sin problema alguno el proceso de verificación vehicular.

Por lo anterior, será menester actualizar la norma para poder rechazar a los vehículos que son presentados a verificar con alteraciones en sus motores, con lo que en el futuro se podría actualizar el programa Hoy No Circula estableciendo un criterio de exención por emisiones y no por edad.

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal propuso al comité normativo la revisión de esta norma. La propuesta fue aceptada por dicho comité, solicitándole a la SMA que elaborará la justificación correspondiente, esta ya fue enviada al comité normativo por parte de la SMA para su revisión. En el Anexo IV se encuentra el oficio y propuesta de actualización de la norma.

5.3 Actualización de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-045-ECOL-1996 y NOM-077-ECOL-1995

La primera establece los niveles de opacidad que deberán cumplir todos los automotores que utilicen diesel como combustible y la segunda establece el procedimiento de medición.

El GDF participa en el Grupo de Normalización presidido por la SEMARNAT para actualizar el protocolo de medición del coeficiente de absorción de luz y los niveles máximos de emisión de las unidades a diesel, proponiendo una unificación de las Normas. Esto implica modificaciones en el procedimiento de medición, utilizando el procedimiento SAE J1667 (mismo que se utiliza en los Estados Unidos y Canadá y que pretende aplicarse en el país), el cual varía de la *NOM-077-ECOL-1995* actual en que se debe acelerar el vehículo de condiciones operativas en ralentí a corte de gobernador, en

lugar de acelerar de 1,500 revoluciones por minuto a corte de gobernador. Este cambio propicia un mayor esfuerzo al vehículo con lo que se simulan las condiciones de operación de los vehículos cuando son acelerados en condiciones de carga o en pendientes pronunciadas.

Actualmente, la publicación de esta norma está condicionada a determinar los límites máximos permisibles de opacidad, para lo cual se pretende continuar realizando pruebas a flotillas vehiculares a diesel. Sin embargo, el GDF ha propuesto que, dado que el protocolo de prueba que se normará en México es el que se aplica desde hace varios años en los Estados Unidos y Canadá, se apliquen los mismos límites de opacidad y, después de tener un año de pruebas de la flota vehicular a diesel del país, determinar la conveniencia de acotarlos.

5.4 Actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-086-ECOL-1994

Esta norma establece los parámetros de composición y características que deben cumplir los combustibles que se distribuyen a nivel nacional, de tal forma que sean los idóneos para la protección y mejora del medio ambiente, de acuerdo al avance tecnológico de los procesos productivos y las máquinas en donde son empleados.

En particular se establecen las especificaciones de las gasolinas y del diesel que se consumen en los vehículos automotores. Las primeras han sido mejoradas para disminuir su reactividad y hacerlas adecuadas a los sistemas de control de emisiones (convertidores catalíticos) y el segundo se ha mejorado para hacerlo comparable a las tecnologías automotrices más recientes.

Sin embargo, la inminente entrada de tecnologías automotrices de nueva generación hacen necesario que ambos combustibles sean mejorados, en particular en lo que se refiere a disminuir su contenido de azufre. Así el anteproyecto de Norma Oficial Mexicana establece que la gasolina Premium y Magna reducirán este contenido hasta 30 ppm en promedio, hacia el año 2006-2008, y el diesel hasta un contenido máximo de 15 ppm en el 2008.

El poder contar con estos combustibles en los próximos años hará factible que los automóviles que se comercialicen en el país puedan cumplir con los niveles de emisión conocidos como "Tier II" y que los vehículos a diesel puedan incorporar sistemas avanzados de control de emisiones de óxidos de nitrógeno y partículas finas.

El anteproyecto de norma, se presentó al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales el pasado 26 de noviembre del 2003, resolviendo que de acuerdo a las observaciones presentadas por el sector industrial, dicha norma deberá ser revisada nuevamente por el grupo de trabajo.

5.5 Verificación Vehicular Obligatoria

El programa de verificación vehicular en la ZMVM tiene por objetivo el inducir la aplicación de mantenimiento preventivo vehicular u, en su caso, obligar el mantenimiento correctivo de las unidades que han sido detectadas con altos niveles de emisiones contaminantes.

Asimismo, este programa ha sido de vital importancia para la administración del programa Hoy No Circula, ya que a través de él se otorgan los distintivos, con base en sus emisiones y edad, que permiten identificar a las unidades que pueden circular todos los días dado el cumplimiento de los requisitos para exentar el programa HNC.

De esta forma, la actualización del programa Hoy No Circula se acompaña, necesariamente, de modificaciones al programa de verificación vehicular en los sistemas de verificación que deben reprogramarse para evitar que se otorgue el holograma "0" a unidades que ahora ya no podrán obtenerlo.

Asimismo, se trabajará en la actualización del programa para hacerlo más seguro, confiable y preciso de forma tal que estas modificaciones, sumadas a la actualización de las normas de verificación vehicular, permitan reconsiderar la posibilidad de operar el programa HNC considerando únicamente criterios de emisiones contaminantes y no por edad de los vehículos.

5.6 Actualización del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas

El programa de contingencias ambientales tiene por objetivo disminuir la tasa de emisión de contaminantes al aire, así como evitar la exposición de la población a la contaminación durante eventos en los cuales la concentración de contaminantes en el aire, se exacerbe hasta niveles tales que sean altamente dañinos a la salud de los habitantes.

Para lograr lo anterior, se aplican varias medidas en cuanto los niveles de contaminación han alcanzado los niveles de concentración a los cuales se dispara la alerta ambiental. Una de estas medidas es la aplicación de restricciones adicionales a la circulación vehicular de forma tal que se prohíba la circulación de un mayor número de vehículos en la ZMVM.

Sin embargo, los niveles de activación de la contingencia ambiental han quedado demasiado altos dadas las mejoras en calidad del aire registradas en los últimos años. De esta forma, la Secretaría de Salud del país trabaja en la realización de estudios en grupos de alto riesgo, para determinar los nuevos valores de aplicación de contingencia ambiental en la Ciudad de México, los cuales estarán concluidos posiblemente en el segundo semestre del 2004.

5.7 Homologación del Programa de Verificación de Vehículos a Diesel

Las autoridades del Distrito Federal, del Estado de México y de la Federación deberán asegurar que los vehículos en circulación cumplan con la misma normatividad de verificación de emisiones, actualizando los reglamentos, normas y acuerdos que rigen el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria en forma periódica para incorporar

mejoras e innovaciones que permitan incrementar y mantener la eficiencia de los programas.

De esta manera se asegurará la aplicación de un programa de verificación homogéneo en toda la ZMVM para garantizar que todos los vehículos cumplan con el mismo nivel de exigencia normativa.

Actualmente, se han retomado las reuniones de coordinación de acciones ambientales en el transporte de placa federal en donde participa la SCT, la SEMARNAT, el Estado de México y el GDF. En estas reuniones se están revisando los documentos que conforman la convocatoria y requisitos técnicos para la instalación y operación de centros de verificación fijos que la SCT lanzará en breve (según han informado).

5.8 Aplicación del programa de autorregulación de vehículos a diesel

El programa incentiva la aplicación de un riguroso mantenimiento del parque vehicular a diesel perteneciente a las flotillas de transporte de pasajeros y carga. Actualmente, existen 4,850 unidades inscritas al programa de un total aproximado de 20 mil unidades que podrían inscribirse al mismo. De esta forma, es importante buscar e instrumentar los mecanismos que permitan difundir y ampliar la cobertura del programa en comento, no perdiendo de vista que la continuidad del programa Hoy No Circula garantizará la existencia del programa de autorregulación de unidades a diesel.

5.9 Aplicación del programa de combustibles alternos

Al igual que el programa anterior, el uso de combustibles alternos (gas L.P. y gas natural), sobre todo del gas natural, depende directamente de la exención que se otorgue al programa Hoy No Circula. De esta forma, el que se mantenga el Hoy No Circula asegurará una mayor vida del programa de combustibles alternos.

5.10 Programa ostensiblemente contaminantes

Este programa se está revisando para que se aplique en forma coordinada entre los tres gobiernos (GDF, EDOMEX y SCT) con el objeto de facilitar la detección y sanción de los vehículos ostensiblemente contaminantes.

A partir del mes de enero del 2004, con el propósito de hacer más eficiente este programa, los ecoguardas adscritos a la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal pueden sancionar a los vehículos que sean detectados como ostensiblemente contaminantes mediante el retiro de placas.

5.11 Aplicación del sistemas de control de emisiones en unidades diesel

Actualmente está por iniciar un proyecto que tiene por objetivo evaluar la eficiencia de los sistemas reductores de las emisiones provenientes de las unidades diesel, sistemas que han demostrado reducciones del orden de hasta el 90% de sus emisiones de partículas y/u óxidos de nitrógeno cuando han sido probados en condiciones del nivel del mar. En

caso de obtener reducciones importantes, se promoverá su uso a través del programa de autorregulación de las unidades a diesel a cambio de la exención del programa Hoy No Circula de las unidades correspondientes.

5.12 Regulación del transporte de carga

Este programa tiene como objetivo regular la circulación del transporte de carga en las vialidades que dan acceso al Distrito Federal, restringiendo (voluntariamente) su circulación en los principales accesos al D. F., de lunes a viernes en un horario de 7:00 a 9:00 A.M. con excepción de los días festivos que estipula la legislación laboral.

Para ello, se tiene contemplado desarrollar un programa piloto que tiene como propósito que los transportistas conozcan el programa y puedan reprogramar la logística de sus viajes. Además en esta etapa se podrán obtener todos los datos técnicos para hacer que el programa tenga mayores beneficios. Se incluye la formación de un comité técnico que será el encargado de dar seguimiento y proponer a las autoridades gubernamentales las modificaciones que son necesarias para la aplicación del programa; este en su primera etapa será voluntario por un periodo de 180 días y posteriormente se hará obligatorio.

5.13 Establecimiento de corredores de transporte

El Gobierno del Distrito Federal trabaja en la definición de lo que serán los corredores de transporte en dicha entidad, en donde se favorecerá el uso de transporte masivo de pasajeros por encima de los medios de transporte de menor capacidad, así como de los autos de uso particular.

Esto se realizará a través de la construcción de carriles confinados para autobuses de pasajeros en donde sólo correrán unidades de alta capacidad con tecnología de punta en materia de control de emisiones, mismos que tendrán una mayor velocidad de circulación que los automotores que se desplacen en los carriles paralelos, con lo que se pretende que estos autobuses atraigan viajes que actualmente se realizan en taxis o vehículos de pasajeros en dichas avenidas.

Este proyecto iniciará con la construcción de dos corredores los cuales ya han sido seleccionados y se terminaron los estudios técnicos correspondientes. Después de que estos corredores estén terminados y se encuentren en operación se evaluarán para determinar su funcionalidad y con base en los resultados se verá la posibilidad de continuar con la construcción de más corredores y con ello proporcionar un sistema eficiente de transporte a la población.

5.14 Renovación de taxis.

El GDF ha instrumentado el Programa de Financiamiento para la Sustitución de Taxis en el Distrito Federal, el cual consiste en otorgar apoyo económico y crédito a los concesionarios de taxis modelo 1992 o anteriores. Actualmente se han entregado 1,841 créditos que representa aproximadamente 27.6 millones de pesos.

Los taxistas que han adquirido estas unidades se han visto beneficiados por la exención al programa Hoy No Circula. A pesar de lo limitado de los fondos existentes para apoyar a un mayor número de taxistas, la exención al HNC a operado como un detonador de renovación de este parque vehicular ya que hasta el momento hay cerca de 22,000 unidades renovadas por vehículos de cuatro puertas modelo 99 y posteriores.

5.15 Sustitución de microbuses por autobuses cortos

El Gobierno del Distrito Federal está aplicando un Programa de Sustitución de Microbuses por Autobuses Nuevos. El programa consiste en otorgar a los concesionarios de microbuses modelo 1995 y anteriores un apoyo financiero de 100 mil pesos para la adquisición de un nuevo vehículo a cambio de la entrega de su unidad actual, para llevar a cabo su destrucción.

Actualmente se encuentra en la tercera etapa del programa de sustitución de microbuses, a la fecha se han otorgado 1,084 apoyos por un monto aproximado de 140 millones de pesos. Con esto se busca el que la Ciudad de México cuente con un transporte público más cómodo y seguro.

5.16 Renovación de los autobuses de la Red de Transportes de Pasajeros

La RTP del Gobierno de la Ciudad, en el año 2001 adquirió 881 unidades nuevas a diesel con tecnología EPA 98; estas unidades fueron incorporadas a las rutas de mayor demanda de transporte y en este año se adquirieron 100 unidades nuevas más. De esta forma, más del 70% de los autobuses de la RTP han sido renovados en los últimos cuatro años, contándose ahora con unidades que satisfacen de mejor manera las necesidades de transportación de sus usuarios.

Es así como el GDF otorga opciones de transportación a las personas que deben dejar su unidad sin circular un día a la semana o durante contingencia ambiental.

6 Referencias

1. Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México, Gobierno del Distrito Federal-Secretaría del Medio Ambiente.
2. Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 1995-2000, tercera impresión, DDF, SEMARNAP, GEM, SSA, agosto de 1997.
3. Informe del Estado de la Calidad del Aire y Tendencias 2002, GDF-SMA.
4. Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2000, Gobierno del Distrito Federal-Secretaría del Medio Ambiente.
5. Inventario de Emisiones a la Atmósfera preliminar de la Zona Metropolitana del Valle de México del año 2002, Gobierno del Distrito Federal-Secretaría del Medio Ambiente.
6. Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones del decreto para el que se expide el programa para contingencias ambientales atmosféricas en el Distrito Federal, publicado en la gaceta oficial del Distrito Federal el 30 de octubre de 1998.
7. Programa de Verificación Vehicular Obligatorio del 2^{do} semestre del 2003 de los gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal.
8. Programa de verificación Vehicular Obligatorio primer semestre 2001.
9. Baseline Methodology for the Calculation of Emissions Reductions in the Transportation Sector, SENES Consultants Limited, Environmental Technology Centre, Cal y Mayor y Asociados, 2004.
10. Mexico City Vehicle Activity Study, Conducted January 25- February 5, 2004, Report Submitted May, 2004; Nicole Davis, James Lents, Nick Nikkila, Mauricio Osses.
11. Dirección de instrumentación de Políticas, Secretaría del Medio Ambiente-Gobierno del Distrito Federal Informe de las Encuestas por Muestreo sobre el programa Hoy No Circula, Cuestionario para automovilistas; Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, 1994.
12. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA).
13. Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2001, SETRAVI.
14. Anuario de Transporte y Vialidad de la Ciudad de México 2000, SETRAVI.
15. Transporte Público, Planeación, diseño, operación y administración, A. Molinero- I. Sánchez. Fundación ICA.

16. Environmental Protection Agency, 1996.
17. Mexico City Vehicle Activity Study, Davis, N., Lents, J., Nikkila, N., Osses, M., 2004.
18. Desarrollo de Factores de Emisión para Fuentes Móviles, Instituto Tecnológico de Massachussets-Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, 2004.
19. Mediciones que reportan a la PROFEPA los distribuidores de automotores nuevos.
20. Norma Oficial Mexicana NOM-041-ECOL-1999.
21. Norma Oficial Mexicana NOM-042-ECOL-1999.
22. Anteproyecto de norma oficial mexicana denominada NOM-086-SEMARNAT-SENER-2003.
23. Normas Oficiales Mexicanas NOM-045-ECOL-1996.
24. Normas Oficiales Mexicanas NOM-077-ECOL-1995.

ANEXO I

**Inventario de emisiones desagregado de la ZMVM 2000,
en peso y porcentual.**

Inventario de emisiones desagregado por sector de la ZMVM, 2000

Sector	Emisiones [ton /año]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NOx	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	2,809	572	10,288	10,004	24,717	22,794	181	22,010	216
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	366	41	1,109	562	1,130	1,414	14	1,384	20
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	350	30	2,213	262	1,307	618	6	611	8
Industria de la madera y productos de madera	130	3	240	85	70	1,019	1	901	1
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	163	78	1,793	649	1,194	5,774	16	5,742	26
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	394	88	2,332	3,380	2,311	7,784	53	7,453	38
Productos minerales no metálicos.*	256	43	768	820	4,350	254	11	191	19
Industrias metálicas básicas	513	34	615	957	1,122	526	6	516	9
Productos metálicos, maquinaria y equipo.**	374	48	973	1,414	1,441	4,656	11	4,643	10
Otras industrias manufactureras	61	5	229	59	166	457	2	423	1
Generación de energía eléctrica	202	202	16	1,816	11,626	292	61	146	84
Fuentes de área	509	492	45	6,633	10,636	418,586	168,549	197,803	12,969
Combustión industrial	192	192	15	2,121	2,524	277	58	139	N/E
Combustión comercial/institucional	37	37	N/S	165	1,198	46	16	29	N/E
Combustión habitacional	118	118	1	520	3,559	142	51	90	N/E
Operación de aeronaves	15	14	N/S	2,366	1,344	1,530	147	1,469	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	45	42	22	244	1,928	81	N/E	80	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/S	N/S	N/E	90	50	21	1	20	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	21,724	N/A	21,463	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,376	N/A	2,347	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	23,081	N/A	20,081	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	679	N/A	671	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	30,548	N/A	18,330	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	10,195	N/A	5,913	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	6,789	N/A	6,789	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	371	N/A	371	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	77,680	N/A	53,600	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	953	N/A	953	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	10,026	N/S	9,864	N/A
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	22,763	2	22,400	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	27,141	2	26,706	N/A
Panaderías	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4,479	N/A	4,479	N/A
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	18	N/A	18	N/A
Rellenos sanitarios	N/E	N/E	N/A	N/E	N/A	175,472	168,240	N/E	N/E
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	2,107	N/A	1,938	N/E
Incendios forestales	72	62	7	665	21	44	32	20	3
Incendio en estructuras	30	27	N/E	462	12	37	N/A	27	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	12,966
Vegetación y suelos	1,736	380	N/A	N/A	859	15,425	N/A	15,425	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	859	15,425	N/A	15,425	N/A
Erosión eólica del suelo	1,736	380	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	5,287	4,589	4,348	2,018,788	157,239	210,816	11,593	194,517	2,261
Autos particulares	963	721	2,181	822,645	52,029	85,058	4,427	78,185	1,555
Taxis	245	183	518	215,387	16,091	25,126	1,431	23,096	318
Combis	33	25	93	67,832	3,084	6,571	264	6,040	20
Microbuses	111	94	143	184,435	8,504	17,469	954	16,108	18
Pick up	118	93	256	129,259	9,945	12,955	780	12,233	108
Vehículos < = a 3 ton	558	485	430	419,384	29,915	37,084	2,465	34,165	182
Tractocamiones	2,058	1,893	372	18,955	22,199	7,855	330	7,193	3
Autobuses	949	873	192	10,150	9,256	3,303	133	3,026	1
Vehículos> a 3 ton	213	193	71	117,151	4,118	7,430	416	6,917	20
Motocicletas	26	20	57	28,324	255	5,935	225	5,682	36
Camiones de carga a gas LP	13	9	32	5,248	1,797	1,976	119	1,822	N/S
Vehículos a gas natural	N/S	N/S	3	18	46	54	49	50	N/S
Total	10,341	6,033	14,681	2,035,425	193,451	667,621	180,323	429,755	15,446

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

Inventario de emisiones porcentual desagregado por sector de la ZMVM, 2000

Sector	Emisiones [%]								
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COT	CH ₄	COV	NH ₃
Fuentes puntuales	27.16	9.48	70.08	0.49	12.78	3.41	0.09	5.12	1.39
Productos alimenticios, bebidas y tabaco	3.54	0.68	7.55	0.03	0.58	0.21	0.01	0.32	0.13
Textiles, prendas de vestir e industria del cuero	3.38	0.50	15.07	0.01	0.68	0.09	N/S	0.14	0.05
Industria de la madera y productos de madera	1.26	0.05	1.63	N/S	0.04	0.15	N/S	0.21	N/S
Papel y productos de papel, imprenta y editoriales	1.58	1.29	12.21	0.03	0.62	0.86	0.01	1.34	0.17
Sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y de plástico	3.81	1.46	15.88	0.17	1.19	1.17	0.03	1.73	0.25
Productos minerales no metálicos.	2.48	0.71	5.23	0.04	2.25	0.04	0.01	0.04	0.12
Industrias metálicas básicas	4.96	0.56	4.19	0.05	0.58	0.08	N/S	0.12	0.06
Productos metálicos, maquinaria y equipo.	3.62	0.80	6.63	0.07	0.74	0.70	0.01	1.08	0.06
Otras industrias manufactureras	0.59	0.08	1.56	N/S	0.09	0.07	N/S	0.10	N/S
Generación de energía eléctrica	1.95	3.35	0.11	0.09	6.01	0.04	0.03	0.03	0.54
Fuentes de área	4.92	8.16	0.31	0.32	5.50	62.69	93.47	46.01	83.96
Combustión industrial	1.86	3.18	0.10	0.10	1.30	0.04	0.03	0.03	N/E
Combustión comercial/institucional	0.36	0.61	0.01	0.01	0.62	0.01	0.01	0.01	N/E
Combustión habitacional	1.14	1.96	0.01	0.03	1.84	0.02	0.03	0.02	N/E
Operación de aeronaves	0.15	0.23	N/S	0.12	0.69	0.23	0.08	0.34	N/E
Locomotoras (foráneas/ patio)	0.44	0.70	0.15	0.01	1.00	0.01	N/E	0.02	N/A
Terminales de Autobuses de pasajeros	N/S	N/S	N/E	N/S	0.03	N/S	N/S	N/S	N/S
Recubrimiento de superficies industriales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.25	N/A	4.99	N/A
Pintura automotriz	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.36	N/A	0.55	N/A
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.46	N/A	4.67	N/A
Pintura tránsito	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.10	N/A	0.16	N/A
Limpieza de superficie industrial	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.58	N/A	4.27	N/A
Lavado en seco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.53	N/A	1.38	N/A
Artes gráficas	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1.02	N/A	1.58	N/A
Aplicación de asfalto	N/E	N/E	N/A	N/A	N/A	0.06	N/A	0.09	N/A
Uso comercial y doméstico de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	11.64	N/A	12.47	N/A
Distribución y almacenamiento de gasolina	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.14	N/A	0.22	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	1.50	N/A	2.30	N/A
Fugas de gas LP en uso doméstico	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	3.41	N/S	5.21	N/A
HCNQ en la combustión de gas LP	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	4.07	N/S	6.21	N/A
Panaderías	N/E	N/E	N/A	N/E	N/A	0.67	N/A	1.04	N/E
Esterilización en hospitales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/S	N/S	N/E
Rellenos sanitarios	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	26.28	93.30	N/E	N/A
Tratamiento de aguas residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	0.32	N/A	0.45	N/A
Incendios forestales	0.70	1.03	0.05	0.03	0.01	0.01	0.02	N/S	0.02
Incendio en estructuras	0.29	0.45	N/E	0.02	0.01	0.01	N/S	0.01	N/A
Emisiones domésticas de amoníaco	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/S	N/A	83.94
Vegetación y suelos	16.79	6.30	N/A	N/A	0.44	2.31	N/A	3.59	N/A
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	0.44	2.31	N/A	3.59	N/A
Erosión eólica del suelo	16.79	6.30	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fuentes móviles	51.13	76.06	29.62	99.18	81.28	31.58	6.43	45.26	14.64
Autos particulares	9.31	11.95	14.86	40.42	26.90	12.74	2.46	18.19	10.07
Taxis	2.37	3.03	3.53	10.58	8.32	3.76	0.79	5.37	2.06
Combis	0.32	0.41	0.63	3.33	1.59	0.98	0.15	1.41	0.13
Microbuses	1.07	1.56	0.97	9.06	4.40	2.62	0.53	3.75	0.12
Pick up	1.14	1.54	1.74	6.35	5.14	1.94	0.43	2.85	0.70
Vehículos <= a 3 ton	5.40	8.04	2.93	20.60	15.46	5.55	1.37	7.95	1.18
Tractocamiones	19.90	31.38	2.53	0.93	11.48	1.18	0.18	1.67	0.02
Autobuses	9.18	14.47	1.31	0.50	4.78	0.49	0.07	0.70	0.01
Vehículos> a 3 ton	2.06	3.20	0.48	5.76	2.13	1.11	0.23	1.61	0.13
Motocicletas	0.25	0.33	0.39	1.39	0.13	0.89	0.12	1.32	0.23
Camiones de carga a gas LP	0.13	0.15	0.22	0.26	0.93	0.30	0.07	0.42	N/S
Vehículos a gas natural	N/S	N/S	0.02	N/S	0.02	0.01	0.03	0.01	N/S
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

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

ANEXO II

Tasa de ventas de unidades ligeras en la ZMVM.

TASA DE VENTAS DE UNIDADES LIGERAS

Año modelo	Venta de autos nacional	Venta de autos ZMVM	Tasa de venta de autos
1970	1,243,502	577,474	0.0%
1971	148,526	68,974	0.0%
1972	163,678	76,011	10.2%
1973	178,191	82,751	8.9%
1974	231,108	107,325	29.7%
1975	231,136	107,338	0.0%
1976	199,137	92,478	-13.8%
1977	194,471	90,311	-2.3%
1978	226,587	105,225	16.5%
1979	266,906	123,949	17.8%
1980	286,041	132,835	7.2%
1981	340,363	158,062	19.0%
1982	286,761	133,170	-15.7%
1983	192,052	89,188	-33.0%
1984	217,650	101,075	13.3%
1985	242,187	112,470	11.3%
1986	160,670	74,164	-33.7%
1987	154,152	71,587	-4.1%
1988	211,985	98,511	37.6%
1989	268,547	122,378	24.2%
1990	357,238	157,560	28.7%
1991	391,066	184,262	16.9%
1992	427,906	203,596	10.5%
1993	394,777	186,956	-8.2%
1994	415,480	183,505	-1.8%
1995	143,262	51,104	-72.2%
1996	197,965	93,415	82.8%
1997	303,480	141,087	51.0%
1998	3,388,178	197,090	39.7%
1999	463,558	194,899	-1.1%
2000	603,027	251,552	29.1%
2001	666,941	231,416	-0.8%
2002	0	280,039	21.0%
Promedio			9.08%

ANEXO III

Tasa de retiro de unidades ligeras en la ZMVM.

TASA DE RETIRO DE UNIDADES LIGERAS

Año modelo	Venta de autos ZMVM	Autos retirados de la circulación	Tasas de retiro de autos	Tasa de retiro Ajustada
1970	577,474	35,615	93.8%	94.2%
1971	68,974	8,683	87.4%	91.3%
1972	76,011	12,356	83.7%	88.4%
1973	82,751	18,598	77.5%	85.6%
1974	107,325	22,351	79.2%	82.8%
1975	107,338	27,059	74.8%	79.9%
1976	92,478	26,602	71.2%	77.1%
1977	90,311	19,762	78.1%	74.3%
1978	105,225	25,236	76.0%	71.5%
1979	123,949	34,603	72.1%	68.7%
1980	132,835	48,195	63.7%	66.0%
1981	158,062	59,140	62.6%	63.2%
1982	133,170	57,575	56.8%	60.4%
1983	89,188	34,257	61.6%	57.7%
1984	101,075	41,795	58.6%	55.0%
1985	112,470	51,387	54.3%	52.2%
1986	74,614	49,695	33.4%	49.5%
1987	71,587	36,851	48.5%	46.8%
1988	98,511	50,427	48.8%	44.1%
1989	122,378	73,991	39.5%	41.4%
1990	157,560	97,608	38.1%	38.8%
1991	184,262	116,574	36.7%	36.1%
1992	203,596	134,116	34.1%	33.4%
1993	186,956	127,713	31.7%	30.8%
1994	183,505	129,317	29.5%	28.2%
1995	51,104	78,296	-53.2%	25.5%
1996	93,415	53,656	42.6%	22.9%
1997	141,087	102,915	27.1%	20.3%
1998	197,090	185,888	5.7%	17.7%
1999	194,899	165,204	15.2%	15.1%
2000	251,552	207,280	17.6%	12.6%
2001	231,416	291,416	-25.9%	10.0%
2002	280,039	235,617	15.9%	7.4%

ANEXO IV

Propuesta para la revisión de los límites máximos permisible de emisión provenientes del escape de los vehículos automotores que usan gasolina como combustible de la NOM-041-SEMARNAT-1999.



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

Secretaría del Medio Ambiente

SMA/ 688 /2003.

México D.F., a 12 de Diciembre del 2003.

ING. ALBERTO CARDENAS JIMENEZ.
SECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
P R E S E N T E

Hago referencia al Programa de Normalización que se llevará a cabo durante el próximo ejercicio fiscal, y mediante el cual se emitirán y/o actualizarán las Normas Oficiales Mexicanas.

Al respecto, solicito a usted se realice la revisión de los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en la Norma Oficial NOM-041-SEMARNAT-1999, en virtud de que algunos de estos límites presentan valores tan altos, que no impiden o facilitan las prácticas fraudulentas de preverificadores; mismas que consisten en la manipulación de los sistemas de carburación para disminuir la mezcla de aire-combustible, y con ello provocar la aprobación de las unidades durante la prueba de verificación vehicular en los Centros de Verificación denominados Verificentros, así como regresarlos a su estado normal de operación al salir de los mismos.

Por lo anterior, comunico a usted, que se cuentan con las propuestas correspondientes para ser presentadas en el momento de que así sean requeridas.

Sin otro particular, y agradeciendo la atención que brinde al presente, quedo de usted para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE
SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN.
LA SECRETARIA

Claudia Sheinbaum
DRA. CLAUDIA SHEINBAUM PARDO



C.c.p.- Lic. Juan José García de Alba Bustamante.- Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental. SEMARNAT. Tel. 56 28 06 10
Dr. J. Víctor Hugo Páramo Figueroa.- Director General de Gestión Ambiental del Aire.
Ing. Sergio Zirath Hernández Villaseñor.- Director de Instrumentación de Políticas.
Ing. Antonio Galván Zacarías.- Jefe de Proyecto de Tabla Maestra
Jefatura de la Unidad Departamental de Verificación Vehicular.

22/12/2003

Plaza de la Constitución # 1, Tercer Piso, Col. Centro, Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.



GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
México • La Ciudad de la Esperanza

Secretaría del Medio Ambiente
Dirección General de Gestión Ambiental del Aire
Dirección de Instrumentación de Políticas

SMA/DGGAA/ 1324 /2004

México, D. F. a 18 de febrero de 2004

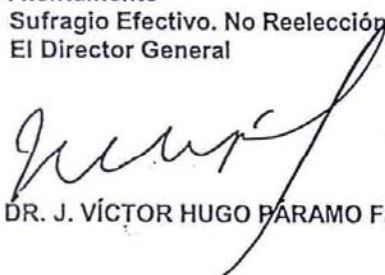
LIC. JUAN JOSÉ GARCÍA DE ALBA BUSTAMANTE
SUBSECRETARIO DE FOMENTO
Y NORMATIVIDAD AMBIENTAL
SEMARNAT
Presente

Hago referencia al oficio No. 00200, firmado por el Ing. Alberto Cárdenas Jiménez, Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante el cual informa a la Dra. Claudia Sheinbaum Pardo, Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno Distrito Federal, que a fin de contar con la información necesaria que permita determinar la inscripción de la modificación de la NOM-041-SEMARNAT-1999 en el Programa Nacional de Normalización, se deberá enviar a esa dependencia el "*Formato de Justificación para Incluir un anteproyecto en el Programa Nacional de Normalización*".

En este sentido, me permito enviar a Usted en anexo el formato en mención, mismo que contiene información derivada de evaluaciones realizadas a las emisiones generadas por vehículos automotores por el personal de esta Dirección General a mi cargo, resultados que sirvieron de base para el desarrollo de la justificación para modificar la Norma 041. Lo anterior, con la finalidad que dicha propuesta sea incluida en el Programa Nacional del presente año.

Sin más por el momento, quedo de usted.

Atentamente
Sufragio Efectivo. No Reelección
El Director General



DR. J. VÍCTOR HUGO PÁRAMO FIGUEROA

C.c.p. Ing. Alberto Cárdenas Jiménez.- Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Dra. Claudia Sheinbaum Pardo.- Secretaria de Medio Ambiente.
Ing. Sergio Zirath Hernández Villaseñor.- Director de Instrumentación de Políticas. SMA GDF

DIP/100/04
DGGAA/182/04
SMA/01018/04

527/1930r

JUSTIFICACIÓN PARA INCLUIR UN ANTEPROYECTO EN EL PROGRAMA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN O EN EL COMITÉ INTERNO DE REGULACIÓN AMBIENTAL (CIRA).

I. DATOS GENERALES DEL ANTEPROYECTO:

a) Título del anteproyecto.

Norma Oficial Mexicana que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

b) Dirección General que propone el anteproyecto.

Dirección General de Gestión Ambiental del Aire

c) Procedencia

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal.

II. OBJETIVOS REGULATORIOS Y DE FOMENTO DEL ANTEPROYECTO:

a) Descripción de los objetivos generales.

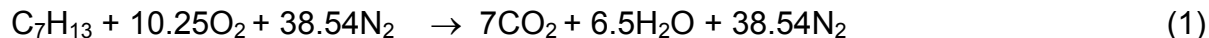
Establecer los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, oxígeno y bióxido de carbono; además de definir el intervalo permisible de dilución y el nivel lambda en los vehículos de combustión interna que utilizan gasolina.

b) Descripción de la problemática o situación que da origen al anteproyecto.

Contenido de oxígeno en el escape del vehículo:

La Norma Oficial Mexicana 041 vigente establece límites máximos permisibles de oxígeno de 6% para todos los vehículos de gasolina, excepto aquellos a los que se les inyecta aire al convertidor catalítico, en cuyo caso se permite una concentración de 15% en volumen.

El porcentaje de oxígeno a la salida del tubo de escape puede deberse a dos circunstancias: la primera es que el tubo de escape del vehículo presente alguna perforación por donde se introduce aire que diluye la muestra, generando datos incorrectos en la lectura de las emisiones contaminantes; la otra posibilidad es que las condiciones de quema de la mezcla aire - combustible en la cámara de combustión, sean operativamente inadecuadas para aprovechar el combustible que se consume.



La combustión completa de una gasolina promedio esta definida por la reacción (1), denominada estequiométrica, en donde se obtiene la total conversión del carbón al CO_2 y de los hidrógenos al H_2O , consumiéndose todo el oxígeno presente en la reacción. De esta forma, cualquier presencia de O_2 en un tubo de escape vehicular, siempre y cuando el mismo no presente intrusión de aire, indica una deficiente operación del motor.

En el caso de la gasolina, la mezcla estequiométrica se alcanza cuando se tienen 14.7 partes de aire por una de gasolina cuya relación se conoce como “Lambda 1” y es el punto en donde se alcanza la mejor potencia del motor con el menor consumo de gasolina y la menor emisión de contaminantes. En este punto el valor de oxígeno a la salida del tubo de escape varía entre “0” y “1”, dependiendo la tecnología de control de mezcla del motor, el tipo de prueba de verificación realizado y el uso de convertidor catalítico.

Las mezclas de combustible que se encuentren por debajo de lambda “1” (mayor combustible en la relación), prácticamente no presentan oxígeno en su emisión de gases pero incrementan notablemente los valores de emisión de los hidrocarburos y el monóxido de carbono. Por el contrario, las mezclas de combustible que generen niveles de lambda superiores a “1” (mayor volumen de aire), estarán bajando el nivel del monóxido de carbono, y en el caso de los hidrocarburos existe un descenso e incremento dependiendo el nivel de lambda al que se encuentre operando el motor.

Para el caso de los lambdas superiores a “1” se tiene que, valores cercanos a 1.1 de lambda (16.2 partes de aire por una de combustible) propician ahorros de combustible y reducción de contaminantes, aunque presenta pérdidas importantes de potencia en los motores. En el caso de lambdas cercanos a 1.2 los vehículos presentan serios problemas de potencia, explosiones, problemas de arranque y paros constantes del motor.

Cabe señalar que en lambdas cercanos a 1.2 los vehículos presentan niveles de oxígeno del orden de 2.5%. En el caso del límite máximo permisible establecido por la actual norma 041, un 6% de oxígeno se alcanza con lambdas cercanos a 1.4, lo cual implica que los vehículos prácticamente no operarían.

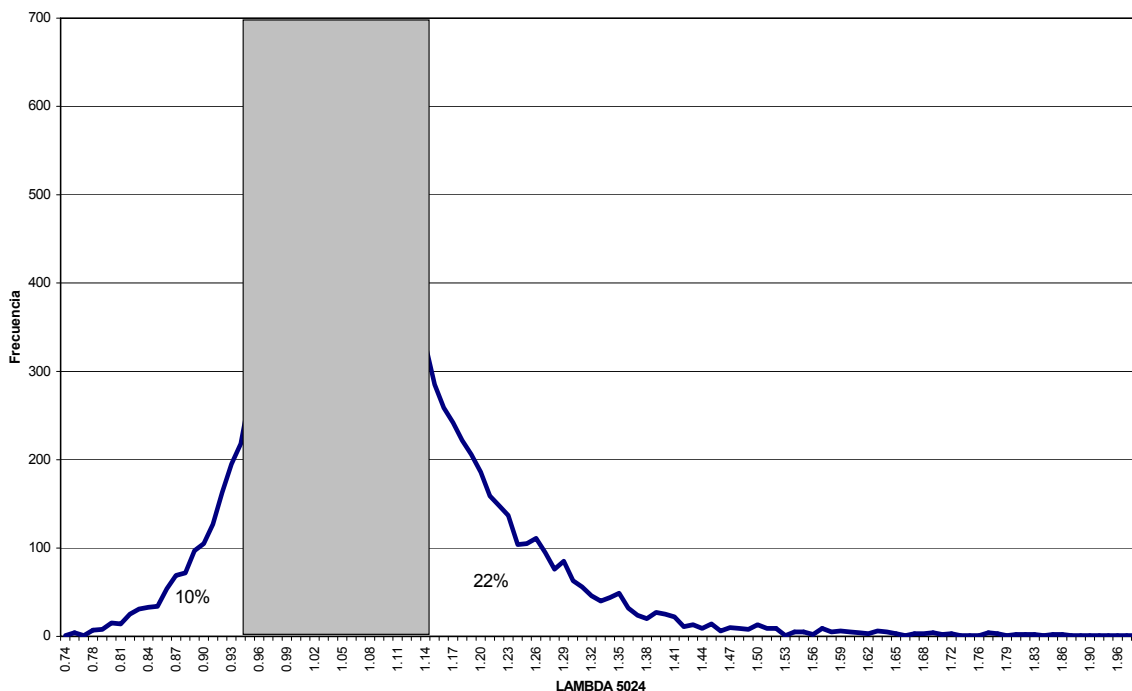
Esta situación normativa actual, ha facilitado la operación de mecánicos que en lugar de reparar las fallas que presentan los vehículos, alteran diversos sistemas vehiculares tales como mangueras de vacío desconectadas, tiempo adelantado, papalotes manipulados, etc., para facilitar el cumplimiento de la NOM en comento en los Verificentros.

De esta forma, es común apreciar vehículos que llegan a los Verificentros presentando explosiones, mismos que tienen serios problemas para levantar la carga solicitada por los dinamómetros, por lo cual los motores son forzados a niveles tales que en ocasiones son desviados, o las mangueras de los vehículos son fundidas.

Sin embargo, es considerablemente mayor el número de vehículos que sin sufrir daño aparente, aprueban la verificación vehicular a pesar del mal estado de los motores, que en algunos casos, incluso tienen que ser empujados para poder abandonar el Verificentro. Estas unidades son recalibradas en su sistema de carburación inmediatamente después de salir del Verificentro, regresando a sus malas condiciones ambientales y operativas originales, burlando el sistema ambiental de vigilancia de las emisiones vehiculares.

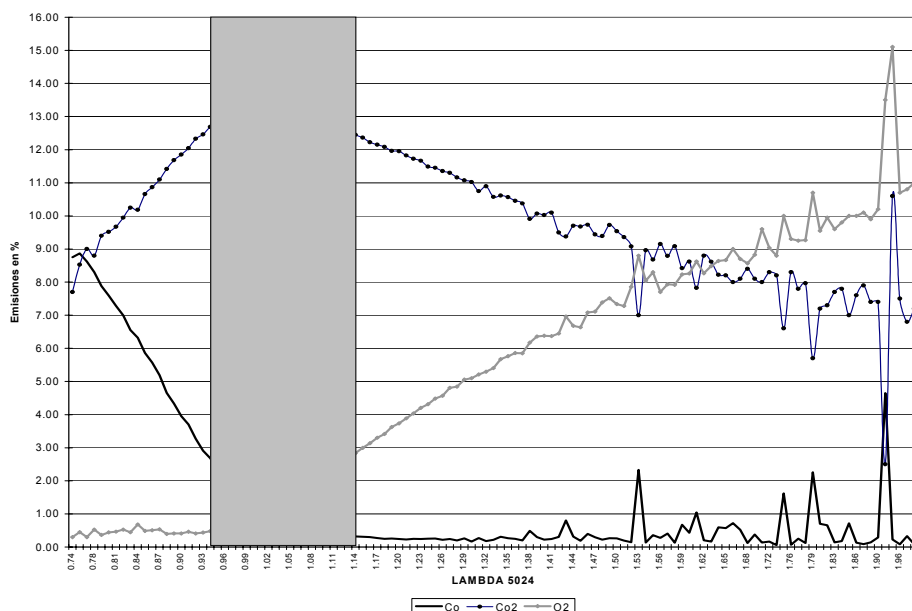
Por lo anterior, el mantener límites máximos permisibles de oxígeno tan elevados facilitan el trampeo de los vehículos durante el proceso de verificación vehicular, y limita la eficiencia de la Norma Oficial Mexicana materia de la presente justificación y del programa de verificación vehicular en el Distrito Federal, además de imposibilitar la acción de la autoridad local en contra de este tipo de fraudes ambientales ya que la norma permite estos niveles de emisión.

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA DEL LAMBDA EN LA VERIFICACIÓN VEHICULAR EN EL DF

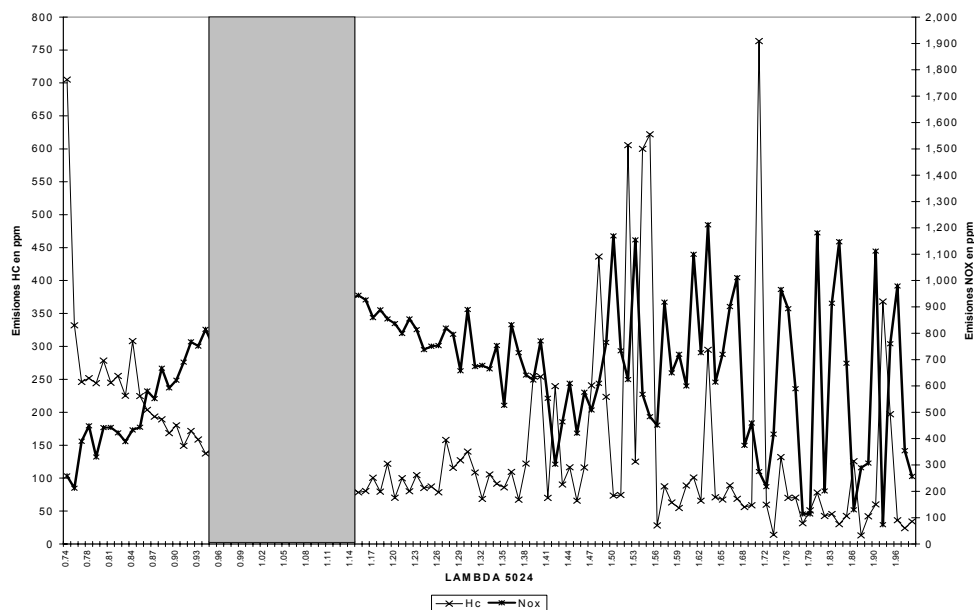


En la gráfica anterior se puede apreciar que un 22% de las verificaciones vehiculares presentan valores con lambdas superiores a 1.15, lo cual es indicativo de vehículos con mezcla pobre que facilita el cumplimiento de la norma ambiental, a pesar de que estas unidades presentan malas condiciones de carburación. Asimismo, se puede observar un 10% de vehículos con lambdas inferiores a 0.95, los que generalmente son rechazados por altos niveles de monóxido de carbono o hidrocarburos.

PROMEDIO DE EMISIONES DE CO, CO₂ Y O₂
EN UNIDADES CARBURADAS



PROMEDIO DE EMISIONES DE HC Y NO_x
EN UNIDADES CARBURADAS



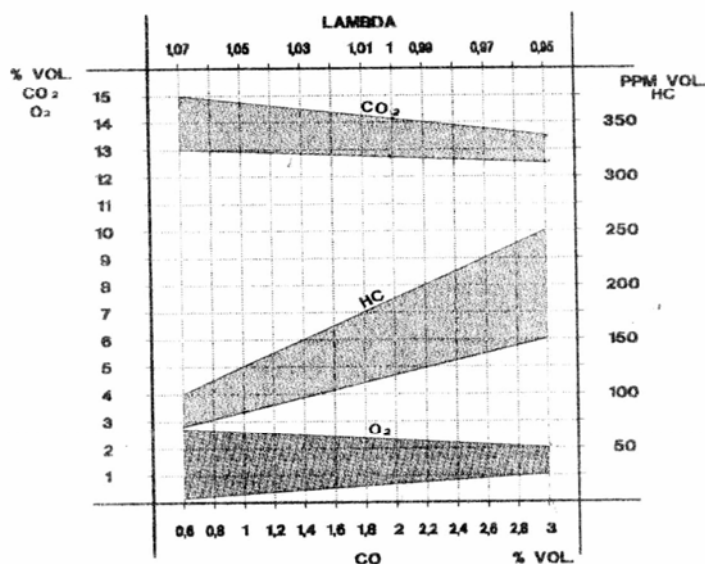
Los valores promedio de emisión obtenidos de la verificación vehicular y mostrados en las gráficas anteriores, muestran como la concentración de gases para lambdas de hasta 1.3 son tales que cumplen con aprobar la prueba de verificación vehicular sin problema. A partir de este valor de lambda, los gases ya no guardan un comportamiento definido; sin embargo, también pueden llegar a presentar niveles de emisión tales que aprueben la verificación vehicular.

Intervalo de dilución:

La Norma Oficial Mexicana 041 vigente establece un intervalo de dilución (sumatoria de monóxido y bióxido de carbono), de 7 a 18% en volumen.

Existen gráficos que correlacionan las concentraciones de los gases provenientes de vehículos que consumen gasolina a distintas tasas de mezcla aire – combustible. En estas gráficas se aprecian las distintas combinaciones que puede tener el CO en función del valor de CO₂ o viceversa. Al respecto, no existe ninguna combinación de mezcla en donde la suma de CO₂ y CO sea menor a nueve; más aún, en dos campañas de medición con sensor remoto, en donde se analizaron cerca de 10 mil vehículos, se encontró que aquellas unidades con niveles de CO₂ menores a 12.8% presentan emisiones de CO tales que les es imposible aprobar la norma.

**GRAFICO DI CORRELAZIONE
TRA I 4 GAS ANALIZZATI (CO, CO₂, HC, O₂)
SU UN CAMPIONE DI 100 VEICOLI
ALIMENTATI AD INIEZIONE
IN BUONO STATO DI MANUTENZIONE**



Per una corretta lettura del grafico, fare riferimento al CO (Monossido di Carbonio) come gas di base.

Con relación al límite superior, los gráficos a los que se hace referencia permiten apreciar que la sumatoria de CO y CO₂ máxima que se podría obtener es cercana a los 16.5%.

Por otra parte, el correlacionar sólo dos gases deja inconclusa la evaluación del estado del vehículo ya que el oxígeno también da elementos que permitirían conocer si el vehículo esta o no trampeado. Ejemplo: un vehículo con un CO₂ de 16%, un CO de 2% y un oxígeno de 2%, estos resultados permiten al vehículo estar dentro de norma, incluso el auto podría ser considerado como limpio, pero al analizar la concentración de los gases, resulta evidente que es imposible que esta combinación se genere, ya que el CO₂ sería tan alto que los niveles de O₂ y CO deberían ser cercanos a cero.

De esta forma, los mecánicos acostumbrados a trampear los vehículos para que aprueben la verificación vehicular, tienen un amplio margen de maniobra con los valores de dilución que la norma establece. Además, se impide a la autoridad local el poder rechazarlos ya que los mismos cumplen con los valores de emisión permitidos, aún haciéndolo de forma fraudulenta.

Magnitud del problema:

La magnitud del problema se ha cuantificado mediante dos procedimientos, el primero es el análisis de los datos obtenidos mediante dos campañas de sensor remoto en donde se han podido monitorear cerca de 10 mil automóviles en distintos puntos de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Dichos estudios muestran que para el 2000 el 50% de los vehículos 90 y anteriores presentaban valores de emisión por arriba de lo permitido en la norma oficial mexicana correspondiente. Para el 2001, el gobierno del Distrito Federal aplicó esquemas de rechazo por lambdas altos, situación que provocó que para el 2003 la cifra de incumplimiento, determinada mediante una campaña de monitoreo similar, bajara hasta el 25% en el mismo estrato vehicular.

1981-1990	DATOS DEL 2000			DATOS DEL 2003		
	CO(%vol)	HC (ppm)	NOx(ppm)	CO(%vol)	HC (ppm)	NOx(ppm)
Percentil 25	0.21	105	261	0.54	201	376
Percentil 30	0.28	131	420	0.75	222	466
Percentil 40	0.59	179	599	1.21	261	720
Percentil 50	1.00	215	793	1.96	302	1033
Percentil 60	1.63	249	1125	2.71	346	1399
Percentil 75	3.15	339	1595	4.05	446	2127
Percentil 80	3.81	403	1966	4.65	491	2432
Percentil 90	4.89	492	2781	6.18	633	3346

Por otra parte, se han realizado una serie de análisis de valores imposibles en cuanto a la combinación de los distintos gases emitidos por el tubo de escape de los vehículos durante la aplicación de las pruebas de verificación vehicular, encontrándose que en un 24.6% de las verificaciones, existen dudas de la confiabilidad de los resultados. Un ejemplo del tipo de análisis realizado son aquellos vehículos que presentan valores de CO₂ menores a 12 y aprueban la verificación vehicular.

III. JUSTIFICACIÓN DE ACCIONES REGULATORIAS ESTRATÉGICAS.

a) Acciones regulatorias clave.

Se propone establecer niveles de emisión que permitan minimizar la posibilidad de trampeo en el proceso de la verificación vehicular, tanto en la alteración de las condiciones de carburación de los motores como en la manipulación de los componentes del sistema de análisis de los gases de escape (microbanca). A continuación se listan los límites que se recomiendan, en el caso de verificaciones dinámicas:

Bióxido de carbono:

Para cualquier combustible de composición permanente existe una constante definida como CO₂ máximo, el cual es independiente de las condiciones de combustión y representa el porcentaje teórico más alto de bióxido de carbono que se puede alcanzar en los gases de escape. Esta constante puede ser obtenida mediante la siguiente fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ máximo} = \frac{\text{moles de CO}_2 \text{ de una combustión perfecta}}{\text{moles de gases de escape en base seca de una combustión perfecta}} \times 100$$

Considerando los datos obtenidos de la aplicación de un análisis PIANO de la composición de la gasolina en la Ciudad de México, la gasolina Magna puede caracterizarse como C₇H₁₃, por lo que el valor de CO₂ máximo que se esperaría de la quema de esta gasolina es de 15.5%. Si consideramos que el margen de error permitido a las microbancas es de +/- 0.6, entonces se propone que **el máximo de CO₂ sea de 16.1% en volumen.**

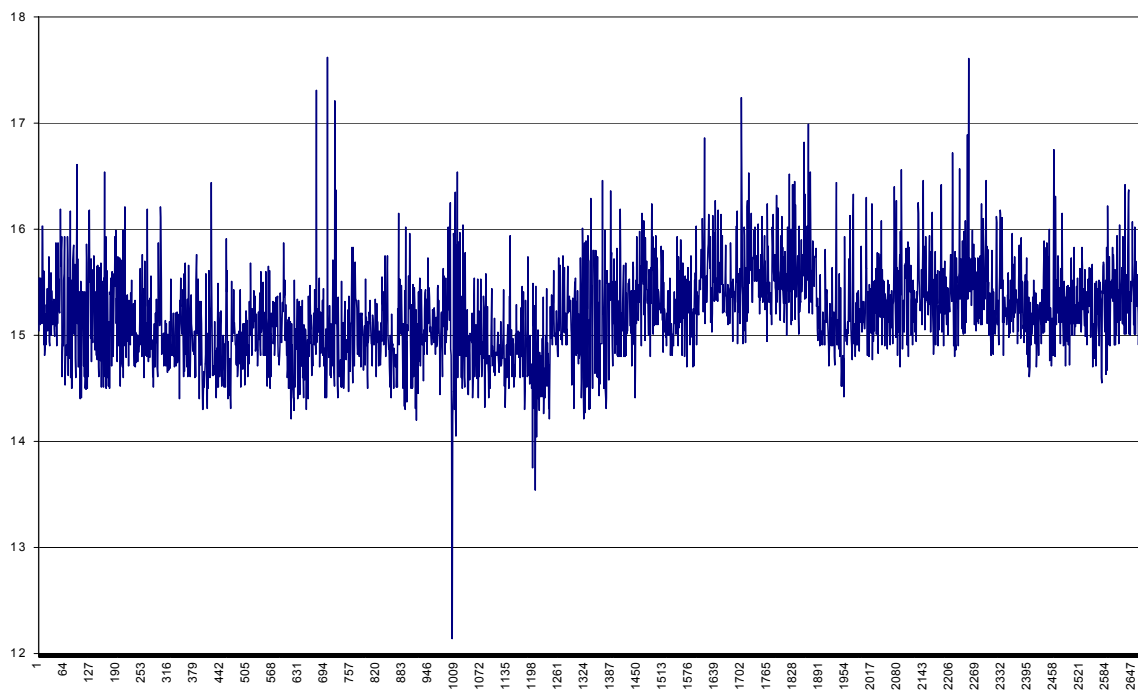
Asimismo, se propone que se establezca un mínimo de bióxido de carbono el cual se ha determinado mediante la evaluación de los datos de emisiones correspondientes a 10 mil automóviles, medidos a través del de sensor remoto, en donde el valor mínimo de CO₂ en el que existen emisiones de CO aprobatorias es de 12.8 al cual se le resta el margen de error de la microbanca que es de 0.5, por lo que **el CO₂ mínimo recomendado es de 12.3% en volumen.**

Sumatoria de emisiones de CO+CO₂+O₂:

La norma oficial mexicana establece como dilución la suma del monóxido y del bióxido de carbono. Sin embargo, se considera que el no incluir al oxígeno, se deja inconcluso el análisis, dado que se pierde información sobre la estequiometría de la mezcla, razón por la cual se recomienda incluir este tercer gas.

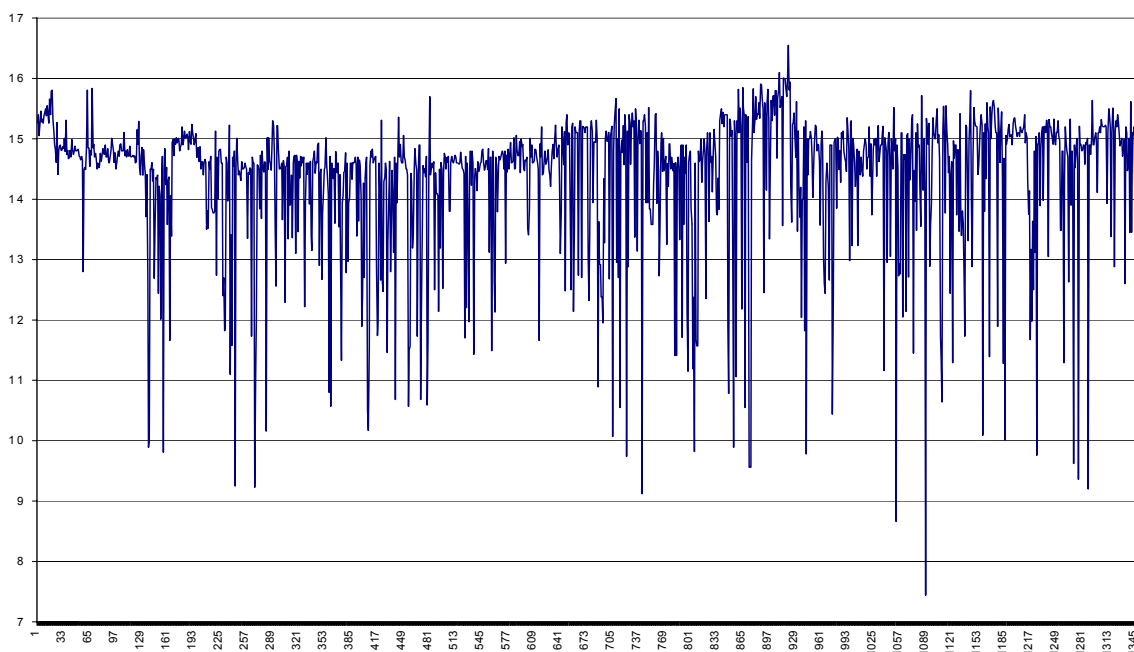
Al respecto, en la figura siguiente se ha graficado la sumatoria de las emisiones de oxígeno, monóxido y bióxido de carbono de 2,600 vehículos, obtenidas en un Verificentro en el Distrito Federal, considerando para el análisis automóviles aprobados con los distintos tipo de holograma. Como se puede apreciar, el valor de la sumatoria de los gases se mantiene en un intervalo entre 14.2% y 16.8% en volumen, existiendo no más de 10 valores que se salen de este intervalo, los que generalmente se relacionan con problemas eventuales con el equipo de verificación.

SUMATORIA DE OXÍGENO, MONÓXIDO Y BIÓXIDO DE CARBONO
LINEAS DE VERIFICACIÓN CALIBRADA



En la siguiente gráfica se muestran los datos de la sumatoria de gases de escape de vehículos, que verificaron durante el mismo período de tiempo en el mismo Verificentro que fue utilizado para construir la lámina anterior. Sin embargo, en la línea de verificación utilizada, existió una descalibración de microbanca, a pesar de lo cual los vehículos que ahí se presentaron obtuvieron la aprobación del sistema.

SUMATORIA DE OXÍGENO, MONÓXIDO Y BIÓXIDO DE CARBONO LINEA DE VERIFICACIÓN DESCALIBRADA



Por lo anterior, y con el objeto de evitar que vehículos en mal estado se vean apoyados en su prueba de verificación o que aquellos que estando en buen estado operativo y ambiental sean afectados por sistemas descalibrados, se recomienda establecer niveles mínimos y máximos de la sumatoria de los gases en cuestión. **La propuesta es que la sumatoria se encuentre entre 14.2 y 16.8% en volumen.**

Nivel de oxígeno y lambda:

De acuerdo al balance de materia de la combustión, el oxígeno presente en el tubo de escape de un vehículo que consume gasolina magna y que presenta un mínimo de 12.3% de CO₂ (valor mínimo propuesto para la norma), es de 4.3%, esto se calcula utilizando la formula:

$$O_2 = 21 - (21 / CO_2 \text{ máximo}) * CO_2 \text{ medido.}$$

Sin embargo, un valor de 4 en oxígeno representa lambda mayores a “2”, por lo que, considerando un lambda máximo de 1.15, se recomienda que **el valor de oxígeno se establezca en 3% en volumen ó en su defecto manejar un máximo de 4.3% en volumen y acotarlo con un lambda máximo de 1.15.**

b) Regulación en otros países de la materia objeto del anteproyecto.

En California se utiliza un procedimiento de verificación vehicular dinámico similar al establecido en la norma oficial mexicana vigente, y es en este estado en donde se analizan las interacciones del oxígeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono para determinar la eficiencia del convertidor catalítico. Sin embargo, no se tiene conocimiento que en algún país se utilicen criterios de lambda para sancionar unidades.

c) Instrumentos de fomento asociados al anteproyecto. (existentes o previstos)

El cumplimiento de los límites establecidos en la Norma propuesta se lleva a cabo a través de la verificación vehicular instrumentada por cada gobierno local.

Actualmente, el Gobierno del Distrito Federal trabaja en conjunto con los desarrolladores de software de las microbanco que se utilizan en la Ciudad, con el objeto de establecer elementos de seguridad que impidan la manipulación de los equipos de medición de gases de escape.

d) Alternativas o complemento de política pública al anteproyecto normativo

No aplica.

IV.- ANÁLISIS JURÍDICO. (TIPO DE ORDENAMIENTO PROPUESTO).

Se pretende modificar la norma oficial mexicana 041 vigente ya que la misma presenta elementos que facilitan su cumplimiento mediante prácticas fraudulentas.

a) Ordenamientos legales que dan fundamento jurídico al anteproyecto.

Artículo 4° párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;

Artículo 32 bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal;

Artículos 5° fracciones V, XIII y XIX, 7° fracciones III y XII, 8° fracciones III y XII, 9°, 36, 37 Bis, 111 fracciones III, V, VIII y IX, 112 fracciones V, VII y XI, 113, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;

Artículos 7 fracciones II y IV, 46 y 49 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera;

Artículos 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

b) Disposiciones jurídicas vigentes aplicables a la situación que da origen al anteproyecto.

La normatividad aplicable a la presente norma está actualizada, lo que se propone es modificar los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina.

c) Disposiciones jurídicas que se abrogan, derogan o modifican por el instrumento regulatorio o de fomento propuesto.

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-1999

d) Análisis de implementación. Recursos para asegurar la aplicación del anteproyecto, recursos de infraestructura disponibles, (en el caso de ser necesarios).

La aplicación de la Norma Oficial Mexicana se realizará en los centros de verificación vehicular ya existentes, en donde sólo se tendrá que hacer una breve actualización al software de verificación vehicular, lo cual no representa un costo excesivo para los particulares que ya operan estos centros.

e) Esquema de sanciones.

Las disposiciones de sanciones ya existen, y el cambio a la normatividad permitirá evitar que automóviles en mal estado puedan acreditar las pruebas de verificación, además de evitar que los centros de verificación operen con equipos descalibrados, ya sea por una situación fortuita o intencional.

V. EFECTOS DEL ANTEPROYECTO.

a) Efectos costo-beneficio generales del anteproyecto.

Se esperaría que los vehículos que se presume operan en mal estado, estén imposibilitados de acreditar la prueba de verificación vehicular, por lo que los mismos deberán ser reparados para poder circular (208 mil). De esta forma se estima que tan sólo en la ZMVM dejen de emitirse 58 mil toneladas anuales (este análisis se hace con base en los resultados de las campañas de sensor remoto y la metodología descrita en la página de internet de dirección www.feat.biochem.du.edu/assets/reports/ftmath.pdf).

En cuanto al costo de la nueva norma, se espera que los vehículos que sean rechazados semestralmente estén obligados a ser reparados (450 pesos por unidad en caso de reparación menor y hasta 4000 pesos por reparaciones mayores).

Los mecánicos realmente tendrán que reparar las unidades, y no sólo manipularlas para que éstas aprueben.

b) Relación de trámites que puedan ser eliminados por el anteproyecto.*

Ninguno.

c) Nuevos trámites generados por el anteproyecto.

Ninguno.

VI. DOCUMENTOS DE APOYO

Contaminación del aire. Kenneth Wark, Cecil Warner. Limusa 1994.

Material and Energy Balances. Alois Schmidt, Harvey List. Prentice Hall 1962.

Curso avanzado en diagnóstico de emisiones. Car Sound, Capacitación Técnica Automotriz, Comercialización MZ.

Manual de capacitación para verificadores vehiculares. SIAT. 1997

Gas chart. West Virginia University.

VII. RESPONSABLE DEL PROYECTO Y DATOS.

Nombre Ing. Sergio Zirath Hernández Villaseñor

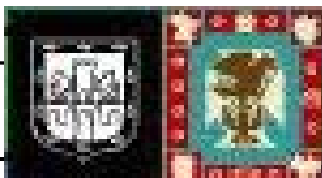
Cargo Director de Instrumentación de Políticas

Teléfono 52 78 99 31 ext. 6255 Red 52713504.

Correo Electrónico szirath@sma.df.gob.mx

ANEXO V

**Resultados de la modelación de la calidad del aire en la
ZMVM, proyectada para los años 2004, 2006 y 2010,
con la actualización del Programa Hoy No Circula.**



MODELACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZMVM, PROYECTADA PARA LOS AÑOS 2004, 2006 Y 2010, CON LA ACTUALIZACIÓN DEL “PROGRAMA HOY NO CIRCULA”



Secretaría del Medio Ambiente - G.D.F.

Dirección General de Gestión Ambiental del Aire
Dirección de Inventarios y Modelación de Emisiones

Junio de 2004

M. en I. Francisco Hernández Ortega
Ing. David Alejandro Parra Romero
Ing. Rodrigo Perrusquia Máximo
Ing. Fabiola Rodríguez Granados
Ing. José Luís Sagú González
Ing. Rogelio Jiménez Olivero
Hidrobiól. Patricia Camacho Rodríguez

Unidad D. de Modelación
Unidad D. de Modelación
Unidad D. de Fuentes Móviles
Unidad D. de Fuentes Móviles
Unidad D. Fuentes de Área y Naturales
Unidad D. de Fuentes Puntuales
Unidad D. Fuentes de Área y Naturales

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	2
OBJETIVO.....	3
PROCEDIMIENTO.....	3
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	4
Análisis por estación de monitoreo.....	4
CONCLUSIONES.....	10

INTRODUCCIÓN

Una de las medidas incluidas en el PROAIRE 2002-2010, es la actualización del Programa Hoy No Circula (PHNC). Con el PHNC como medida en el PROAIRE, se pretende recuperar la cobertura de este programa, lo cual podría reflejarse en un decremento de vehículos en circulación y de sus emisiones. Esto ayudaría a aliviar la creciente congestión vial y también podría traer beneficios en la calidad del aire de la Ciudad de México.

Si bien la propuesta original del PHNC ha sido modificada, y hoy incentiva la circulación de vehículos más eficientes y con menores emisiones contaminantes, a través de la entrega de la calcomanía cero y doble cero, con la actualización del PHNC se pretende optimizar el control del parque vehicular por año modelo.

Lo anterior está orientado a apoyar la circulación de vehículos con tecnologías limpias, como el TIER I y TIER II.

Tabla 1. Restricciones incluidas en la propuesta del Programa Hoy No Circula propuesto.

Holograma	Tipo de Vehículos	Restricciones			
		PHNC	Pre Contingencia	Contingencia Fase I	Contingencia Fase II
"00"	Autos nuevos Tier 1 y Tier 2	Exento	Exento	Exento	Exento
"0"	Hasta 10 años y cumplir con emisiones	Exento	Exento	Exento	Exento
"1"	Modelos 1991 y posteriores y cumplir con emisiones	20%	20%	20%	20%
"2"	Modelos 1990 y anteriores y cumplir con emisiones	20%	20%	50%	100%

Los datos en % representan la fracción del parque vehicular que no circula

Con la introducción del PHNC propuesto en el presente año (tabla 1) se busca favorecer la mitigación de la contaminación atmosférica, no sólo al iniciarse su aplicación, sino también en los años subsecuentes. En este sentido, para estimar la eficiencia del PHNC propuesto, en los años 2004, 2006 y 2010, se aplicó el modelo fotoquímico Multiscale Climate Chemistry Model (MCCM), para estimar las diferencias en las concentraciones de contaminantes atmosféricos al implantarse el PHNC actualizado.

Con objeto de dar cumplimiento a lo anterior, se desarrollaron escenarios para representar la meteorología, geografía, emisiones y calidad del aire en la ZMVM. El escenario base fue definido durante el periodo del 19 al 25 de Mayo del 2000, intervalo en el cual se presentó el episodio de contaminación por ozono más agudo del año 2000, en la ZMVM. En cuanto al dominio geográfico de modelación (figura 1), éste incluye la mayor parte de los 28 municipios conurbados a la Ciudad de México, así como las 16 delegaciones políticas del Distrito Federal. Esta región es modelada en una malla de 39 celdas (en Y) por 36 celdas (en X) por 24 capas (en Z) (figura 2).

Figura 1. Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y malla de modelación para MCCM

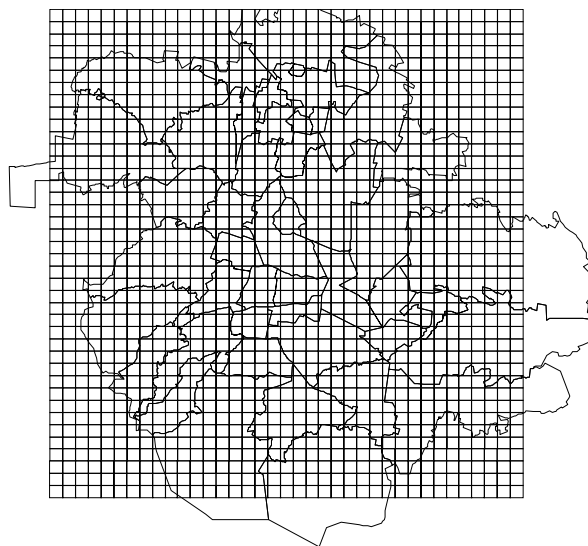
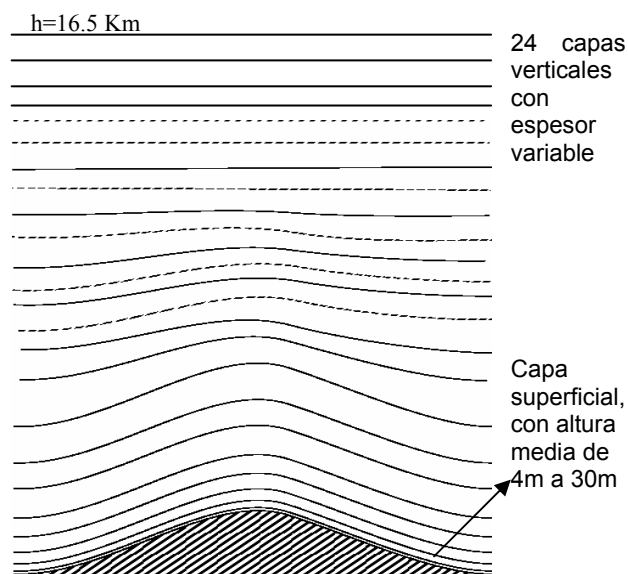


Figura 2. Representación gráfica de las capas atmosféricas verticales modeladas con MCCM.



OBJETIVO

Analizar el comportamiento de las concentraciones de ozono estimadas con el modelo MCCM, al aplicar en la Zona Metropolitana del Valle de México, las restricciones incluidas en el Programa Hoy No Circula actual (PHNCA) y propuesto (PHNCP), considerando las emisiones proyectadas para los años 2004, 2006 y 2010.

PROCEDIMIENTO

Los escenarios fueron modelados con un dominio geográfico que abarca la ZMVM (figura 1) y 24 capas atmosféricas en la vertical (figura 2), se utilizó la meteorología del periodo comprendido entre las 7 h del 19 de Mayo y las 12 h del 25 de Mayo del 2000. Se incluyeron las emisiones proyectadas para los años 2004, 2006 y 2010; estimadas considerando las restricciones del actual Programa Hoy No Circula Actual, para los escenarios PHNCA 2004, PHNCA 2006 y PHNCA 2010, respectivamente (tabla 2).

Tabla 2. Información incluida en cada escenario.

Escenario	PHNC Actual	PHNC Propuesto	Proyección de emisiones	Meteorología
PHNCA04	Si		2004	19-25/May/04
PHNCP04		Si	2004	19-25/May/04
PHNCA06	Si		2006	19-25/May/04
PHNCP06		Si	2006	19-25/May/04
PHNCA10	Si		2010	19-25/May/04
PHNCP10		Si	2010	19-25/May/04

Tabla 3. Emisiones (ton/año) utilizadas en cada escenario.

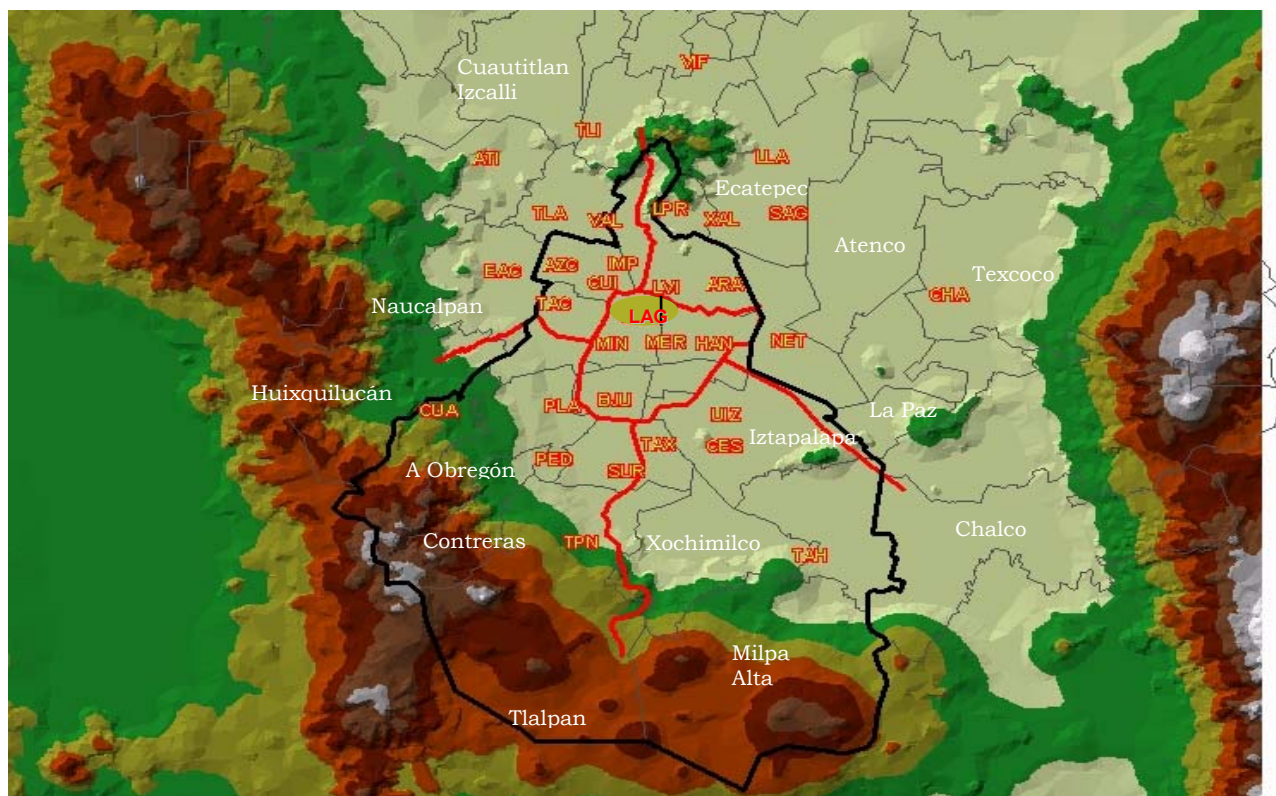
Emisiones	COT	CO	NOx	Escenario
Proyección al año 2004	95,079	1'189,728	48,358	PHNCA04
Proyección al año 2006	94,813	1'167,360	52,512	PHNCP04
Proyección al año 2010	96,922	1'182,353	61,149	PHNCA06
2004 con reducción	94,428	1'176,782	47,973	PHNCP06
2006 con reducción	93,593	1'146,733	51,695	PHNCA10
2010 con reducción	94,281	1'148,091	59,260	PHNCP10

Los escenarios PHNCP 2004, PHNCP 2006 y PHNCP 2010, incluyen las reducciones de emisiones (derivadas de la aplicación del PHNC propuesto) a las emisiones proyectadas para los años 2004, 2006 y 2010, respectivamente (tabla 3).

Con base en la información que muestra la tabla 3, las reducciones de emisiones son: en el año 2004 1.78 ton/día de COT, 1.05 ton/día de NOx y 35.46 ton/día de CO; para el año 2006 3.34 ton/día de COT, 2.23 ton/día de NOx y 56.51 ton/día de CO; y el año 2010, 7.23 ton/día de COT, 5.17 ton/día de NOx y 93.86 ton/día de CO. Esto muestra que la aplicación del PHNC propuesto, generaría reducciones muy pequeñas de los contaminantes denominados precursores de ozono: COT y NOx.

También es destacable que respecto a los años 2004 y 2010, en 2006 se estiman las emisiones más bajas de COT y CO. Mientras que las emisiones de NOx aumentan ligeramente en 2006, en referencia al 2004.

Figura 3. Localización de las estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), así como la división política de la ZMVM (líneas negras y grises) y los sectores IMECA (línea roja).



Fuente: Sistemas de Información Geográficos, SMA-GDF, 2003.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis por estación de monitoreo

El análisis de resultados en puntos geográficos que coinciden con la ubicación de las estaciones de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (figura 3); permite determinar con gran exactitud, cuanto variaron las concentraciones de ozono estimadas en los escenarios con el PHNC propuesto (PHNCP), respecto a las concentraciones de ozono estimadas en los escenarios con el PHNC actual (PHNCA).

A continuación se presentan los resultados comparativos del escenario PHNCP respecto al escenario PHNCA, para los sitios (estaciones) más representativas ó bien que están localizadas en zonas con densidad poblacional alta. Cabe recordar que este

análisis fue centrado en el día 24 de Mayo del año 2000, día para el cual fue monitoreada la peor calidad de aire del periodo modelado.

En las figuras subsiguientes, en cada sitio, se muestran las diferencias cuantitativas entre los escenarios. En las gráficas, los valores negativos indican cuánto disminuyeron las concentraciones de ozono en los escenarios con PHNCA, respecto a los escenarios PHNCP, en cada año analizado.

Figura 4. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación TLI para cada año analizado.

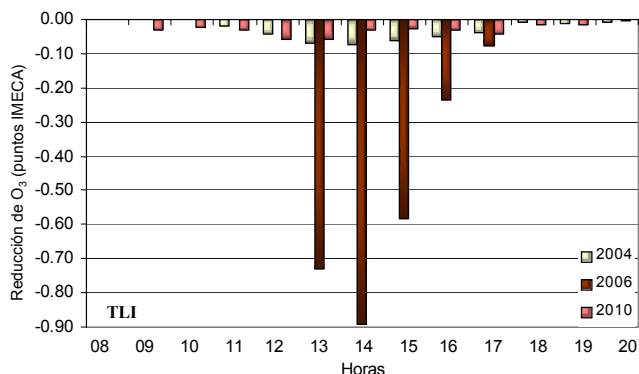


Figura 5. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación VAL para cada año analizado.

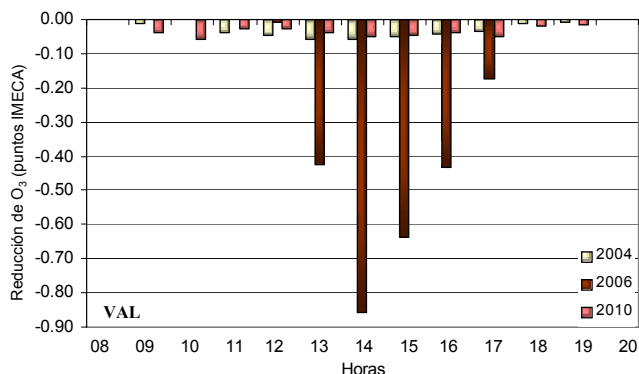


Figura 6. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación CUI para cada año analizado.

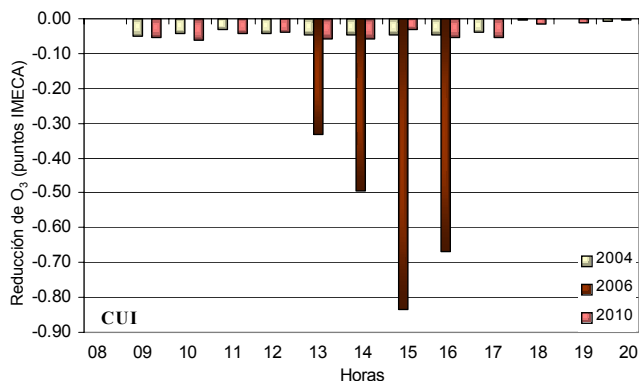
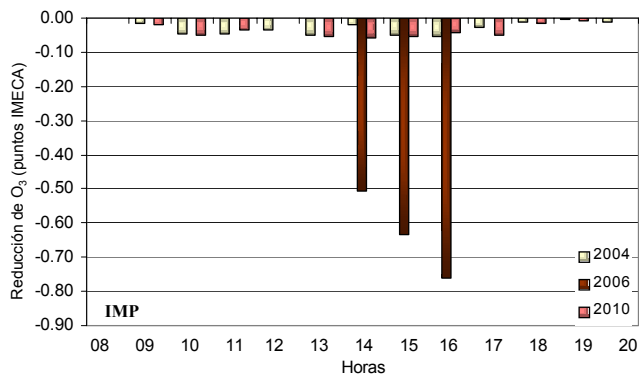


Figura 7. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación IMP para cada año analizado.



Sector Nor-Oeste (NO)

Las diferencias estimadas en este sector (figuras 4 a 8), muestran que Tultitlan (TLI) fue el sitio donde se observó que el ozono baja casi un punto (0.9 a las 14 h) IMECA en 2006, mientras que en Vallejo (VAL) y Cuicláhuac (CUI) en el mismo año, el ozono disminuye 0.85 (14 h) y 0.83 (15 h) puntos IMECA al aplicar el PHNCP.

Por su parte, en las estaciones Instituto del Petróleo (IMP) y Azcapotzalco (AZC) se estimó que el ozono llega a disminuir al aplicar el PHNCP 0.76 (16 h) y 0.66 (15 h) puntos IMECA en 2006. Mientras que en 2004 y 2010,

los decrementos de ozono son mínimos en las estaciones incluidas en este sector, pues no llegan a 0.1 puntos IMECA.

En general las concentraciones de ozono estimadas en los escenarios PHNCA2004 y PHNCP2004 son parecidas, y tales diferencias no alcanzan un punto IMECA.

Figura 8. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación AZC para cada año analizado.

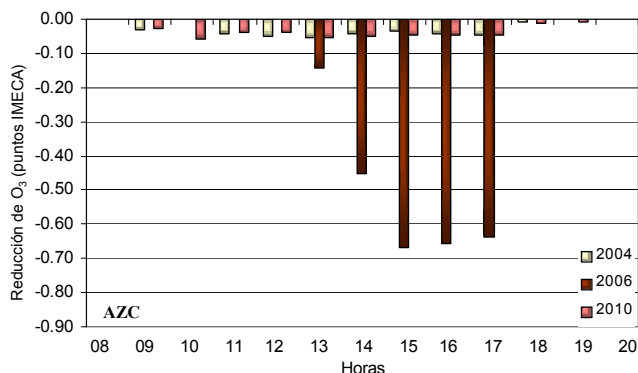


Figura 9. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación LVI para cada año analizado.

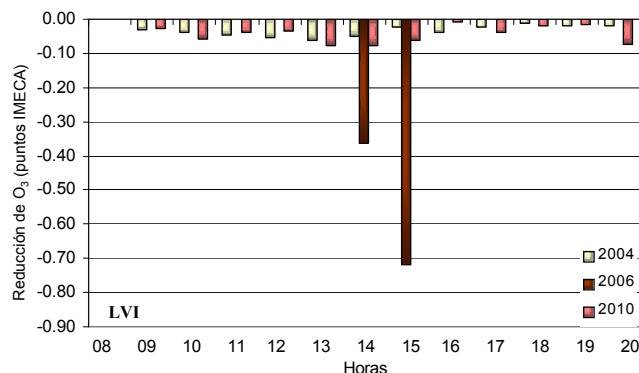


Figura 10. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación LPR para cada año analizado.

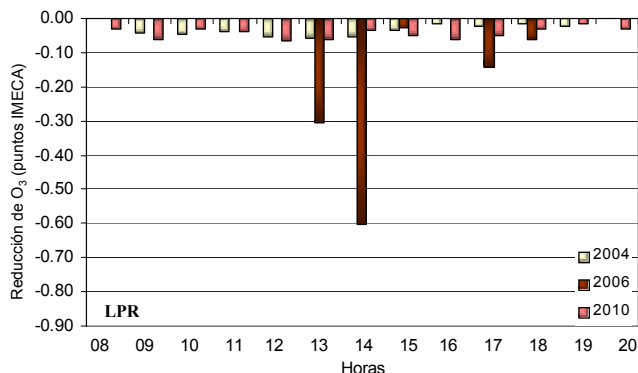
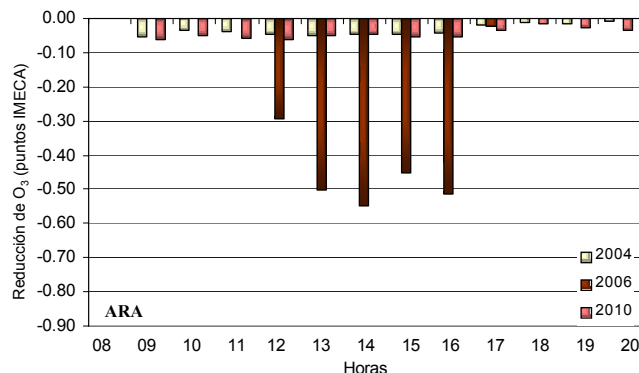


Figura 11. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación ARA para cada año analizado.



Sector Nor-Este (NE)

Al igual que en el sector NO, en el sector Nor-Este (figuras 9 a 13), las diferencias entre los escenarios con PHNC propuesto y los escenarios con PHNC actual, para los años 2004 y 2010, se estimaron menores a 0.1 puntos IMECA.

En cuanto al año 2006, el sitio con decrementos de ozono más relevantes es La Villa (LVI), donde a las 15 h se tuvieron 0.71 puntos IMECA menos con el PHNCP respecto al PHNCA. En La Presa (LPR) y en Aragón se estimaron disminuciones de ozono a las 14 h, cuya magnitud fue de 0.56 y 0.54 puntos IMECA de ozono.

Otras estaciones donde también se estimó que desciende el ozono al introducir el PHNC propuesto son Netzahualcoyotl (NET) y Xalostoc (XAL). En estos sitios se estimaron decrementos máximos de 0.46 (14 h) y 0.36 (13 h) puntos IMECA de ozono, en el escenario PHNCP respecto al escenario PHNCA del año 2006.

Figura 12. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación NET para cada año analizado.

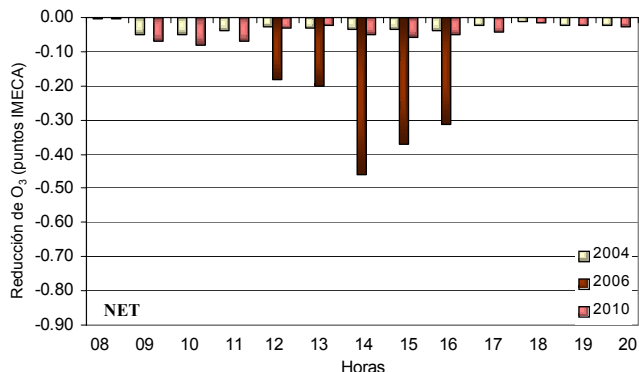


Figura 13. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación XAL para cada año analizado.

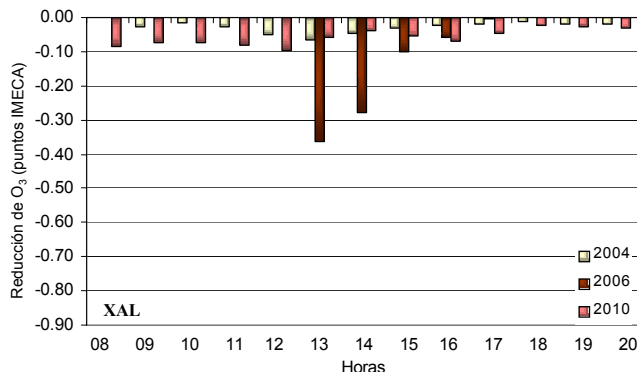


Figura 14. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación MER para cada año analizado.

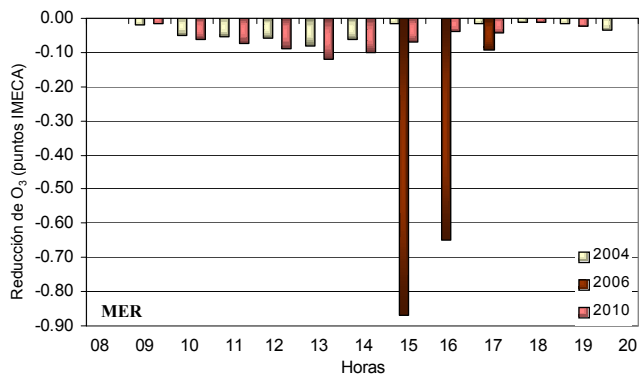
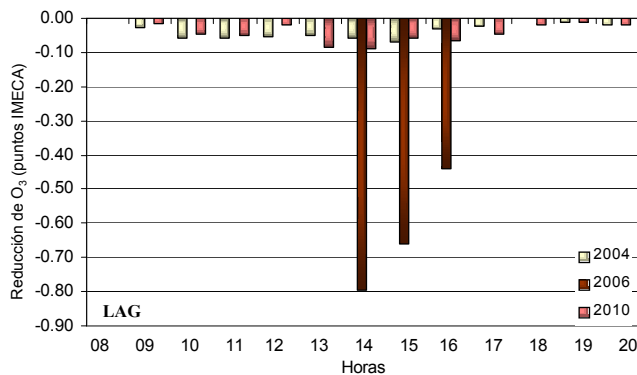


Figura 15. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación LAG para cada año analizado.



Sector Centro (CEN)

Como en los sectores previos, las diferencias entre escenarios con PHNCP y PHNCA son muy pequeñas en los años 2004 y 2010 (figuras 13 a 16). Sólo para 2010, en Merced (MER) y Hangares (HAN) el ozono disminuye 0.11 (13 h) y 0.10 (de 12 a 13 h) puntos IMECA.

En el año 2006, la estación donde se estimó el máximo decremento de ozono al aplicar el PHNCP, fue MER, donde éste contaminante bajó 0.87 puntos IMECA a las 15 h en referencia a lo estimado en el escenario PHNCA.

Para el mismo año 2006, los decrementos máximos de ozono del escenario PHNCP respecto al escenario PHNCA, estimados en otras estaciones, fueron 0.79 (14 h), 0.60 (16 h) y 0.38 (16 h) puntos IMECA en Lagunilla (LAG), Metro Insurgentes (MIN) y Hangares, respectivamente.

Figura 16. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación MIN para cada año analizado.

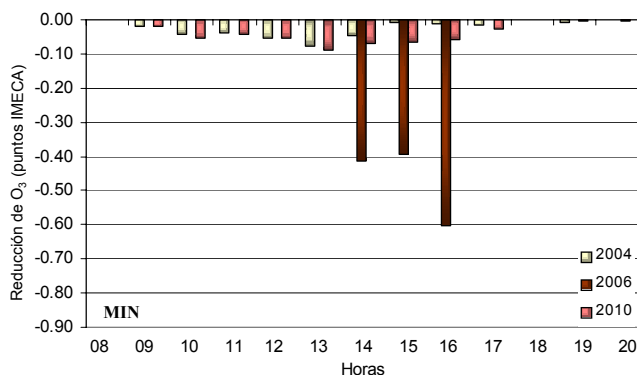


Figura 17. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación HAN para cada año analizado.

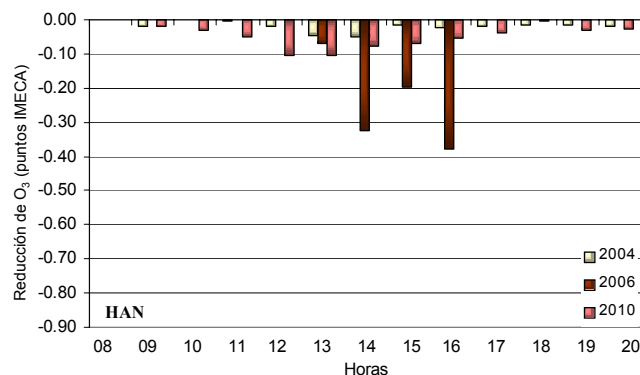


Figura 18. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación PED para cada año analizado.

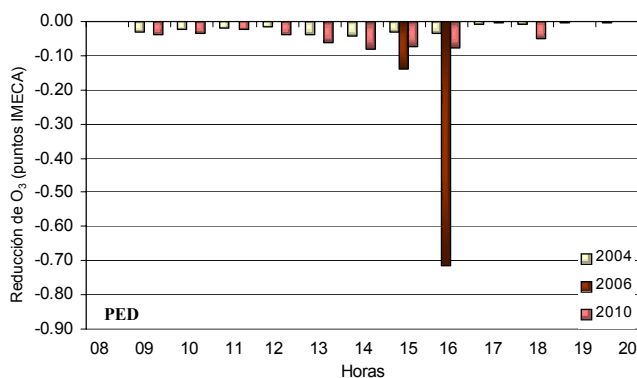
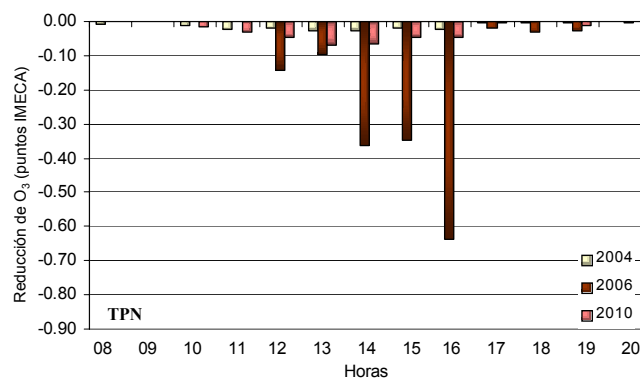


Figura 19. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación TPN para cada año analizado.



Sector Sur-Oeste (SO)

Para los sitios de este sector (figuras 18 a 22), en los escenarios PHNCP de 2004 no se observan diferencias relevantes respecto a los escenarios PHNCA. Y en el año 2010, sólo en Plateros (PLA) se estimó que el ozono disminuye 0.1 puntos IMECA (16 h) en el escenario PHNCP respecto al escenario PHNCA.

Al igual que en otros sectores, las diferencias entre escenarios PHNCP y PHNCA, se estimaron principalmente para el año 2006. En este año, el sitio más sobresaliente fue Pedregal (PED), donde el ozono disminuyó 0.71 puntos IMECA a las 16 h.

Otros sitios en los cuales también se estimaron disminuciones apreciables de ozono fueron Tlalpan (TPN), Santa Úrsula (SUR), Plateros y Cuajimalpa (CUA); donde se estimó que dicho contaminante, tiene una disminución máxima en el escenario PHNCP de 0.63 (16 h), 0.63 (16 h), 0.56 (16 h) y 0.49 (14 h) puntos IMECA (respecto al escenario PHNCA), respectivamente.

Figura 20. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación SUR para cada año analizado.

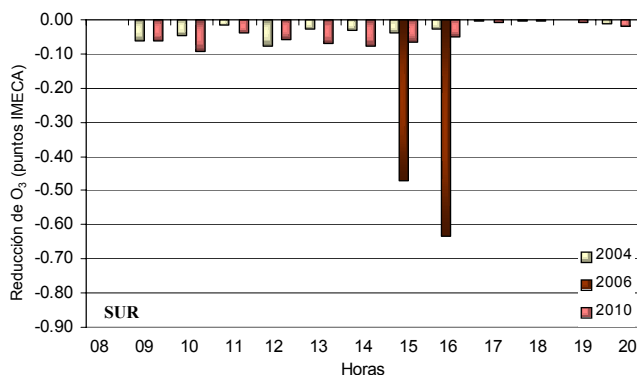


Figura 21. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación PLA para cada año analizado.

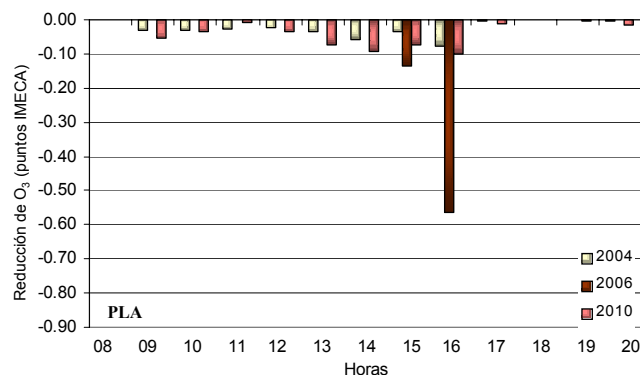


Figura 22. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación CUA para cada año analizado.

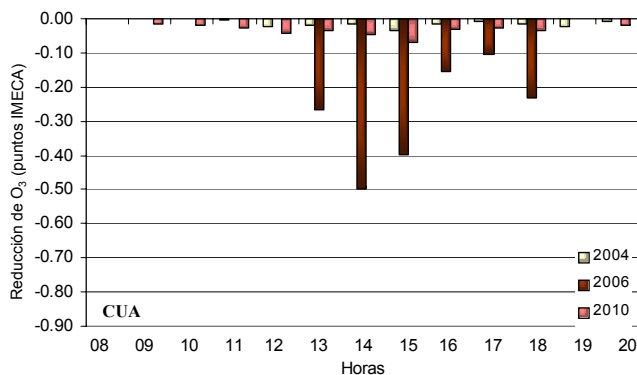
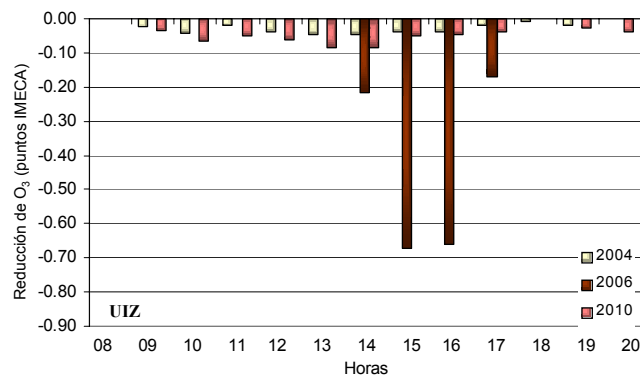


Figura 23. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación UIZ para cada año analizado.



Sector Sur-Este (SE)

En este último sector (figuras 23 a 25) no se estimaron diferencias cercanas a 0.1 puntos IMECA entre las concentraciones de ozono de los escenarios PHNCP respecto a los escenarios PHNCA en los años 2004 y 2010.

Las diferencias más sobresalientes en el año 2006, entre las concentraciones de ozono del escenario PHNCP frente al escenario PHNCA, se estimaron en la estación UAM Iztapalapa (UIZ), donde se obtuvo como decremento máximo 0.67 puntos IMECA de ozono a las 15 horas.

En las estaciones Cerro de la Estrella (CES) y Taxqueña (TAX) los decrementos de ozono son aún menores que en UIZ, en el año 2006, pues éste sólo disminuyó 0.6 (16 h) y 0.59 (de 15 a 16 h) puntos IMECA en el escenario PHNCP, respecto al escenario PHNCA.

Figura 24. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación CES para cada año analizado.

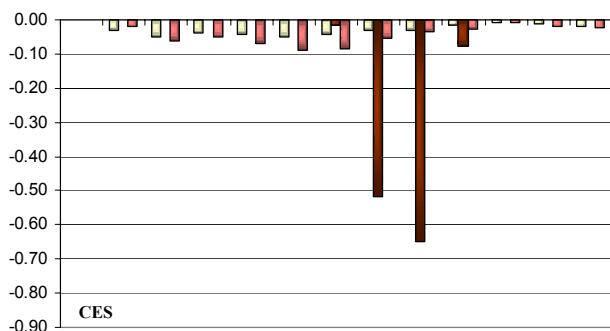
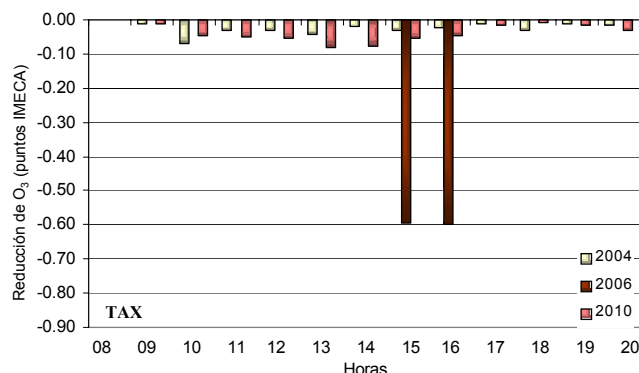


Figura 25. Diferencias de ozono PHNCP vs PHNCA en la estación TAX para cada año analizado.



CONCLUSIONES

El sitio donde se alcanzó la mayor disminución al aplicar la propuesta del PHNC fue en la estación Tultitlán (Nor-Oeste), al decrecer el ozono 0.89 puntos IMECA a las 14 horas.

Además de Tultitlán, otro sitio donde se observó mayor reducción fue la estación Merced (Centro), pues disminuye el ozono en 0.87 puntos IMECA en esta localidad.

Por su parte, en las estaciones La Villa (Nor-Este) y Pedregal (Sur-Oeste), se estimó que el ozono disminuye 0.71 puntos IMECA a las 15 y 16 horas.

Finalmente, en el sector Sur-Este se tienen menores reducciones, pues se observó que en la UAM Iztapalapa sólo disminuiría el ozono 0.67 puntos IMECA, a las 15 horas.

Por lo anterior la simulación refleja que ante un eventual incremento del parque vehicular y por ello del consumo de combustible, con la modificación al programa HNC los niveles de ozono al año 2010 serían similares o ligeramente más bajos.