



Experiencias, logros y retos en contaminantes tóxicos en aire en la ZMVM: COVs, Pb y depositación ácida

III Taller sobre Implicaciones en Política Pública de Nuevos Hallazgos Científicos sobre Contaminación Atmosférica

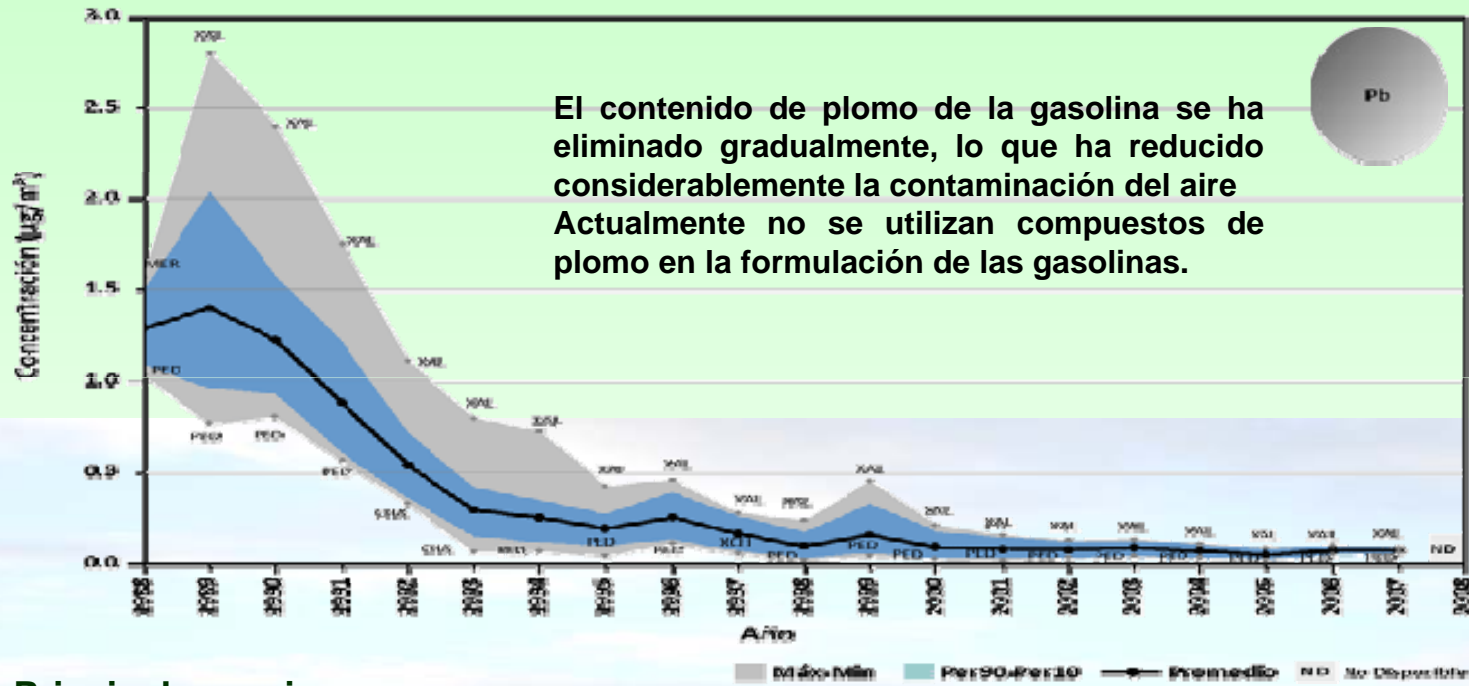
“Contaminantes Tóxicos en Aire”

J. Víctor Hugo Páramo Figueroa
Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire

Agosto 2009

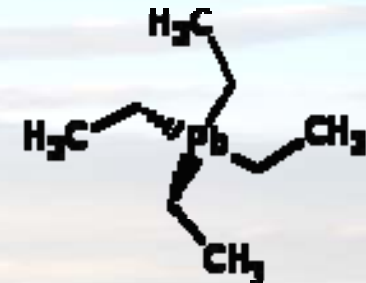


Reducción de las concentraciones de Pb

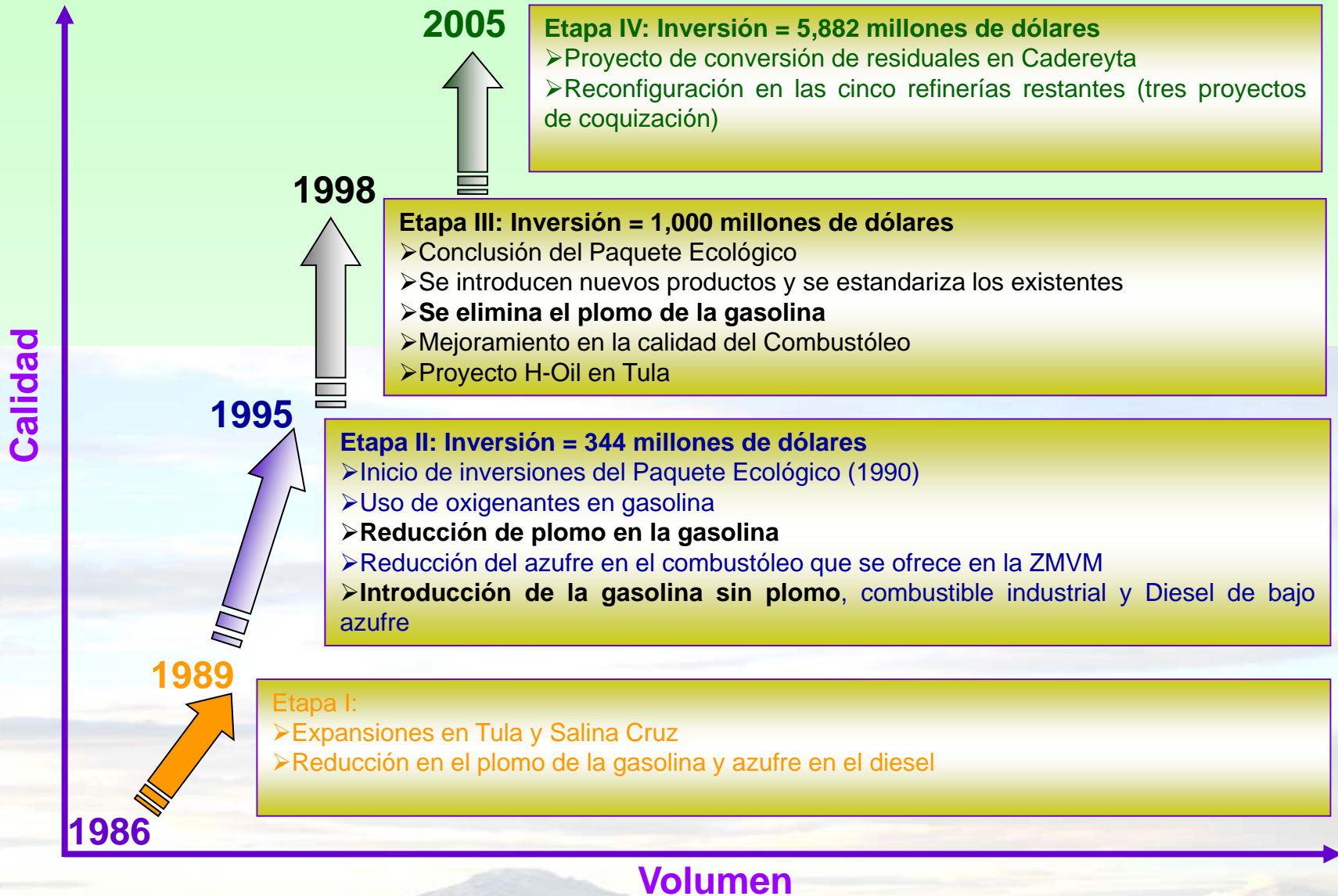


Principales acciones

- Retiro de las industrias dedicadas a la fundición.
- De 1991 a 1994 el contenido de plomo en las gasolinas se redujo en un 80%. Este paso de un rango de 0.5-1 ml/gal a 0.1-0.2 ml/gal.
- En 1995, la gasolina Nova contenía plomo en 0.01 g/gal.
- En 1996, se introduce la gasolina Premium sin plomo.
- En 1997, se elimina la distribución de gasolina Nova.

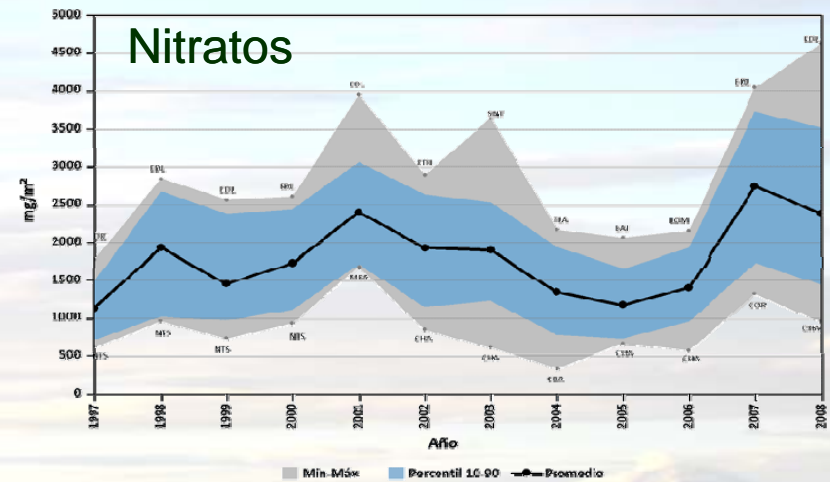
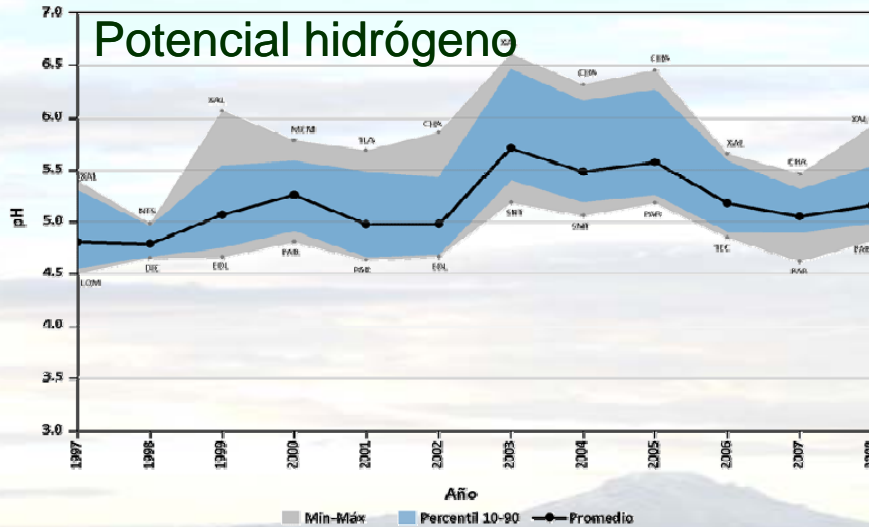
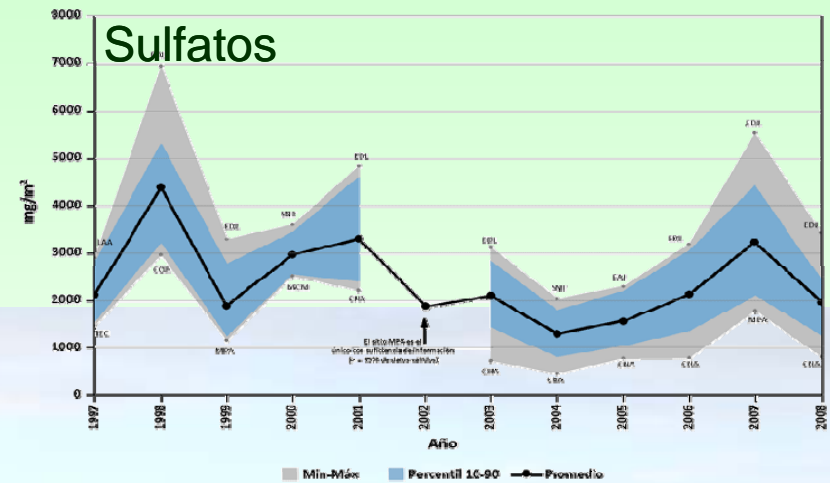


Inversiones en Infraestructura para el mejoramiento de los combustibles

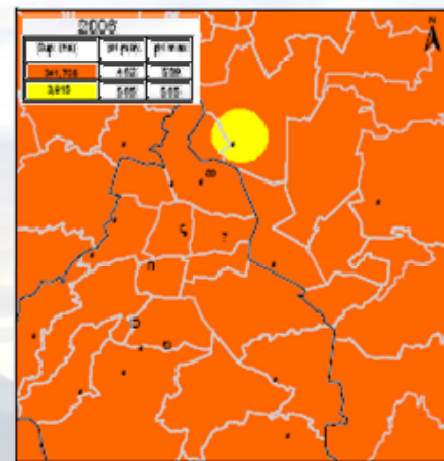
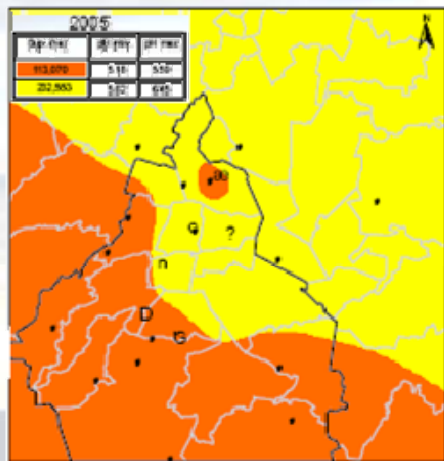
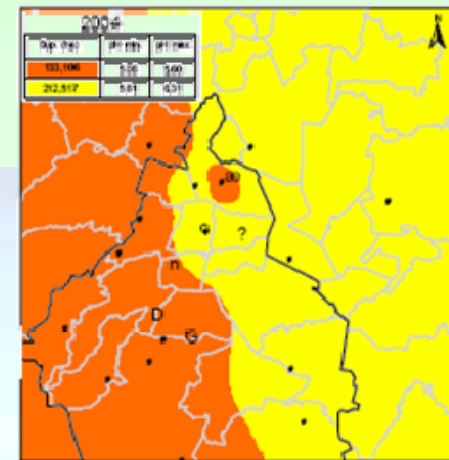
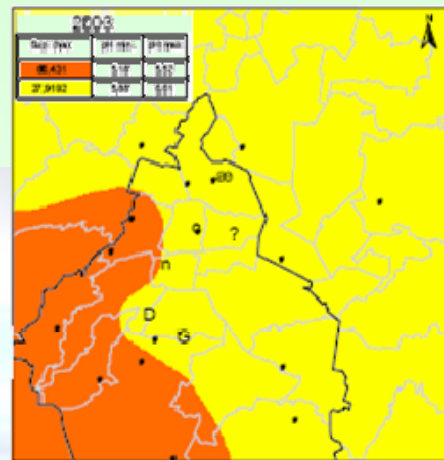
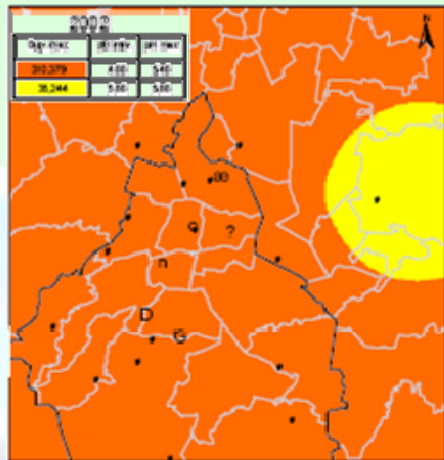
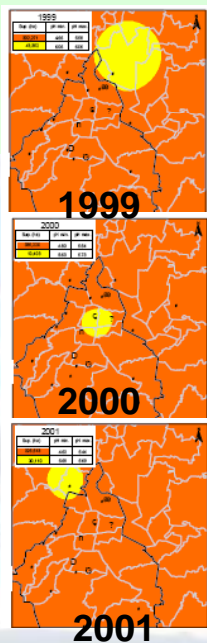
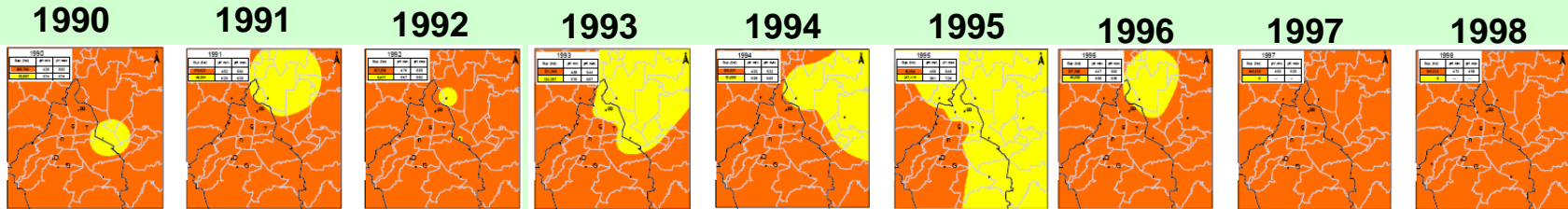


Indicadores de tendencia de la Lluvia Ácida

La lluvia ácida se forma principalmente por las emisiones de SO_2 y NO_x al combinarse con la humedad atmosférica formando H_2SO_4 y HNO_3 que al acidificar el agua de lluvia ésta afecta a los cuerpos de agua y a las plantas, además de afectar las construcciones de piedra y mármol.



Distribución espacial del pH en la ZMVM

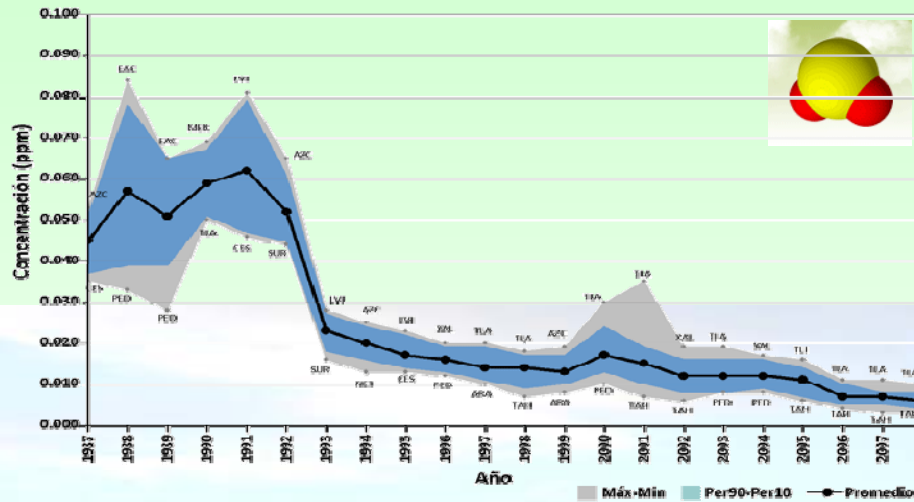


- Estaciones de Monitoreo
- pH < 5.6
- pH > 5.6

- Sitios de referencia
- Aeropuerto
 - Basílica
 - Estadio Azteca
 - C.U.
 - WTC
 - Zocalo

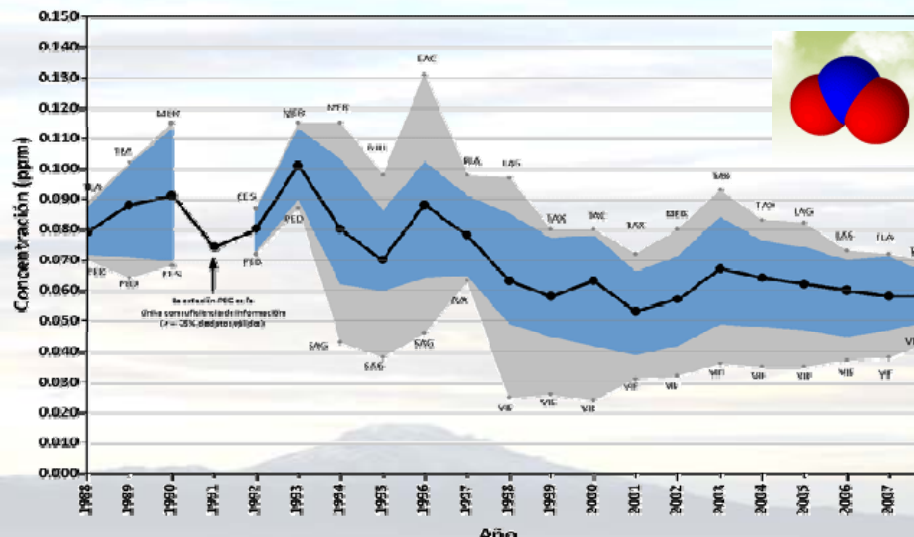
Lluvia ácida

Reducción de las concentraciones



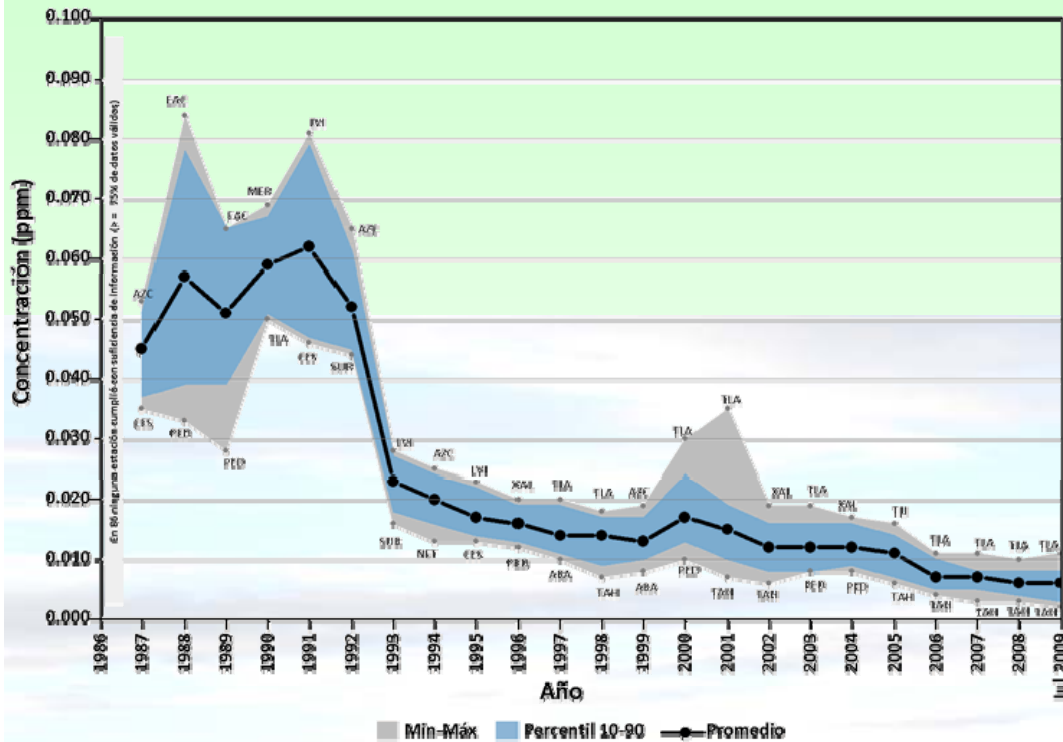
Reducción de las Emisiones

Año del inventario	[ton/año]
	SO ₂
1990	70,436
1992	33,942
1994	26,676
1996	24,777
1998	14,780
2000	8,385
2002	8,548
2004	6,646
2006	6,317
Reducción 1990-2006	91%



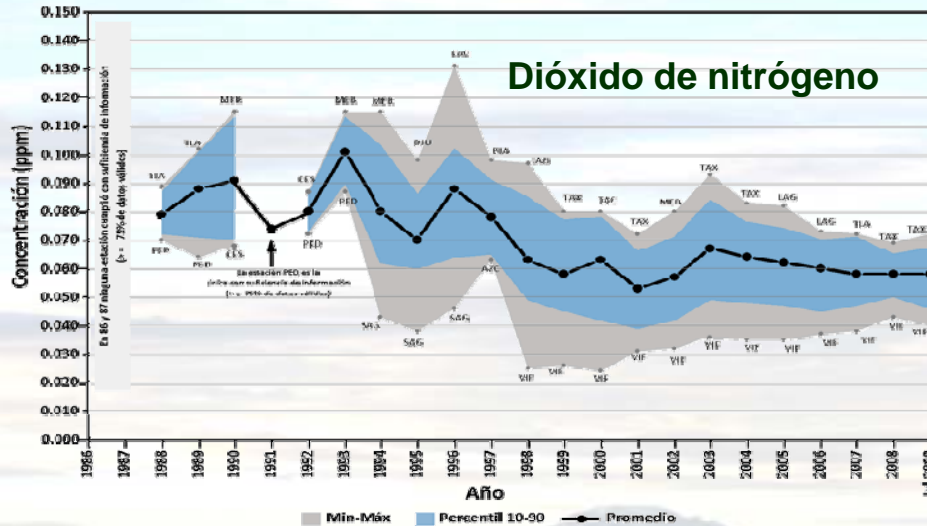
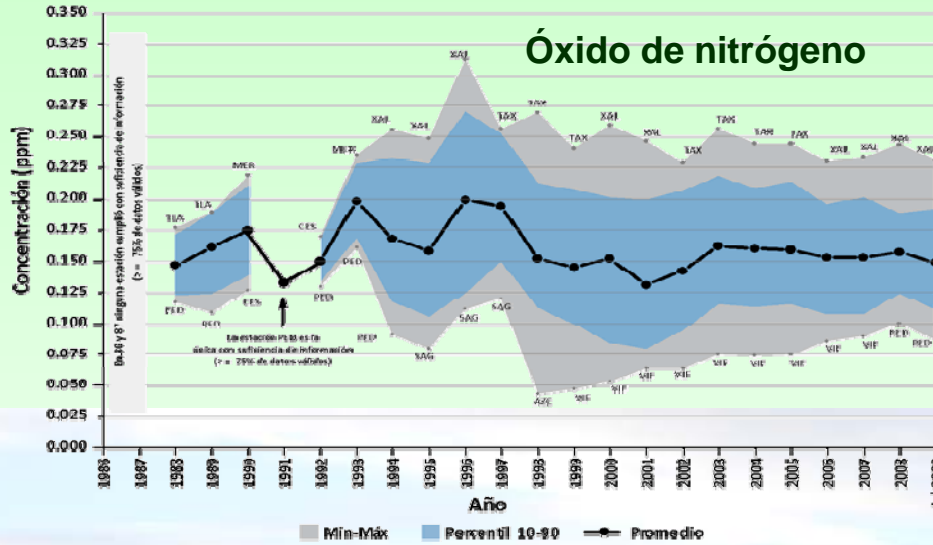
Año del inventario	[ton/año]
	NO _x
1990	242,471
1992	243,939
1994	234,872
1996	212,584
1998	185,013
2000	193,476
2002	188,262
2004	179,996
2006	180,412
Reducción 1990-2007	26%

Acciones aplicadas para la reducción de las concentraciones de SO₂



Año	Acción
1990	La gasolina Extra Plus/Magna con 500ppm (0.5%) de azufre, sustituye gradualmente a la nova plus con 1500 ppm (15%)
	Inicia el cambio de combustóleo por gas natural en la industria
	Se reubicó la industria altamente contaminante (fundidoras) fuera de la ZMVM.
1991	El combustóleo pesado 3.8% azufre, es sustituido por combustóleo ligero con 3% de azufre.
	Inicia la sustitución del diesel #2 de 2% de azufre, por diesel nacional de 1% de azufre.
1992	Las termoeléctricas consumen al 100% gas natural.
	Inicia el programa de uso de Gas LP.
1993	El diesel desulfurado de 0.5% de azufre es sustituido por PEMEX diesel de 0.05% de azufre y el diesel nacional de 1% de azufre es sustituido por diesel industrial de 0.5% de azufre.
1994	Entra en vigor la NOM 085 y 086, que establece los límites de emisión permisibles en la industria (110 ppmV de SO ₂) y la calidad de los combustibles (% peso de azufre max., Nova Plus = 0.15, Magna Sin = 0.10, Diesel Sin = 0.05).
1995	El combustóleo ligero de 3% de azufre es sustituido por gasóleo industrial de 2% de azufre.
1997	Introducción de transporte eléctrico dedicado a la distribución de refrescos y alimentos perecederos en el primer cuadro de la Ciudad de México.
	El diesel industrial de 0.5% de azufre es sustituido por el diesel industrial de bajo contenido de azufre de 0.05% de azufre.
1998	Se deja de consumir gasolina nova plus con un contenido de azufre de 1500ppm (15%) e inicia la distribución de gasolina Premium con 500 ppm (0.05%)
	Se establece un contenido máximo de azufre en los combustibles para uso industrial de 1% en peso.
2006	En cumplimiento a la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI a partir de octubre del 2006 se suministrará gasolina Premium de 30 ppm de azufre.
	Se han exentado 49 industrias de jurisdicción local, que cumplen con los límites establecidos en el PCAA ó que han reducido sus emisiones en más de un 30% sobre su línea base.
2007	Se amplió la línea uno del metrobus al Caminero.
2008	Se suministra diesel con 15ppm (0.0015%) a los metrobuses.
	Se construyó el segundo corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre eje 4 Sur (Metrobús línea 2 Tacubaya -Tepalcates).
2009	Entra en operación el corredor cero emisiones sobre Eje Central.
	La RTP establece rutas de servicio expreso con autobuses nuevos EPA 2004 y rutas expres sobre el circuito bicentenario.
	Se reordenan el transporte público colectivo de pasajeros sobre Av Reforma con 150 autobuses nuevos EPA 2004.

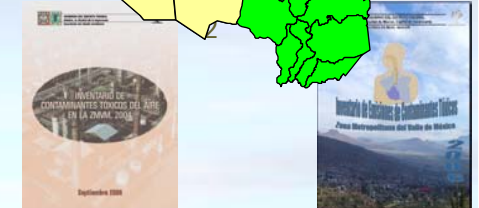
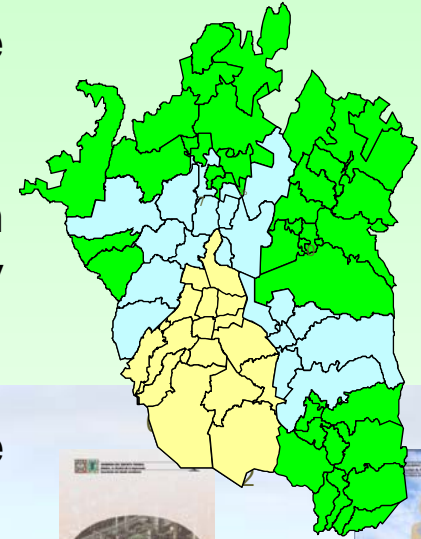
Acciones aplicadas para la reducción de las concentraciones de NOx



Año	Acción
1990	Inicia el Programa "Hoy No Circula" con carácter de obligatorio. Se reubicó la industria altamente contaminante (fundidoras) fuera de la ZMVM.
1991	Se cerró la Refinería "18 de Marzo".
1992	Las termoeléctricas consumen al 100% gas natural. Inicia el programa de control de emisiones industriales para reducir las emisiones de HC y NOx. Inicia el programa de uso de Gas LP.
1993	Se instaló equipo anticontaminante en 3,500 unidades utilizadas para el transporte de pasajeros (Ex Ruta 100). Se incorpora el convertidor catalítico de tres vías en todos los vehículos nuevos, junto con los sistemas de inyección de combustible. Modernización del programa de verificación vehicular, con la introducción de equipo BAR 90.
1994	Entra en vigor la NOM 085, que establece los límites de emisión permisibles en la industria. En la termoeléctrica Valle de México se modificó el diseño del sistema de aire y gases en la combustión de los generadores de vapor. Se modifica el Programa Hoy No Circula, introduciendo los hologramas 0, 1 y 2.
1996	Se moderniza el Programa de Verificación Vehicular con la introducción de equipo BAR 97, iniciando la medición de NOx. Entró en vigor para el sector industrial la aplicación de la segunda etapa de los límites de emisión de la NOM- 085-ECOL-1994, los cuales son más estrictos. Inicia el programa piloto de Gas Natural Comprimido (GNC) para vehículos de pasajeros y de carga de la ZMVM. Se modifica el Programa Hoy No Circula, introduciendo el holograma doble cero.
1999	Se incorporarán al RTP 100 nuevos autobuses; al sistema de trolebuses 200 nuevas unidades y pone en funcionamiento la línea B METRO, en el tramo de Buena Vista a Villa de Aragón. Inicia el Programa Integral de Reducción de Emisiones Contaminantes (PIREC), para sustituir los convertidores catalíticos.
2000	El Gobierno Francés otorgó recursos al D.F., para que 860 microbuses (año-modelo 1992 y 1993) del transporte público usaran GNC. Se pone en funcionamiento el segundo tramo de la línea B del METRO que va de Continentes a Ciudad Azteca. En el D.F. se adquieren 1,033 unidades vehiculares de uso intensivo que utilizan gas natural.
2001	Se incorporaron a la RTP 881 autobuses y retiró de la circulación 361 autobuses viejos. Se separó el PVVO para que los vehículos se verificaran en la entidad donde fueron emplacados.
2002	Se inicia la renovación de la flota vehicular de taxis y sustitución de microbuses. Se modificó el esquema operativo del programa de sustitución de convertidores catalíticos (PIREC).
2003	Se terminó de construir el distribuidor vial de San Antonio, se construyeron 4 puentes y fue terminada la ciclopista (75 kilómetros). Se actualizó el Programa Hoy No Circula, haciendo más estrictos los criterios de exención
2004	Se incorporaron 100 unidades nuevas a la RTP. Se fortalece el PVVO, se terminaron los cambios al software de y se implantó totalmente el Sistema de Verificación Vehicular (SIVEV) en el D.F.
2005	Se construyó el primer corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre la vialidad de Insurgentes (Metrobús línea 1 Indios Verdes-Dr. Gálvez). Se sustituyeron en todas las líneas de verificación, parte de los sistemas de análisis de gases contaminantes, para incluir mecanismos de seguridad. Se publicó la NOM 042 para asegurar que los vehículos nuevos que se comercialicen en México presenten niveles de emisión hasta 4 veces más bajos a los actuales, equivalentes a las normas de EUA (TIER 2) y Europeas (EURO IV). Se inauguró 1 nueva estación de distribución de GNC.
2006	Se inauguró la segunda etapa del Segundo piso sobre Periférico y el distribuidor vial Ermita Iztapalapa – Eje vial 3 Oriente. Se exentan del PCAA 49 industrias de jurisdicción local, que han reducido sus emisiones en más de un 30% sobre su línea base. Hasta este año se han renovado cerca de 47 mil taxis y 4,000 microbuses.
2007	Se amplió la línea uno del metrobus al Caminero.
2008	Se construyó el segundo corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre eje 4 Sur (Metrobús línea 2 Tacubaya - Tepalcates). Entra en operación el corredor cero emisiones sobre Eje Central.
2009	La RTP establece rutas de servicio expreso con autobuses nuevos EPA 2004 y rutas expres sobre el circuito bicentenario. Se reordenar el transporte público colectivo de pasajeros sobre Av Reforma con 150 autobuses nuevos EPA 2004.

Los contaminantes tóxicos en COV

- En la ZMVM, se tienen estudios de mediciones de COV desde 1999 (Serrano-Trespalacios).
- Mediciones de HC policíclicos, aromáticos y de otros COV en las Campañas de medición MIT-MCMA 2002-2003 y MILAGRO 2006.
- Campaña medición COVs CENICA-INE/SMA-GDF de septiembre 2005 a septiembre 2006.
- En el año 2006, se presentó el primer Inventario de Contaminantes Tóxicos del Aire de la ZMVM del año 2004 y en el año 2008 se presentó el correspondiente al año 2006.
- Se desarrolló la norma ambiental para el Distrito Federal NADF-011-AMBT-2007 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en fuentes fijas de jurisdicción del Distrito Federal que utilizan solventes orgánicos o productos que los contienen



Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos

El Inventario de emisiones de contaminantes criterio y en específico lo relacionado con los PM_{10} y COV constituye la base sobre el cual se elabora el Inventario de emisiones de contaminantes tóxicos.



Evolución de las emisiones de COV

A través de los inventarios de emisiones podemos conocer el comportamiento de los COV, el cual nos indica que de 1990 a 2006, se ha reducido en un 41% las emisiones de COV, como consecuencia principal del cambio tecnológico del parque vehicular, donde los vehículos con sistema de control han ido en aumento y aquellos que no cuentan con sistema de control se han reducido paulatinamente.

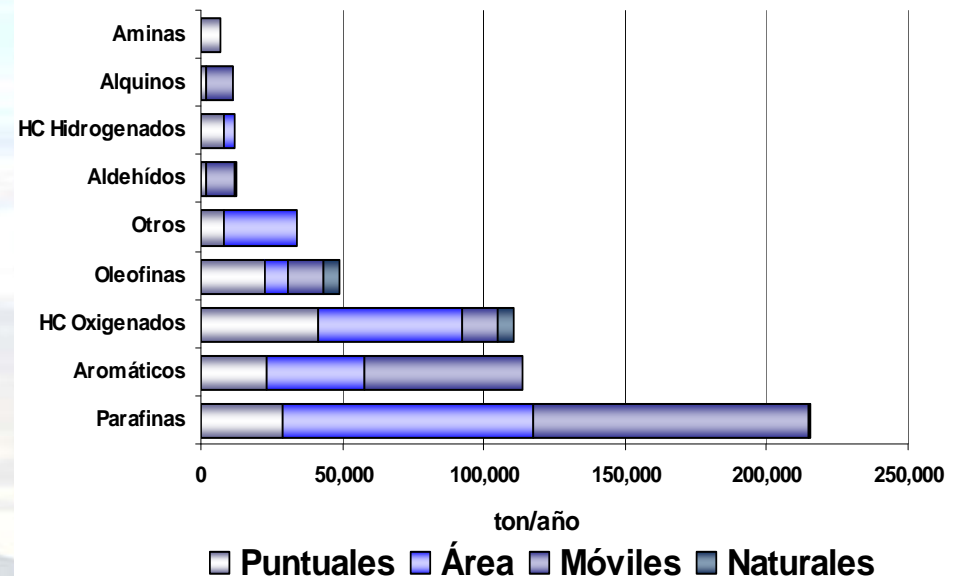
Año del inventario	COV [ton/año]
1990	876,608
1992	708,882
1994	674,195
1996	632,903
1998	513,127
2000	540,182
2002	542,572
2004	532,168
2006	516,019
Reducción 1990-2006	41.13%

Emisiones de COV especiadas por familia

Para contribuir al conocimiento de la variedad de COV generados en la ZMVM, así como diseñar medidas de mitigación, se presenta un análisis de la especiación por familia de dichos contaminantes.

La especiación de las emisiones totales de COV generadas en la ZMVM, nos indica que los compuestos más abundantes al igual que en el monitoreo incluyen a las parafinas (38%), aromáticos (20%), hidrocarburos oxigenados (20%) y olefinas (9%).

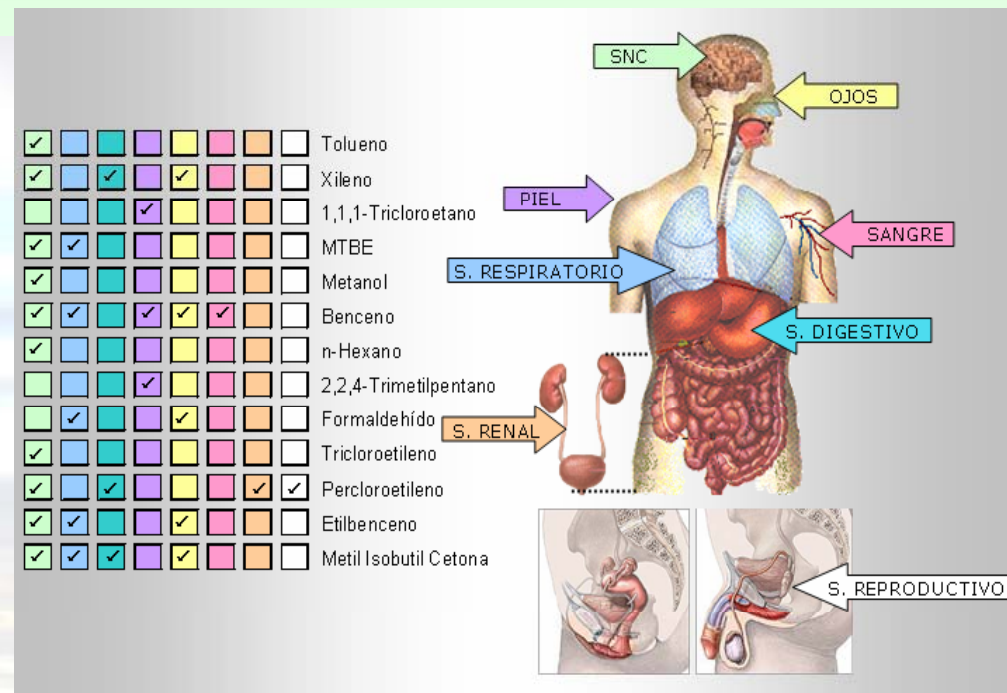
COV por familia	Emisión	
	[ton/año]	[%]
Parafinas	215,141	38
Aromáticos	113,816	20
Hidrocarburos oxigenados	110,753	20
Olefinas	48,977	9
Aldehídos	12,608	2
Hidrocarburos halogenados	11,705	2
Alquinos	11,423	2
Aminas	7,150	1
Otros	34,488	6



Principales contaminantes tóxicos generados

En el inventario de contaminantes tóxicos 2006 se identificaron 109 compuestos tóxicos, los cuales generaron cerca de 175 mil toneladas anuales. Los más sobresalientes por sus emisiones y que en conjunto representaron el 70% del total, fueron:

Tolueno
Metanol
1,1,1-Tricloroetano
Xilenos (isómeros y mezclas)
n-Hexano
Metil terbutil éter
Tricloroetileno
Benceno

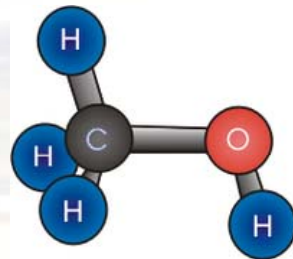
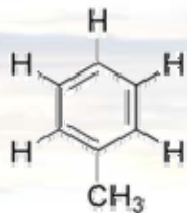


Principales contaminantes tóxicos de la ZMVM

De las emisiones de contaminantes tóxicos, destacan las del tolueno con más de 48 mil toneladas anuales, lo que representa el 28% de las emisiones totales.

Las principales fuentes emisoras de tolueno son:

- Recubrimiento de superficies industriales
- Recubrimiento de superficies arquitectónicas
- Los sectores industrial de sustancias químicas, productos metálicos.

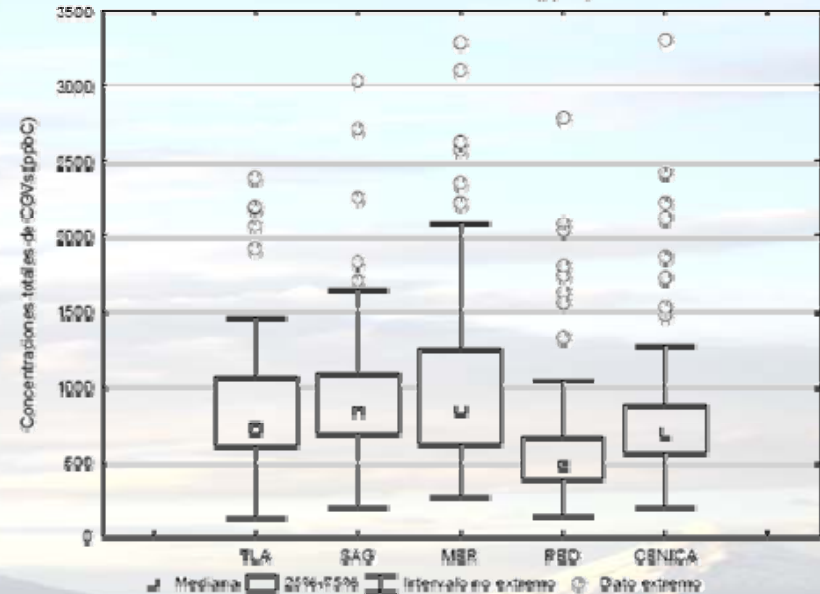
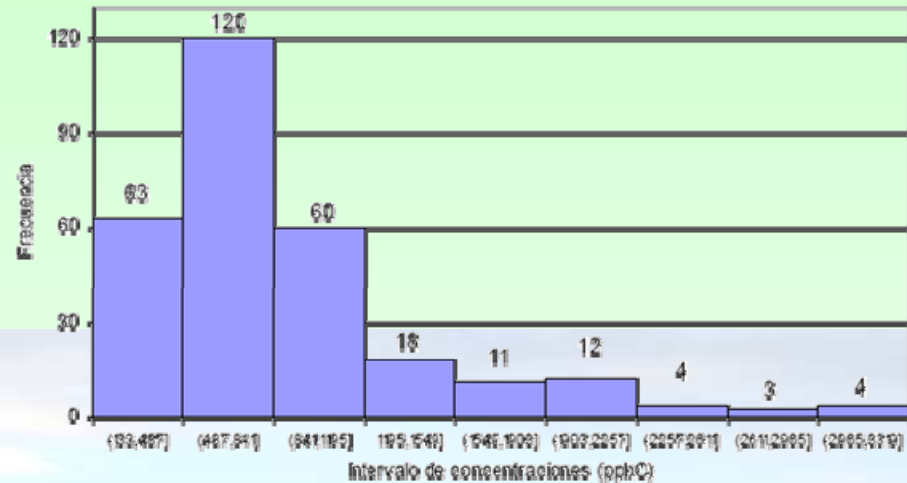


Contaminante	[ton/año]	%
Tolueno	48,784	28
Metanol	16,652	9
1,1,1-Tricloroetano	14,228	8
Xilenos (isómeros y mezclas)	13,010	7
n-Hexano	8,952	5
Metil Terbutil Éter	7,051	4
Tricloroetileno	6,950	4
Benceno	6,569	4
m-Xileno	6,173	4
2,2,4-Trimetilpentano	5,827	3
Formaldehído	4,568	3
Etilbenceno	4,101	2
o-Xileno	2,920	2
Bromuro de metilo (Bromometano)	2,918	2
Metil Etil Cetona (2-Butanona)	2,659	2
1,3-Dicloropropano	2,103	1
Metil Isobutil Cetona (Hexona)	2,019	1
Acetaldehído	1,858	1
Metales	1,951	1
Otros	15,587	9
Total	174,880	100

Monitoreo y evaluación de las concentraciones de COV en la ZMVM

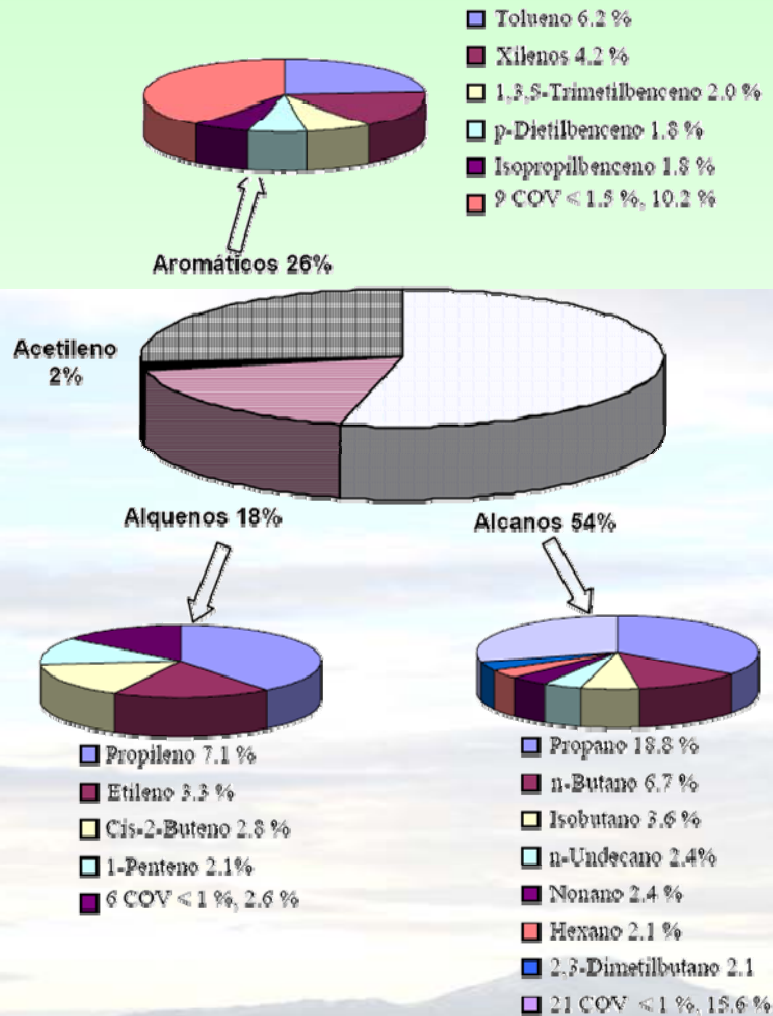
A falta de un monitoreo continuo de COV, en colaboración con el CENICA-INE se llevó a cabo un estudio para determinar y cuantificar sus concentraciones en la ZMVM. Con esta información y la que debe generarse en los años siguientes, se tendrán elementos para evaluar la efectividad de las medidas propuestas en el PROAIRE 2002 – 2010, para el control de las emisiones de COV.

Distribución de los concentraciones totales de COV en la ZMVM septiembre 2005 a septiembre 2006



Acciones aplicadas para la reducción de las concentraciones de COV

Abundancia relativa de los grupos químicos de COV en la ZMVM.



Año	Acción
	Se sustituye la gasolina Extra Plus por la PEMEX Magna Sin.
1990	Inicia el Programa "Hoy No Circula" con carácter de obligatorio. Se reubicó la industria altamente contaminante (fundidoras) fuera de la ZMVM.
1991	Se introduce el convertidor catalítico de dos vías, lo cual requirió la distribución de gasolina Magna Sin. Se cerró la Refinería "18 de Marzo". Las termoeléctricas consumen al 100% gas natural.
1992	En todas las gasolinas se fijaron valores máximos en volumen de contenido de aromáticos (30%), olefinas (15%) y benceno (2%) y de PVR de 6.5-8.5 psi. Inicia el programa de uso de Gas LP. Se instaló equipo anticontaminante en 3,500 unidades utilizadas para el transporte de pasajeros (Ex Ruta 100).
1993	Se incorpora el convertidor catalítico de tres vías en todos los vehículos nuevos, junto con los sistemas de inyección de combustible. Se establece un límite máximo de contenido de aromáticos (30%v) para el PEMEX Diesel Modernización del programa de verificación vehicular, con la introducción de equipo BAR 90.
1994	Entra en vigor la NOM 085 y 086, que establece los límites de emisión permisibles en la industria y la calidad de los combustibles.
1995	PEMEX Refinación incorporó sistemas de recuperación de vapores (fase 0), en 4 terminales de distribución y almacenamiento de gasolina.
1996	En la termoeléctrica Valle de México se modificó el diseño del sistema de aire y gases en la combustión de los generadores de vapor. Se modifica el Programa Hoy No Circula, introduciendo los hologramas 0, 1 y 2. Se aplicó una nueva regulación a las gasolinas, limitando de manera importante: la presión de vapor (7.8 psi), el contenido de olefinas (10%), aromáticos (25%) y benceno (1%), para lo cual PEMEX introdujo la gasolina PEMEX Premium. Se concluyó la instalación de Sistemas de Recuperación de Vapores en tanques de almacenamiento y descarga de combustibles (Fase 0 y 1).
1997	PEMEX puso a la venta la nueva gasolina PEMEX Magna Reformulada menos reactiva, que sustituyó a la PEMEX Magna.
1998	Se consolida la instalación de sistemas de recuperación de vapores en las gasolineras. Entró en vigor para el sector industrial la aplicación de la segunda etapa de los límites de emisión de la NOM-085-ECOL-1994, los cuales son más estrictos. Inicia el programa piloto de Gas Natural Comprimido (GNC) para vehículos de pasajeros y de carga de la ZMVM. Se modifica el Programa Hoy No Circula, introduciendo el holograma doble cero.
1999	Se incorporarán al RTP 100 nuevos autobuses; al sistema de trolebuses 200 nuevas unidades y pone en funcionamiento la línea B METRO, en el tramo de Buena Vista a Villa de Aragón. Inicia el Programa Integral de Reducción de Emisiones Contaminantes (PREC), para sustituir los convertidores catalíticos.
2000	El Gobierno Francés otorgó recursos al D.F., para que 860 microbuses (año-modelo 1992 y 1993) del transporte público usaran GNC. Se pone en funcionamiento el segundo tramo de la línea B del METRO que va de Continentes a Ciudad Azteca. En el D.F. se adquieren 1,033 unidades vehiculares de uso intensivo que utilizan gas natural.
2001	Se incorporaron a la RTP 881 autobuses y retiró de la circulación 361 autobuses viejos. Se separó el PVVO para que los vehículos se verificaran en la entidad donde fueron emplacados. Se inicia la renovación de la flota vehicular de taxis y sustitución de microbuses.
2002	Se modificó el esquema operativo del programa de sustitución de convertidores catalíticos (PREC). Se terminó de construir el distribuidor vial de San Antonio, se construyeron 4 puentes y fue terminada la ciclista (75 kilómetros).
2003	Se actualizó el Programa Hoy No Circula, haciendo más estrictos los criterios de exención. Se incorporaron 100 unidades nuevas a la RTP.
2004	Se fortalece el PVVO, se terminaron los cambios al software de y se implantó totalmente el Sistema de Verificación Vehicular (SIVEV) en el D.F. Se construyó el corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre la vialidad de Insurgentes (Metrobús). Se sustituyeron en todas las líneas de verificación, parte de los sistemas de análisis de gases contaminantes, para incluir mecanismos de seguridad.
2005	Se publicó la NOM 042 para asegurar que los vehículos nuevos que se comercialicen en México presenten niveles de emisión hasta 4 veces más bajos a los actuales, equivalentes a las normas de EUA (TIER 2) y Europeas (EURO IV). Se inauguró la segunda etapa del Segundo piso sobre Periférico y el distribuidor vial Ermita Iztapalapa - Eje vial 3 Oriente.
2006	Se han sustituido cerca del 99% de los cilindros de distribución de gas LP en la ZMVM. Hasta este año se han renovado cerca de 47 mil taxis y 4,000 microbuses.
2007	Se amplió la línea uno del metrobus al Caminero.
2008	Se construyó el segundo corredor confinado para el transporte de pasajeros sobre eje 4 Sur (Metrobús línea 2 Tacubaya Tepalcates). Entra en operación el corredor cero emisiones sobre Eje Central.
2009	La RTP establece rutas de servicio expreso con autobuses nuevos EPA 2004 y rutas expres sobre el circuito bicentenario. Se reordenar el transporte público colectivo de pasajeros sobre Av Reforma con 150 autobuses nuevos EPA 2004.

Retos en el ProAire 2011-2020

Para dar continuidad al mejoramiento de la calidad del aire, se le dará vigencia al programa de mejoramiento de la Calidad del Aire de la ZMVM al año 2020, dándole continuidad a las medidas exitosas, además de incluir proyectos y medidas específicas para la reducción de compuestos tóxicos.

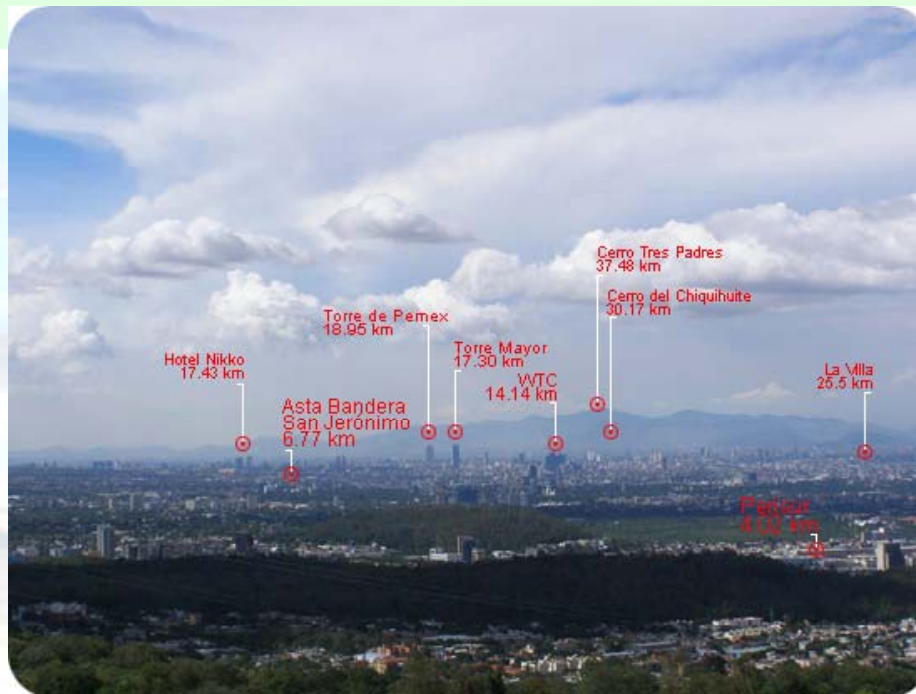


- Ampliar y actualizar el marco Normativo, referente a las emisiones de compuestos tóxicos.
- Establecer la medición permanente y continua de algunos COV.
- Bajar el contenido de aromáticos en el diesel.
- Establecer medidas de reducción de emisiones de COV en las fuentes de área.
- Actualizar bianualmente el inventario de emisiones de contaminantes tóxicos.

Especificación del diesel	Carta mundial de combustibles				Norma
	1	2	3	4	ZMVM
Aromáticos (% peso, máx) ^a	N/E	25	20	15	30 (%vol)

Gracias por su atención

J. Victor Hugo Páramo Figueroa



WebCam de la Cd. de México)

vparamo@sma.df.gob.mx

<http://www.sma.df.gob.mx>