



# Programa para Mejorar la Calidad del Aire Valle de Toluca 2012 - 2017

## **Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017)**

© **Derechos Reservados**

Gobierno del Estado de México  
Secretaría del Medio Ambiente  
Conjunto SEDAGRO, Edificio "C"  
Planta Baja, Puerta 101  
Col. Ex Rancho San Lorenzo, C.P. 52140  
Metepec, Estado de México

Primera Edición, 2012

Impreso y hecho en México

La reproducción total o parcial de este documento podrá efectuarse mediante autorización expresa de la fuente y dándole el crédito correspondiente.

**CE: 212/01/01/12**

**[www.edomexico.gob.mx](http://www.edomexico.gob.mx)**

**Dr. Eruviel Ávila Villegas**

Gobernador Constitucional del Estado de México.

**Mtro. Juan Rafael Elvira Quesada**

Secretario del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**M. en D. Cruz Juvenal Roa Sánchez**

Secretario del Medio Ambiente.

**M. en C. Alfonso Flores Ramírez**

Encargado del Despacho de la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental.

**M. en A. Susana Libien Díaz González**

Directora General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

**L.A.E. José Alberto Ortiz Cruz**

Delegado Federal de la SEMARNAT en el Estado de México.

**Profra. Raquel Agami Quezada**

Coordinadora del Programa Aire Limpio del Valle de Toluca.

**M. en C. Ana María Contreras Vigil**

Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)

**Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México.**

Conjunto SEDAGRO  
Lado Sur S/N, Colonia  
Ex Rancho San Lorenzo,  
C.P. 52140, Metepec,  
Estado de México.

**Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.**

Periférico Sur 4209, piso 6,  
Col. Jardines en la  
Montaña, C.P. 14210  
Delegación Tlalpan,  
México D.F.

**Mtro. Efrén Sánchez López**  
Presidente Municipal de Almoloya de Juárez.

**Dr. Apolonio Fonseca Castañeda**  
Presidente Municipal de Almoloya del Río.

**C. Matías Flores Ávila**  
Presidente Municipal de Atizapán.

**C. Felicitas Guillermina García Piña**  
Presidenta Municipal de Calimaya.

**C. Filiberto Rojas Ubaldo**  
Presidente Municipal de Capulhuac.

**Lic. Isidoro Pablo Hernández Castillo**  
Presidente Municipal de Chapultepec.

**Ing. Fidel Alejandro Castillo Ambriz**  
Presidente Municipal de Lerma.

**Lic. Jaime Efraín Hernández González**  
Presidente Municipal de Metepec.

**Lic. Javier Fuentes Terrón**  
Presidente Municipal de Mexicaltzingo.

**C. Joel Cerón Tovar**  
Presidente Municipal de Ocoyoacac.

**Lic. Vicente Quiroz Peñaloza**  
Presidente Municipal de Otzolotepec.

**Ing. Elías Arturo Sánchez Montes de Oca**  
Presidente Municipal de Rayón.

**Lic. Margarita Balbuena González**  
Presidenta Municipal de San Antonio la Isla.

**Arq. Sergio Fuentes Vázquez**  
Presidente Municipal de San Mateo Atenco.

**C. Enrique Valdés García**  
Presidente Municipal de Temoaya.

**Lic. Alfredo Gómez Sánchez**  
Presidente Municipal de Tenango del Valle.

**C. Erasmo Alonso Flores**  
Presidente Municipal de Texcalyacac.

**C. Aarón González González**  
Presidente Municipal de Tianguistenco.

**Mtro. Guillermo Legorreta Martínez**  
Presidente Municipal de Toluca.

**Profr. Armando Zavala Nolasco**  
Presidente Municipal de Xalatlaco.

**C.P. Ramón Saavedra Gutiérrez**  
Presidente Municipal de Xonacatlán.

**Lic. José Gustavo Vargas Cruz**  
Presidente Municipal de Zinacantepec.

## Integración Técnica del Documento

Coordinación Técnica: Valdez Hinojosa Hilda

Aguirre Campuzano Carlos Edgardo	Larrieta Salas Epifanio
Álvarez Colín Alma Delia	López Tinoco Alejandra
Antonio Némiga Xanat	Lugo Peña Arturo Raymundo
Archundia Bravo Humberto	Mendieta Zerón Carlos
Arciga Quiroz Mariana	Mendoza Sánchez María de Jesús
Arcos Gallego Jesús	Montiel Yáñez Sara Guadalupe
Ávila Pérez Pedro	Morales Becerril Camilo José
Badillo Zamora Martina Florina	Orendain Díaz Alejandro
Barrera Martínez Francisco Javier	Ortíz Ramírez Celia Leticia
Barrios Castrejón Ramiro	Patiño Benítez Emiliano Alejandro
Cabrera Santana Jaime Álvaro	Pérez Félix Camilo
Carreola Martínez Benjamín	Pichardo Pineda Fernando
Castañón Moreno Sergio	Pino Pliego Alejandro
Chávez Solano Francisco Rafael	Ramos Doria Zorely
Chávez Torres Rosa Hilda	Reyna Nieto María de Lourdes
De Luna Cuevas Luis Octavio	Rodríguez Cárdenas Ricardo
Duarte Gómez Héctor Arturo	Rodríguez García María Alejandra
García Hernández Eugenio	Tapia Serrano Efrén
García Santiago Gloria	Torres Meza Víctor Manuel
Geniz Orihuela Edgar Manuel	Trejo Soriano Luis Demetrio
Gutiérrez García José Antonio	Valdés Avendaño Bibiana
Guzmán Torres Diana Karin	Vélez González Cinthia
Herrera Navarrete Sergio	Villegas Rodríguez Jorge
Jerez Bueguette Gustavo Antonio	Yáñez Rodríguez Gloria
Landa Fonseca Hugo	Zarco Miranda Agustín

Corrección: González Villegas Juana María de Jesús

Diseño: Guerra García Carlos Gilberto

## Integrantes del Comité Núcleo

**Dr. Narciso Fuentes Medina**

Primer Regidor Comisionado de Salud y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez.

**Dra. Marlen Espinosa Miranda**

Décima Regidora Comisionada de Ecología y Cultura del H. Ayuntamiento de Atizapán.

**C. Alfredo Moreno Torres**

Tercer Regidor Comisionado de Prevención y Protección al Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Capulhuac.

**C. Damián Ortega López**

Noveno Regidor Comisionado de Ecología del H. Ayuntamiento de Lerma.

**C. Araceli Olascoaga Ríos**

Tercera Regidora Comisionada de Limpia, Preservación y Restauración del Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Mexicaltzingo.

**C. Prudencio Mateo Iturbide**

Quinto Regidor Comisionado de Ecología del H. Ayuntamiento de Oztoltepec.

**C. Lourdes Jaurez Manjarrez**

Octava Regidora Comisionada de Ecología, Parques y Jardines del H. Ayuntamiento de San Antonio la Isla.

**C. Concepción Pedro Bermúdez Román**

Noveno Regidor Comisionado de Ecología y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Temoaya.

**Ing. Martín Medina Sámano**

Séptimo Regidor Comisionado de Ecología del H. Ayuntamiento de Texcalyacac.

**C. J. Remedios Gil Núñez Pedraza**

Octavo Regidor Comisionado de Ecología del H. Ayuntamiento de Almoloya del Río.

**C. Eustorgio Vargas Maya**

Quinto Regidor Comisionado de Desarrollo Agropecuario, Rural y Ecología del H. Ayuntamiento de Calimaya.

**C. Salvador Pichardo Flores**

Décimo Regidor Comisionado de Ecología, Parques y Panteones del H. Ayuntamiento de Chapultepec.

**Lic. Alfonso José Chozas Chozas**

Séptimo Regidor Comisionado de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Metepec.

**C. Emmanuel Uribe Acosta**

Noveno Regidor Comisionado de Preservación y Restauración del Medio Ambiente y Residuos Orgánicos e Inorgánicos del H. Ayuntamiento de Ocoyoacac.

**C. Rosa Díaz Zetina**

Quinta Regidora Comisionada de Ecología del H. Ayuntamiento de Rayón.

**C. Renato González Alcántara**

Octavo Regidor Comisionado de Promoción Social y Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de San Mateo Atenco.

**P. en D. Pablo Castillo Mercado**

Noveno Regidor Comisionado de Medio Ambiente y Turismo del H. Ayuntamiento de Tenango del Valle.

**Profra. María de Lourdes Eulalia Olivares García**

Quinta Regidora Comisionada de Ecología y Preservación del Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Tianguistenco.

**Lic. Laura Mitzi Barrientos Cano**  
Quinta Regidora Presidenta de la  
Comisión de Preservación,  
Restauración del Medio Ambiente y  
Reservas Ecológicas del H.  
Ayuntamiento de Toluca.

**C. Marco Antonio Cruz Reynoso**  
Octavo Regidor Comisionado de  
Ecología del H. Ayuntamiento de  
Xalatlaco.

**M.V.Z. Fernando Robles Bustamante**  
Octavo Regidor Comisionado de  
Ecología del H. Ayuntamiento de  
Xonacatlán.

**C. Suriela Sadely Arce Rodríguez**  
Quinta Regidora Comisionada de Salud,  
Ecología y Medio Ambiente del H.  
Ayuntamiento de Zinacantepec.

Se agradece en especial, a las dependencias estatales, a Regidores y Directores de las áreas de Medio Ambiente, Salud, Educación, Protección Civil y Desarrollo Agropecuario de los veintidós municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; a los investigadores y técnicos de las diversas instancias de los sectores: académico y privado; investigadores de las diversas instituciones; organizaciones no gubernamentales; asociaciones e industriales que participaron en los grupos de trabajo, aportando su conocimiento y experiencia para la formulación de este programa.

De forma especial, se agradece al “Centro Mario Molina”, por sus valiosos comentarios y sugerencias al contenido del presente documento.

## ÍNDICE

	<b>PRESENTACIÓN.</b>	14
	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	15
<b>CAPÍTULO 1</b>	<b>GENERALIDADES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.</b>	16
1.1	Delimitación.	16
1.2	Aspectos físicos.	17
	1.2.1 Localización y extensión	17
	1.2.2 Orografía y Relieve	18
	1.2.3 Hidrografía	18
	1.2.4 Clima	19
	1.2.5 Meteorología	21
	1.2.6 Características y uso de suelo	22
	1.2.7 Flora y Fauna	24
	1.2.8 Áreas Naturales Protegidas	24
1.3	Aspectos Socioeconómicos.	26
	1.3.1 Dinámica poblacional	26
	1.3.2 Distribución de la población sensible	28
	1.3.3 Desarrollo económico	30
	1.3.3.1 Sector económico primario	30
	1.3.3.2 Sector económico secundario	30
	1.3.3.3 Sector económico terciario	32
	1.3.4 Vías de Comunicación.	33
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.</b>	35
2.1	Monitoreo Atmosférico.	35
2.2	Normas de calidad del aire.	38
	2.2.1 Partículas Menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	38
	2.2.2 Partículas Menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	39
	2.2.3 Ozono (O <sub>3</sub> )	39
	2.2.4 Monóxido de Carbono (CO)	40
	2.2.5 Bióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	40
	2.2.6 Bióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	40
2.3	Indicadores de la calidad del aire.	41
2.4	Tendencia sobre contaminantes criterio.	42
	2.4.1 Partículas Menores a 10 micrómetros PM <sub>10</sub>	42
	2.4.2 Partículas Menores a 2.5 micrómetros PM <sub>2.5</sub>	46
	2.4.3 Ozono O <sub>3</sub>	50
	2.4.4 Bióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub>	54
	2.4.5 Monóxido de Carbono CO	56
	2.4.6 Bióxido de Azufre SO <sub>2</sub>	58
2.5	Tendencias de los contaminantes por día de la semana en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	60
2.6	Comportamiento del Índice Metropolitano de la Calidad del Aire.	63
2.7	Conclusiones.	64

<b>CAPÍTULO 3</b>	<b>INVENTARIO DE EMISIONES.</b>	<b>65</b>
3.1	Descripción General del Inventario.	65
3.2	Descripción de las categorías de fuentes de emisión.	66
3.3	Inventario de emisiones a la atmósfera.	67
3.4	Inventario de emisiones desagregado.	69
3.5	Análisis del Inventario de Emisiones por tipo de fuente.	72
3.6	Descripción de las fuentes móviles.	80
<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>OTROS ASPECTOS DE LA PROTECCIÓN A LA ATMÓSFERA.</b>	<b>85</b>
4.1	Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO)	85
4.2	Cambio climático, mitigación de Gases con Efecto Invernadero (GEI)	86
4.3	El carbono negro y su efecto en el cambio climático.	88
4.4	Contaminantes tóxicos.	89
<b>CAPÍTULO 5</b>	<b>IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.</b>	<b>91</b>
5.1	Introducción.	91
5.2	Efectos nocivos para la salud.	91
5.3	Efectos adversos para la salud humana del material particulado.	94
5.4	Efectos adversos en la salud humana de óxidos de Nitrógeno.	96
5.5	Efectos adversos en la salud humana de dióxidos de Azufre.	96
5.6	Efectos adversos en la salud humana de ozono y oxidantes fotoquímicos.	97
<b>CAPÍTULO 6</b>	<b>EDUCACIÓN AMBIENTAL: UN INSTRUMENTO PARA PROTEGER EL AMBIENTE Y MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE.</b>	<b>101</b>
6.1	Antecedentes.	101
6.2	Educación Ambiental.	102
6.3	Tipos de Educación ambiental.	103
	6.3.1 Educación Formal	103
	6.3.2 Educación No Formal	103
	6.3.3 Educación Informal	103
6.4	Planificación de la Educación Ambiental.	103
6.5	Estrategia de Educación Ambiental.	104

<b>CAPÍTULO 7</b>	<b>MARCO JURÍDICO Y CAPACIDADES INSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LOS TRES ÓRDENES DE GOBIERNO.</b>	<b>107</b>
7.1	Marco jurídico actual.	107
7.1.1	Disposiciones Federales	107
7.1.2	Disposiciones Estatales	108
7.1.3	Disposiciones Municipales	109
7.2	Políticas, programas e instrumentos públicos actuales.	109
7.3	Capacidades institucionales de gestión de la calidad del aire.	110
7.3.1	Arreglo institucional y recursos disponibles	110
7.3.2	Marco legal y aspectos no regulados	111
7.3.3	Impactos económicos actuales, necesidades de financiamiento	111
7.3.4	Beneficios y público beneficiado	112
<b>CAPÍTULO 8</b>	<b>METAS Y ESTRATEGIAS DEL PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.</b>	<b>113</b>
8.1	Desarrollo del programa.	113
8.2	Objetivo general del programa.	113
8.3	Objetivos específicos.	113
8.4	Metas generales.	114
8.5	Estrategias generales.	114
8.6	Mecanismos de evaluación.	116
8.7	Descripción de las medidas a instrumentar.	117
	<b>ESTRATEGIA I</b> Prevención y protección a la salud.	117
	<b>ESTRATEGIA II</b> Reducción de emisiones por fuentes de área y naturales.	124
	<b>ESTRATEGIA III</b> Reducción y control de emisiones por fuentes móviles.	135
	<b>ESTRATEGIA IV</b> Reducción y control de emisiones por fuentes fijas.	150
	<b>ESTRATEGIA V</b> Desarrollo de capacidades institucionales.	163
	<b>ESTRATEGIA VI</b> Educación Ambiental.	171
	<b>ESTRATEGIA VII</b> Financiamiento.	178
<b>CAPÍTULO 9</b>	<b>FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA PROYECTOS DE PROTECCIÓN A LA ATMÓSFERA.</b>	<b>181</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	<b>FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS.</b>	<b>184</b>
<b>CAPÍTULO 11</b>	<b>GLOSARIO.</b>	<b>192</b>
	<b>ANEXOS.</b>	<b>195</b>
	Resultados de las mesas de trabajo y consultas con los actores relevantes.	195

## Índice de Gráficas

Gráfica 1.1	Climatograma.	20
Gráfica 1.2	Rosa anual de vientos.	21
Gráfica 2.1	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{10}$ en la zona sur durante el 2011.	43
Gráfica 2.2	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{10}$ en la zona norte durante el 2011.	43
Gráfica 2.3	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{10}$ en la zona centro durante el 2011.	43
Gráfica 2.4	Percentil 98 de las $PM_{10}$ por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	44
Gráfica 2.5	Promedio anual de los $PM_{10}$ por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	45
Gráfica 2.6	Comportamiento horario típico de las partículas suspendidas $PM_{10}$ en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	45
Gráfica 2.7	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{2.5}$ en la zona sur durante el 2011.	47
Gráfica 2.8	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{2.5}$ en la zona norte durante el 2011.	47
Gráfica 2.9	Comportamiento temporal del promedio diario de las $PM_{2.5}$ en la zona centro durante el 2011.	47
Gráfica 2.10	Percentil 98 de las $PM_{2.5}$ por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	48
Gráfica 2.11	Límite anual de las $PM_{2.5}$ por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	48
Gráfica 2.12	Comportamiento horario típico de las $PM_{2.5}$ por estación en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	49
Gráfica 2.13	Distribución temporal de las diferentes fracciones de partículas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	50
Gráfica 2.14	Comportamiento temporal del promedio diario de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.	51
Gráfica 2.15	Comportamiento horario típico de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	52
Gráfica 2.16	Número de días arriba de norma de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	53
Gráfica 2.17	Límite anual de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	53
Gráfica 2.18	Comportamiento temporal del promedio del Bióxido de Azufre en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	55
Gráfica 2.19	Comportamiento horario típico de Bióxido de Azufre en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	55
Gráfica 2.20	Promedio mensual de Bióxido de Azufre por la zona durante 2011.	56
Gráfica 2.21	Comportamiento temporal del promedio diario del Monóxido de Carbono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	57
Gráfica 2.22	Comportamiento horario típico de Monóxido de Carbono en	57

	la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	
Gráfica 2.23	Promedio mensual del Monóxido de Carbono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	58
Gráfica 2.24	Comportamiento temporal primario, diario, de Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	59
Gráfica 2.25	Comportamiento temporal del promedio diario del Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2000, 2005 y 2011.	59
Gráfica 2.26	Promedio mensual de Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2011.	60
Gráfica 2.27	Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	60
Gráfica 2.28	Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	61
Gráfica 2.29	Ozono (O <sub>3</sub> )	61
Gráfica 2.30	Bióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	62
Gráfica 2.31	Monóxido de Carbono (CO)	62
Gráfica 2.32	Bióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	62
Gráfica 2.33	Porcentaje de excedencias a 100 puntos IMECA.	63
Gráfica 2.34	Calidad del Aire en intervalos IMECA.	64
Gráfica 3.1	Contribución porcentual por fuente de emisión de contaminantes.	68
Gráfica 3.2	Contribución porcentual de SO <sub>2</sub> por fuentes fijas.	72
Gráfica 3.3	Contribución porcentual de PM <sub>10</sub> por fuentes fijas.	73
Gráfica 3.4	Contribución porcentual de PM <sub>2.5</sub> por fuentes fijas.	73
Gráfica 3.5	Contribución porcentual de COV por fuentes fijas.	74
Gráfica 3.6	Contribución porcentual de NH <sub>3</sub> por fuentes fijas.	75
Gráfica 3.7	Contribución porcentual de PM <sub>2.5</sub> por fuentes de área.	75
Gráfica 3.8	Contribución porcentual de PM <sub>10</sub> por fuentes de área.	76
Gráfica 3.9	Contribución porcentual de COV por fuentes de área.	76
Gráfica 3.10	Contribución porcentual de CO por fuentes móviles.	77
Gráfica 3.11	Contribución porcentual de NO <sub>x</sub> por fuentes móviles.	78
Gráfica 3.12	Contribución porcentual de COV por fuentes móviles.	78
Gráfica 3.13	Contribución porcentual de SO <sub>2</sub> por fuentes móviles.	79
Gráfica 5.1	Efecto de los PM <sub>10</sub> en los casos de bronquitis aguda en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante 2007-2011.	92
Gráfica 5.2	Estimación de respuesta por exposición de PM <sub>10</sub> en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en la población general.	93
Gráfica 5.3	Efecto de las PM <sub>10</sub> en las admisiones hospitalarias por causa respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.	93
Gráfica 5.4	Efecto de las PM <sub>10</sub> en las visitas a salas de emergencia por causa respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.	94
Gráfica 5.5	Efecto de las PM <sub>10</sub> en las bronquitis agudas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.	94

## Índice de tablas

Tabla 1.1	Características generales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	16
Tabla 1.2	Orografía de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	17
Tabla 1.3	Uso de suelo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	22
Tabla 1.4	Áreas Naturales Protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	22
Tabla 1.5	Crecimiento de la población del 2000 a 2011 y proyecciones al 2017.	26
Tabla 1.6	Densidad de población.	27
Tabla 1.7	Población por grandes grupos de edad y población sensible.	28
Tabla 1.8	Número y porcentaje de unidades manufactureras.	30
Tabla 2.1	Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	36
Tabla 2.2	Ubicación e identificación de las estaciones de monitoreo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	37
Tabla 2.3	Equipos y sensores meteorológicos que integran la infraestructura de las estaciones de monitoreo.	37
Tabla 2.4	Normas de Calidad del aire.	41
Tabla 2.5	Número de excedencia por estación y valores máximos de $PM_{10}$ .	46
Tabla 2.6	Comparación contra la norma por estación de $PM_{10}$	46
Tabla 2.7	Número de excedencias por estación y valores máximos $PM_{2.5}$	49
Tabla 2.8	Comparación contra la norma anual por estación $PM_{2.5}$ .	50
Tabla 2.9	Número de excedencias por estación y valores máximos $O_3$ .	51
Tabla 2.10	Frecuencia horaria de valores fuera de norma de $O_3$ .	52
Tabla 2.11	Frecuencia de las horas en que se rebasa la norma de $O_3$ por zona.	52
Tabla 2.12	Comparación contra la norma anual por estación.	54
Tabla 2.13	Valores máximos de $SO_2$ 2011.	54
Tabla 2.14	Valores máximos de CO 2011.	56
Tabla 2.15	Valores máximos de $NO_2$ 2011.	58
Tabla 2.16	Intervalos IMECA y escenario de la calidad del aire.	63

Tabla 3.1	Principales características del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	65
Tabla 3.2	Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, año base 2008.	68
Tabla 3.3	Contribución porcentual de cada categoría, al total de emisiones, año base 2008.	69
Tabla 3.4	Inventario de Emisiones desagregado de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, año base 2008.	70
Tabla 3.5	Correspondencia entre la clasificación de Mobile 6.2 México y las subcategorías del Inventario de Emisiones.	67
Tabla 3.6	Descripción de los vehículos incluidos en la clasificación de Mobile 6.2 México y en las subcategorías del Inventario de Emisiones.	80
Tabla 8.1	Estrategias y Medidas en la reducción de emisiones.	114

### Índice de Figuras

Figura 1.1	Mapa de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	16
Figura 1.2	Climas predominantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	19
Figura 1.3	Dinámica de Vientos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	22
Figura 1.4	Usos de suelo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	23
Figura 1.5	Red Carretera de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	34
Figura 2.1	Localización de las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	36

## PRESENTACIÓN

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca es la segunda conurbación en importancia del Estado de México y la quinta a nivel nacional, integrada por 22 municipios, donde viven 2 millones 166 mil 024 habitantes, presenta un aumento en la demanda de servicios públicos, transporte y viviendas, que requieren del suministro de agua y energía, propiciando diversos problemas ambientales.

En la mayoría de los casos, la principal fuente de energía, después de la eléctrica es la combustión de combustibles fósiles; existen otras actividades que generan emisiones a la atmósfera, como por ejemplo, el uso de solventes, la aplicación de pintura, la pavimentación y asfaltado de calles, el almacenamiento y distribución de combustibles, incluso, algunos fenómenos naturales como la erosión del suelo y el metabolismo de las plantas tienen un papel importante en el problema de la contaminación del aire.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017) incorporará la información más reciente y disponible respecto a inventarios de emisiones, el monitoreo de calidad del aire, así como los efectos en salud por la contaminación; además se integró un Comité Núcleo y se realizaron dos foros de trabajo, en los que participaron grupos de trabajo interinstitucionales, representados por las autoridades federal, estatal y municipales de los rubros de salud y medio ambiente; sector académico; asociaciones; organizaciones no gubernamentales e institutos de investigación.

El documento está integrado por nueve capítulos; dentro de los tres primeros se brinda un panorama general, diagnóstico de calidad del aire e inventario de emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; el cuarto analiza el Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero; el quinto, sexto y séptimo capítulos, abordan, lo referente a efectos en salud, educación ambiental y marco jurídico. El octavo capítulo contiene la parte programática donde se determinan los objetivos, estrategias, medidas y cronogramas de ejecución de las acciones a implementar, así como responsables de la instrumentación y los contaminantes involucrados. El capítulo nueve, contempla las fuentes de financiamiento.

Durante la ejecución de las acciones del Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017), las dependencias federales, estatales y municipales se encargarán de realizar el seguimiento y la evaluación al cumplimiento de las mismas, que permitan la reducción de emisiones contaminantes; asimismo, determinarán la conveniencia de reforzar las acciones para su cumplimiento, con el fin de alcanzar el objetivo del Programa.

Es así como el Gobierno del Estado de México plantea una serie de mecanismos tendientes a reforzar “la política en materia ambiental”, que permitan mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población de esta importante metrópoli.

## INTRODUCCIÓN

El aire es un factor esencial para la vida, ya que lo consumimos en mayores cantidades que cualquier alimento. Un adulto sano toma siete mil veces más aire que agua cada día; por ello el que respiramos en las grandes ciudades, -donde se encuentran presentes una diversidad de partículas y compuestos químicos provenientes de los procesos industriales, vehículos automotores, quemas agrícolas, combustión de basura y llantas, así como la erosión de los suelos- representa una amenaza para la salud de la población, y este factor contribuye en forma importante al incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como un alto costo en atención médica, días laborales perdidos y admisiones hospitalarias por enfermedad, convirtiéndose en una de las principales preocupaciones en muchas ciudades del mundo. (OMS, 2000; Cohen, 2004)

La contaminación del aire puede en muchos casos percibirse con facilidad, especialmente en los conglomerados urbanos. Sin embargo, más allá de ver el aire sucio, es necesario evaluar de manera cuantitativa su calidad, a través de la medición de los niveles en los que se presentan, tanto espacial como temporalmente, los contaminantes que tienen efectos sobre la salud. Al comparar estas mediciones con las normas nacionales se puede determinar si la calidad del aire es satisfactoria o no, y en este último caso establecer el programa correspondiente para mejorarlo.

Derivado del actual crecimiento demográfico, concentraciones industriales, incremento del parque vehicular, elevado consumo de combustibles y patrones inadecuados de movilidad urbana, el Programa para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire), constituye uno de los principales instrumentos desarrollados para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire, que incorpora medidas concretas para el abatimiento y control de las emisiones de contaminantes y se fundamenta en la relación existente entre las emisiones de los contaminantes por las fuentes que los producen y el impacto que ocasionan en la calidad del aire y sobre la salud de la población.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017), retoma las experiencias de los programas anteriores, con un nuevo enfoque, acorde a las nuevas necesidades económicas, energéticas, avances tecnológicos y cambios normativos para plantear y desarrollar un eje rector, que fortalezca la gestión de la calidad del aire, que permita mejorarla de manera sustentable y que contribuya en la obtención de cobeneficios urbanos, económicos y sociales perdurables. Incluye a veintidós municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y consta de una serie de medidas agrupadas en siete estrategias enfocadas principalmente a la protección de la salud, abatimiento de la erosión, a mejorar la eficiencia de los vehículos automotores y del transporte público de pasajeros, al cumplimiento de la normatividad ambiental y de gestión ambiental rentable. Las estrategias también se orientan al desarrollo de capacidades institucionales y a la educación ambiental; así como a la búsqueda de alternativas para el financiamiento de proyectos en el cuidado y mejora de la calidad del aire.

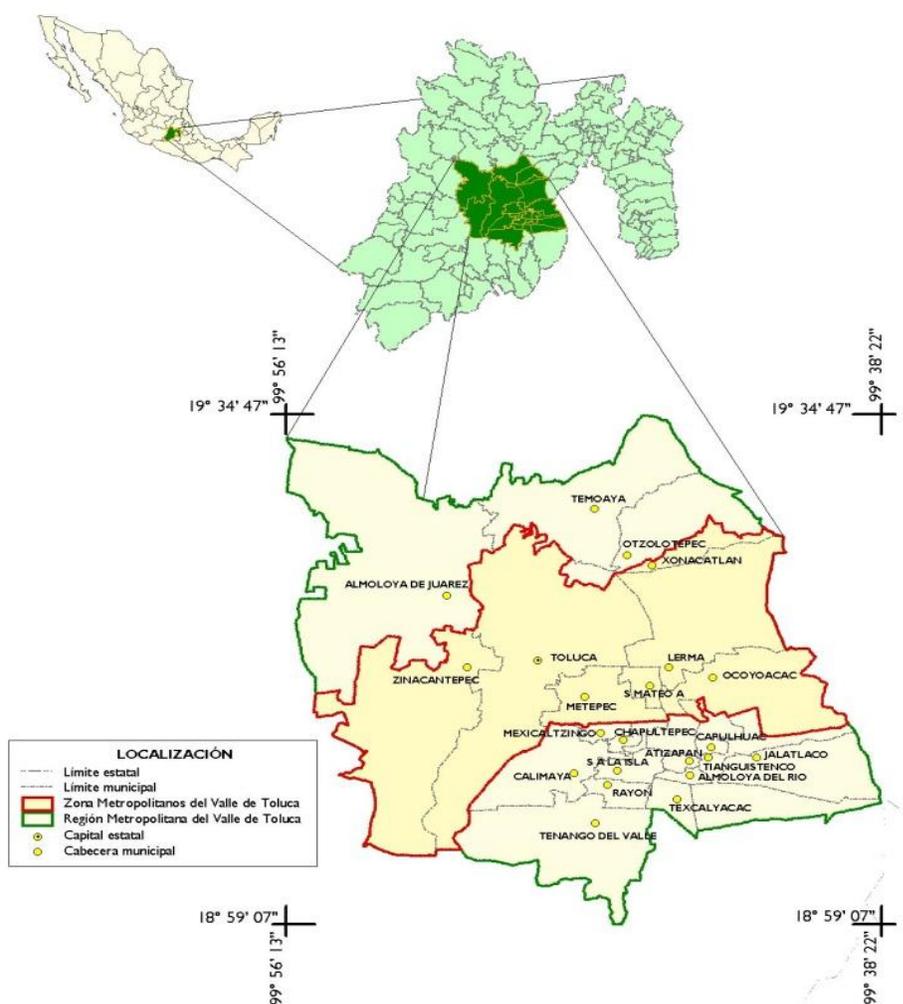
Todas las acciones propuestas tienen como objetivo abatir las emisiones contaminantes contribuyendo con ello a la protección de la salud de la población, en especial a niños y adultos mayores, con la participación coordinada, responsable y determinante tanto de las autoridades federales, estatales y municipales, como de los diferentes sectores de la sociedad.

# 1. GENERALIDADES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

## 1.1 Delimitación.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca se localiza en la parte central del Estado de México, entre los paralelos  $18^{\circ}59'07''$  y  $19^{\circ}34'47''$  de latitud norte y los meridianos  $99^{\circ}38'22''$  y  $99^{\circ}56'13''$  de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich (figura 1.1).

Figura 1.1 Mapa de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca



Fuente: Departamento de Diagnóstico Ambiental 2012.

## 1.2 Aspectos físicos.

### 1.2.1 Localización y extensión.

La actual Zona Metropolitana del Valle de Toluca está conformada por 22 municipios, los cuales comprenden una superficie de 2669.6 km<sup>2</sup>, que corresponde al 11.9% del territorio estatal. La altitud promedio de las cabeceras municipales es de 2,610 metros sobre el nivel del mar con un rango que va de 2,560 a 2,740 metros sobre el nivel del mar.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca se localiza en la parte centro del Estado de México; colinda al Norte con los municipios de San Felipe del Progreso, Ixtlahuaca, Jiquipilco y Nicolás Romero; al Oriente con Isidro Fabela, Jilotzingo, Naucalpan, Huixquilucan y con el D.F.; al Sur con Ocuilan, Joquicingo, Tenancingo, Villa Guerrero y Coatepec Harinas y al Poniente con Temascaltepec, Amanalco y Villa Victoria. En la tabla 1.1 se muestran las características generales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Tabla 1.1 Características generales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**

No.	Municipios	Cabecera Municipal	Latitud (máx.)	Longitud (máx.)	Superficie (km <sup>2</sup> )	%
1	Almoloya de Juárez	Villa de Almoloya de Juárez	19° 22' N	99° 45' O	483.8	18.3
2	Almoloya del Río	Almoloya del Río	19° 10' N	99° 29' O	6.5	0.2
3	Atizapán	Santa Cruz Atizapán	19° 11' N	99° 29' O	8.4	0.3
4	Calimaya	Calimaya de Díaz Gómez	19° 10' N	99° 37' O	103.1	3.9
5	Capulhuac	Capulhuac de Mirafuentes	19° 12' N	99° 28' O	21.5	0.8
6	Chapultepec	Chapultepec	19° 12' N	99° 34' O	11.9	0.5
7	Lerma	Lerma de Villada	19° 17' N	99° 31' O	228.6	8.5
8	Metepec	Metepec	19° 15' N	99° 36' O	70.5	2.7
9	Mexicaltzingo	San Mateo Mexicaltzingo	19° 13' N	99° 35' O	12.2	0.5
10	Ocoyoacac	Ocoyoacac	19° 16' N	99° 28' O	134.8	5
11	Otzolotepec	Villa Cuauhtémoc	19° 45' N	99° 11' O	128	4.7
12	Rayón	Santa María Rayón	19° 09' N	99° 35' O	20.6	0.7
13	San Antonio la Isla	San Antonio la Isla	19° 10' N	99° 34' O	24.1	0.9
14	San Mateo Atenco	San Mateo Atenco	19° 16' N	99° 32' O	12.6	0.4
15	Temoaya	Temoaya	19° 28' N	99° 36' O	199.7	7.8
16	Tenango del Valle	Tenango de Arista	19° 06' N	99° 35' O	208.9	0.6
17	Texcalyacac	San Mateo Texcalyacac	19° 08' N	99° 30' O	17.9	4.6
18	Tianguistenco	Santiago Tianguistenco de Galeana	19° 11' N	99° 28' O	121.6	7.5
19	Toluca	Toluca de Lerdo	19° 17' N	99° 40' O	420.1	15.8
20	Xalatlaco	Xalatlaco	19° 11' N	99° 25' O	93.2	3.5
21	Xonacatlán	Xonacatlán	19° 24' N	99° 32' O	32.9	1.3
22	Zinacantepec	San Miguel Zinacantepec	19° 17' N	99° 44' O	308.7	11.5
<b>Total de la ZMVT</b>					<b>2669.6</b>	<b>100</b>

Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2004).

### 1.2.2 Orografía y relieve.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca está rodeada por grandes sierras y aparatos volcánicos individuales, entre ellos se encuentra: al suroeste, la Sierra Nevado de Toluca; al este, la Sierra de las Cruces y Sierra de Ocoyotepec; al noreste, la Sierra de Monte Alto y al sur, la Sierra Matlazinca; además se encuentran en forma aislada algunas elevaciones, entre las que destaca, el volcán Molcajete en la Sierra Morelos, al noreste del municipio de Toluca.

Particularmente, el volcán Nevado de Toluca funciona de manera determinante en la dinámica del viento del valle, a partir de los sistemas de baja y alta presión que se generan sobre esta región a lo largo del año. En el área de su pie de monte, dentro del municipio de Zinacantepec existen elevaciones menores como el cerro la Calera y el volcán Gordo, que son elementos determinantes en la dirección del viento que sopla del sur.

En la parte que corresponde a la Sierra de Monte Alto, entre las principales elevaciones está el cerro Xeshadi, y en la Sierra de las Cruces destacan el cerro El Gavilán, y los volcanes cerros: La Palma y La Campana, los cuales conforman una obstrucción considerable para los vientos alisios a su arribo sobre este valle.

En la tabla 1.2 se presentan las elevaciones que por su altitud son consideradas primordiales y determinantes en las modificaciones que sufre la dinámica de los vientos que predominan en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Tabla 1.2 Elevaciones que predominan en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**

Municipio	Elevación	Ubicación	Altura (m.s.n.m)
Almoloya de Juárez	Sierra de Ocoyotepec	Sierra de Ocoyotepec	2900
Lerma	La Campana	Sierra Monte Alto	3300
Lerma	Xeshadi	Sierra Monte Alto	3400
Ocoyoacac	El Gavilán	Sierra de las Cruces	3000
Toluca	Molcajete	Sierra Morelos	2900
Toluca	El Ombligo	Nevado de Toluca	4600
Toluca	Pico del Fraile	Nevado de Toluca	4600
Zinacantepec	Volcán Gordo	Nevado de Toluca	3700
Zinacantepec	La Calera	Nevado de Toluca	3740

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI, (2010).

### 1.2.3 Hidrografía.

La red hidrológica se integra por los afluentes naturales, manantiales, ríos y arroyos y la infraestructura hidráulica existente, destacando principalmente en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca la presa Ignacio Ramírez en el municipio de Almoloya de Juárez, el Río Lerma en Almoloya del Río; además de los ríos Acalotli y San Juan en el municipio de Capulhuac; el arroyo La Cañada del Huevito en el municipio de Chapultepec; El Salto del Agua, Flor de Gallo, San Mateo, Río Seco y Peralta en el municipio de Lerma.

La región hidrológica Lerma-Chapala Santiago, presenta tres ríos: el Solanos, Mayorazgo y Arroyo Zarco en el municipio de Otzolotepec y comprende la cuenca Lerma-Toluca, subcuenca río Almoloya-Otzolotepec. Asimismo, el río Lerma sirve de límite natural al municipio de San Mateo Atenco por el oriente, atraviesa por el municipio de Atizapán por el poniente, su principal corriente fluvial cruza el municipio de Tianguistenco de sur a norte, una parte en su cauce natural y otra mediante un cauce rectificado; sirve de límite sur al municipio de Temoaya y forma a su paso la presa Alzate.

En el municipio de Rayón existen pequeños arroyos intermitentes que presentan corriente sólo en épocas de lluvia y van desde las laderas del Xinantécatl, para desembocar en la laguna de Chinahuapan. En el municipio de Temoaya destacan los manantiales del Capulín, Caballero, Santiago, Tres Ojuelos y Agua Blanca, que dan vida a algunos arroyos y a los ríos Miranda, Caballero y Temoaya. Tenango del Valle destaca por Arroyo Grande, La Cieneguita, El Zaguán, Dos Caminos, La Ciénega, Almoloya y Las Cruces.

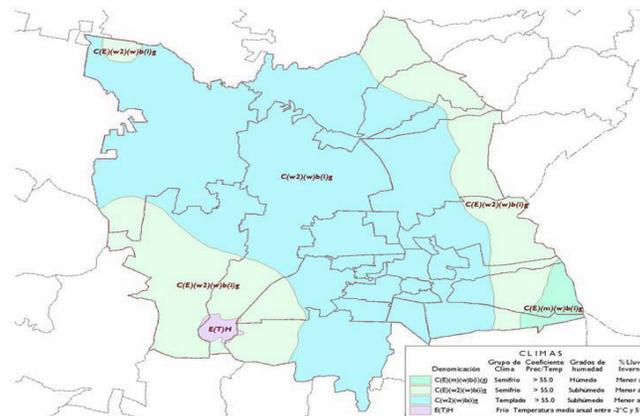
En el municipio de Toluca destaca el río Xicualtenco o Verdiguél que cruza la cabecera municipal y desemboca en el Río Lerma; el Río Tecaxic y los manantiales de Terrilleros, El Cano, Agua Bendita, Zacango y Las Conejeras. En el municipio de Zinacantepec se encuentra el Río Tejalpa, que se alimenta de los ríos San Pedro y La Huerta o Chiquito.

### 1.2.4 Clima.

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, de acuerdo a la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García, están presentes tres tipos de clima: templado húmedo, semifrío subhúmedo y frío (figura 1.2).

El clima templado húmedo [C(W2)(w)b(i)g] abarca la mayor parte de los municipios que corresponden a la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. El clima semifrío [C(E)] presenta dos subtipos: El semifrío subhúmedo [C(E)(W2)(w)b(i)g], característico de aquellas zonas con altitud considerable, como el Nevado de Toluca, la Sierra de Monte Alto y la Sierra de las Cruces y el semifrío húmedo [C(E)(m)(w)b(i)g], que se localiza solamente en una porción del municipio de Xalatlaco. El clima frío [E(T)H], es característico de zonas altas, como en el volcán Nevado de Toluca.

Figura 1.2 Tipos de climas que predominan en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.



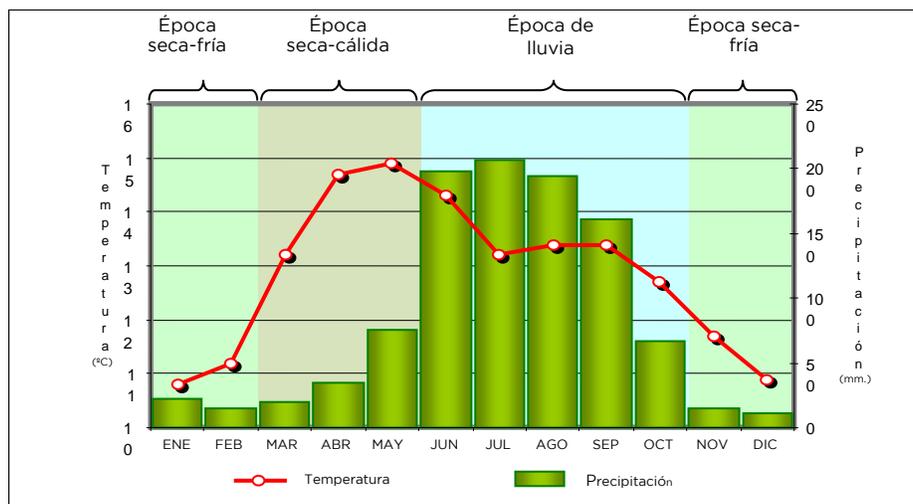
Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2004).

En la zona de estudio se presentan tres épocas climatológicas por la regularidad que guarda el tiempo atmosférico a lo largo del año:

1. Época seca-fría, expresa la temperatura promedio mensual más baja durante el año y comprende los meses de noviembre a febrero, con un rango de entre 9° y 11° C. Las heladas son un fenómeno meteorológico importante que se presenta en los alrededores de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, y que está relacionado con las bajas temperaturas, registradas periódicamente, y las nevadas, en forma ocasional por las temperaturas bajo cero registradas en esta época.
2. Época seca-cálida, dentro de los meses de marzo a mayo se presenta un ascenso en la temperatura hasta llegar a los 15° C, siendo la temperatura media que se expresa como máxima en la zona a lo largo del año. Durante estas dos épocas, la precipitación pluvial es poco significativa con registros inferiores a los 40 mm de precipitación.
3. Época de lluvia, definida por los meses de junio a octubre, se caracteriza por la presencia de precipitaciones que se desarrollan con un rango de entre 160 y 210 mm. En cuanto a la temperatura de esta época, se manifiesta un decremento para mantenerse entre los 11° y 13° C.

A partir de una serie de datos, se presenta el Climograma que muestra el comportamiento de la temperatura promedio mensual y la precipitación pluvial sobre el espacio geográfico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. (Gráfica 1.1)

**Gráfica 1.1** Climograma, con base en la estación climatológica “Toluca”.



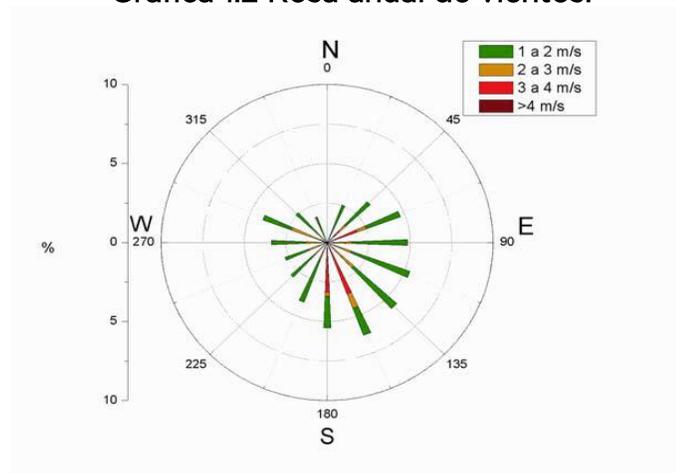
**Fuente:** Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2004.

### 1.2.5 Meteorología.

Por su posición geográfica con respecto al territorio nacional, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se encuentra bajo la influencia de sistemas meteorológicos tropicales durante la época de lluvia. El paso constante de ondas y ciclones tropicales aportan la humedad más importante del año en forma de nublados y lluvias abundantes sobre la zona; lo cual contribuye a la remoción de los contaminantes presentes en la atmósfera. En la época seca-fría el desplazamiento de frentes fríos y masas de aire polar son los sistemas meteorológicos que predominan; cuando son intensos estos fenómenos, la Zona Metropolitana del Valle Toluca se ve afectada con sistemas anticiclónicos (tiempo atmosférico estable y seco) que pueden generar inversiones térmicas, originando condiciones desfavorables para la dispersión de los contaminantes. La Zona Metropolitana del Valle Toluca no está encerrada por completo por barreras naturales como sucede con la Zona Metropolitana del Valle de México, lo cual favorece la circulación del viento y, por tanto, su ventilación se ve favorecida la mayor parte del año. (Figura 1.3)

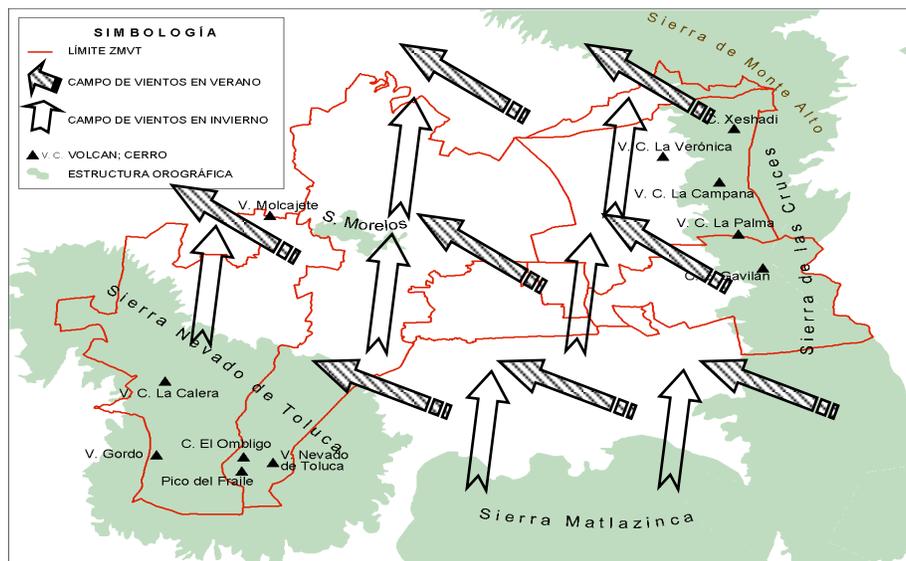
El registro del comportamiento del viento a través de los años se refleja en la gráfica 1.2 de la rosa anual de vientos, que hace de manifiesto para el caso de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca una marcada dominancia de los vientos del sur y sureste.

Gráfica 1.2 Rosa anual de vientos.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Figura 1.3 Dinámica de vientos predominantes en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.



Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2004.

### 1.2.6 Características y usos de suelo.

En la Zona Metropolitana del Valle Toluca están presentes 8, de los 38 grupos de suelo del mapa mundial de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO-UNESCO). Los suelos con mayor extensión corresponden a los denominados: feozem, andosol y el vertisol, localizados en la parte centro y sur del territorio; con mucho menor cobertura están el luvisol, el cambisol y el planosol localizados en algunas zonas de los municipios de Temoaya y Otzolotepec y los suelos regosol y leptosol restringidos a la zona del Nevado de Toluca y una fracción del municipio de Tenango del Valle, respectivamente.

Para el inventario de emisiones, se consideran importantes aquellos suelos susceptibles a los procesos de erosión, particularmente, la que es provocada por la acción del viento, pues ello contribuye a las emisiones de partículas. Entre los tipos de suelo que son susceptibles a la erosión eólica se encuentran:

1. Feozem.- Localizado en zonas de acumulación de materiales en áreas de poca pendiente.
2. Andosol.- Corresponde a las partes altas de la zona de estudio.
3. Cambisol.- Identificado en pequeñas porciones en los municipios de Jiquipilco, Temoaya, Otzolotepec y Xonacatlán.
4. Regosol.- Su presencia se restringe a la zona montañosa del volcán Nevado de Toluca.
5. Leptosol. Característico únicamente en el suroeste de Tlanguistenco.

Debido a que la mayoría de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle Toluca, son de carácter rural, en Atizapán, Chapultepec, San Antonio La Isla y Rayón, la superficie de suelo de uso agrícola representa más del 70%. En tanto, Zinacantepec, Ocoyoacac y Xalatlaco poseen entre 43% y 48% de uso de suelo forestal y Metepec y San Mateo Atenco son los municipios que tienen mayor proporción de uso de suelo urbano.

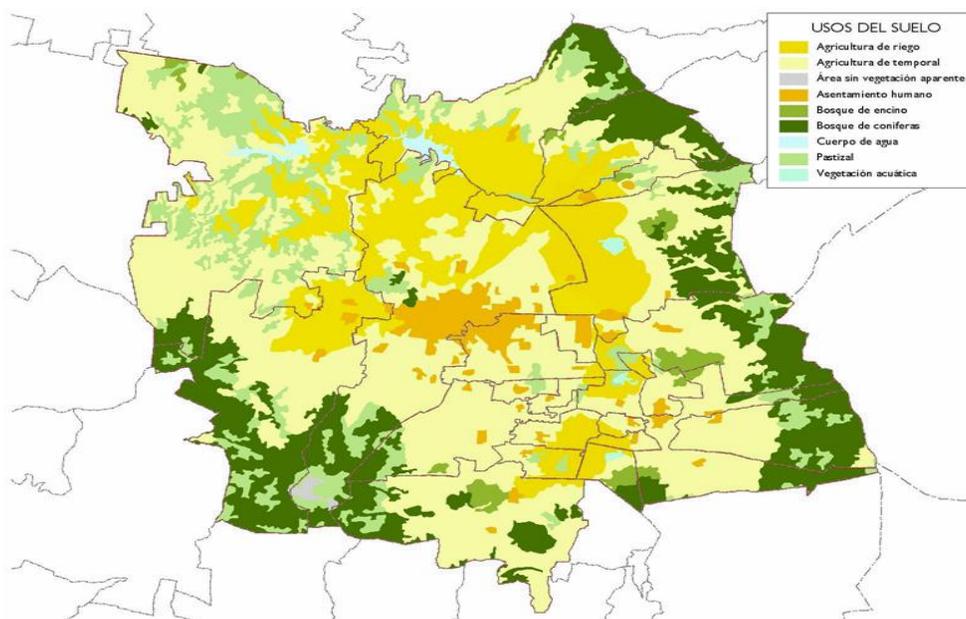
Como se puede observar en la tabla 1.3, el uso del suelo destinado para la agricultura es del 63.6%, le sigue en importancia el uso de suelo forestal con el 19.4%, el uso de suelo urbano con 4.2% y otros usos de suelo tienen un 12.8%, en éste último se incluyen: áreas sin vegetación aparente, cuerpos de agua y carreteras. Cabe destacar que la superficie de suelo forestal es todavía representativa pero con una gran presión por el cambio de uso del suelo de forestal a agrícola pecuario, y a su vez, de agrícola a urbano. Ver figura 1.4

**Tabla 1.3 Usos de suelo en la Zona Metropolitana del Valle Toluca.**

Usos de suelo	Superficie	
	Km <sup>2</sup>	%
Agrícola	1696.9	63.6
Urbano	110.5	4.2
Forestal	518.9	19.4
Otros	343.2	12.8
<b>Total</b>	<b>2,669.6</b>	<b>100</b>

Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2004).

**Figura 1. 4 Usos de suelo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**



Fuente: Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2004.

### 1.2.7 Flora y Fauna.

Debido a la variedad de climas, topografía, hidrología y tipos de suelo que hay en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle Toluca, existe todavía una importante masa forestal compuesta por diferentes comunidades vegetales, entre las cuales destacan los bosques de encino, de pino, de oyamel y sus asociaciones, así como pastizal de alta montaña, bosque cultivado en las zonas perturbadas, coníferas y vegetación arbórea, frutales y acuática. Dentro de la zona se encuentra el Parque Nacional Miguel Hidalgo o La Marquesa, la reserva ecológica estatal "Parque Otomí-Mexica" y el Parque Nevado de Toluca.

Los bosques de encino han sido los más afectados por las actividades humanas, debido a la tala, incendios, plagas y la invasión de asentamientos humanos, dando lugar a un proceso de erosión del suelo por la reducción de la cubierta vegetal.

Por otra parte, la mayor amenaza para los bosques de pino y oyamel, son provocados por el continuo uso del fuego para quemar los pastizales, la tala y el desmonte para la explotación agrícola, el sobrepastoreo y la explotación de recursos no maderables. Los pastizales de alta montaña, llamados también zacatonal alpino o pradera de alta montaña, son aprovechados para la ganadería y se les quema durante la temporada seca del año.

El bosque cultivado es producto de las actividades de reforestación en la zona. Para ello se han utilizado las siguientes especies de Pino prieto (*Pinus greggi*), Pino piñonero (*Pinus cembroides*), Cedro (*Cupresus lindleyi*), Eucaliptos (*Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus*); Pino (*Pinus Montezumae*), Sauce llorón (*Salix babilónica*) y Cedro (*Cupressus lindly*).

Dentro de la vegetación acuática destacan los humedales, comunidades compactas de plantas de la familia Typhacea (tifas), Ciperácea (escobilla) y Juncácea (tules). Este tipo de vegetación compone a las Ciénegas de Lerma ubicadas en los municipios de Lerma, Tianguistenco, Almoloya del Río, Capulhuac, San Mateo Atenco, Metepec y Texcalyacac.

Entre la fauna que se puede observar dentro de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, está el conejo, ardilla, rata común, zorrillo, gato montés, águilas, liebre, tlacuache, armadillo, venado cola blanca, tigrillo, coyote, armadillo, teporingo, liebre, comadreja, tuza, ardilla, tejón, cacomixtle, tlacuache, hurón, correcaminos y mapache. Asimismo se puede observar la fauna acuática y los anátidos.

### 1.2.8 Áreas Naturales Protegidas.

En algunas fracciones del territorio de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se incluyen nueve áreas naturales protegidas, las cuales se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 1.4 Áreas Naturales Protegidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Municipio	Área Natural Protegida	Fecha de Decreto	Superficie total (ha)
Almoloya de Juárez	Parque Nacional Nevado de Toluca	15 de enero de 1936 19 de febrero de 1937	51,000.00
Almoloya del Río	Parque Municipal de Recreación Popular "Laguna de Chignahuapan"	8 de Julio de 1978	77.32
Calimaya	Parque Nacional Nevado de Toluca	15 de enero de 1936 19 de febrero de 1937	51,000.00
	Parque Estatal Tollocan Calimaya	29 de agosto de 1981	159.22
Capulhuac	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica del Estado de México	8 de enero de 1980	105,844.13
	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma" *	27 de noviembre de 2002	3,023.95
Lerma	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla La Marquesa *	18 de septiembre de 1936	1,760.00
	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica	8 de enero de 1980	105844.13
	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya"	12 de mayo de 2006	25220.33
	Parque Estatal denominado Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo"	12 de mayo de 2006	12657.94
	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma"	27 de noviembre de 2002	3023.95
Metepec	Parque Municipal de Recreación Popular El Calvario	18 de mayo de 1988	21.17
	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma"	27 de noviembre de 2002	3,023.95
Ocoyoacac	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla "La Marquesa"	18 de septiembre de 1936	1,760.00
Otzolotepec	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica	8 de enero de 1980	105,844.13
San Mateo Atenco	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma"	27 de noviembre de 2002	3,023.95
Santiago Tianguistenco	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma"	27 de noviembre de 2002	3023.95
Temoaya	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica	8 de enero de 1980	105,844.13
	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya"	12 de mayo de 2006	25220.33
	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	12 de mayo de 2006	11,529.83
Tenango del Valle	Parque Nacional Nevado de Toluca	15 de enero de 1936 19 de febrero de 1937	51,000.00
Texcalyacac	Área de Protección de Flora y Fauna "Ciénegas de Lerma" *	27 de noviembre de 2002	3023.95
Toluca	Parque Nacional Nevado de Toluca	15 de enero de 1936 19 de febrero de 1937	51,000.00
	Alameda Poniente, San José La Pila	12 de enero de 1993	176.33

Municipio	Área Natural Protegida	Fecha de Decreto	Superficie total (ha)
	Parque Estatal Tollocan Calimaya	29 de agosto de 1981	159.22
	Sierra Morelos	22 de julio de 1976 15 de septiembre de 1981	1,255.09
	Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Presa Antonio Alzate	12 de mayo de 2006	11,529.83
Xalatlaco	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica	8 de enero de 1980	105,844.13
Xonacatlán	Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Otomí - Mexica	8 de enero de 1980	105,844.13
	Parque Estatal denominado "Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río Mayorazgo-Temoaya"	12 de mayo de 2006	25220.33
Zinacantepec	Parque Nacional Nevado de Toluca	15 de enero de 1936 19 de febrero de 1937	51,000.00
	Sierra Morelos	22 de julio de 1976 15 de septiembre de 1981	1,255.09

Fuente: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) 2011.

Entre la problemática ambiental que se desarrolla en los sitios de mayor antigüedad, cabe mencionar: los asentamientos humanos irregulares, actividades agropecuarias, incendios, sobre-pastoreo, tala, cacería furtiva, turismo no controlado, motociclismo a campo traviesa y presencia de instalaciones ajenas a las funciones de estas áreas.

### 1.3 Aspectos Socioeconómicos.

#### 1.3.1 Dinámica poblacional.

Una zona metropolitana está formada por una ciudad con una fuerte concentración demográfica que gradualmente expande su supremacía socioeconómica y política hacia una o varias unidades administrativas que se encuentran subordinadas, pues la alta concentración de actividades económicas, laborales y de servicios las hacen dependientes de la primera, enfatizando la interrelación socioeconómica directa entre centro periferia y viceversa, como concentración económica-demográfica.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca constituye la segunda mayor concentración poblacional de la entidad y a nivel nacional, después de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco. Está considerada como una de las metrópolis más importantes del país, de acuerdo al Sistema Nacional de Ciudades, que la cataloga dentro del rango de grandes ciudades.

De acuerdo al Censo General de Población y Vivienda 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) la población de la Zona Metropolitana del Valle Toluca pasó de un millón 917 mil habitantes en 2005, a dos millones 166 mil 24 en el año 2010, lo que representa un incremento de 8.85%.

Con base en las proyecciones del Consejo Estatal de Población (COESPO, 2010) se estima que en el año 2017 la población alcance dos millones 444, mil 743

habitantes, siendo Toluca el municipio más poblado, al rebasar los 900 mil habitantes, seguido de Metepec con más de 200 mil habitantes y Zinacantepec y Lerma, con más de 150 mil habitantes. (Véase tabla 1.5)

**Tabla 1.5 Crecimiento de la población de 2000 a 2010 y proyección al 2017.**

No.	Municipio	CENSO 2000	CENSO 2005	CENSO 2010	PROYECCIONES		
					2013	2015	2017
1	Almoloya de Juárez	110,591	126,163	147,653	158,938	165,516	171,306
2	Almoloya del Río	8,873	8,939	10,886	11,484	11,821	12,114
3	Atizapán	8,172	8,909	10,299	10,926	11,285	11,600
4	Calimaya	35,196	38,770	47,033	50,701	52,831	54,707
5	Capulhuac	28,808	30,838	34,101	35,592	36,438	37,171
6	Chapultepec	5,735	6,581	9,676	11,105	11,976	12,769
7	Lerma	99,870	105,578	134,799	145,660	151,934	157,466
8	Metepec	194,463	206,005	214,162	219,309	222,210	224,698
9	Mexicaltzingo	9,225	10,161	11,712	12,457	12,885	13,260
10	Ocoyoacac	49,643	54,224	61,805	65,350	67,381	69,153
11	Otzolotepec	57,583	67,611	78,146	84,417	88,094	91,337
12	Rayón	9,024	10,953	12,748	13,923	14,620	15,238
13	San Antonio la Isla	10,321	11,313	22,152	27,199	30,435	33,489
14	San Mateo Atenco	59,647	66,740	66,568	76,251	78,362	80,196
15	Temoaya	69,306	77,714	90,010	96,208	99,798	10,2946
16	Tenango del Valle	65,119	68,669	77,965	81,592	83,643	85,421
17	Texcalyacac	3,997	4,514	5,111	5,443	5,635	5,803
18	Tianguistenco	58,381	64,365	70,682	74,153	76,140	77,865
19	Toluca	666,596	747,512	819,561	862,731	887,549	909,142
20	Xalatlaco	19,182	20,002	26,865	29,373	30,832	32,127
21	Xonacatlán	41,402	45,274	46,331	47,590	48,307	48,924
22	Zinacantepec	121,850	136,167	167,759	182,159	190,573	198,011
		<b>1'732,984</b>	<b>1'917,002</b>	<b>2'166,024</b>	<b>2'302,561</b>	<b>2'378,265</b>	<b>2'444,743</b>

**Fuente:** Estimaciones del COESPO, con base en los resultados del Censo General de Población y Vivienda 2010.

La densidad de población de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca contrasta considerablemente, debido principalmente a las diferencias en extensión territorial; cabe resaltar que el municipio más poblado es Toluca con más de 800 mil habitantes, le siguen Metepec, Zinacantepec, Almoloya de Juárez y Lerma, con un rango de entre 100 mil y 200 mil habitantes, los restantes 17 municipios tienen una población inferior a los 100 mil habitantes.

Así por ejemplo, entre San Mateo Atenco y Toluca la diferencia en territorio es de más de 30 veces. La tabla 1.6 muestra a San Mateo Atenco con más de 5 mil individuos dentro de un kilómetro cuadrado, como el municipio más densamente poblado de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; en segundo lugar,

Metepec con 3 mil habitantes y Toluca con 1 mil novecientos habitantes; la densidad de población llega a 811.3 habitantes por km<sup>2</sup>.

**Tabla 1.6 Densidad de población.**

Municipios	Población	Superficie territorial (Km <sup>2</sup> )	Densidad (Habitante/Km <sup>2</sup> )
Almoloya de Juárez	147,653	483.8	305.2
Almoloya del Río	10,886	6.5	1,687.7
Atizapán	10,299	8.4	1,223.1
Calimaya	47,033	103.1	456.0
Capulhuac	34,101	21.5	1,586.0
Chapultepec	9,676	11.9	818.6
Lerma	134,799	228.6	589.5
Metepec	214,162	70.5	3,040.7
Mexicaltzingo	11,712	12.2	960
Ocoyoacac	61,805	134.8	458.8
Otzolotepec	78,146	128	610.7
Rayón	12,748	20.6	618.8
San Antonio la Isla	22,152	24.1	917.2
San Mateo Atenco	66,568	12.6	5,291.5
Temoaya	90,010	199.7	450.8
Tenango del Valle	77,965	208.9	373.2
Texcalyacac	5,111	17.9	284.1
Tianguistenco	70,682	121.6	581.6
Toluca	819,561	420.1	1,950.6
Xalatlaco	26,865	93.2	288.1
Xonacatlán	46,331	32.9	1,409.5
Zinacantepec	167,759	308.7	542.5
<b>Total</b>	<b>2'166,024</b>	<b>2,669.6</b>	<b>811.3</b>

Fuente: INEGI (2010) e Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2004)

### 1.3.2 Distribución de la población sensible.

La susceptibilidad a la exposición de contaminantes del aire varía entre un individuo y otro. Factores como el medio ambiente, los hábitos alimenticios y la carga genética pueden provocar vulnerabilidad hacia diversas patologías. En este sentido en personas de 0 a 13 años y de 65 y más, el riesgo es mayor a padecer enfermedades respiratorias a consecuencia de la contaminación atmosférica (César, et. al, 2001 y Kleeberger, 2003) y por tanto se debe tener un especial interés en los programas de gestión para mejorar la calidad del aire por sus implicaciones en los sistemas de salud y seguridad social.

A fin de identificar, la “población sensible” se presenta, con base en datos del INEGI (2010) la población de la Zona Metropolitana del Valle Toluca por grandes grupos de edad:

1. Grupo A, de 0 a 14 años
2. Grupo B, de 15 a 64 años
3. Grupo C, de 65 y más años

La población sensible consiste en la suma de los grupos A y C, es decir, niños y adultos mayores. En la tabla 1.7 se muestra que la población más sensible es de 746 mil 592 individuos que representan el 34.46% de la población asentada dentro de la Zona Metropolitana del Valle Toluca; esto quiere decir que una tercera parte de su población total es la más susceptible a los efectos de la contaminación atmosférica.

**Tabla 1.7 Población por grandes grupos de edad y población sensible.**

Municipios	Población Total	Grupo de Edad			N.E. *	Población Sensible	%
		A: 0-14	B: 15-64	C: 65 y más			
Almoloya de Juárez	147,653	48,973	92,328	5,968	384	54,941	37.2
Almoloya del Río	10,886	3,268	6,904	694	20	3,962	36.3
Atizapán	10,299	3,323	6,471	429	76	3,752	36.4
Calimaya	47,033	14,591	29,946	2,167	329	16,758	35.6
Capulhuac	34,101	10,365	21,787	1,728	221	12,093	35.4
Chapultepec	9,676	3,054	6,170	356	96	3,410	35.2
Lerma	134,799	40,848	85,975	6,326	1,650	47,174	34.9
Metepec	214,162	53,488	145,803	10,685	4,186	64,173	29.9
Mexicaltzingo	11,712	3,531	7,527	573	81	4,104	35.0
Ocoyoacac	61,805	18,047	40,378	3,126	254	21,173	34.2
Otzolotepec	78,146	26,492	48,225	3,165	264	29,657	37.9
Rayón	12,748	4,006	8,032	689	21	4,695	36.8
San Antonio la Isla	22,152	7,265	13,773	670	444	7,935	35.8
San Mateo Atenco	66,568	22,500	40,212	2,742	1,114	25,242	37.9
Temoaya	90,010	32,506	53,773	3,586	145	36,092	40.0
Tenango del Valle	77,965	24,910	48,823	3,986	246	28,896	37.0
Texcalyacac	5,111	1,563	3,246	294	8	1,857	36.3
Tianguistenco	70,682	22,425	44,375	3,653	229	26,078	36.8
Toluca	819,561	230,416	535,838	38,063	15,244	268,479	32.7
Xalatlaco	26,865	8,766	16,659	1,295	145	10,061	37.4
Xonacatlán	46,331	14,435	29,741	2,067	88	16,502	35.6
Zinacantepec	167,759	52,960	106,790	6,598	1,411	59,558	35.5
<b>Total</b>	<b>2'166,024</b>	<b>647,732</b>	<b>1'392,776</b>	<b>98,860</b>	<b>26,656</b>	<b>746,592</b>	<b>34.4</b>

Nota: N.E. No Especifica.

Fuente: INEGI (2010)

### **1.3.3 Desarrollo económico.**

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca ha presentado una transformación paulatina de las actividades económicas, pasando de ser una economía rural a una economía industrial y de servicios. Se ha determinado que la población económicamente activa de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es de 49.9%. La población ocupada por sector de actividad, corresponde a 3.4% en el sector primario, 35.9% en el sector secundario y 56.8% en el sector terciario. Estas cifras señalan una tendencia a la terciarización del empleo, por lo que las actividades primarias continúan siendo desplazadas.

Al interior de la metrópoli se aprecia el surgimiento de centros generadores de empleo, destacando el municipio de Lerma en las actividades económicas terciaria y secundaria; San Mateo Atenco en el sector secundario y en el caso de Metepec, surge como generador predominante de nuevos empleos y servicios en los sectores secundario y terciario compitiendo abiertamente con Toluca.

La base económica de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se ha ampliado, tanto en diversidad como en competitividad y tamaño, por lo que se puede decir que cuando menos a mediano plazo mantendrá su nivel y categoría como una de las cinco metrópolis más importantes del país.

#### **1.3.3.1 Sector económico primario.**

Una de las características de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es que en las laderas de las montañas y en la planicie la actividad agrícola, en su mayoría es de temporal y en menor proporción que la agricultura de riego. Aunado a que el tipo de suelo que predomina es *Feozem*, el cual es susceptible a la erosión moderada y alta, esta situación hace que se presenten con más facilidad problemas de erosión de suelo acarreado como consecuencia la emisión de partículas de origen natural.

Con respecto a la ganadería, en la zona de estudio, se observa la invasión hacia áreas forestales, en donde se presenta, por un lado, la tala de árboles, y por otro, incendios provocados para la quema de pasto y generación de renuevo, beneficiando así el pastoreo de rebaños. Sin embargo dicha actividad afecta la calidad del aire por la emisión de partículas durante la combustión y posteriormente por la erosión del suelo a consecuencia de la pérdida de cubierta vegetal.

#### **1.3.3.2 Sector económico secundario.**

Según datos del INEGI, la industria manufacturera de la entidad estaba compuesta por el 93.9% de microindustrias; 3.1% por pequeñas industrias; 2.5% por industrias medianas y el 0.5% por grandes industrias. Destacan las unidades económicas micro, pequeñas y medianas que ocupaban el 76% del personal estatal en este sector.

En las actividades del sector secundario interviene la industria manufacturera con 11,364 unidades económicas. En la Zona Metropolitana del Valle Toluca el asentamiento industrial se concentra básicamente en el municipio de Toluca, en donde existen alrededor de 3,464 unidades económicas, lo que representa el 30.49% de la planta industrial de esta metrópoli (véase tabla 1.8).

**Tabla 1.8 Número y porcentaje de unidades manufactureras.**

Municipios	Unidades Económicas	Porcentaje
Almoloya de Juárez	198	1.8
Almoloya del Río	457	4.0
Atizapán	223	1.9
Calimaya	258	2.2
Capulhuac	194	1.7
Chapultepec	24	0.2
Lerma	740	6.5
Metepec	967	8.5
Mexicaltzingo	68	0.6
Ocoyoacac	337	2.9
Otzolotepec	399	3.6
Rayón	79	0.7
San Antonio la Isla	158	1.4
San Mateo Atenco	1763	15.6
Temoaya	217	1.9
Tenango del Valle	455	4.0
Texcalyacac	38	0.4
Tianguistenco	486	4.3
Toluca	3464	30.5
Xalatlaco	164	1.4
Xonacatlán	211	1.9
Zinacantepec	464	4.0
<b>Total ZMVT</b>	<b>11,364</b>	<b>100</b>

Fuente: Instituto de Información Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM, 2010)

La importancia de la industria radica no sólo en su impacto como actividad económica, sino también en los efectos ambientales derivados de sus procesos intrínsecos, por ejemplo, las emisiones a la atmósfera de hidrocarburos provenientes de la industria metalmeccánica, así como gases de combustión generados en la industria química y alimentaria, en hoteles, baños públicos y restaurantes, los cuales en su conjunto contribuyen al deterioro de la calidad del aire por la ausencia de sistemas de control de emisiones, o bien, la falta de un sistema de administración ambiental, para el ahorro de materias primas y energía.

En cuanto a la conciencia por el cuidado del medio ambiente y puesta en marcha de soluciones ambientales en procesos de producción, las tendencias industriales internacionales han influido de alguna manera en la estructura industrial asentada en México, su efecto es más claro en empresas grandes y medianas que tienen por lo regular una fuerte vinculación con el mercado mundial y este efecto se va debilitando a medida que el tamaño de la industria decrece, por ser empresas orientadas a la fabricación de bienes intermedios.

Aunque cada vez es mayor la cantidad de compañías que tienen una clara percepción de que el cuidado al medio ambiente les representa una fuente de ahorro y competitividad, la prioridad de afrontar otras necesidades más inmediatas inhibe que sean llevadas a cabo muchas de las soluciones ambientales.

De acuerdo a lo anterior, se puede identificar el segmento de empresas que comprenden las transnacionales o grandes exportadoras, con una alta preocupación por innovar procesos y cumplir con su responsabilidad ambiental, incluso, más allá de lo que la normatividad lo exige; otro segmento de industrias grandes y medianas, en general orientadas al mercado interno que reconocen oportunidades de ahorro y eficiencia a través de la mejora ambiental de sus procesos, pero con recursos escasos para hacerlo y un tercer segmento, integrado por micro y pequeñas empresas, que simplemente carecen de interés o de recursos.

### **1.3.3.3 Sector económico terciario.**

Este sector se ha incrementado en los últimos años, como resultado de la urbanización y de la expansión del mercado interno, a pesar de que el comportamiento de su tasa de crecimiento ha sido irregular, en los últimos años muestra una tendencia creciente. En cuanto al personal ocupado, destacan las actividades de comercio al por menor de alimentos, bebidas y tabaco, servicios de apoyo a los negocios, manejo de desechos, servicios de remediación, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

En las últimas décadas se ha abierto una importante brecha al interior del comercio al menudeo, pues coexisten, por un lado, el comercio tradicional con rezagos en su operación, equipamiento y técnicas de comercialización y por el otro, el comercio moderno, integrado por tiendas de autoservicio y centros comerciales, el cual ha incrementado su presencia en las zonas urbanas de la entidad.

Cabe mencionar que la mayor parte de los comercios se concentra en los municipios de Metepec, Toluca, Almoloya de Juárez, Lerma y Zinacantepec, en tanto que la mayor concentración de servicios se presenta en Toluca, Metepec, Almoloya de Juárez y Zinacantepec.

En 2010, el IGECEM determinó que en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca hay 44 mil 15 unidades económicas en el sector comercio y dos mil 895 en el sector servicios. Con relación al sector comercio, dos mil 526 unidades se dedican a la actividad al por mayor y 41 mil 489 al por menor. Por otra parte, en el sector servicios, mil 443 unidades pertenecen al rubro de servicios financieros, inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles, en tanto que mil 452 unidades al de servicios técnicos, profesionales, personales y sociales.

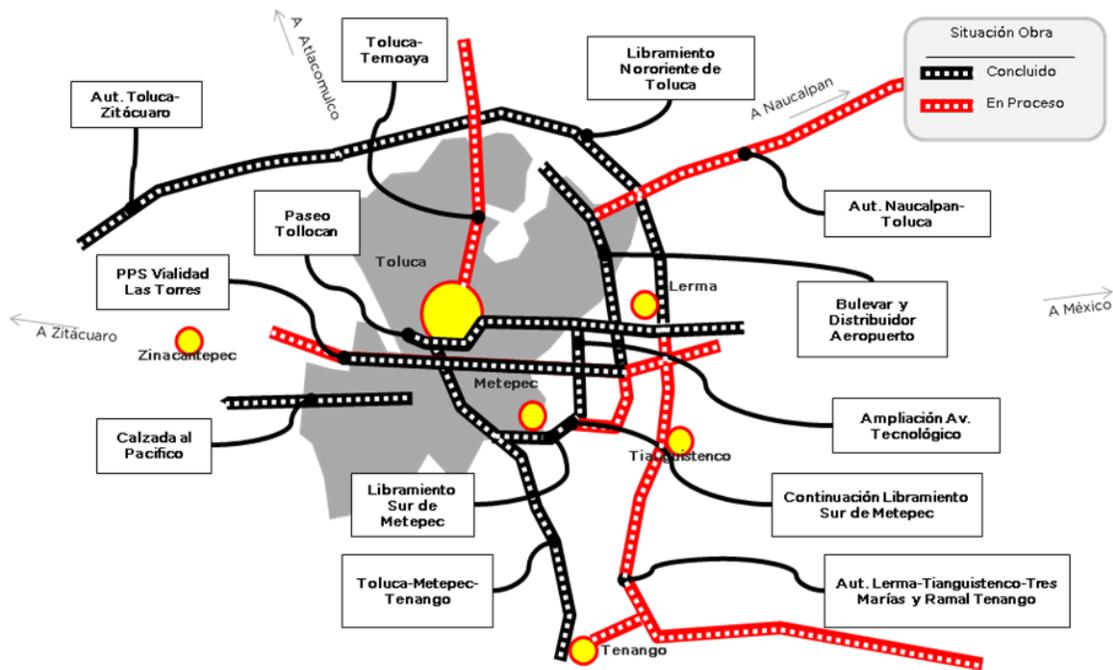
### 1.3.4 Vías de comunicación.

Dentro de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se encuentra el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca, considerado un aeropuerto de clase mundial, por su concepto de apoyo a aerolíneas de bajo costo, la implementación del Sistema de Aterrizajes y Despegues por instrumentos en condiciones de baja visibilidad; además, el edificio terminal tiene un área de 28,300 m<sup>2</sup> que incrementa su capacidad de servicio a ocho millones de pasajeros y el estacionamiento de cuatro niveles con más de dos mil cajones. Está considerada como la quinta terminal aérea del país en número de pasajeros, el índice de más alto crecimiento en los últimos años y reconocido como el mejor Aeropuerto en América Latina y el Caribe.

Con la finalidad de mejorar la movilidad urbana, la conectividad, los tiempos de traslado, y la imagen urbana de las vialidades, en la zona de estudio, se cuenta con una extensa red de carreteras, a la que se integran cada vez más, modernos libramientos, autopistas y vialidades, que permiten el paso rápido hacia su destino.

Las principales vías de comunicación son el Libramiento Nororiente de Toluca y Sur de Metepec; el Bulevar y Distribuidor Aeropuerto; la Autopista: Toluca - Zitácuaro; Toluca - Naucalpan y Lerma -Santiago Tianguistenco-Tres Marías y Ramal a Tenango del Valle. Las Vialidades: Prolongación Avenida Isidro Fabela, Paseo Adolfo López Mateos, Vía Alfredo del Mazo, Vía José López Portillo, Paseo Tollocan, Paseo Colón, Calzada al Pacifico, Avenida Salvador Díaz Mirón, Avenida Tecnológico, Avenida de las Partidas-Zona Industrial-Lerma-El Cerrillo y las Carreteras: Toluca-Metepec-Tenango del Valle, Toluca-Temascaltepec-Valle de Bravo, Toluca-Temoaya, Toluca-Amanalco de Becerra-Valle de Bravo, Toluca-San Felipe Tlalmimilolpan, Santiago Tianguistenco-Chalma, Amomolulco-Xonacatlán, Xonacatlán-Presa José Antonio Alzate, Ocoyoacac-Santiago Tianguistenco, Tenango-Joquicingo, la Marquesa-Santiago Tianguistenco, Mexicaltzingo-Tianguistenco-Xalatlaco, Almoloya de Juárez; San Mateo Atenco-San Pedro Tultepec y Santiago Tianguistenco-Tenango del Valle. (Véase figura 1.5)

Figura 1.5 Red Carretera de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.



Fuente: Secretaría de Comunicaciones del Gobierno del Estado de México (Agosto 2011)

## 2. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

### 2.1 Monitoreo Atmosférico.

La base de datos generada por el monitoreo atmosférico, junto con el inventario de emisiones, son los principales instrumentos para proporcionar información acerca del estado que guarda el aire en la zona, ambos son fundamentales para proteger la salud de la población, en especial a la vulnerable: niños y adultos mayores y al medio ambiente de los efectos nocivos de la contaminación del aire.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca cuenta con la infraestructura necesaria para la medición, registro, procesamiento y difusión de los niveles de los principales contaminantes atmosféricos, así como de los factores meteorológicos que influyen sobre los niveles de contaminación del aire. Esta infraestructura integra la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que tiene como principal objetivo la vigilancia del comportamiento de los contaminantes atmosféricos, la evaluación de las tendencias de la calidad del aire y el impacto de las estrategias de control aplicadas, así como informar a la población sobre los niveles de contaminación del aire.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es operada por la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, a través de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca está integrada por dos subsistemas operativos:

1. Red Automática de Monitoreo Atmosférico.
2. Red Meteorológica.

Adicionalmente cuenta con un Centro de Control y una Unidad Móvil de monitoreo.

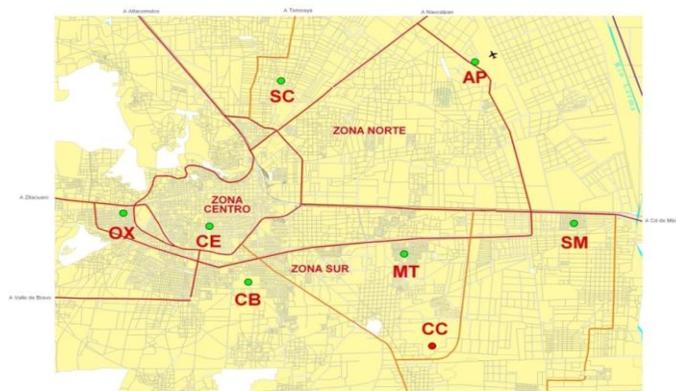
La Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, tiene siete estaciones remotas; cuatro de éstas se encuentran en el municipio de Toluca; dos en el municipio de Metepec y una en el municipio de San Mateo Atenco en el Valle de Toluca. Cada sitio de monitoreo cuenta con el equipamiento necesario para efectuar las mediciones de los contaminantes derivados de la actividad y uso del suelo más representativo del valle.

La red opera durante las 24 horas, todos los días del año, por lo que es posible mantener una vigilancia constante del comportamiento espacial y temporal de los contaminantes criterio e informar a la población de la situación prevaleciente de calidad del aire mediante el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire, a través del portal del Gobierno del Estado de México.

La Red Meteorológica tiene como objetivo proporcionar los parámetros meteorológicos para conocer la dispersión y el desplazamiento de los contaminantes atmosféricos a través del tiempo, formada por siete torres meteorológicas, instrumentadas con sensores que envían de manera automática los datos al Centro de Control.

La unidad móvil de monitoreo atmosférico cuenta con analizadores automáticos de la calidad del aire y sensores meteorológicos y se utiliza para realizar estudios específicos en lugares remotos o donde no se cuenta con información de calidad del aire. En la figura 2.1 se ilustra la localización espacial de las estaciones y su distribución por zonas de monitoreo de calidad del aire dentro del área urbana.

**Figura 2.1 Localización de las estaciones y zonas que conforman la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la ZMVT.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La tabla 2.1 muestra los objetivos específicos, número de estaciones y parámetros que mide cada uno de los subsistemas que la integran.

**Tabla 2.1 Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**

	RAMA	REDMET	UNIDAD MÓVIL
<b>Objetivo</b>	Registro de la calidad del aire ambiente en la ZMVT, con métodos de medición automáticos.	Medición de los parámetros meteorológicos que influyen en la dispersión, transporte y transformación de los contaminantes en la atmósfera.	Apoyo a estudios específicos en lugares remotos o donde no se cuenta con información de calidad del aire.
<b>Número de Estaciones</b>	7 estaciones	7 torres	1 unidad móvil
<b>Parámetros Monitoreados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ozono</li> <li>• PM<sub>2.5</sub></li> <li>• PM<sub>10</sub></li> <li>• Monóxido de carbono</li> <li>• Bióxido de azufre</li> <li>• Óxidos de nitrógeno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad y dirección del viento</li> <li>• Humedad relativa</li> <li>• Temperatura ambiente</li> <li>• Presión atmosférica</li> <li>• Precipitación pluvial</li> <li>• Radiación solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ozono</li> <li>• PM<sub>2.5</sub></li> <li>• PM<sub>10</sub></li> <li>• Monóxido de carbono</li> <li>• Bióxido de azufre</li> <li>• Óxidos de nitrógeno</li> <li>• Velocidad y dirección del viento</li> <li>• Humedad relativa</li> <li>• Temperatura ambiente</li> <li>• Presión atmosférica</li> <li>• Precipitación pluvial</li> <li>• Radiación solar</li> </ul>

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Tabla 2.2 Ubicación e identificación de las estaciones de monitoreo de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**

No.	Clave	Nombre estación	Zona	Ubicación física
1	OX	Oxtotitlán	CENTRO	Escuela Primaria "Carmen Serdán", calle Lago Caimanero esq. Laguna de la Asunción, Col. Nueva Oxtotitlán, Toluca, México.
2	CE	Toluca Centro	CENTRO	UAEM, Calle Venustiano Carranza esq. Mariano Matamoros, Toluca, México.
3	MT	Metepec	SUR	Av. J. Clouthier esq. Manzana, Col. Izcalli Cuauhtémoc V, Metepec, México.
4	CB	Ceboruco	SUR	Preparatoria No. 5 "Dr. Ángel María Garibay" de la UAEM, Km. 2.5 carretera a San Felipe Tlalmimilolpan esquina Ceboruco, Metepec, México.
5	SM	San Mateo Atenco	SUR	Av. Hacienda de Tres Marías s/n, Fraccionamiento Santa Elena, San Mateo Atenco, México.
6	AP	Aeropuerto	NORTE	Centro Nacional de Capacitación y Adiestramiento de la Cruz Roja Mexicana, Boulevard Miguel Alemán, Toluca, México.
7	SC	San Cristóbal Huichochitlán	NORTE	Escuela Primaria "Manuel Hinojosa Giles", calle Guadalupe Victoria esq. Paseo de la Luz, San Cristóbal Huichochitlán, Toluca, México.
8	CC	Centro de Control		Conjunto SEDAGRO, edificio "C", Planta Baja, Puesta 101, Colonia Ex Rancho San Lorenzo, Metepec, México.

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la tabla 2.3 se presenta la ubicación, nombre y clave de identificación de cada una de las siete estaciones remotas dentro de las zonas de monitoreo de la calidad del aire.

**Tabla 2.3 Equipos y sensores meteorológicos que integran la infraestructura de las estaciones de monitoreo.**

Parámetro Monitoreado	Clave de estaciones de monitoreo						
	AP	SC	CE	OX	CB	MT	SM
Partículas menores a 2.5 micras (PM <sub>2.5</sub> )	•	•	•	•	•	•	•
Partículas menores a 10 micras (PM <sub>10</sub> )	•	•	•	•	•	•	•
Ozono (O <sub>3</sub> )	•	•	•	•	•	•	•
Bióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	•	•	•	•	•	•	•
Bióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	•	•	•	•	•	•	•
Monóxido de Carbono (CO)	•	•	•	•	•	•	•
<b>Meteorología</b>							
Velocidad de viento	•	•	•	•	•	•	•
Dirección de viento	•	•	•	•	•	•	•
Humedad relativa	•	•	•	•	•	•	•
Temperatura	•	•	•	•	•	•	•
Presión atmosférica	•		•			•	
Precipitación	•	•	•	•	•	•	•
Radiación solar	•		•			•	

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011).

## 2.2 Normas de calidad del aire.

Los contaminantes, criterio, se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. El termino criterio se refiere a sustancias representativas de las emisiones que se presentan en áreas industriales, urbanas o rurales. La medición periódica de éstas, sirve para determinar la calidad del aire en una zona.

Para cada contaminante criterio se han desarrollado normas, que establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente. Las normas de calidad del aire constituyen el elemento esencial para la evaluación, prevención y control de la contaminación atmosférica.

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de salud ambiental establecen la concentración máxima que puede alcanzar un contaminante en el aire ambiente, para que los riesgos a la salud de los grupos más sensibles de la población se mantengan en niveles establecidos como tolerables. Los riesgos sobre la salud se definen en función del tipo de contaminante, de su concentración, del volumen de aire aspirado y de la duración de la exposición de una persona al contaminante. La exposición puede ser aguda o crónica, siendo aguda cuando ésta es de corta duración a altas concentraciones y crónica cuando se prolonga con concentraciones moderadas.

Actualmente se tienen normas vigentes para los siguientes contaminantes: partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ), partículas menores a 2.5 micrómetros ( $PM_{2.5}$ ), Ozono ( $O_3$ ), Bióxido de Azufre ( $SO_2$ ), Monóxido de Carbono (CO) y Bióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ ).

### 2.2.1 Partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ )

Las partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) son emitidas principalmente en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por los suelos erosionados y zonas agrícolas, la resuspensión del polvo de vialidades sin pavimentar y de las actividades de la construcción, así como por las emisiones vehiculares. El tamaño de estas partículas ocasiona su sedimentación rápida y en condiciones de viento débil recorren distancias cortas.

La Norma Oficial Mexicana establece un límite de  $120 \mu g/m^3$  promedio de 24 horas, y  $50 \mu g/m^3$  promedio anual (Secretaría de Salud, 2005). Este contaminante se monitorea en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, a partir de 1998 y el cumplimiento de la norma ha sido muy irregular, en particular a partir del año 2003. Las máximas concentraciones se presentan en la zona norte del Valle de Toluca, en la cual existen vialidades de intenso tráfico vehicular, así como zonas agrícolas.

### 2.2.2 Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>)

Las partículas finas o menores a 2.5 µg/m<sup>3</sup> son emitidas principalmente por fuentes móviles, así como por la vegetación y los suelos.

La Norma Oficial Mexicana establece un límite de 65 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas y 15 µg/m<sup>3</sup> promedio anual (Secretaría de Salud, 2005). En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca este contaminante se monitorea a partir del 2011, registrándose durante este año 41 días con valores superiores al límite recomendado para el indicador de 24 horas de 65 µg/m<sup>3</sup> para el percentil 98. Asimismo durante el mismo año, en todas las estaciones se excedió el valor del promedio anual de la Norma Oficial Mexicana de 15 µg/m<sup>3</sup>.

Los valores normados establecidos para contaminantes criterio, en el territorio nacional se muestran en la siguiente tabla 2.4

### 2.2.3 Ozono (O<sub>3</sub>)

El Ozono es un contaminante secundario producto de la reacción fotoquímica entre los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV) y los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) emitidos principalmente por los vehículos.

La Norma Oficial Mexicana correspondiente establece un límite de 0.110 ppm promedio horario y 0.080 ppm en el quinto máximo anual del promedio de 8 horas (Secretaría de Salud, 2002).

Su concentración y distribución en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, refleja un comportamiento horario típico, asociado a la influencia directa de las emisiones generadas durante la actividad diaria de los habitantes de la zona, la meteorología, así como a la capacidad oxidativa de la atmósfera. En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en el año 2008 se cumplió con los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana, para el indicador de una hora. Durante diciembre del 1996 los niveles de O<sub>3</sub> alcanzaron las máximas concentraciones históricas registrando concentraciones de 0.220 ppm, el doble del valor de la norma, durante el mismo año se registraron 49 días con concentraciones mayores a 0.110 ppm. Las concentraciones superiores a los 0.11 ppm generalmente se presentan en el periodo del día comprendido entre las 14:00 y 17:00 horas.

Las estaciones localizadas en la zona sur registraron las concentraciones más altas y el mayor número de registros que excedieron la Norma Oficial Mexicana; respecto al indicador para 8 horas que corresponde a un valor de 0.080 ppm para el quinto máximo, se rebasó en los años de 1996 al 2006 y en el 2011; mientras que en los años 1995 y 2007 se registraron concentraciones inferiores a 0.080 ppm.

#### **2.2.4 Bióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>)**

El Bióxido de Azufre es emitido a la atmósfera por la quema de combustibles derivados del petróleo (gasolina, diesel, gasóleo y gas LP).

La Norma Oficial Mexicana indica un límite de 0.110 ppm promedio de 24 horas y de 0.025 ppm promedio anual (Secretaría de Salud, 2010). Desde 1995 los niveles de este contaminante no han superado los valores de la norma oficial.

#### **2.2.5 Monóxido de Carbono (CO)**

El Monóxido de Carbono se produce durante la combustión de materiales orgánicos como el petróleo, la madera y el carbón, entre otros. Cuando la combustión ocurre en un ambiente con menor cantidad de oxígeno del que se requiere para oxidar la materia orgánica hasta Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y agua, se produce una mezcla de Monóxido de Carbono, Dióxido de Carbono e hidrocarburos. Debido a que el daño que produce este contaminante está asociado con el efecto acumulativo del compuesto en el corto plazo, el valor de la norma refiere una exposición menor a 11 ppm en un promedio de 8 horas. (Secretaría de Salud, 1994a)

De acuerdo con los registros de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, desde 1995 los niveles de este contaminante no han superado los valores de la norma oficial. La máxima concentración registrada fue de 10 ppm en enero de 1996; a pesar de que las concentraciones máximas de este contaminante se registran durante los meses de invierno no se ha excedido el límite de la norma.

#### **2.2.6 Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**

La principal fuente de emisión a la atmósfera de los Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) es por los vehículos automotores. A la suma de las concentraciones de NO<sub>2</sub> y NO se le conoce como Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y es un parámetro fundamental para explicar la producción fotoquímica del Ozono.

La Norma Oficial Mexicana indica un límite de 0.210 ppm como promedio horario (Secretaría de Salud, 1994c). El Bióxido de Nitrógeno es un contaminante que se produce junto con el Óxido Nítrico (NO), durante los procesos de combustión, sin embargo, en condiciones normales la emisión de NO<sub>2</sub> es mucho menor que la de NO.

La concentración promedio horaria no ha rebasado el valor establecido por la Norma Oficial Mexicana desde el año 2005. El valor máximo histórico es de 0.307 ppm registrado en enero de 1996, durante el mismo año se cumplió la norma, al registrarse en cinco ocasiones, valores superiores a los 0.210 ppm, para los años de 1995, 2000, 2002 y 2004, se excedió sólo una vez al año, lo cual no se registró como incumplimiento a la NOM, ya que la norma nos permite que el valor de 0.210 ppm se exceda una vez al año.

Tabla 2.4 Normas de calidad del aire en México.

Contaminante	Valores límite			Normas Oficiales Mexicanas
	Exposición aguda		Exposición crónica	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
PM <sub>10</sub>	120 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)	2% de mediciones al año	50 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)	Modificación a la NOM-025-SSA1-1993 (DOF, 2005)
PM <sub>2.5</sub>	65 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)	2% de mediciones al año	15 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)	
O <sub>3</sub>	0.11 ppm ó 216 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)	No se permite	-	Modificación a la NOM-020-SSA1-1993 (DOF, 2002)
	0.08 ppm (8 horas)	4 veces al año	-	
CO	11 ppm ó 12,595 µg/m <sup>3</sup> (8 horas)	1 vez al año	-	NOM-021-SSA1-1993 (DOF, 1994)
SO <sub>2</sub>	0.110 ppm ó 288 µg/m <sup>3</sup> (24 horas)	1 vez al año	0.025 ppm (promedio aritmético anual)	Modificación a la NOM-022-SSA1-1993 (DOF, 2010)
	0.200 ppm (8 horas)			
NO <sub>2</sub>	0.21 ppm ó 395 µg/m <sup>3</sup> (1 hora)	1 vez al año	-	NOM-023-SSA1-1993(DOF, 1994)

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

### 2.3 Indicadores de la calidad del aire.

Un indicador, es una representación numérica que sintetiza información en un periodo de evaluación. Para los indicadores de la calidad del aire se consideró lo arrojado por las siete estaciones de monitoreo que han operado continuamente durante el 2011 y tienen al menos el 75% de datos. Este criterio permite incrementar la confianza en la información que proveen los indicadores.

- a) **Indicadores de las concentraciones máximas.** Los indicadores generales permiten evaluar el estado de la calidad del aire, con respecto a eventos específicos de contaminación. Se empleó el indicador de la concentración máxima diaria, para evaluar el comportamiento de las concentraciones críticas que han presentado los contaminantes criterio y su referencia con las normas de protección a la salud.

Otros indicadores generales empleados se basaron en promedios para hacer referencia a las normas de protección a la salud.

Para el  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  se utilizaron las concentraciones promedio en 24 horas y el promedio aritmético anual ( $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ ) para comparación, contra los valores normativos correspondientes. Para el  $\text{O}_3$  y el  $\text{NO}_2$  se usaron las concentraciones máximas horarias de cada sitio de monitoreo, mientras que para el  $\text{CO}$  y el  $\text{O}_3$ , se emplearon los promedios móviles en 8 horas de las concentraciones máximas, diarias, en cada estación de monitoreo.

- b) Indicadores del comportamiento diario.** Este indicador permite observar el comportamiento promedio de un contaminante en un día típico e identificar el intervalo de horas en que se presentan sus niveles altos y que en algunos casos se asocia con actividades antropogénicas. Este indicador se obtiene calculando el promedio de las concentraciones de cada hora del día a lo largo de un año.

A continuación se presenta el diagnóstico del estado actual de la calidad del aire y de las tendencias de los contaminantes, con relación al grado de cumplimiento de los niveles observados respecto de los límites fijados por las Normas Oficiales Mexicanas.

## **2.4 Tendencia de los contaminantes criterio.**

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca en términos generales presenta problemas de calidad del aire, principalmente por las  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$  seguido del  $\text{O}_3$ , para el caso del  $\text{NO}_2$  se ha registrado excedencias en forma esporádica, mientras que el  $\text{SO}_2$  y el  $\text{CO}$  no han registrado valores fuera de la norma durante la operación de la red de monitoreo.

El diagnóstico del estado actual de la calidad del aire, de acuerdo al monitoreo permanente y de las tendencias de los contaminantes con relación al grado de cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas, nos refleja la necesidad de seguir avanzando en las medidas dirigidas a mitigar y controlar las fuentes de emisión de partículas  $\text{PM}_{2.5}$  y  $\text{PM}_{10}$  y de los precursores del  $\text{O}_3$ .

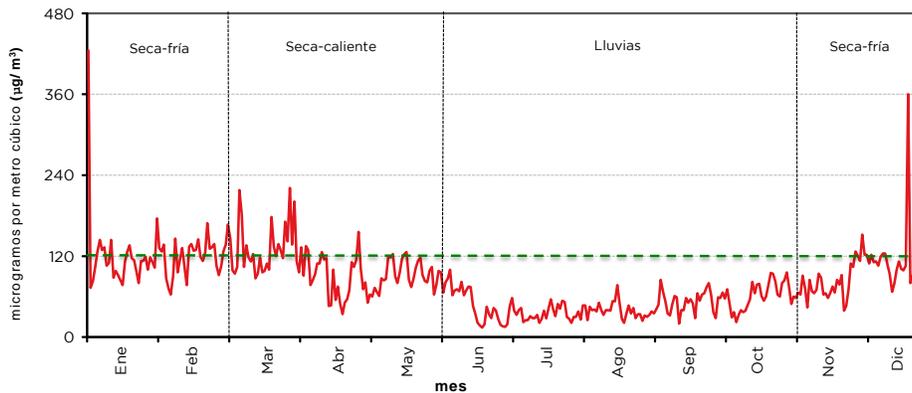
### **2.4.1 Partículas menores a 10 micrómetros ( $\text{PM}_{10}$ )**

La evolución del comportamiento de las  $\text{PM}_{10}$  las mantiene como el primer contaminante en importancia de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por sus frecuentes rebases a los límites establecidos en la Norma de Protección a la Salud y a una tendencia creciente de los valores de concentración registrados durante los últimos años.

Para fines del presente documento se concluyó exponer el análisis del comportamiento mensual, así como por día de la semana, y con ello, poder conocer la tendencia como una serie de tiempo.

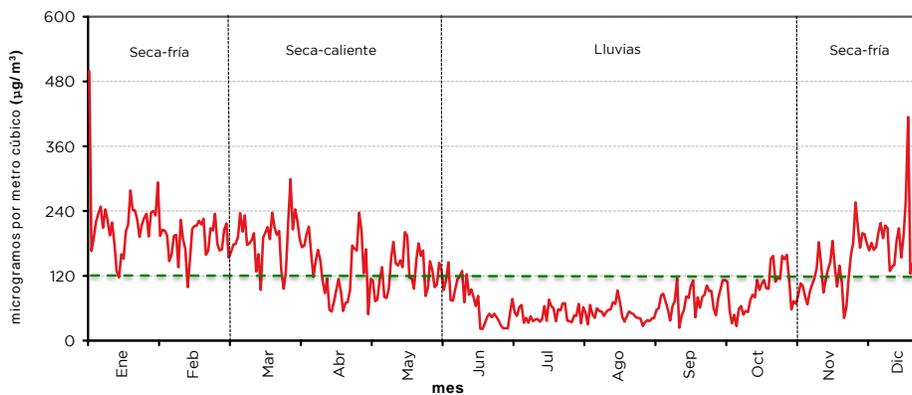
Las gráficas 2.1, 2.2 y 2.3 muestran el comportamiento estacional del promedio diario de las concentraciones de las  $\text{PM}_{10}$  registradas en cada una de las zonas de monitoreo. Como se aprecia su evolución temporal presenta una fuerte componente estacional, concentraciones bajas durante la época de lluvia y máximas durante la temporada seca, principalmente durante la temporada seca fría.

**Gráfica 2.1 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>10</sub> en la zona sur durante el 2011.**



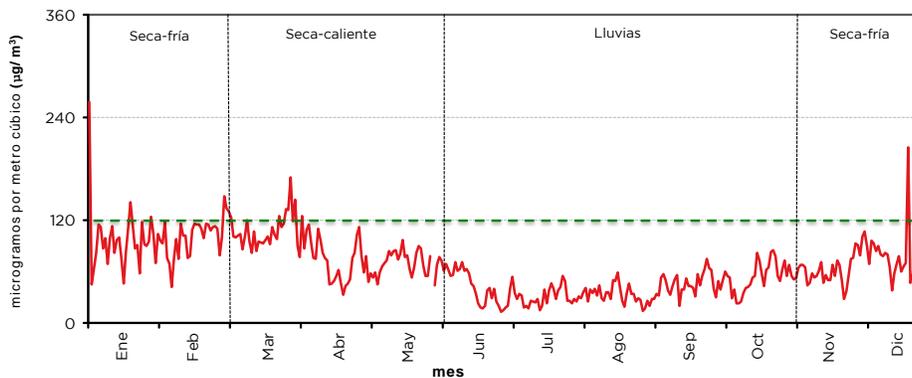
Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Gráfica 2.2 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>10</sub> en la zona norte durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Gráfica 2.3 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>10</sub> en la zona centro durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

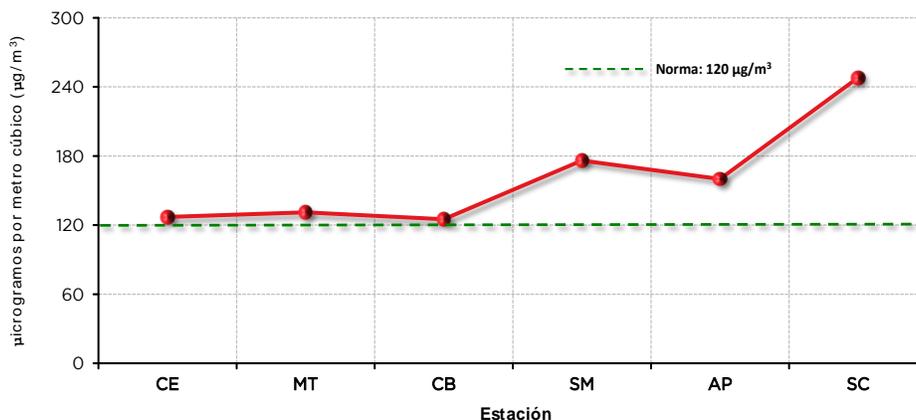
La distribución temporal de las  $PM_{10}$ , a lo largo del 2011 presenta un incremento durante los meses de invierno, provocado principalmente por las condiciones meteorológicas cuando las condiciones de temperatura y estabilidad atmosférica son desfavorables para la dispersión de los contaminantes; posteriormente durante la época seca-cálida, se registran las concentraciones intermedias comúnmente influenciadas por eventos de resuspensión eólica, por la presencia de vientos de mayor intensidad. Mientras que en la época de lluvias, los niveles de partículas disminuyen favorablemente como consecuencia del lavado atmosférico.

Históricamente las máximas concentraciones de las  $PM_{10}$  se presentan en la parte norte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, por lo tanto, es conveniente resaltar que es en esta región donde se aprecia un mayor riesgo para la salud respecto a este contaminante.

En general en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, durante el 2011 se registraron concentraciones por arriba de los límites establecidos para la norma de protección a la salud en periodos de 24 horas ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en el 82% de los días de la época seca fría, mientras que para la temporada seca caliente fue del 73%, lo cual puede tener efectos de tipo agudo en la salud de la población.

En la gráfica 2.4 se presentan los datos del percentil 98 en las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, a lo largo del 2011. Los registros indican que en el 98 % de los datos registrados en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se rebasa el límite establecido por la norma, siendo en la estación de San Cristóbal Huichochitlán el registro más alto, lo cual ocasiona daños agudos a la salud de la población expuesta.

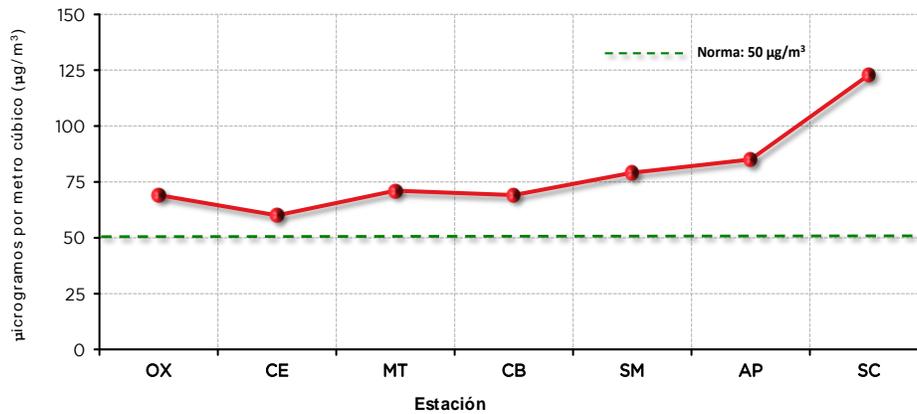
**Gráfica 2.4 Percentil 98 de las  $PM_{10}$  por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la gráfica 2.5 se presentan los promedios anuales registrados por estación de monitoreo durante el 2011, las concentraciones de  $PM_{10}$  rebasan la norma anual de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en todas las estaciones de monitoreo, a la vez se observa que las estaciones representativas de la zona norte presentan las concentraciones más elevadas.

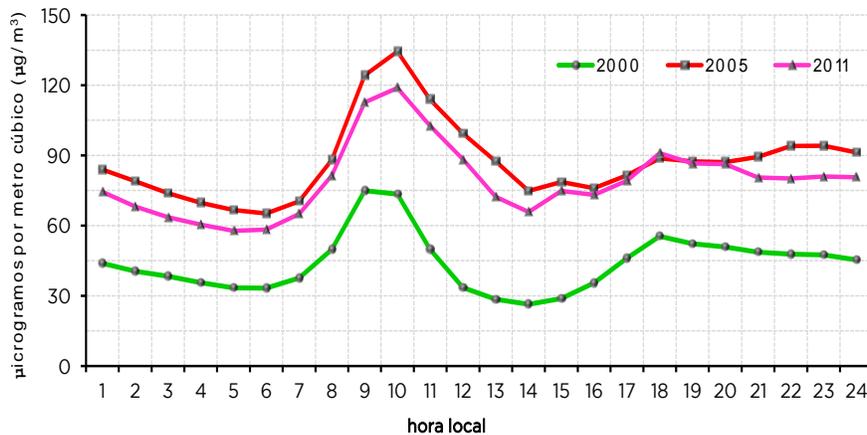
**Gráfica 2.5 Promedio anual de las PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La gráfica 2.6 muestra que las máximas concentraciones de PM<sub>10</sub> se presentan entre las 9 y 12 horas del día y entre las 6 y 8 horas de la noche. Lo anterior indica que la presencia de este contaminante guarda una estrecha relación con las actividades antropogénicas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, asimismo se observa que las concentraciones en todas las horas del día del 2011 registran un incremento en comparación con las registradas durante el año 2000, pero son muy similares a las registradas en 2005.

**Gráfica 2.6 Comportamiento horario típico de las Partículas Suspendidas PM<sub>10</sub> por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Del análisis anterior se aprecia una distribución espacial de las PM<sub>10</sub> con mayor énfasis en las estaciones de Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán, ubicadas en la zona norte. En las siguientes tablas se puede observar que en estas estaciones se ha registrado el mayor número de días fuera de norma para PM<sub>10</sub>,

por tanto este contaminante, así como la zona deben ser de mayor atención en las acciones a ejecutar en el presente programa.

**Tabla 2.5 Número de excedencias por estación y valores máximos de PM<sub>10</sub>**

Estación	Número de días fuera de norma	Concentraciones máximas (µg/m <sup>3</sup> )
Oxtotitlán	10	258
Toluca Centro	10	246
Metepec	21	406
Ceboruco	22	293
San Mateo Atenco	54	425
Aeropuerto	57	486
San Cristóbal Huichochitlán	163	499

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Tabla 2.6 Comparación contra la norma anual por estación de PM<sub>10</sub>**

Estación	Promedio Anual	Norma Anual
Oxtotitlán	69	50 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)
Toluca Centro	60	
Metepec	71	
Ceboruco	69	
San Mateo Atenco	79	
Aeropuerto	85	
San Cristóbal Huichochitlán	122	

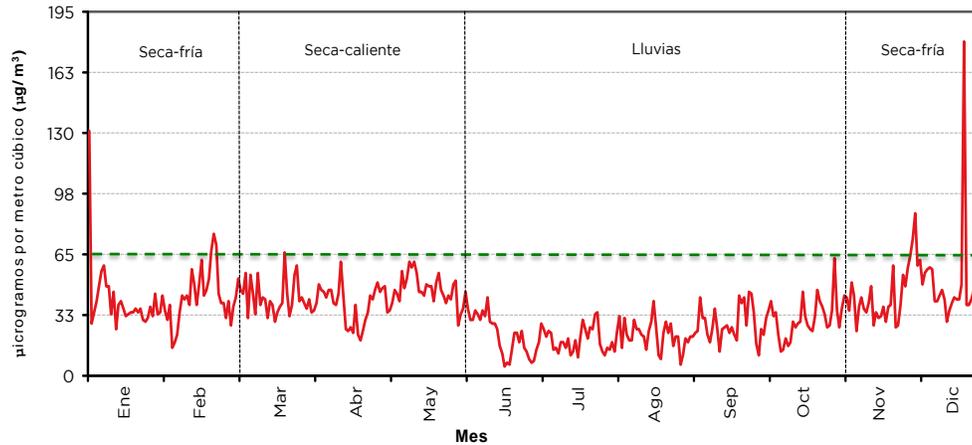
Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

#### 2.4.2 Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>)

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, las partículas menores a 2.5 micrómetros se miden a partir del 2011. La presencia de este contaminante en la zona está asociado a las emisiones de vehículos en un 68%. Los vehículos que muestran mayor proporción son los de transporte de carga y de pasajeros, mientras que la vegetación y suelos contribuyen en un 17%.

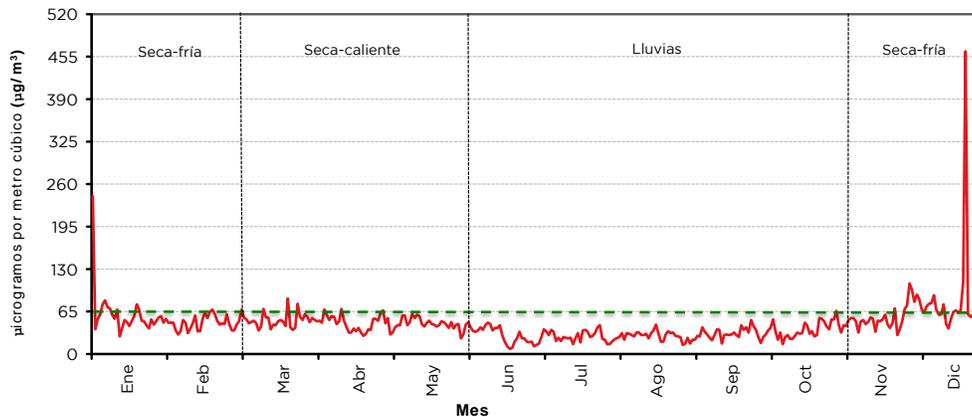
Las concentraciones máximas de las PM<sub>2.5</sub>, se presentan en los meses de la temporada seca-fría, con mayor intensidad y frecuencia durante los meses de diciembre y enero, debido a las condiciones meteorológicas que favorecen la estabilidad atmosférica. Durante los meses de lluvia se registran las concentraciones mínimas, debido al lavado de la atmósfera. En las siguientes gráficas 2.7, 2.8 y 2.9 se aprecian las concentraciones máximas en las tres zonas de vigilancia.

**Gráfica 2.7 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>2.5</sub> en la zona sur durante el 2011.**



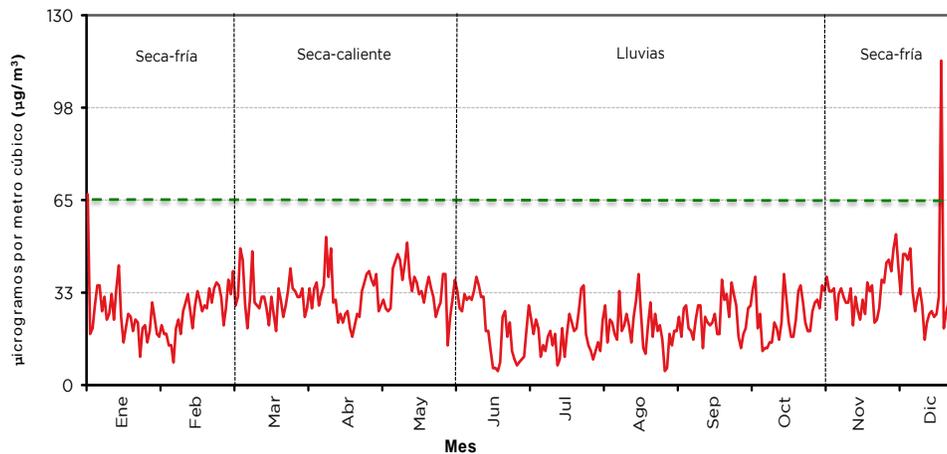
Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Gráfica 2.8 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>2.5</sub> en la zona norte durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

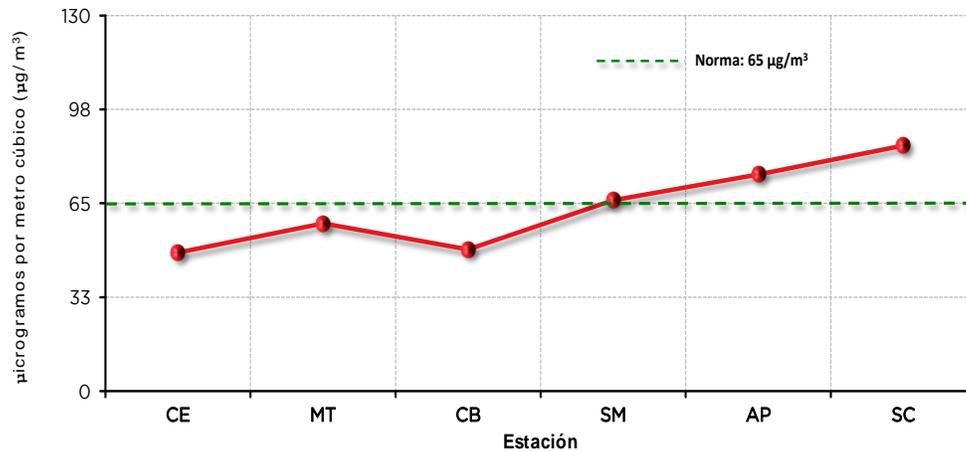
**Gráfica 2.9 Comportamiento temporal del promedio diario de las PM<sub>2.5</sub> en la zona centro durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la gráfica 2.10 se aprecia el percentil 98 en las estaciones de monitoreo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Las estaciones de Toluca centro (CE), Metepec (MT) y Ceboruco (CB) registran el 98% de sus datos dentro de los límites establecidos por la norma de 24 horas de protección a la salud, mientras que San Mateo (SM), Aeropuerto (AP) y San Cristóbal (SC) el 98% de sus registros superan lo establecido por la Norma Oficial Mexicana.

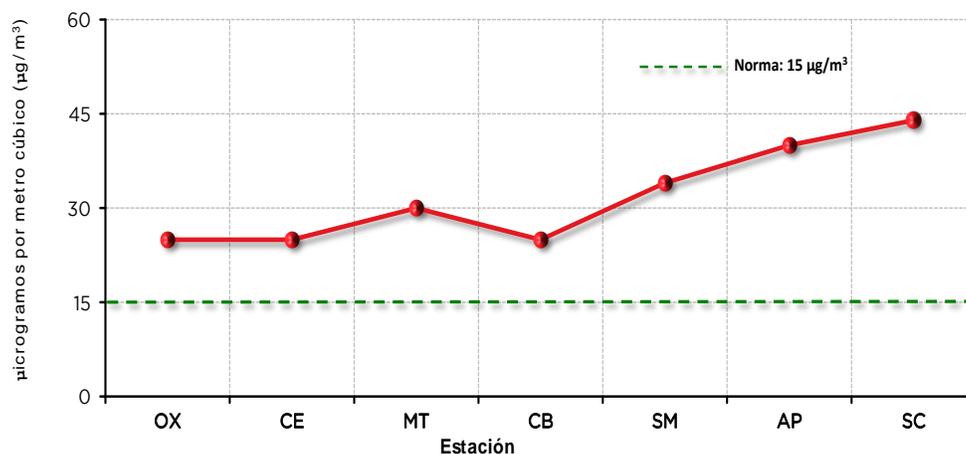
**Gráfica 2.10 Percentil 98 de las PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Como se observa en la gráfica 2.11 las siete estaciones en el 2011 rebasaron la norma anual de 15 µg/m³. Este valor está orientado a la prevención de efectos derivados por la exposición crónica. Las estaciones de la zona norte, son las que registran las máximas concentraciones, el valor máximo registrado fue de 44 µg/m³, lo que representa el 193% por arriba del valor permisible.

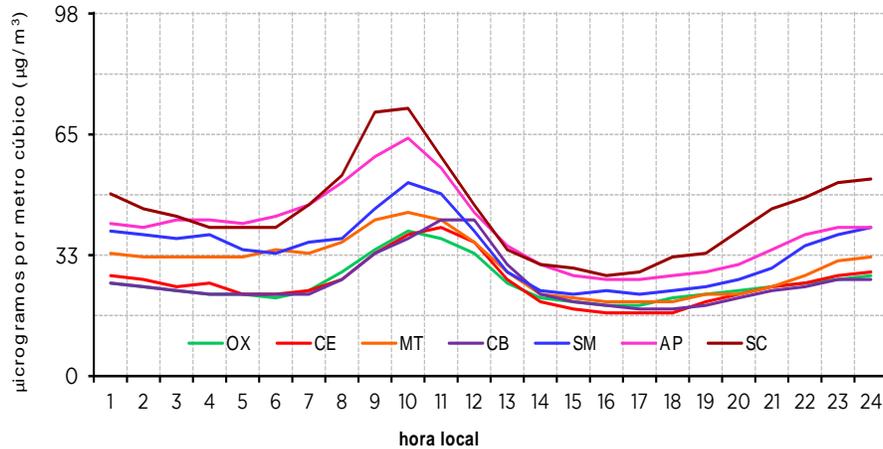
**Gráfica 2.11 Límite anual de las PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La gráfica 2.12 muestra que las máximas concentraciones de las PM<sub>2.5</sub> se registran entre las 9 y 11 horas del día, lo cual nos indica la estrecha relación que guarda la presencia de este contaminante con las actividades antropogénicas de la zona.

**Gráfica 2.12 Comportamiento horario típico de las PM<sub>2.5</sub> por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la zona norte es evidente el impacto de este contaminante por la presencia de las máximas concentraciones, durante el 2011 se registraron 49 días con niveles superiores al límite de 65 µg/m<sup>3</sup> que establece la norma, tal como se muestra a continuación.

**Tabla 2.7 Número de excedencias por estación y valores máximos de PM<sub>2.5</sub>**

Estación	Número de días fuera de norma	Concentraciones máximas (µg/m <sup>3</sup> )
Oxtotitlán	1	67
Toluca Centro	1	114
Metepec	4	120
Ceboruco	1	69
San Mateo Atenco	7	179
Aeropuerto	13	447
San Cristóbal Huichochitlán	36	463

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

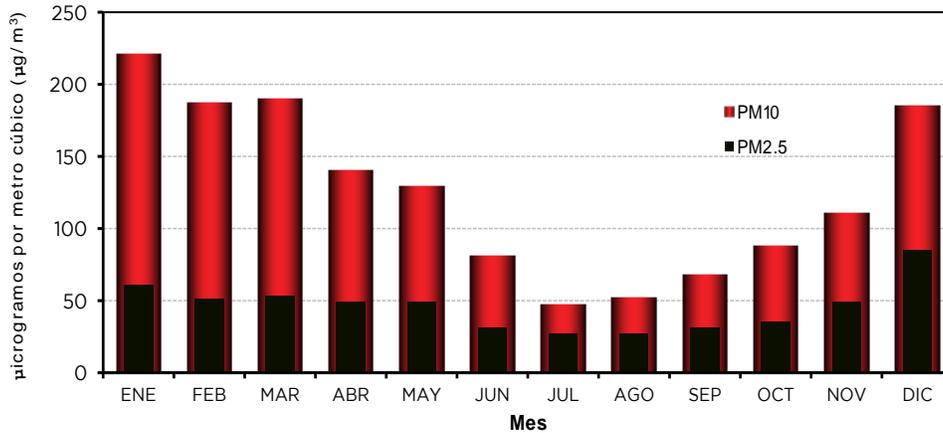
Tabla 2.8 Comparación contra la norma anual por estación de PM<sub>2.5</sub>

Estación	Promedio Anual	Norma Anual
Oxtotitlán	25	15 µg/m <sup>3</sup> (promedio aritmético anual)
Toluca Centro	25	
Metepec	30	
Ceboruco	25	
San Mateo Atenco	34	
Aeropuerto	40	
San Cristóbal Huichochitlán	44	

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La siguiente gráfica 2.13 muestra la concentración promedio mensual durante el 2011 de las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en general se aprecia una distribución temporal semejante de ambas fracciones, presentando sus concentraciones máximas durante la época seca fría, para disminuir en la seca caliente, sin embargo las partículas mayores son removidas con mayor eficacia por la lluvia.

Gráfica 2.13 Distribución temporal de las diferentes fracciones de partículas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

### 2.4.3. Ozono O<sub>3</sub>

EL Ozono es el tercer contaminante en importancia en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, después de las PM<sub>2.5</sub> y las PM<sub>10</sub>, en lo relativo al número de rebases a su norma, así como a las concentraciones máximas registradas. (Tabla 2.9)

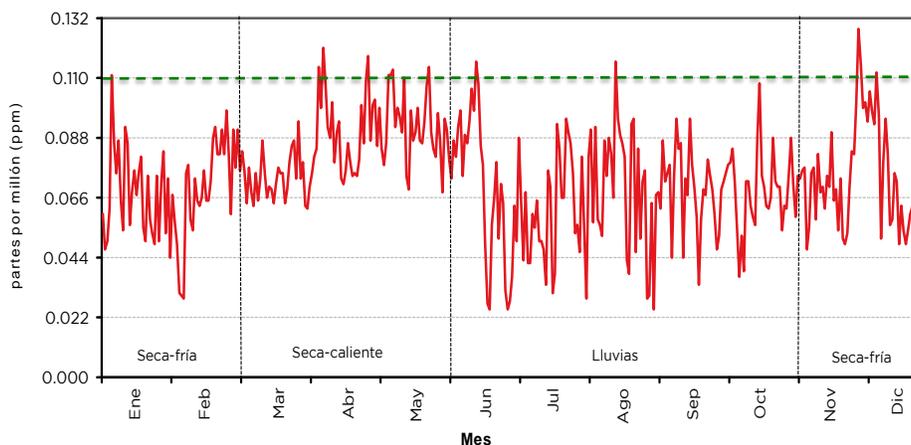
**Tabla 2.9** Número de excedencias por estación y valores máximos de O<sub>3</sub>.

Estación	Número de días fuera de norma	Concentraciones máximas (ppm)
Oxtotitlán	0	0.094
Toluca Centro	2	0.114
Metepec	7	0.121
Ceboruco	2	0.114
San Mateo Atenco	0	0.106
Aeropuerto	0	0.102
San Cristóbal Huichochitlán	5	0.128

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En las gráficas 2.14, se presenta la tendencia estacional, apreciándose un comportamiento muy homogéneo a lo largo del año, las concentraciones promedio, horarias máximas se registran tanto en la época seca fría como en la seca caliente y con menor frecuencia en la época de lluvia. Se registraron 16 días con concentraciones arriba de los 0.11 ppm que establece la norma de protección a la salud; siete en la época seca caliente; cuatro en la seca fría y dos en la época de lluvias. El 96% de los días del 2011 en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se cumplió con la norma para este contaminante.

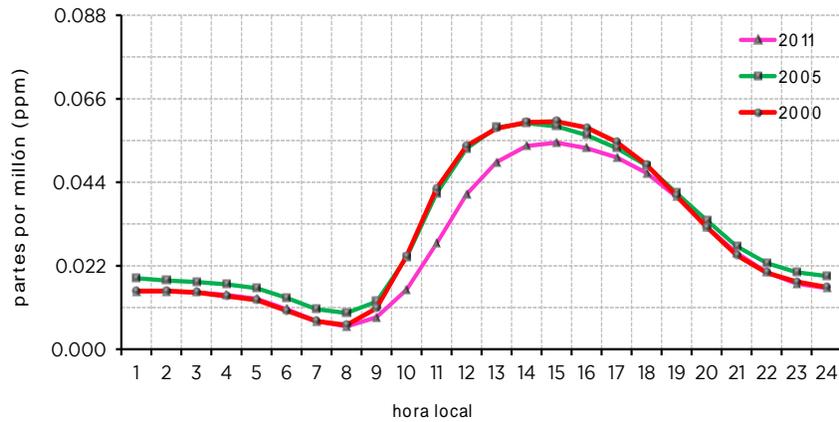
**Gráfica 2.14** Comportamiento temporal del promedio diario de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La evolución del comportamiento horario del O<sub>3</sub> se aprecia en la gráfica 2.15, la cual refleja que las máximas concentraciones horarias se registran entre las 14 y 16 horas. Las concentraciones máximas registran una disminución paulatina a lo largo de los años en cuanto a la magnitud de los promedios horarios máximos, observándose una disminución en los promedios diarios durante el 2011, en comparación con los años 2000 y 2005.

**Gráfica 2.15 Comportamiento horario típico de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Del total de registros de las horas en que se presentan las concentraciones superiores a la norma de Ozono (O<sub>3</sub>), el 50% de éstos ocurrieron entre las 15 y 16 horas, tabla 2.10.

**Tabla 2.10 Frecuencia horaria de valores fuera de norma de O<sub>3</sub>.**

Año	Hora							Total de horas
	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	
2011	1	3	5	4	2	3	1	18

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En cuanto al comportamiento espacial del O<sub>3</sub>, en la tabla 2.11 se presenta el acumulado del número de rebases por hora registrado durante el 2011, se aprecia que las zonas sur y norte son las que presentan la mayor frecuencia de rebases (90%) a la norma.

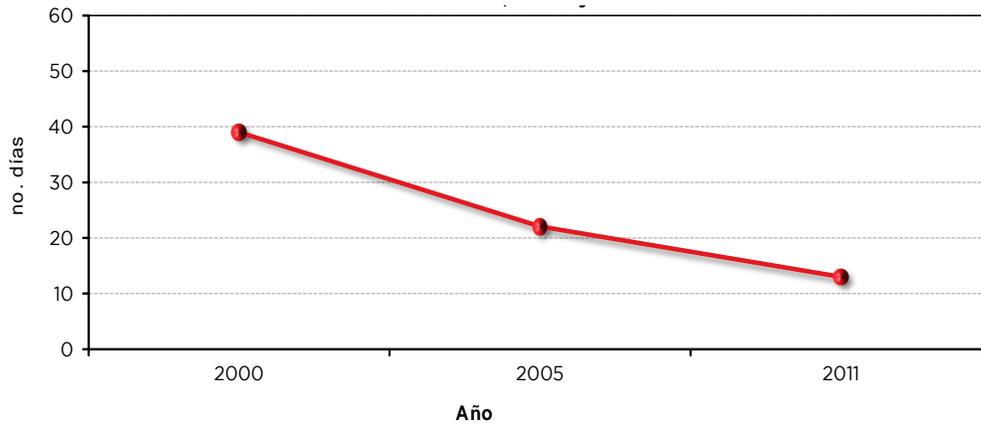
**Tabla 2.11 Frecuencia de las horas en que se rebasa la norma de O<sub>3</sub> por zona.**

Zona	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	Total por zona
Norte	1	2	2	2	1	1	0	9
Centro	0	0	1	0	0	0	1	2
Sur	0	1	2	3	1	2	1	9

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Asimismo los días fuera de norma del Ozono (O<sub>3</sub>) en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca han registrado un decremento durante el 2011, como se observa en la siguiente gráfica 2.16

**Gráfica 2.16** Número de días arriba de la norma de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.

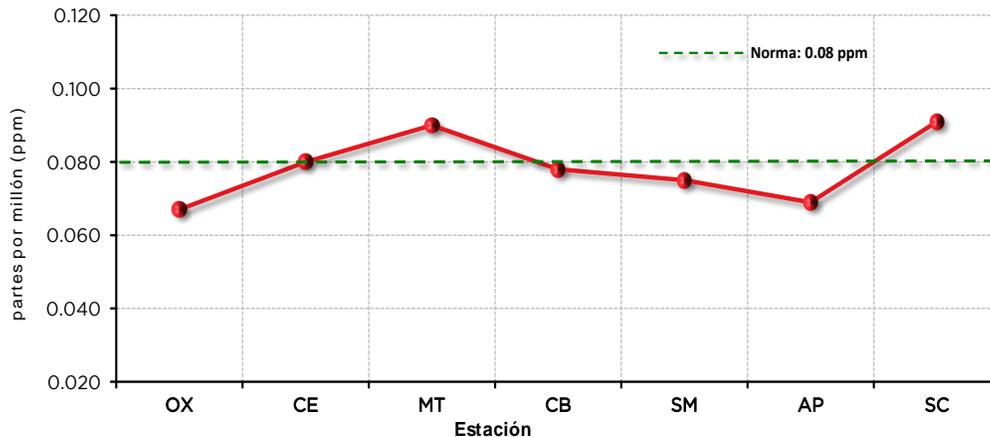


Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

El indicador para 8 horas que corresponde a un valor de 0.080 ppm para el quinto máximo, se rebasó en tres de las siete estaciones de monitoreo que reportan este contaminante: Ceboruco (CB), Metepec (MT) y San Cristóbal Huichochitlán (SC)

La gráfica 2.17 muestra el comportamiento a lo largo del año por estación de monitoreo, los registros indican que las estaciones de Metepec (MT) y San Cristóbal Huichochitlán (SC) presentan las condiciones más críticas con relación a este indicador.

**Gráfica 2.17** Límite anual de Ozono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

El criterio de cumplimiento para este indicador, establece que el valor del quinto máximo sea igual o menor a 0.080 ppm, lo que equivale a permitir un máximo de cuatro valores superiores a 0.080 ppm durante el año.

En la tabla 2.12 se presenta el número de registros mayores a 0.080 ppm y el quinto máximo, por estación de monitoreo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.

Tabla 2.12 Comparación contra la norma anual por estación.

Estación	Número de registros mayores a 0.080 ppm	Quinto máximo, promedio móvil de 8 hrs. Anual	Norma Anual
Oxtotitlán	2	0.067	0.08 ppm (Quinto máximo, promedio móvil de 8 hrs.)
Toluca Centro	4	0.080	
Metepec	24	0.090	
Ceboruco	5	0.078	
San Mateo Atenco	1	0.075	
Aeropuerto	0	0.069	
San Cristóbal Huichochitlán	30	0.091	

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Se aprecia que en la zona norte ocurre la mayor incidencia de excedencias a la norma con un registro de 30 eventos en la estación de San Cristóbal Huichochitlán, así como las máximas concentraciones, seguida de la zona sur, en la cual se registraron 24 eventos en la estación de Metepec.

#### 2.4.4 Bióxido de Azufre SO<sub>2</sub>

En la tabla 2.13 se muestran los valores máximos registrados de SO<sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo durante el 2011.

Tabla 2.13 Valores máximos de SO<sub>2</sub> 2011.

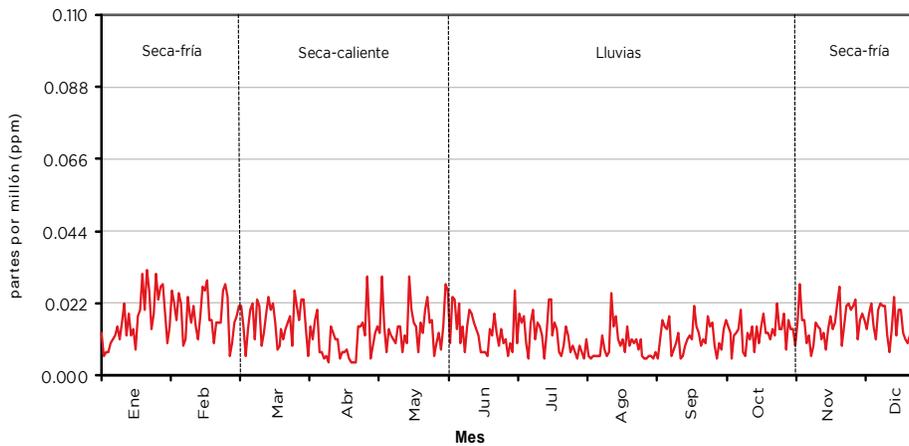
Estación de monitoreo	Concentración máxima (ppm)
Oxtotitlán	0.022
Toluca Centro	0.014
Metepec	0.016
Ceboruco	0.019
San Mateo Atenco	0.022
Aeropuerto	0.032
San Cristóbal Huichochitlán	0.022

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Como lo indican los datos anteriores, en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se cumple satisfactoriamente con los niveles permisibles para SO<sub>2</sub> que establece la Norma de Protección a la Salud desde 1995.

El comportamiento estacional del SO<sub>2</sub> es sumamente estable a lo largo de todas las épocas del año, como se aprecia en la gráfica 2.18, las máximas concentraciones diarias oscilaron entre 0.030 a 0.032 ppm, registradas en tres días de enero, un día en abril y dos días en mayo.

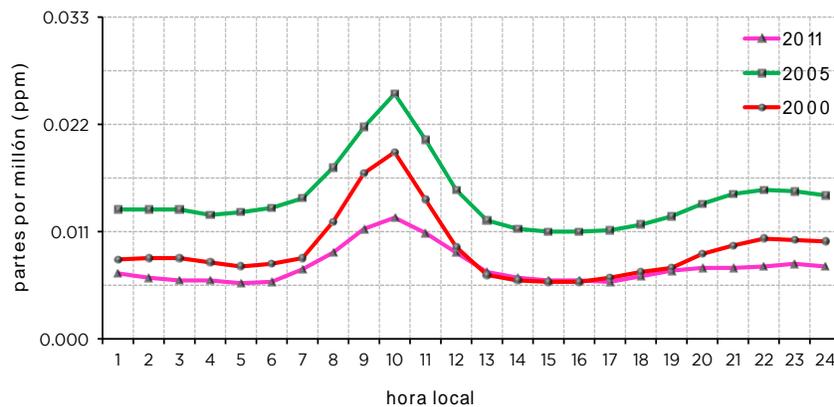
**Gráfica 2.18 Comportamiento temporal del promedio diario de Bióxido de Azufre en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la gráfica 2.19 se muestra el comportamiento horario, con las concentraciones más altas a las 10 horas, cuando se incrementa la actividad económica de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. La evolución del Bióxido de Azufre ( $\text{SO}_2$ ) durante el 2011, muestra una franca disminución a lo largo de todas las horas del día, en comparación con los años 2000 y 2005.

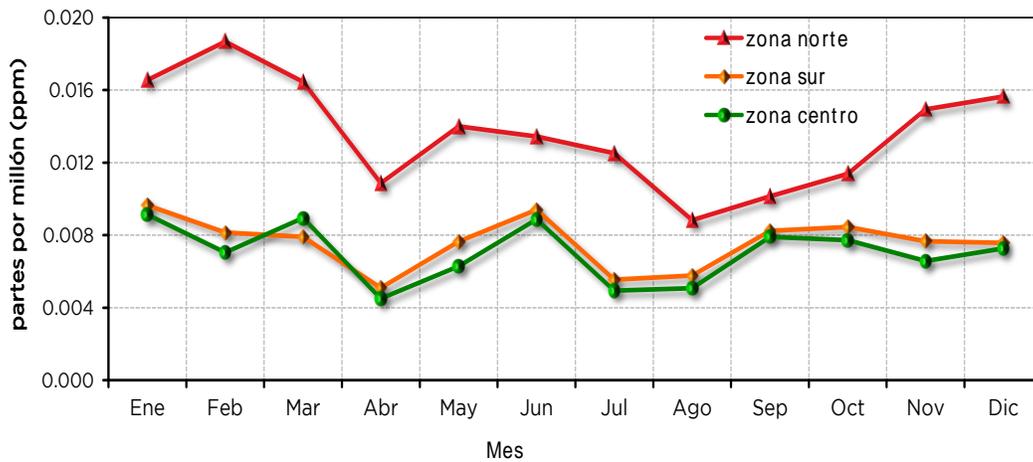
**Gráfica 2.19 Comportamiento horario típico de Bióxido de Azufre en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Los promedios mensuales se registran en la gráfica 2.20, observándose los mayores promedios mensuales en la zona norte, mientras que en las zonas centro y sur se registran valores muy similares. En las tres zonas de vigilancia, los valores más significativos se presentan durante los meses de invierno.

Gráfica 2.20 Promedio mensual de Bióxido de Azufre por zona durante el 2011.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

### 2.4.5 Monóxido de Carbono (CO)

Como se puede ver en la tabla 2.14, el CO no registró concentraciones superiores al valor normado (11 ppm promedios móviles de 8 horas) en las estaciones de monitoreo durante el 2011.

Tabla 2.14 Valores máximos de CO para 2011.

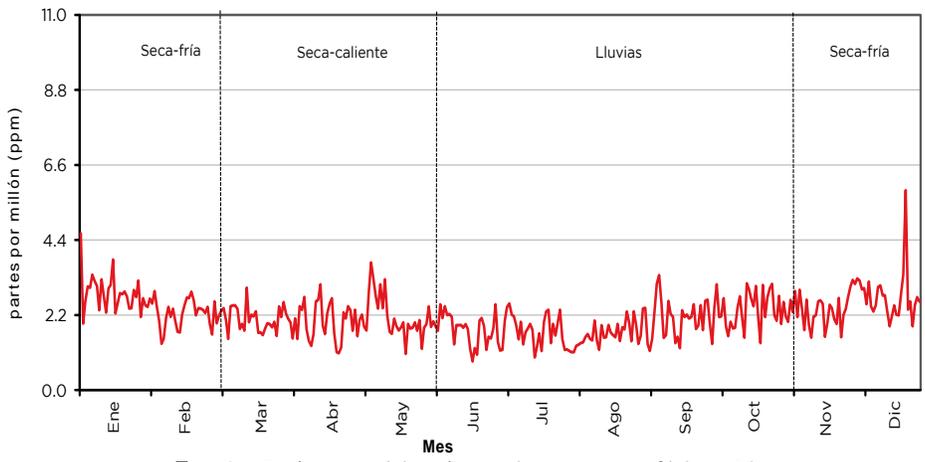
Estación de monitoreo	Concentración máxima (ppm)
Oxtotitlán	3.7
Toluca Centro	3.4
Metepec	3.4
Ceboruco	3.1
San Mateo Atenco	4.4
Aeropuerto	3.8
San Cristóbal Huichochitlán	5.9

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Asimismo, se pueden observar las máximas concentraciones registradas en las estaciones de Aeropuerto y San Cristóbal Huichochitlán, ambas ubicadas en la parte norte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

El CO presenta una distribución estacional homogénea a lo largo del 2011, gráfica 2.21, las concentraciones máximas se registran en la época seca fría, especialmente el 25 de diciembre y 1 de enero, lo cual está asociado al incremento en la intensidad de actividades comerciales y sociales características de las fiestas de fin de año. Las máximas concentraciones de Monóxido de Carbono (CO) en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca son 46% inferiores a lo que establece la norma de protección a la salud correspondiente.

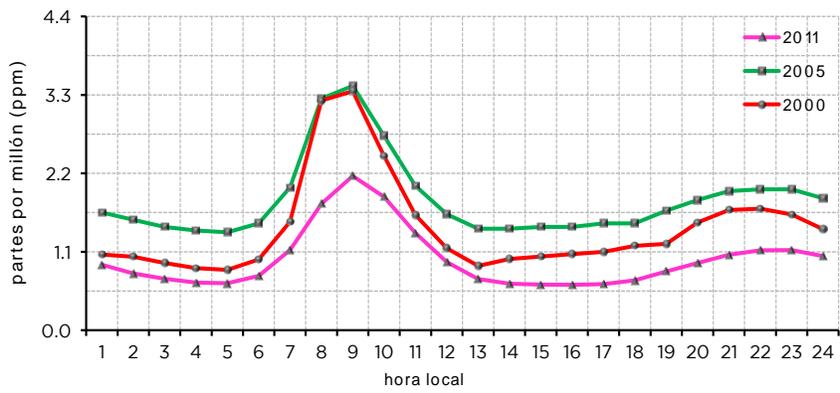
**Gráfica 2.21 Comportamiento temporal del promedio diario de Monóxido de Carbono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la gráfica 2.22 se muestra el comportamiento típico diario del CO, con los niveles más altos en las horas de mayor actividad vehicular de las 7 y 10 horas. La evolución del Monóxido de Carbono (CO) a través del tiempo indica una disminución gradual del 2005 al 2011.

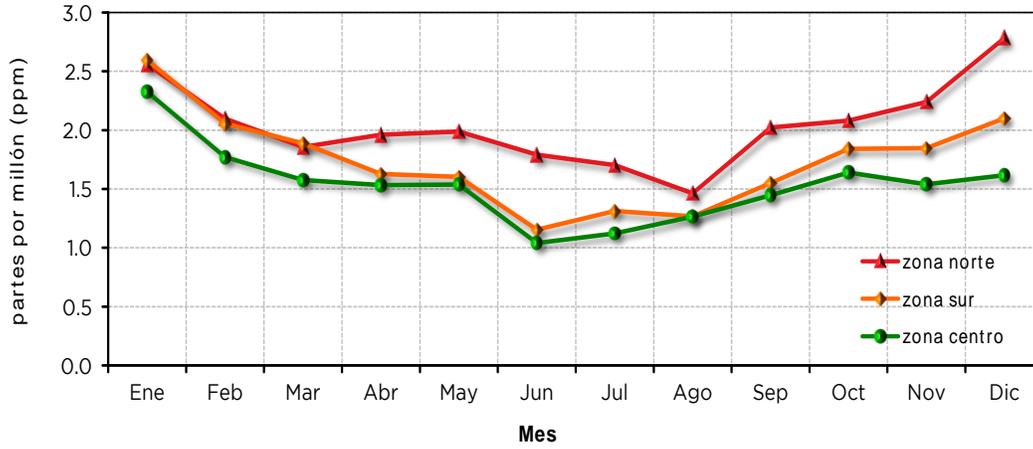
**Gráfica 2.22 Comportamiento horario típico de Monóxido de Carbono en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.**



**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

En la gráfica 2.23 se reflejan los promedios mensuales de los valores promedio de 8 horas durante el 2011; se observa que la región más impactada por este contaminante al igual que los contaminantes anteriores es la zona norte, la cual presenta una mayor frecuencia de niveles relativamente altos.

Gráfica 2.23 Promedio mensual de Monóxido de Carbono por zona durante el 2011.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

#### 2.4.6 Bióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>.

Las concentraciones de NO<sub>2</sub> han presentado valores por debajo de lo establecido según la Norma de Protección a la Salud, a lo largo del 2011.

En la tabla 2.15 se presentan los valores máximos por estación de monitoreo.

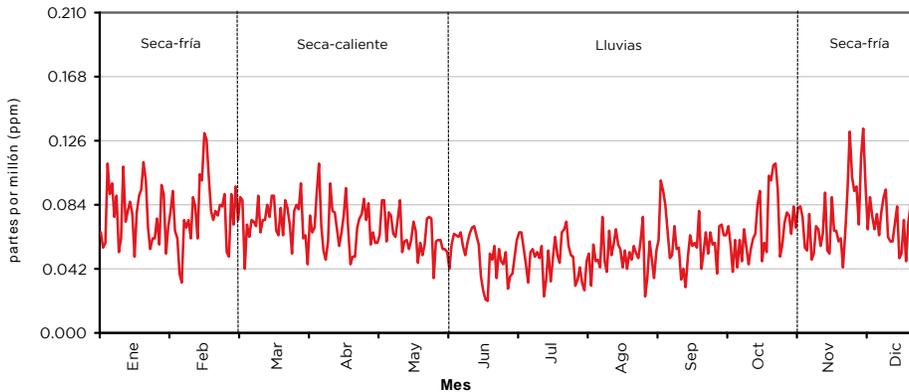
Tabla 2.15 Valores máximos de NO<sub>2</sub> para 2011.

Estación de monitoreo	Concentración máxima (ppm)
Oxtotitlán	0.114
Toluca Centro	0.134
Metepec	0.089
Ceboruco	0.116
San Mateo Atenco	0.081
Aeropuerto	0.108
San Cristóbal Huichochitlán	0.103

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La gráfica 2.24 muestra el comportamiento temporal del promedio diario de NO<sub>2</sub> a lo largo del 2011, apreciándose una tendencia estable a lo largo de las diferentes épocas del año; las máximas concentraciones se presentan durante los meses de invierno, especialmente durante diciembre, sin rebasar el valor límite establecido por la Norma Oficial Mexicana. La concentración máxima registrada es de 63% por debajo del límite que establece la norma.

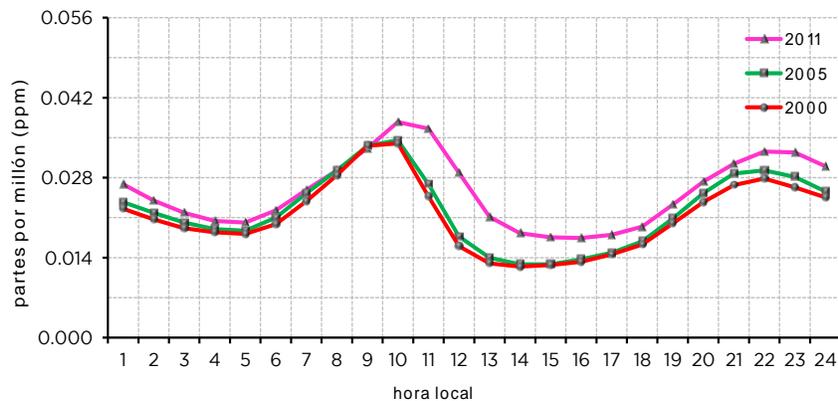
**Gráfica 2.24 Comportamiento temporal del promedio diario de Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

El comportamiento horario del  $\text{NO}_2$  registra un patrón típico, como se observa en la gráfica 2.25 las concentraciones máximas se presentan de las 9 a las 11 de la mañana, periodo de mayor actividad fotoquímica e intensidad del tráfico vehicular. Es notable el incremento de este contaminante a lo largo del tiempo, si bien no se registran concentraciones por arriba de 0.021 ppm que establece su norma, se aprecia un incremento en las concentraciones promedio horarias durante el año 2011 en comparación con los años 2000 y 2005.

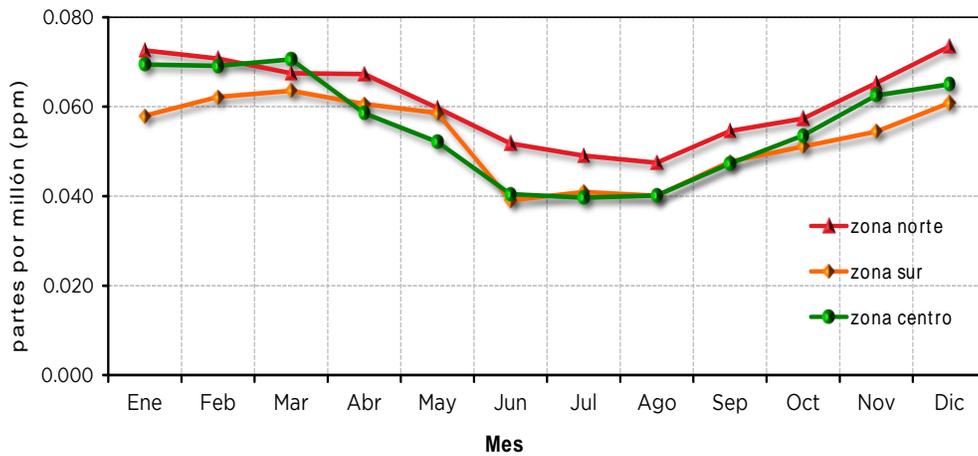
**Gráfica 2.25 Comportamiento temporal del promedio diario de Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2000, 2005 y 2011.**



**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Los promedios mensuales, gráfica 2.26, reflejan la presencia de las máximas concentraciones de  $\text{NO}_2$  en la zona norte durante todos los meses del año, seguido de las regiones centro y sur.

**Gráfica 2.26 Promedio mensual de Bióxido de Nitrógeno en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011.**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

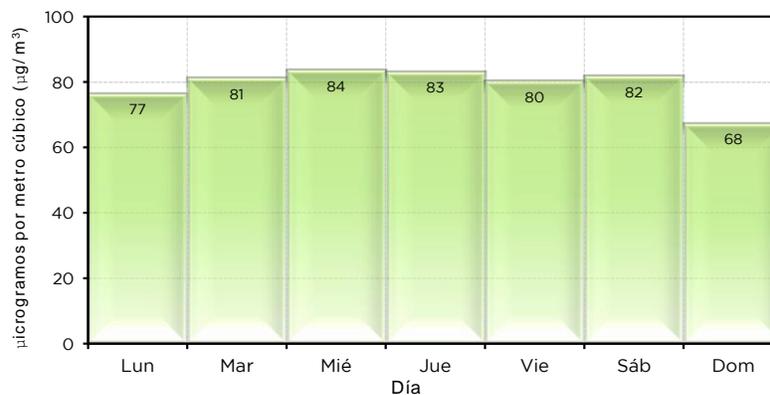
## 2.5 TENDENCIA DE LOS CONTAMINANTES, POR DÍA DE LA SEMANA, EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

El siguiente análisis nos permite apreciar que, en general, las concentraciones a lo largo de los días de la semana son muy similares.

Las  $PM_{10}$  son las que registran la mayor diferencia en cuanto a sus concentraciones con relación a los días de la semana, mientras que las  $PM_{2.5}$  y el  $O_3$  son los contaminantes que registran concentraciones muy homogéneas de lunes a domingo, el resto de los contaminantes presentan concentraciones muy similares de martes a domingo.

Las  $PM_{10}$  a diferencia del resto de los contaminantes, tienen el día domingo una reducción del 32% en sus concentraciones, respecto al resto de los días de la semana. Gráfica 2.27.

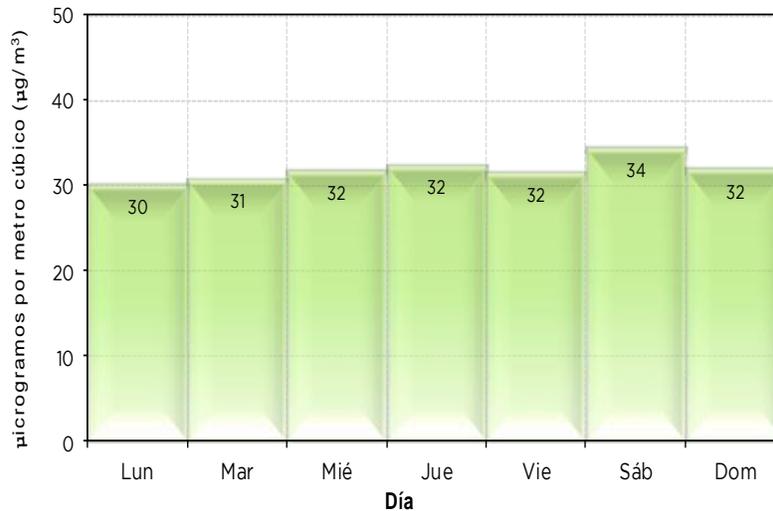
**Gráfica 2.27 Partículas menores a 10 micrómetros ( $PM_{10}$ )**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

Las PM<sub>2.5</sub> los días lunes presentan una reducción del 9% y muestran un incremento a lo largo de los días de la semana, por lo que las concentraciones promedio máximas se manifiestan los sábados. Gráfica 2.28

**Gráfica 2.28 Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>)**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

El O<sub>3</sub> registra los días viernes y sábado una reducción del 8% en sus concentraciones, respecto al resto de los días de la semana; en general las concentraciones son muy similares durante los siete días de la semana. Gráfica 2.29.

**Gráfica 2.29 Ozono (O<sub>3</sub>)**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

A lo largo de los días de la semana, se observa que el día lunes, las concentraciones de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y CO registran una reducción en promedio del 25%, respecto a los demás días de la semana. Posteriormente, se registra un incremento de las concentraciones promedio, a medida que avanza la semana para el caso del NO<sub>2</sub> y el CO, mientras que el SO<sub>2</sub> registra concentraciones iguales de miércoles a domingo. Gráficas 2.30, 2.31 y 2.32.

**Gráfica 2.30 Bióxido Nitrógeno (NO<sub>2</sub>)**



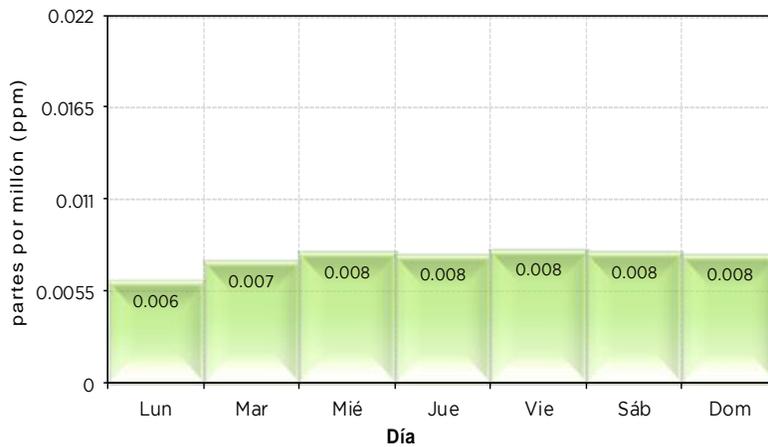
Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Gráfica 2.31 Monóxido de Carbono (CO)**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

**Gráfica 2.32 Bióxido Azufre (SO<sub>2</sub>)**



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

## 2.6 COMPORTAMIENTO DEL ÍNDICE METROPOLITANO DE LA CALIDAD DEL AIRE.

Un índice de calidad del aire, es un valor de referencia para informar a la población sobre los niveles de contaminación, en forma sencilla.

En el Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA), las concentraciones de los contaminantes criterio se transforman a una escala que va de 0 >200 puntos, donde 100 equivale al valor de la norma de exposición aguda establecida para cada contaminante.

Cuando el IMECA de cualquier contaminante sobrepasa los 100 puntos, significa que se ha rebasado la norma y por ende, se corren riesgos potenciales para la salud, pues en la medida en que aumenta el valor del IMECA se agudizan los síntomas.

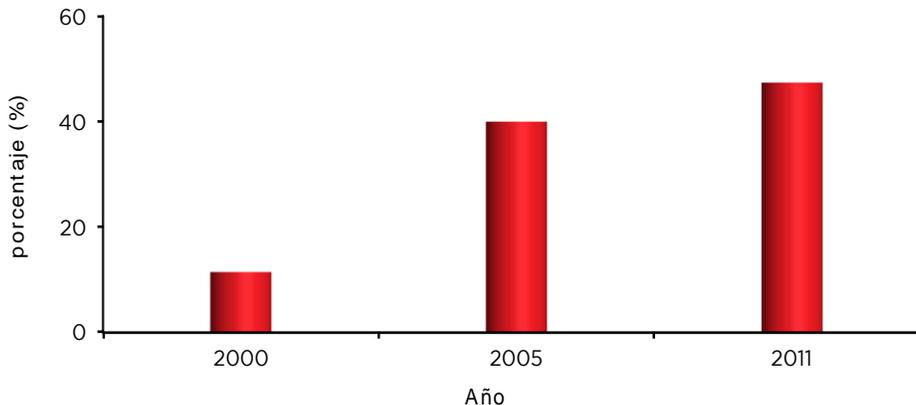
Tabla 2.16 Intervalos IMECA y escenarios de calidad del aire.

Intervalos	Calidad del aire
0 - 50	Buena
51 - 100	Regular
101 - 150	Mala
151 - 200	Muy mala
>200	Extremadamente mala

Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

El porcentaje de días con concentraciones superiores a los 100 puntos IMECA se muestra en la gráfica 2.33, en la cual se aprecia un incremento significativo en el número de días con concentraciones superiores a los 100 puntos IMECA a través de los años, del 2000 al 2005 del 29% y del 2005 al 2011 del 7%

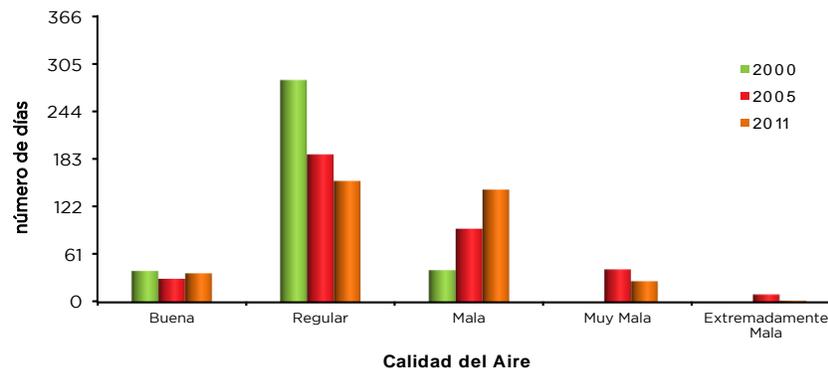
Gráfica 2.33 Porcentaje de excedencias a 100 puntos IMECA.



Fuente: Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

La gráfica 2.34 muestra en intervalos IMECA la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, durante los años 2000, 2005 y 2011; asimismo, se aprecia que a través de los años, los días con niveles de contaminación por debajo de los 100 puntos IMECA, calidad del aire considerada “Buena” y “Regular” disminuyen de un 89% el año 2000 a un 60% en el 2005, y de tan sólo un 53% para el 2011. Se aprecia un incremento significativo de los días con calidad del aire “Mala” durante el 2011, mientras que durante el mismo año la calidad del aire “Muy Mala” y “Extremadamente Mala” se redujo en un 36% y 80% respectivamente, en comparación con los registros del año 2005.

**Gráfica 2.34 Calidad del aire en intervalos IMECA.**



**Fuente:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico (2011)

## 2.7 CONCLUSIONES.

A partir del análisis de los distintos indicadores, se observa que en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca durante el 2011 se redujeron las concentraciones de O<sub>3</sub>, CO y de SO<sub>2</sub>, cumpliendo con la Norma Oficial Mexicana de protección a la salud para el caso del CO y SO<sub>2</sub>, mientras que el O<sub>3</sub> rebasó su norma en un 4% (13 días) de los días del año. Las concentraciones de NO<sub>2</sub> registraron un incremento a lo largo del año, manteniéndose dentro de los límites que establece la Norma Oficial Mexicana de protección a la salud.

Las PM<sub>10</sub> registran una tendencia creciente, históricamente la Zona Metropolitana del Valle de Toluca ha presentado problemas de calidad del aire en lo referente a las partículas, durante el 2011 las PM<sub>10</sub> no cumplieron con ninguno de los límites de la norma, y el número de días en los que excedió la norma diaria se incrementó, las PM<sub>10</sub> son el principal contaminante de la zona, seguido de las PM<sub>2.5</sub>, las cuales se monitorean a partir del 2011 registrando concentraciones superiores a su NOM en el 11% de los días del año, el límite anual se superó con concentraciones superiores al límite establecido.

### 3. Inventario de Emisiones.

Los Inventarios de Emisiones (IE) son herramientas fundamentales en la gestión de la calidad del aire, ya que tienen el objetivo de identificar las fuentes de emisión que descargan contaminantes en la atmósfera, así como estimar la magnitud de tales emisiones. Un IE actualizado es un instrumento para definir y establecer políticas y estrategias de reducción de las emisiones de contaminantes del aire.

En este capítulo se presenta el Inventario de Emisiones, correspondiente a los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. El año base o año de referencia para estas estimaciones corresponde a 2008.

#### 3.1 Descripción general del inventario.

Para fines del Programa, se elaboró el IE cuyos alcances y características se describen en la tabla. Más adelante se incluyen algunas de las características del inventario.

**Tabla 3.1 Principales características del Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca**

Característica	Descripción
Año base	2008
Cobertura geográfica	22 Municipios Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.
Resolución espacial y temporal	Municipal, anual
Contaminantes incluidos	Los siguientes contaminantes criterio y precursores: PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub> SO <sub>2</sub> CO NO <sub>x</sub> COV NH <sub>3</sub>
Categorías incluidas	Fuentes puntuales Fuentes de área Fuentes móviles* Fuentes naturales

\* Incluye las emisiones de fuentes móviles no carreteras.

### 3.2 Descripción de las categorías de las fuentes de emisión.

#### a) Fuentes puntuales:

Se refiere a los establecimientos industriales asentados en la zona, que generalmente emiten contaminantes a través de chimeneas, aunque también pueden ser emisiones no conducidas, denominadas como “fugitivas” y cuya estimación de emisiones se efectúa en forma individual; la regulación nacional las clasifica como fuentes fijas de jurisdicción federal o estatal.

Las emisiones de esta categoría se estimaron, a partir de la información reportada en las cédulas de operación de los establecimientos industriales de jurisdicción federal, disponibles en la Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC) de SEMARNAT y con base en la información recopilada por la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México para las fuentes fijas de jurisdicción estatal.

#### b) Fuentes de área:

Dentro de la categoría de fuentes de área se incluyen establecimientos comerciales y de servicios y actividades que emiten contaminantes en cantidades que resultan relativamente bajas y cuyas emisiones no es factible estimar en forma individual, pero que debido a su número o intensidad, generan importantes emisiones tales como, casas habitación, talleres mecánicos, tintorerías, panaderías, lavanderías, imprentas y combustión doméstica, entre otros.

En esta categoría se incluyen también actividades relacionadas con las emisiones evaporativas de compuestos orgánicos, debido al consumo doméstico, aplicación de pintura arquitectónica, en señalización vial y por pavimentación, así como emisiones asociadas a incendios forestales y quemas agrícolas intencionales. Se incluyen actividades que emiten amoniaco, como la ganadería y actividades con generación de partículas como construcciones y circulación por caminos no pavimentados. En este inventario se estimaron las emisiones de 31 categorías de fuentes de área.

#### c) Fuentes móviles:

Incluyen los vehículos automotores que circulan por calles y carreteras, dentro de la zona urbana, y que están registrados en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, están agrupados de acuerdo al peso de los mismos, y en algunos casos se especifica el uso (por ejemplo, taxis). De esta manera, se consideran automóviles, camionetas, camiones ligeros, medios y pesados, de servicio privado y público, de carga y de pasajeros; que emplean diesel o gasolina como combustible. Esta categoría no incluye otras fuentes móviles, como aviones, trenes o embarcaciones, ni la actividad en autopistas.

El inventario de esta categoría, incluye la estimación de emisiones de 10 subcategorías de vehículos de gasolina y diesel, tanto de uso privado como para transporte público, de pasajeros y de carga. En la sección 3.5 se incluyen las tablas con la descripción detallada de esta categoría y sus

subcategorías, así como ejemplos de los vehículos incluidos en cada una de ellas.

**d) Fuentes móviles no carreteras:**

Incluyen únicamente las emisiones correspondientes a la aviación comercial, locomotoras de arrastre y de patio; su estimación se hizo a partir de la aplicación del modelo EDMS5.1.1 y factores de emisión para locomotoras.

**e) Fuentes naturales:**

Se refieren a los cultivos y la vegetación natural, que emiten contaminantes a consecuencia de su metabolismo (como puede percibirse a través del característico aroma de los bosques de pino) y de los procesos de desnitrificación.

**3.3 Inventario de Emisiones a la atmósfera.**

En la tabla 3.2, se presenta el Inventario de Emisiones de los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, para el año base 2008. En tanto, la Grafica 3.1 compara la magnitud de las emisiones de contaminantes a la atmósfera, así como la categoría de fuente de emisión.

**Tabla 3.2 Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, año base 2008**

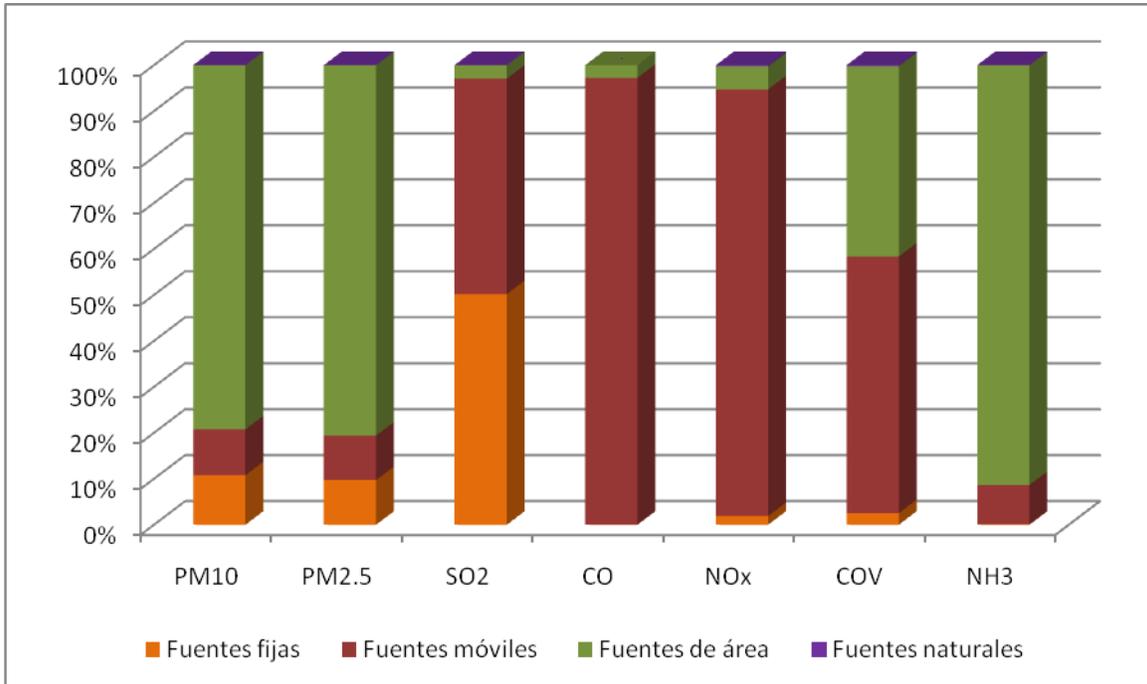
Sector	Emisión en toneladas anuales						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fuentes fijas	931.9	677.9	3,601.6	373.2	1,497.0	3,834.2	16.7
Fuentes móviles*	862.9	673.7	3,363.1	1,401,750.9	73,485.7	84,119.7	1,828.6
Fuentes de área	6,848.0	5,616.7	211.9	39,697.2	3,962.7	62,459.5	19,457.9
Fuentes naturales	NA	NA	NA	NA	194.3	316.8	NA
<b>Total</b>	<b>8,642.8</b>	<b>6,968.3</b>	<b>7,176.5</b>	<b>1,441,821.3</b>	<b>79,139.7</b>	<b>150,730.2</b>	<b>21,303.2</b>

Fuente: Información preliminar, INEM 2008.

NA: No aplica

\* Incluye las emisiones de fuentes móviles no carreteras.

**Gráfica 3.1 Contribución porcentual por fuente de emisión de contaminantes.**



Fuente: Información preliminar, INEM 2008.

La gráfica anterior, muestra que el principal contaminante emitido en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es el CO, con más de un millón 400 mil toneladas al año, seguido por las emisiones de NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Es importante recordar que, cada contaminante tiene características exclusivas de su naturaleza y que provocan efectos distintos sobre la salud humana y el ecosistema, por lo que no es conveniente aseverar, que los contaminantes emitidos en mayor cantidad son los responsables de los principales riesgos. Por ejemplo, el caso de las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, que normalmente representan los mayores riesgos para la salud de la población, pese a que la masa de emisiones de partículas es menor con relación a las emisiones de CO.

En este caso, cabe resaltar la importancia en cuanto a las emisiones de CO, NO<sub>x</sub> y COV, correspondientes a las fuentes móviles; se aprecia que la aportación de las fuentes área, obedece principalmente a las emisiones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y NH<sub>3</sub>. Las fuentes fijas son las principales emisoras de SO<sub>2</sub> y contribuyen a las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

En la tabla 3.3, se presenta la contribución relativa o porcentual de cada categoría, al total de las emisiones de cada contaminante, para el mismo año base 2008. Esta información está contenida en la gráfica 3.1, la cual permite apreciar la contribución de cada categoría en la emisión de cada contaminante.

**Tabla 3.3 Contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones del año 2008.**

Sector	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fuentes fijas	11	10	50	0	2	3	0
Fuentes móviles	10	10	47	97	93	56	9
Fuentes de área	79	81	3	3	5	41	91
Fuentes naturales	0	0	0	0	<1	<1	0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Información preliminar, INEM 2008.

En la sección siguiente se presenta el inventario desagregado para las subcategorías que conforman cada categoría. Esto permite identificar con mayor precisión las fuentes de emisión de cada contaminante y la causa de las emisiones.

### 3.4 Inventario de Emisiones desagregado.

Aquí se aprecian las distintas subcategorías que conforman las categorías de las fuentes de emisión, así como la magnitud de sus emisiones, lo que permite un mejor entendimiento del origen de las emisiones que sirve como base para el diseño de medidas y acciones del Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017). La tabla 3.4 presenta el Inventario de Emisiones desagregado, para el mismo año base 2008.

**Tabla 3.4 Inventario de Emisiones desagregado de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, año base 2008.**

SECTOR	TONELADAS ANUALES						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Petróleo y petroquímica	18.2	13.1	613.0	11.3	135.5	229.4	0.0
Química	81.9	46.0	923.8	28.7	153.5	483.2	2.8
Pinturas y tintas	51.4	27.1	0.0	15.9	93.9	330.9	1.6
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	43.6	33.2	5.3	23.7	21.9	1,189.6	0.6
Automotriz	300.5	188.5	1.2	48.7	72.4	1,324.5	1.8
Celulosa y papel	75.3	49.0	1,368.9	11.5	126.1	0.6	1.8
Vidrio	222.5	217.6	0.7	98.0	546.0	6.4	3.7
Generación de energía eléctrica	24.7	24.3	650.0	55.6	205.9	1.3	2.0

SECTOR	TONELADAS ANUALES						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Tratamiento de residuos peligrosos	0.6	0.4	10.9	0.9	4.0	4.2	0.0
Acabado y tratamiento a vidrio y/o cristales	0.7	0.4	0.0	0.0	0.0	5.8	0.0
Curtido y acabado de cuero y/o piel y sus productos	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.0	0.0
Edición, encuadernación y/o impresión	6.0	4.8	0.0	0.3	2.1	77.0	0.0
Fabricación de artículos y productos de cerámica, arcilla o similares	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.0
Fabricación de artículos y productos de papel y/o cartón	0.0	0.0	0.3	0.2	0.9	0.0	0.1
Fabricación de artículos y productos metálicos	2.3	1.8	0.1	3.4	20.0	5.9	0.0
Fabricación de productos y artículos de madera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Fabricación de productos y artículos de plástico	82.7	58.0	1.4	0.9	5.5	125.9	0.0
Industria alimenticia	9.4	4.5	6.3	20.7	47.3	5.0	1.7
Industria textil	6.0	4.8	2.1	13.2	57.1	26.9	0.3
Manejo de residuos peligrosos	3.6	2.6	0.0	0.4	2.4	0.0	0.0
Producción de aparatos, equipos y/o accesorios eléctricos y/o electrónicos	2.4	1.7	0.0	0.0	0.3	1.2	0.0
Producción de asfalto y sus mezclas para pavimentación	0.0	0.0	17.4	39.2	0.8	0.0	0.0
Producción de concreto premezclado	0.2	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0
Producción de perfumes, cosméticos y similares a base de mezclas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	16.0	0.0
<b>Fuentes fijas</b>	<b>931.9</b>	<b>677.9</b>	<b>3,601.6</b>	<b>373.2</b>	<b>1,497.0</b>	<b>3,834.2</b>	<b>16.7</b>
Autobuses de transporte urbano	58.0	50.7	207.0	22,226.6	5,290.9	1,413.7	13.1
Autos particulares (tipo sedán)	114.5	64.1	752.0	263,806.7	10,836.0	22,747.2	1,122.6
Camionetas de transporte público de pasajeros (combis)	1.6	1.0	11.2	13,021.5	429.0	886.5	12.3
Camionetas Pick-up	13.0	8.0	91.0	60,214.0	1,652.8	4,097.5	97.0
Motocicletas	0.4	0.2	0.8	1,146.1	13.4	332.5	0.3
Taxis	22.3	12.5	147.5	122,919.2	6,901.3	7,777.5	220.7
Tractocamiones	13.9	12.4	36.1	1,379.7	1,299.2	195.5	1.8
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	3.6	2.6	24.0	11,438.5	324.2	821.4	17.6
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	425.6	326.5	1,681.5	875,980.3	41,408.1	44,164.3	335.5
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas (microbuses)	31.9	27.8	54.0	28,579.4	1,659.4	1,426.5	7.7
<b>Fuentes móviles *</b>	<b>862.9</b>	<b>673.7</b>	<b>3,363.1</b>	<b>1,401,750.9</b>	<b>73,485.7</b>	<b>84,119.7</b>	<b>1,828.6</b>
Aviación	3.8	3.8	311.7	142.1	20.8	46.9	0.0
Locomotoras	69.7	62.6	25.0	277.3	2,807.0	105.9	0.0
Maquinaria agrícola	104.6	101.5	21.3	619.6	843.6	104.4	0.0
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	1,753.4	NA
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	35.9	NA
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	436.4	NA

SECTOR	TONELADAS ANUALES							
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>	
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	365.3	NA	
Pintura para señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	10.5	NA	
Recubrimiento de superficies en la industria	NA	NA	NA	NA	NA	746.0	NA	
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	4,377.6	NA	
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	6,461.4	NA	
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	4,689.9	NA	
Manejo y distribución de gas LP	NA	NA	NA	NA	NA	6,126.5	NA	
Manejo y distribución de Gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	1,274.6	NA	
Actividades de construcción	2.1	0.4	NA	NA	NA	NA	NA	
Asados al carbón	163.2	130.2	0.0	324.8	6.0	21.0	0.0	
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	109.3	NA	
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	9,330.1	
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	5.6	NA	
Corrales de engorda	21.9	2.5	NA	NA	NA	NA	NA	
Ganaderas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7,470.4	
Labranza	1,252.8	277.8	NA	NA	NA	NA	NA	
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	2,139.3	NA	
Incendio de construcciones	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	
Incendios forestales	78.1	66.3	7.2	775.5	23.1	54.1	7.8	
Emissiones domésticas de amoniaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2,646.0	
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	0.5	NA	
Terminales de autobuses	0.1	0.1	0.5	144.2	70.5	13.0	0.0	
Combustión comercial	2.8	2.8	0.0	16.2	91.3	1.6	0.0	
Combustión agropecuaria	150.4	150.4	140.4	460.0	2,137.1	0.7	0.0	
Combustión doméstica	Otros combustibles (LP, GN)	71.6	71.6	4.7	706.8	1,251.1	49.4	3.6
	Uso de leña	5,105.0	4,914.6	59.0	37,269.5	383.6	33,787.5	0.0
<b>Fuentes de área</b>	<b>6,848.0</b>	<b>5,616.7</b>	<b>211.9</b>	<b>39,697.2</b>	<b>3,962.7</b>	<b>62,459.5</b>	<b>19,457.9</b>	
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	194.3	316.8	NA	
<b>Fuentes naturales</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>194.3</b>	<b>316.8</b>	<b>NA</b>	
<b>Totales</b>	<b>8,642.8</b>	<b>6,968.3</b>	<b>7,176.5</b>	<b>1,441,821.3</b>	<b>79,139.7</b>	<b>150,730.2</b>	<b>21,303.2</b>	

Fuente: Información preliminar, INEM 2008.

Las cifras que se muestran como "0.0" representan cantidades menores a centésimas.

NA: No aplica.

NE: No estimado.

\* Incluye las emisiones de fuentes móviles no carreteras.

### 3.5 Análisis del Inventario de Emisiones por tipo de fuente.

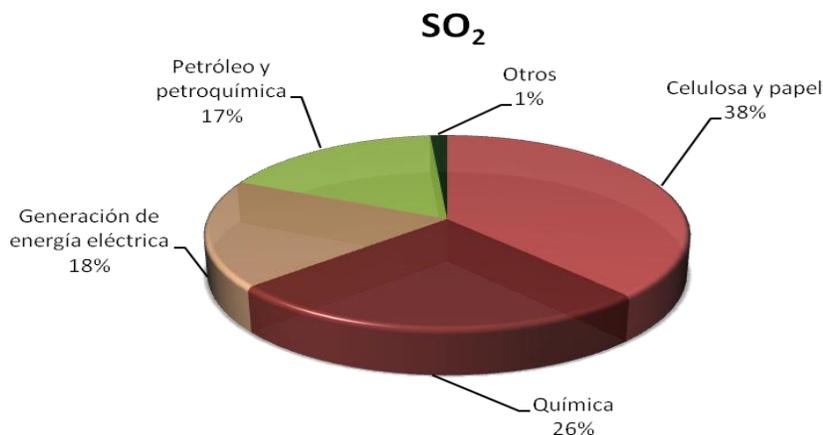
A continuación se presenta el análisis por tipo de fuente, tomando como referencia la Tabla 3.2 sobre contribución porcentual de cada categoría, al total de las emisiones del año.

#### a) Fuentes fijas.

Las fuentes fijas instaladas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca contribuyen con el 50% del total de  $\text{SO}_2$  que se emitió a la atmósfera en el 2008, con el 11% de las partículas  $\text{PM}_{10}$  y 10% de  $\text{PM}_{2.5}$ . Por otra parte sólo el 3% de emisiones en esta categoría corresponden a COV.

El primer contaminante, en importancia, emitido por esta categoría es el  $\text{SO}_2$ , cuya emisión se estimó en 3,602 toneladas, lo que representó el 50% del total del  $\text{SO}_2$  emitido en la región en el año 2008. Estas emisiones se originan en mayor medida, por el uso de combustibles con alto contenido de Azufre, principalmente el combustóleo. Las principales emisiones de  $\text{SO}_2$  en este rubro, corresponden a la industria de celulosa y papel. En la gráfica 3.2, se muestra la contribución de los principales sectores industriales para este contaminante.

Gráfica 3.2 Contribución porcentual de  $\text{SO}_2$  por fuentes fijas.

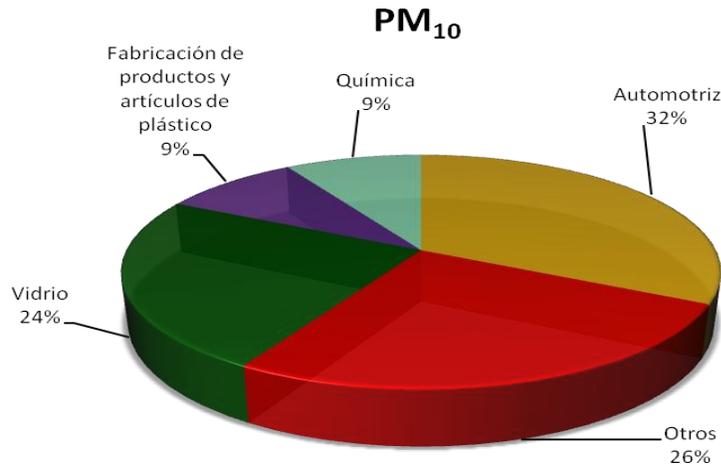


Fuente: Información preliminar INEM 2008.

El segundo contaminante emitido para esta categoría son las  $\text{PM}_{10}$ , cuya emisión se estimó en 932 toneladas en 2008, lo que representó el 11% del total de las  $\text{PM}_{10}$  emitidas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Las principales emisiones de este contaminante se deben a la industria automotriz, con una aportación del 32%. Por otro lado la industria del vidrio y otros sectores industriales contribuyen con 24% y 26% respectivamente. Como se observa en la gráfica 3.3, los sectores industriales que emiten cantidades menores de  $\text{PM}_{10}$  son los referentes a la

industria química y fabricación de productos de plástico, que en conjunto contribuyen con el 18% de las emisiones industriales.

**Gráfica 3.3 Contribución porcentual de PM<sub>10</sub> por fuentes fijas.**

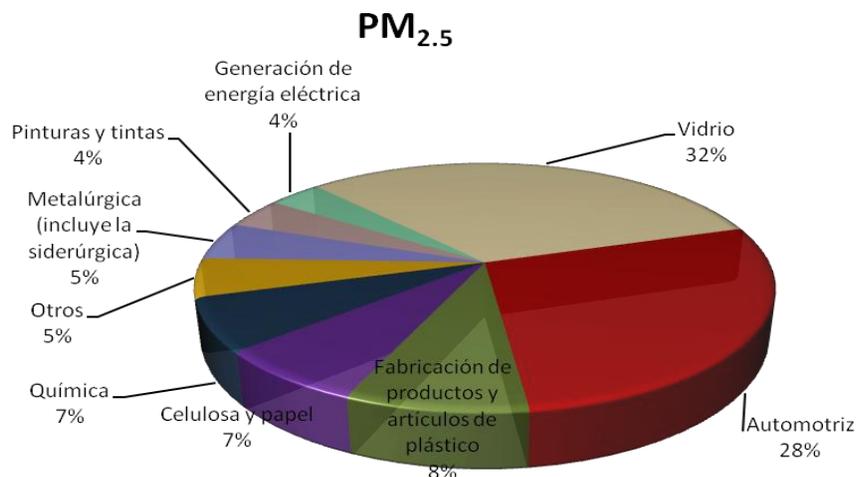


Fuente: Información preliminar INEM 2008.

Respecto a las PM<sub>2.5</sub>, se estimó que las fuentes fijas emitieron 678 toneladas, las cuales representan el 10% del total de este contaminante para el año base. Estas emisiones provienen de la combustión en la industria del vidrio y la industria automotriz con el 32% y 28% de contribución respectivamente.

En la gráfica 3.4, se muestra la contribución de los principales sectores industriales con mayores emisiones de PM<sub>2.5</sub>.

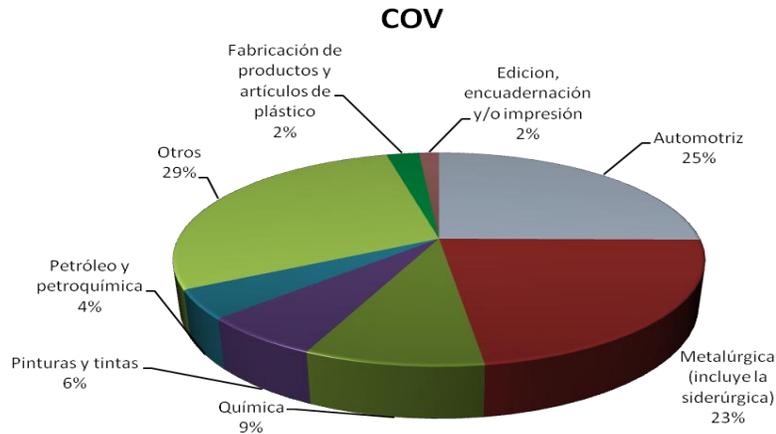
**Gráfica 3.4 Contribución porcentual de PM<sub>2.5</sub> por fuentes fijas.**



Fuente: Información preliminar INEM 2008.

Finalmente, las fuentes fijas aportaron el 3% de los COV y menos del 1% de CO de las emisiones totales estimadas para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en 2008. Para el caso de los COV, éstos se deben principalmente a las actividades de almacenamiento de combustibles y de pintado en las industrias automotriz y metalúrgica (incluyendo la siderúrgica), con el 25% y 23% respectivamente. La gráfica 3.5, muestra la contribución de los principales sectores industriales a las emisiones de COV de esta categoría.

**Gráfica 3.5 Contribución porcentual de COV por fuentes fijas.**

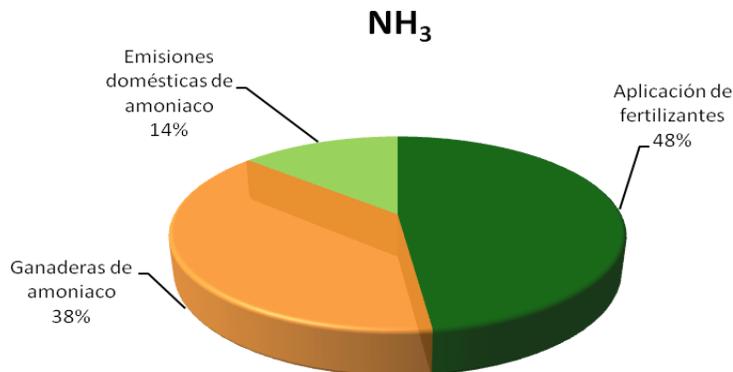


Fuente: Información preliminar INEM 2008.

**b) Fuentes de área.**

Las fuentes de área representan el 91% de las emisiones de amoniaco que se emiten en la zona metropolitana, el 81% de PM<sub>2.5</sub>, el 79% de las PM<sub>1.0</sub> y el 41% de COV. El principal contaminante emitido por las fuentes de área es el amoniaco, pues se estimó que se emitieron 19,458 toneladas durante 2008. La Gráfica 3.6, muestra la contribución por cada subcategoría de las fuentes de área en las emisiones de NH<sub>3</sub>.

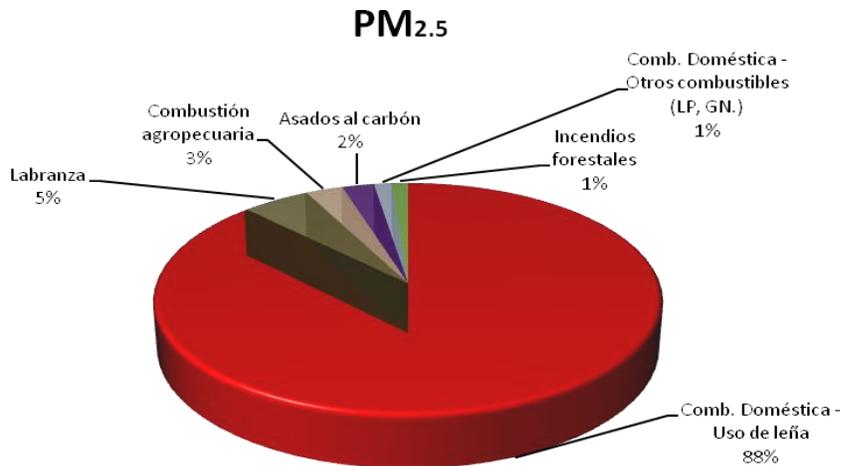
**Gráfica 3.6 Contribución porcentual de NH<sub>3</sub> por fuentes de área.**



Fuente: Información preliminar INEM 2008.

Las emisiones de amoniaco de las fuentes de área, provienen principalmente de la aplicación de fertilizantes y las actividades ganaderas, debido a la descomposición del excremento de los animales. En tercer lugar, se incluyen subcategorías en las que se generan emisiones como las provenientes de transpiración de las personas, los residuos (excretas) de mascotas y el consumo de cigarrillos.

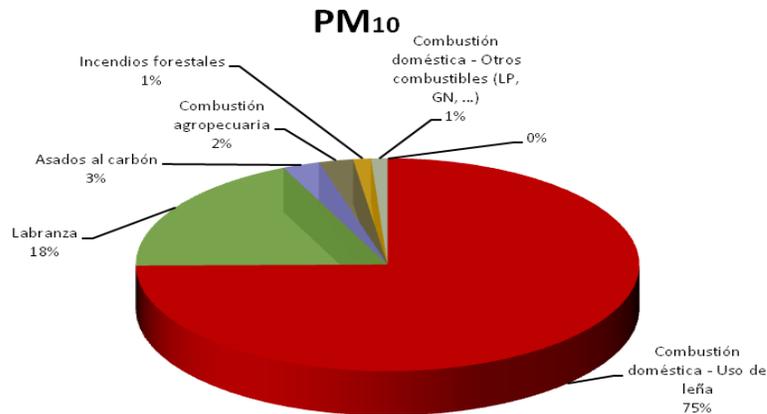
**Gráfica 3.7 Contribución porcentual de PM<sub>2.5</sub> por fuentes de área.**



Fuente: Información preliminar INEM 2008.

La contribución en emisiones de PM<sub>2.5</sub> registró 5,617 toneladas lo que representa el 81% del total de este contaminante y se debió principalmente al uso de la leña en la combustión doméstica con un 88%, seguido por las actividades de labranza, combustión agropecuaria, asados al carbón, combustión doméstica, al usar otros combustibles como gas LP y gas natural, que juntos contribuyeron con el 12% de esta categoría.

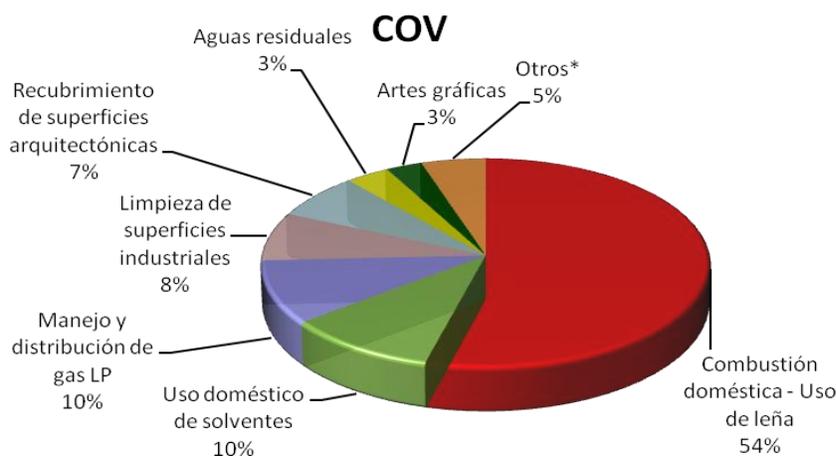
**Gráfica 3.8 Contribución porcentual de PM<sub>10</sub> por fuentes de área.**



Fuente: Información preliminar INEM 2008.

En el caso de las  $PM_{10}$ , se emitieron en gran cantidad para esta categoría; es decir, se contribuyó con 6, 848 toneladas, lo que constituyó alrededor del 79% del total de las emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. En la gráfica 3.8, se muestra que las principales fuentes emisoras son el uso de leña en combustión doméstica, con el 75%. Además las actividades de labranza reportaron 18% de emisiones. Por otra parte, las subcategorías de asados al carbón, combustión agropecuaria, incendios forestales y el uso de otros combustibles como el gas LP y gas naturales juntos aportaron el 7% faltante de esta categoría.

**Gráfica 3.9 Contribución porcentual de COV por fuentes de área.**



**Fuente:** Información preliminar INEM 2008.

Las emisiones de COV se deben al uso de leña en la combustión doméstica aportando el 54% de esta categoría. Además el manejo y distribución de gas LP y el uso de solventes contribuyeron cada uno con el 10% de las emisiones para el 2008. Por otro lado, se estimaron emisiones no menos significativas, debido a la limpieza de superficies industriales, recubrimiento de superficies arquitectónicas, con el 8% y 7% respectivamente. El 11% faltante de emisiones se debe a las aguas residuales, artes gráficas y otros.

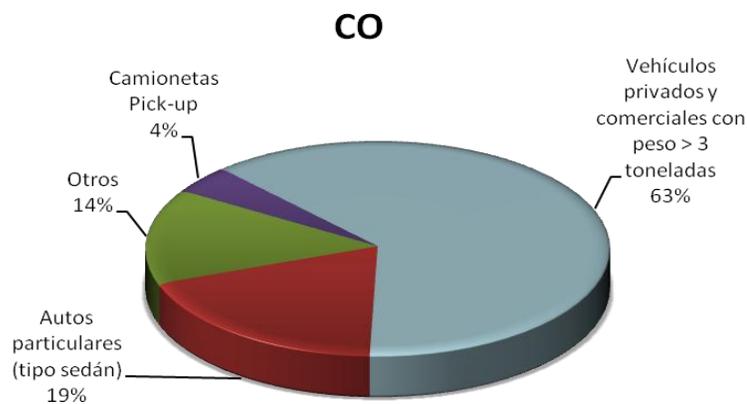
### c) Fuentes móviles.

Constituyen una de las principales fuentes de emisión en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, pues alcanzan el 97% del total de las emisiones de CO, seguido de  $NO_x$ , COV,  $SO_2$  con un 93%, 56% y 47% respectivamente. La distribución de las emisiones generadas en este sector se observa en la Tabla 3.3. La principal razón para la magnitud de estas emisiones es el consumo de combustibles fósiles (gasolinas y diesel).

Con relación al CO, la gráfica 3.10 muestra la contribución por tipo de vehículo a las emisiones de este contaminante. Se puede observar en esta categoría que los vehículos privados y comerciales con peso mayor a 3 toneladas contribuyen con un porcentaje de 63%, seguido por los autos particulares (tipo sedán) con el 19%, el rubro otros con el 14% y camionetas pick-up con un 4%.

Las emisiones de este contaminante se deben principalmente a la combustión deficiente y a la carencia de sistemas de control de emisiones (convertidor catalítico).

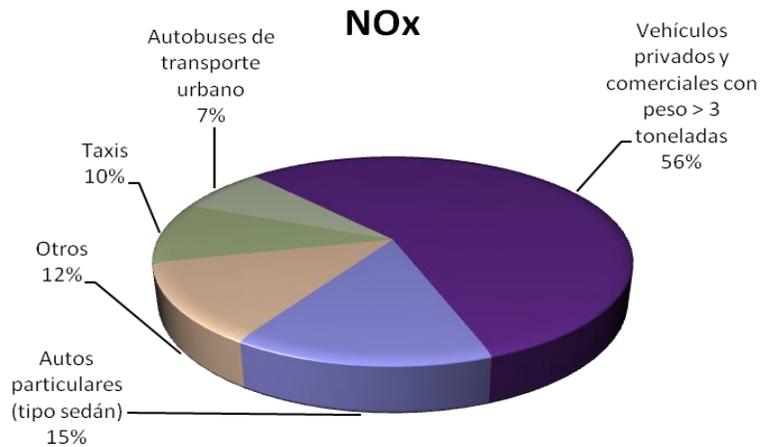
**Gráfica 3.10 Contribución porcentual de CO por fuentes móviles.**



**Fuente:** Información preliminar INEM 2008.

Respecto a los NOx, se aprecia en la gráfica 3.11 que los vehículos privados y comerciales con peso mayor a tres toneladas y los autos particulares (tipo sedán) contribuyen con emisiones muy significativas del 56% y 15% respectivamente, en esta categoría; puesto que este combustible contiene Nitrógeno que se oxida durante la combustión. Por otro lado, se puede observar que el 29% de emisiones restantes lo aportan los autobuses de transporte urbano, las taxis y otros.

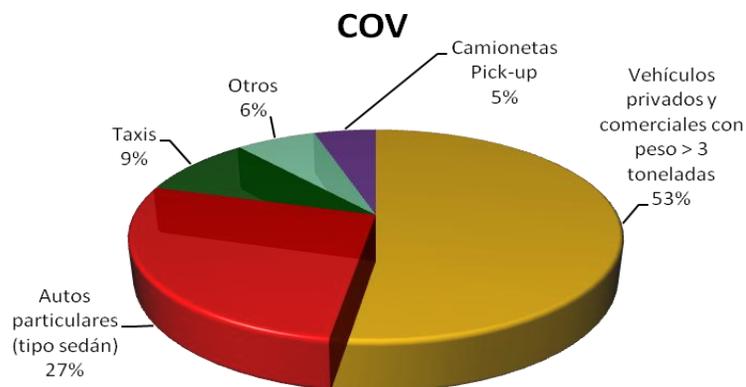
**Gráfica 3.11 Contribución porcentual de NOx por fuentes móviles.**



**Fuente:** Información preliminar INEM 2008.

En el caso de los COV, la gráfica 3.12 muestra que los vehículos privados y comerciales con peso mayor a tres toneladas y los autos particulares (tipo sedán), representan la mayor contribución para este contaminante, ya que juntos constituyen el 80% del total de las emisiones provenientes de dicha fuente. Estas emisiones, al igual que las de CO, se generan principalmente por una combustión deficiente, la baja velocidad de circulación y la carencia de convertidores catalíticos.

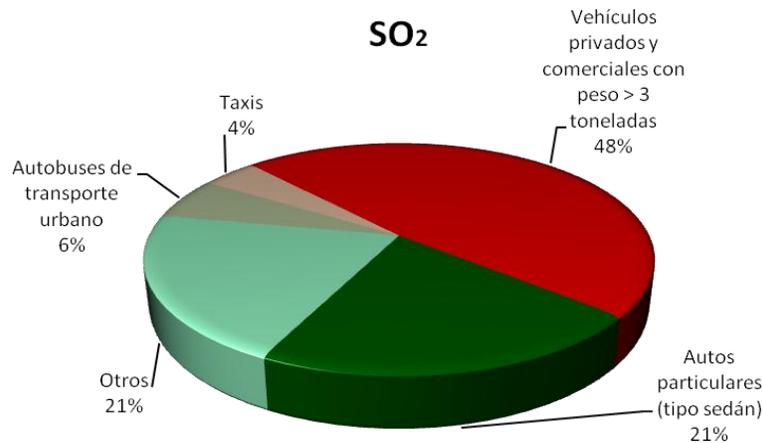
**Gráfica 3.12 Contribución porcentual de COV por fuentes móviles.**



**Fuente:** Información preliminar INEM 2008.

En la gráfica 3.13 se aprecia, que las principales fuentes de emisiones de SO<sub>2</sub> para el año 2008, fueron los vehículos privados y comerciales con peso mayor a tres toneladas y los autos particulares (tipo sedán), registrando en conjunto el 69 %, para esta categoría. En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca las emisiones de SO<sub>2</sub> representan el 47% de esta fuente.

**Gráfica 3.13 Contribución porcentual de SO<sub>2</sub> por fuentes móviles.**



**Fuente:** Información preliminar INEM 2008.

#### **d) Fuentes naturales.**

Como parte de las emisiones generadas por las fuentes naturales, se estimaron las referentes a los COV, provenientes de la vegetación y de NO<sub>x</sub>, derivadas de los procesos microbianos de nitrificación en el suelo; este tipo de emisiones naturales también son conocidas como emisiones biogénicas. Los COV biogénicos son sintetizados por las plantas en sus procesos de reproducción, de defensa y en regiones donde se combinan con emisiones de otras fuentes; pueden contribuir significativamente al problema de la formación de Ozono y partículas orgánicas secundarias.

En términos generales, estas emisiones tienen una baja tasa de contribución dentro de las áreas urbanas, debido a que la cantidad de vegetación es considerablemente menor, comparada con áreas agrícolas o forestales; sin embargo, dada la elevada reactividad de estos compuestos en la atmósfera, es importante cuantificarlas, así como considerar las áreas con amplia cubierta vegetal localizadas viento arriba de la región en estudio.

Durante el año 2008, las emisiones de COV biogénicos en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, fueron aproximadamente de 319 toneladas, en tanto que los NO<sub>x</sub> se estimaron en 194 toneladas. Es importante mencionar que para la estimación se consideró toda la superficie con cubierta vegetal, que incluye áreas verdes, parques y jardines, además de las regiones agrícolas y forestales localizadas dentro del territorio.

### **3.6 Descripción de las fuentes móviles.**

El Inventario de Emisiones de Fuentes Móviles, requiere clasificar la flota vehicular existente para estimar sus emisiones. Para ello, se considera el peso vehicular, el tipo de combustible, el uso del vehículo, la marca y submarca.

Tal información permite identificar técnicamente los diferentes tipos de vehículos y estimar las emisiones de contaminantes; como resultado de esta estandarización, los vehículos se agrupan inicialmente con base en su peso, tipo de combustible y finalmente por el uso del vehículo, esta información se estandariza al utilizar el modelo Mobile 6.

Para calcular las emisiones se emplea un modelo desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), conocido como Mobile 6.2, adaptado para México (Mobile 6.2 México), a través del cual se agrupa a los diversos tipos de vehículos en un total de 28 categorías.

Con el propósito de hacer más comprensible la clasificación del Mobile 6.2 México, las unidades registradas en esta región se han agrupado en 10 subcategorías de vehículos a gasolina y diesel, tanto de uso privado como para transporte público de pasajeros y de carga; como se observa en la siguiente tabla 3.5, en la que se muestran las equivalencias entre la clasificación de Mobile 6.2 México y las subcategorías del inventario.

**Tabla 3.5 Correspondencia entre la clasificación de Mobile 6.2 México y las subcategorías del inventario de emisiones.**

Vehículos que circulan en México.	Categorías del Mobile6 México.	
	Gasolina	Diesel
Autos particulares (tipo sedán)	LDGV	LDDV
Taxis (tipo sedán)	LDGV	
Camionetas de transporte público de pasajeros	LDGT1	
Microbús	HDGV3	HDDV3
Pick-up	LDGT1 LDGT2	LDDT1 LDDT2
Vehículos privados y comerciales con peso < 3 toneladas (incluye SUV)	LDGT3	LDDT3
Tractocamiones	HDGV8b	HDDV8b
Autobuses de transporte urbano	HDBT	HDDT
Vehículos privados y comerciales con peso > 3 toneladas	HDG2B HDGV3 HDGV6 HDGV7 HDGV8A	HDDV2B HDDV3 HDDV6 HDDV7 HDDV8A
Motocicletas	MC	

**Fuente:** Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica (2012)

Tabla 3.6 Descripción de los vehículos incluidos en la clasificación de Mobile 6.2 México y en las subcategorías del Inventario de Emisiones.

Tipo de vehículo	Descripción	Ejemplos
LDGV y LDDV	<p>Autos particulares Taxis (tipo sedán) Vehículos ligeros a gasolina y diesel (autos de pasajeros, tipo sedán exclusivamente) PBV<sup>1</sup> de 0 a 2,722 kg</p>	
LDGT1 y LDDT1	<p>Combis (camiones ligeros de servicio público de pasajeros) Pick-up  Camiones ligeros 1 a gasolina y diesel (PBV<sup>1</sup> de 0 a 2,722 kg; PP<sup>2</sup> de 0 a 1,701 kg)</p>	
LDGT2 y LDDT2	<p>Pick-up Camiones ligeros 2 a gasolina y diesel (PBV<sup>1</sup> de 0 a 2,722 kg; PP<sup>2</sup> &gt; 1,701 a 2,608 kg)</p>	
LDGT3 y LDDT3	<p>Vehículos privados y comerciales con peso &lt; 3 toneladas (incluyen SUV) Camiones ligeros 3 a gasolina y diesel (PBV<sup>1</sup> &gt; 2,722 a 3,856 kg; PPA<sup>3</sup> de 0 a 2,608 kg)</p>	

Tipo de vehículo	Descripción	Ejemplos
		
LDGT4 y LDDT4	Camiones ligeros 4a gasolina y diesel (PBV <sup>1</sup> > 2,722 a 3,856 kg; PPA <sup>3</sup> de 2,609 kg y mayores)	No se comercializan en México
HDGV2b y HDDV 2b	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 2b (PBV <sup>1</sup> > 3,856 a 4,536 kg)	
HDGV3 y HDDV3	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas (Microbuses) Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 3 (PBV <sup>1</sup> > 4,536 a 6,350 kg)	 
HDGV4 y HDDV4	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 4 (PBV <sup>1</sup> > 6,350 a 7,258 kg)	
HDGV5 y HDDV5	Vehículos privados y comerciales con peso >3 toneladas Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 5 (PBV <sup>1</sup> > 7,258 a 8,845 kg)	
HDGV6 y HDDV6		

Tipo de vehículo	Descripción	Ejemplos
	<p>Vehículos privados y comerciales con peso &gt;3 toneladas  Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 6  (PBV<sup>1</sup>&gt; 8,845 a 11,794 kg)</p>	
<p><b>HDGV7 y HDDV7</b></p>	<p>Vehículos privados y comerciales con peso &gt;3 toneladas  Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 7  (PBV<sup>1</sup>&gt; 11,794 a 14,969 kg)</p>	
<p><b>HDV8a y HDDV8a</b></p>	<p>Vehículos privados y comerciales con peso &gt;3 toneladas  Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 8a  (PBV<sup>1</sup>&gt; 14,969 a 27,216 kg)</p>	 
<p><b>HDV8B y HDDV8b</b></p>	<p>Tractocamiones  Vehículos pesados a gasolina y diesel clase 8b  (PBV<sup>1</sup>&gt; 27,216 kg)</p>	
<p><b>MC</b></p>	<p>Motocicletas (a gasolina)</p>	
<p><b>HDGB</b></p>	<p>Autobuses a gasolina (escolar y transporte urbano e inter-urbano )</p>	

Tipo de vehículo	Descripción	Ejemplos
		
HDDBT	Autobuses de transporte urbano e inter-urbano a diesel	
HDDBs	Autobús escolar a diesel (utilizado para transporte escolar)	

Notas:

- PBV (GVWR por sus sigla en inglés) = Peso Bruto Vehicular (es el peso máximo de un vehículo, incluyendo el peso del vehículo vacío sumado al de su máxima capacidad de carga, con el tanque de combustible lleno a su capacidad nominal).
- PP (LVW por sus siglas en inglés) = Peso de Prueba (es el peso total de carga recomendado para un vehículo)
- PPA (ALVW por sus siglas en inglés) = Peso de prueba alternativo (es el promedio del peso del vehículo y el peso bruto vehicular)

**Fuente:** Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica (2012).

#### 4. Otros aspectos de la protección a la atmósfera.

##### 4.1 Sustancias agotadoras de la capa de Ozono (SAO)

La capa de Ozono, es la capa vital que se localiza en la estratosfera y que ha servido de escudo durante millones de años, para proteger la tierra de la radiación ultravioleta del sol, hasta donde se sabe es exclusiva de nuestro planeta, si desapareciera la capa de Ozono, la luz ultravioleta (UV-B y UV-C) que emite el sol llegaría a la superficie del planeta (la capa de Ozono es responsable de filtrar entre el 97% y 99% de estas radiaciones) y la vida tal cual la conocemos, no sería posible, ya que esterilizaría la superficie del globo terrestre y aniquilaría la vida.

El Protocolo de Montreal, firmado en esta ciudad de Canadá el 17 de Septiembre de 1987 y que entró en vigor en 1989, -basado en el "principio preventivo"- permitió clasificar a las sustancias químicas agotadoras del Ozono, con base en su potencial de agotamiento, utilizadas para diferentes fines en aerosoles, medicinas, limpieza de circuitos, solventes, extintores y actividades agrícolas.

Conforme a las obligaciones contraídas con la firma del Protocolo de Montreal y su entrada en vigor en México, en la cuadragésima segunda reunión del Comité Ejecutivo del Protocolo de Montreal, México suscribió el compromiso de reducir el consumo de clorofluorocarbonos (CFC's) totalmente para el año 2010 y tener un inventario de 979 toneladas para el mismo año exclusivamente para cubrir las necesidades básicas internas.

En este sentido, el 26 de marzo de 2007 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el "Acuerdo mediante el cual se informa al público en general el calendario de reducción en el consumo y en los inventarios de clorofluorocarbonos en los Estados Unidos Mexicanos", el cual es aplicable a sustancias conocidas como: CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 y CFC-115.

Para fines de la aplicación del Protocolo de Montreal, los términos son los siguientes:

El Clorofluorocarbono (CFC). Son moléculas de hidrocarburo que contienen uno o más halógenos, como el cloro (Cl) y el flúor (F). Los CFC se utilizan de dos maneras:

1. Como gases refrigerantes: Para reducir o mantener la temperatura de un ambiente por debajo de la temperatura del entorno, mediante la extracción del calor del espacio y su transferencia a otro cuerpo, cuya temperatura sea inferior a la del espacio refrigerado.
2. Como agentes propelentes de aerosoles: Un propelente es un gas utilizado para impulsar las sustancias contenidas en los aerosoles.

El Diclorodifluorometano (CFC-12), se utiliza comúnmente como refrigerante o propelente de aerosoles.

El bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) que es un compuesto orgánico halogenado utilizado como desinfectante de amplio espectro, debido a sus propiedades

insecticidas, nematicidas, fungicidas, acaricidas, rodenticidas y herbicidas. Como producto comercial se encuentra en estado gaseoso combinado con cloropicrina principalmente.

México protege la capa de Ozono mediante el cumplimiento de los compromisos señalados en el Protocolo de Montreal. El objetivo de este acuerdo internacional es regular y eliminar el consumo de Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono (SAO) en el mundo.

Actualmente, más de 196 países forman parte de la alianza. México fue uno de los primeros países en firmar este Protocolo y el primero en ratificarlo, asimismo ha desarrollado más de 100 proyectos en los sectores de refrigeración industrial y doméstica, espumas, aerosoles, sistemas de enfriamiento centrífugo, halones, asistencia técnica y capacitación, entre otros, para reducir su consumo de SAO.

Por lo anterior, todos los refrigerantes domésticos y comerciales, así como los productos en aerosol producidos en México hoy en día se encuentran libres de clorofluorocarbonos (CFC). Gracias a una estrategia de eliminación total de CFC en el sector de espumas de poliuretano, se apoyó a más de 200 empresas de los subsectores automotriz, de la construcción, suelas de zapatos y aplicaciones diversas en el cambio tecnológico y capacitación para el uso de sustancias alternativas a los CFC que a su vez sean mas amigables con el ambiente.

#### **4.2 Cambio climático, mitigación de contaminantes con efecto invernadero (GEI)**

El calentamiento global se refiere al aumento progresivo y gradual de la temperatura media de la superficie terrestre, responsable de los cambios en los patrones climáticos mundiales. Aunque en el pasado geológico de la tierra se ha presentado un aumento de temperatura global, como resultado de influencias naturales, este término se utiliza para referirse al calentamiento de la superficie terrestre, registrado desde principios del siglo XX y relacionado con el incremento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera.

Se habla de cambio climático al referirse a la variación global o regional del clima en la tierra a lo largo del tiempo. Este fenómeno es definido como la variabilidad observada respecto al clima promedio en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas hasta millones de años. Por eso, el utilizar el término “cambio climático” en referencia exclusiva a los cambios ocurridos muy recientemente en la historia del planeta puede confundir, pues nuevamente el pasado geológico demuestra que el clima constantemente ha cambiado y desde antes de que los seres humanos hicieran su aparición.

Por lo tanto, es necesario aclarar que las variaciones climáticas pueden ser producidas naturalmente por fenómenos internos del sistema tierra-atmósfera, o bien, ser causadas por forzamientos externos como variaciones en la órbita terrestre y cambios en la radiación solar, y sólo recientemente la actividad humana se ha convertido en otra de las fuerzas modificadoras del clima.

El cambio climático es provocado por el calentamiento global, el cual, a su vez, es influenciado por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Dicho cambio, incide en los patrones de temperatura y precipitación del planeta,

así como en la frecuencia y severidad de eventos extremos como huracanes y sequías.

La capa más baja de la atmósfera, conocida como troposfera, contiene los gases responsables, en gran parte, de la temperatura del planeta y, por lo tanto, de crear condiciones aptas para la vida. Los gases referidos son principalmente el vapor de agua, el Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), el Metano (CH<sub>4</sub>), el Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O) y los Clorofluorocarburos (CFC), todos estos también conocidos como gases de efecto invernadero o GEI. A excepción de los CFC, todos estos gases existen de manera natural. Entre todos, estos últimos representan menos del 1 % de la composición química de la atmósfera, pero con eso es suficiente para atrapar parte del calor que emite la superficie de la tierra al absorber la energía solar que la calienta. Esta retención se conoce como “efecto invernadero”, un proceso esencial dentro del sistema climático. En ausencia de estos gases, la temperatura promedio del planeta sería de -18 °C en lugar de 15 °C, como ocurre en situación normal.

No obstante que la composición atmosférica ha sufrido variaciones naturales a lo largo de millones de años, el problema consiste en que las actividades del hombre agregan una cantidad mayor de GEI a los existentes de manera natural, superando con ello las capacidades de captura de la biosfera y en consecuencia las concentraciones de estos gases en la atmósfera se han elevado a tal punto que incrementan el efecto invernadero y por consiguiente, aumenta también la temperatura promedio de la superficie terrestre.

A pesar del grado de incertidumbre que implican los estudios sobre el cambio climático, se estima que de continuar el aumento de las concentraciones atmosféricas de GEI, la temperatura promedio de la tierra se podría incrementar entre 1.4 °C y 3.8 °C para el año 2100, lo que significaría un aumento superior a cualquier otro observado en los últimos diez mil años. El nivel medio del mar podría incrementarse hasta 50 cm, siendo las zonas costeras y los pequeños estados insulares los más afectados. Aún si se estabilizaran las concentraciones de gases de efecto invernadero para 2100, las temperaturas, así como el nivel del mar seguirían aumentando durante varias décadas, debido a la larga vida en la atmósfera de muchos GEI y a la inercia térmica de los océanos.

Algunos de los cambios proyectados incluyen efectos potencialmente perjudiciales, tanto a la economía como a la calidad de vida, de la presente y de futuras generaciones, manifestándose en problemas de salud, escasez de agua y alimentos, así como en la pérdida de viviendas y en la degradación de ecosistemas. También es importante mencionar que en ciertas regiones el clima sería benigno por lo que algunos sectores se verían beneficiados como la agricultura y la salud pública.

En los años recientes, se ha confirmado inequívocamente la relación entre el incremento de gases de efecto invernadero en la atmósfera y el incremento de las temperaturas promedio del planeta. Este cambio en las temperaturas promedio, en el contexto global, significa la alteración de los patrones de clima a nivel regional y local, y no un incremento de las temperaturas en todo el planeta, por lo que el término “calentamiento global” resulta impreciso.

### 4.3 El Carbono Negro y su efecto en el cambio climático.

A partir del Protocolo de Kioto (1997) se le ha dado mucha importancia al diseño e implementación de políticas para limitar la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) que contribuyen al calentamiento global. Sin embargo, en años recientes se habla de otro contaminante que también tiene un efecto en el calentamiento de la atmósfera, nos referimos al Carbono Negro, considerado como el tercer factor más importante del cambio climático del Bióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) y del Metano ( $\text{CH}_4$ ).

El Doctor Mario Molina, señala que es un término operacional empleado muchas veces como sinónimo del hollín (*soot*) que se forma en la combustión a flama o en motores de combustión interna. Las emisiones de partículas de los procesos de combustión se conocen en general como material particulado y se agrupan, según su tamaño sea inferior a 10 micrómetros o a 2.5 micrómetros en  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ , respectivamente.

El Carbono Negro (blackcarbon) es un aerosol o material particulado, que se produce en la combustión incompleta e ineficiente de combustibles fósiles, biocombustibles y biomasa. Se origina por la combustión incompleta de combustibles fósiles (petróleo, carbón mineral y gas natural), de los llamados biocombustibles (bioetanol, biodiesel, biogás y estiércol) y de la biomasa (vegetación, leña y subproductos de cosechas), por lo que las fuentes de emisión pueden ser tanto antropogénicas como naturales. El Carbono Negro, es un componente de  $\text{PM}_{2.5}$  capaz de retener la luz y transformarla en calor.

Las fuentes del Carbono Negro varían según continentes y regiones; diferentes insumos y procesos de combustión determinan su concentración por sectores. En términos generales, el Carbono Negro proviene de:

1. Combustibles fósiles en el transporte;
2. Biocombustibles sólidos para cocina y calefacción residencial;
3. Biomasa en quemas agrícolas controladas e incendios forestales.

El Carbono Negro calienta el planeta mediante la absorción del espectro visible de la radiación solar y su liberación en la atmósfera en forma de calor. Por otra parte, al depositarse en la nieve y el hielo, éste reduce la capacidad de reflejar la luz solar, lo que incrementa la absorción de calor y provoca el derretimiento de los glaciares.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), sitúa al Carbono Negro como el tercer agente más importante de forzamiento radiactivo positivo, después del  $\text{CO}_2$  y del  $\text{CH}_4$ . Algunos modelos consideran que el calentamiento global, debido a este contaminante es de 0.3 a 0.4 °C, incluso menor, por lo que existe controversia a cerca de reducir el Carbono Negro como estrategia para mitigar el calentamiento global.

Entre los efectos del forzamiento radiactivo directo, se incluyen no solamente aumentos en la temperatura, sino además, modificaciones en los patrones de lluvia y en la visibilidad. Estos cambios en la temperatura y precipitación se deben a la corta estancia del Carbono Negro en la atmósfera, la cual puede ser de 6 a 10 días, o hasta 3 semanas, dependiendo del proceso de combustión y de las condiciones geográficas y meteorológicas donde sucede la emisión.

En México, las principales fuentes de emisión de Carbono Negro consisten en el consumo de combustibles fósiles en el transporte, en la quema de leña para cocción de alimentos, en los incendios forestales y en la quema de esquilmos de agricultura.

En el Estado de México se emiten al año 1 684.71 toneladas de Carbono Negro. La Zona Metropolitana del Valle de Toluca aporta 753.19 t/a (45 % del total), mientras que la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco 931.52 t/a (55 % restante). Por tipo de fuente, las móviles contribuyen con 94 %, las fijas con 5 %, y la quema de biomasa con menos de 1 %.

Con relación a la concentración de Carbono Negro en el aire ambiente, durante el periodo 2005-2008, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca muestra promedios más altos que la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco: 2.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la primera y 1.02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la segunda. Además en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca los promedios anuales se mantienen estables, entre tanto, en la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco se observa una tendencia a la baja. Las regiones Norte y Centro de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca tienen los valores más altos de concentración.

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, es necesario seguir orientando las estrategias y medidas hacia la reducción en la quema de combustibles y biomasa con un impacto directo en la disminución del Carbono Negro, lo que además tendría cobeneficios inmediatos en la calidad del aire, entre los que se contabilizan, la disminución de las concentraciones de partículas  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$ , CO y  $\text{NO}_x$ , la reducción de aerosoles, lo que a su vez evitará la formación de precursores de Ozono y mejoraría la visibilidad y como resultado, habría un mejor estado de salud de la población, en cuanto a enfermedades respiratorias.

#### **4.4 Contaminantes tóxicos.**

Un contaminante tóxico del aire, es la contaminación que puede causar o contribuir al aumento en mortalidad o en enfermedades serias o que puede plantear un peligro presente o potencial a la salud humana.

Aunque los contaminantes tóxicos pueden terminar en el aire a consecuencia de procesos naturales, como erupciones volcánicas o incendios forestales, la mayoría se producen durante reacciones químicas que se llevan a cabo cuando se quema material combustible u otros compuestos orgánicos. Están entre los “productos de desgaste” que no desaparecen totalmente tras combustiones incompletas en los procesos industriales y otras actividades humanas.

También se puede emitir material tóxico, al evaporarse ciertos compuestos orgánicos, encontramos como ejemplo: los atomizadores de aerosol, pinturas, tintas, disolventes y la gasolina. Algunos tóxicos se pueden ver claramente, otros se pueden oler, sin embargo muchos pasan desapercibidos a nuestros sentidos.

Los contaminantes tóxicos del aire se pueden asentar también del aire a la tierra o al agua. Cuando esto ocurre pueden entrar en la cadena alimenticia, y la gente queda expuesta al comer las plantas o animales o al beber el agua contaminada.

Los contaminantes incluyen seis sustancias a las que se denomina como "contaminantes del aire de criterio" porque se usaron criterios (o guías) de salud para determinar cuánto se permite de cada una de ellas. Los contaminantes, criterio, son los siguientes: Ozono, Bióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono, Partículas, Bióxido de Azufre y Plomo.

## **5. IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD DE LOS HABITANTES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.**

### **5.1 Introducción.**

Se entiende por contaminación atmosférica la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza, así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El nombre de la contaminación atmosférica se aplica, por lo general, a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y calefacciones residenciales, que generan Bióxido y Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio general del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

Un vehículo produce una multitud de sustancias que contaminan el aire y ponen nuestra salud en riesgo: coches, autobuses y camiones, que al momento de que sus motores queman los carburantes (gasolina o diesel), generan una gran cantidad de sustancias químicas emitidas por el escape. Además, algunas de las gasolinas utilizadas por los motores se vaporizan en el aire sin ser quemadas, y esto también contamina el aire.

Cuando hablamos de contaminación del aire tratamos de una condición de calidad deteriorada, como consecuencia de la introducción en la atmósfera de sustancias que perjudican la salud y el bienestar de los ciudadanos.

### **5.2 Efectos nocivos para la salud.**

Estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos en la contaminación del aire se han ligado a quebranto en la función pulmonar e incremento en los ataques cardíacos. Niveles altos de contaminación atmosférica, según el Índice de Calidad del Aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca. Los adultos mayores y los niños son especialmente vulnerables.

La contaminación del aire es una mezcla de partículas sólidas y gases. Las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho pueden estar suspendidas como partículas. El Ozono, un gas, es un componente fundamental de la contaminación del aire en las ciudades.

Algunos contaminantes son tóxicos. Su inhalación puede aumentar las posibilidades de tener problemas de salud. Las personas con enfermedades del corazón o de pulmón, los adultos mayores y los niños tienen mayor riesgo de tener problemas. La contaminación del aire no ocurre solamente en el exterior, también se presenta en el interior de los edificios y afecta la salud.

El aire que respiramos está compuesto principalmente por los siguientes gases:

- a) Nitrógeno (N<sub>2</sub>) 78.08 %
- b) Oxígeno (O<sub>2</sub>) 20.95 %
- c) Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 0.03 %
- d) Gases Raros 0.94 %

Los gases raros son Helio (He), Neón (Ne), Argón (Ar), Kriptón (Kr), Xenón (Xe) y Radón (Rn), además la atmósfera contiene cantidades mínimas de metano, polvo, polen, cenizas volcánicas y vapor de agua, cuando hablamos de contaminación del aire, nos referimos a la alteración de esta composición, producida por causas naturales o provocadas por el hombre, las primeras no se pueden evitar, pero las segundas, es nuestra obligación evitarlas.

Las fuentes que provocan la contaminación del aire se clasifican en fuentes fijas y móviles, que son todo equipo o maquinaria no fijos, con motores de combustión y similares que con motivo de su operación generan emisiones contaminantes a la atmósfera.

La industria y el transporte son las dos principales fuentes de contaminación del aire. Datos oficiales revelan que el transporte público de pasajeros, de carga y particulares, genera el 80 % del total de los contaminantes a la atmósfera, el 3% lo representa la industria y el 10% restante el comercio y los servicios.

Algunos datos indican que se consumen 43 millones de litros de combustible al día; el 10% del presupuesto oficial se destina a el sector salud, referente a enfermedades cardiovasculares y respiratorias; asimismo, existen 3.5 millones de vehículos automotores que circulan diariamente en vialidades y carreteras.

Los principales contaminantes que despiden los vehículos automotores y que afectan la salud de la población son el Monóxido de Carbono, que se forma debido a la combustión incompleta en los motores de los vehículos que usan gasolina. Los hidrocarburos que se dan por componentes de la gasolina y otros derivados del petróleo. Los Óxidos de Nitrógeno, son contaminantes que por sí mismos no representan problema, pero al hacer contacto con la luz solar, producen compuestos tóxicos. El Ozono, forma parte de la capa superior de la tierra y ayuda a filtrar los rayos ultravioletas provenientes del sol, pero si se encuentra a nivel del suelo se convierte en un contaminante muy poderoso.

Se estima que la contaminación del aire causa la muerte de 2,7 a 3,0 millones de personas todos los años, aproximadamente 6% de todas las muertes anuales. Unas 9 muertes de cada 10 debidas a la contaminación del aire tienen lugar en el mundo en desarrollo, donde viven aproximadamente 80% de todos los habitantes.

Alrededor de 2.500 millones de personas, casi todas de países en desarrollo, sufren los efectos de altos niveles de contaminación del aire en interiores. Este tipo de contaminación se debe a la quema de madera, estiércol, residuos agrícolas, carbón para cocinar y calentar la casa. En su mayoría, las víctimas de la contaminación del aire en interiores son las mujeres y las niñas, que son las encargadas de cocinar y del cuidado de la casa.

La contaminación del aire en lugares abiertos daña a más de 1.100 millones de personas, sobre todo en las ciudades. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que unas 700.000 muertes anuales podrían prevenirse en los países en desarrollo si se bajaran a niveles más inocuos tres contaminantes atmosféricos importantes: el Monóxido de Carbono, partículas en suspensión y Plomo. En 1995 se estimó que el costo directo para la salud de la contaminación del aire urbano en los países en desarrollo se aproximaba a los US\$100.000 millones por año; alrededor de US\$40.000 millones correspondían a la bronquitis crónica solamente.

En las ciudades sin control de la contaminación, millones de personas están expuestas en lugares abiertos. Ciudades densamente pobladas y en rápido crecimiento como Bangkok, Manila, Ciudad de México y Nueva Delhi suelen estar envueltas en una nube de contaminantes de los camiones y automóviles y de las emisiones industriales no sujetas a control.

En 1995, por ejemplo, la concentración media de Ozono en la Ciudad de México era de unas 0.15 partes por millón, o sea, 10 veces la concentración atmosférica natural y dos veces el máximo permitido en Japón o los Estados Unidos. El Ozono es un poderoso contaminante secundario que se forma cuando los Óxidos del Nitrógeno y los hidrocarburos orgánicos volátiles, sin quemar, en su mayor parte de los escapes de los vehículos, se combinan con el Oxígeno bajo la acción de la luz solar. El Ozono es un componente principal del smog.

Otro poderoso contaminante secundario es la lluvia ácida, que se forma al combinarse el Dióxido de Azufre y los Óxidos de Nitrógeno con vapor de agua y Oxígeno en presencia de la luz solar, formando una "sopa" diluida de ácido sulfúrico y ácido nítrico. Puede caer en forma húmeda (lluvia ácida) o de deposición ácida. Otros de los contaminantes nocivos son el Bióxido de Azufre, las partículas en suspensión (hollín, cenizas y humo del fuego), el Monóxido de Carbono de las emisiones de los vehículos.

Estas emisiones de gases son muy peligrosas para la salud humana. Recientes estudios de epidemiología resaltan la relación entre los contaminantes creados por el tráfico y la salud. A continuación se exponen los dos tipos de efectos sobre nuestra salud:

1. Efectos agudos: Se desarrollan rápidamente (dentro de pocas horas o días) y vienen de la exposición a una concentración elevada de contaminantes. A veces puede ocurrir que la contaminación del aire agrave los síntomas en los cardiopáticos y en las personas que sufren

problemas pulmonares. Indagaciones científicas hechas en Canadá y en otros países nos han enseñado cómo el número de muertos y de los ingresos hospitalarios por problemas de respiración y cardíacos se incrementan cuando los niveles de Ozono y partículas en suspensión aumentan.

2. Efectos crónicos: Se presentan a lo largo del tiempo, después de prolongadas exposiciones (meses o años).

En particular, a causa de la contaminación del tráfico, podemos padecer serios daños en el aparato respiratorio, que incluyen el aumento del riesgo de la mortalidad cardiopulmonar y de alguna enfermedad respiratoria, alteración de los lípidos de la mucosa bronquial, asma bronquial, e incluso padecimientos cardiovasculares.

Pequeños fragmentos pueden penetrar en profundidad en el pulmón y provocar una contracción de los bronquios y una alteración en los mecanismos respiratorios. Además, lo que constituye las partículas, como el ácido sulfúrico, puede irritar la parte superior de la tráquea y la más profunda del pulmón, reducir la sección de los bronquios y disminuir la inmunidad en el pulmón frente a las infecciones.

Algunos estudios muestran que hay correlación entre la exposición al Plomo y la capacidad de aprendizaje en los niños (déficit de memoria, de lenguaje y de concentración). El efecto tóxico de los metales produce otras patologías: alergias, conjuntivitis, rinitis y dermatitis.

Los estudios de los efectos sobre el ambiente y la salud nos llevan a introducir el concepto de riesgo. Como afirma Aloj (1995), el riesgo ambiental incluye también el referente a la salud de las poblaciones expuestas (riesgos públicos), de los trabajadores (riesgos laborales) y para los contextos ambientales. Los elementos del riesgo son eventos (causas naturales, accidentales, incidentales e intencionales) y consecuencias (consecuencias sanitarias, ambientales y sociales).

La Organización Mundial de la Salud (WHO, World Health Organisation) nos ha mostrado que el número de muertos por contaminación atmosférica es mayor, que el número de muertos por accidentes de tráfico. Además, en un estudio de ocho ciudades italianas se han estimado cerca de 3.500 muertos por contaminación frente a 500 por accidentes.

Otro análisis hecho en Italia trata la particular vulnerabilidad de los niños: los resultados muestran que los menores que viven en lugares con muchas industrias pueden sufrir de problemas respiratorios más que aquellos que viven en zonas rurales.

Los estudios acerca de los niños son muy variados y nos muestran los efectos relativos a agudas enfermedades respiratorias, pero también los daños sobre problemas respiratorios menos graves como la tos y el catarro. Estos efectos son más evidentes en los infantes, con predisposiciones al asma y a las alergias: probablemente las alergias al ambiente se vuelven más agudas a causa de los agentes contaminantes del aire.

### 5.3 EFECTOS ADVERSOS PARA LA SALUD HUMANA DEL MATERIAL PARTICULADO.

Las partículas se pueden originar de diversas fuentes, ya sea naturales o de procesos realizados por el hombre. Entre las naturales destacan la erosión de los suelos, las erupciones volcánicas, los incendios forestales, y algunas de tipo biológico tales como los granos de polen y las esporas de hongos, etc. Las partículas generadas por las actividades del hombre provienen principalmente de procesos de combustión, ya sean éstos de tipo industrial o de tráfico vehicular, en este último caso las más importantes son las emitidas por motores diesel y por vehículos que utilizan gasolina con Plomo. Por el contrario, los vehículos que menos emiten partículas son aquellos que poseen convertidor catalítico. En estudios recientes de inventarios realizados en Londres se ha estimado que el 86 % en peso del material particulado, es emitido por vehículos.

En cuanto a la composición química, la del material particulado no está definida y ésta dependerá de la fuente de emisión. En las grandes ciudades el material particulado contiene una fracción soluble en agua que consiste principalmente de sulfatos, nitratos, cloruros, sales de amonio y una fracción insoluble que contiene minerales derivados del suelo, Carbón, gases adsorbidos, Plomo, dioxinas, HAPs, etc.

Las partículas entran al organismo principalmente por la vía respiratoria y su grado de respirabilidad depende de su tamaño. Las partículas más pequeñas < 10 micrómetros ( $PM_{10}$ ) penetran profundamente al aparato respiratorio pudiendo alcanzar hasta los alveolos donde se depositan o pasan al torrente sanguíneo sirviendo como vehículo de transporte hacia otros tejidos de gases y otros compuestos orgánicos adsorbidos en su superficie.

Las partículas disminuyen la capacidad de defensa de los macrófagos alveolares, sobresaturan la capacidad de limpieza mucociliar, se han asociado con fenómenos irritativos como tos crónica, ronquera, síntomas respiratorios nocturnos, neumopatías, bronquitis, asma bronquial y cáncer pulmonar.

Investigaciones realizadas en poblaciones humanas de EE.UU y Europa (Friedlander y Lippmann, 1994) sugieren que la inhalación de partículas finas a concentraciones menores a la concentración estándar, induce un riesgo elevado de muerte prematura, incremento en las admisiones hospitalarias y una serie de otros efectos adversos para la salud. Se desconoce el mecanismo biológico que podría ser responsable de estos efectos, pues no está claro si son producidos por la partícula misma, por un componente especial o bien una mezcla de contaminantes.

Dockery y Col, (1993) han demostrado que después de eliminar diversos factores confusores, la razón de tasa de mortalidad entre las ciudades más contaminadas y menos contaminadas en EE.UU fue de 1.26. Estos mismos autores han informado que la contaminación en ciudades que tenían niveles de partículas totales de 34.1 a 81.9  $mg/m^3$ , partículas  $PM_{10}$  de 18.2 a 46.5  $mg/m^3$  y partículas finas  $PM_{2.5}$  de 11 a 29.6  $mg/m^3$ , estaba asociada con muerte por cáncer pulmonar y enfermedades cardiopulmonares. La mortalidad estaba mejor correlacionada con la concentración de partículas finas y con la concentración de sulfatos.

La asociación entre exposición aguda a partículas e incremento en la mortalidad y morbilidad ha sido observada bajo las siguientes condiciones:

- Climas fríos y calurosos.
- Áreas dominadas por contaminación atmosférica vehicular e industrial.
- Áreas donde la contaminación del aire es asociada con capa de inversión térmica en el invierno y por contaminación fotoquímica en el verano.
- Áreas con mezcla de contaminantes.
- Áreas donde la contaminación es debida únicamente a partículas.

Estos resultados llevan a planteamientos que están siendo ampliamente discutidos por comités de científicos en países desarrollados: ¿Cuál es la concentración de material particulado que no tiene efecto en la salud humana? ¿Existe una dosis umbral de material particulado para la población?

La conclusión que se ha alcanzado, es que en la actualidad no existe la respuesta a estas interrogantes y que se requiere de nuevos métodos de investigación para estudiar los efectos que se presentan en la salud humana a bajas concentraciones del material particulado.

Diversos estudios han investigado la asociación entre contaminación atmosférica y exceso de mortalidad. Un análisis de ocho estudios en diferentes ciudades de Estados Unidos ha calculado que un aumento de  $PM_{10}$  de 10  $\mu g/m^3$  (como promedio de 24 horas) se asocia con un incremento en la mortalidad diaria de 1 %.

#### **5.4 EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA DE ÓXIDOS DE NITRÓGENO.**

Características generales y fuentes de emisión. El NO y el  $NO_2$  son contaminantes primarios del aire. El NO es un gas incoloro e inodoro. El  $NO_2$  es de color rojizo de olor fuerte y asfixiante.

La fuente principal del Óxido es la quema de combustibles fósiles en motores a gasolina, plantas eléctricas y otros procesos industriales. El 50% del  $NO_2$  es emitido de fuentes estacionarias y 50% de vehículos, reflejando actividad residencial, industrial y vehicular. Los Óxidos de Nitrógeno son precursores de la formación de Ozono, que es el mayor componente del smog fotoquímico. Una parte de los Óxidos de Nitrógeno se transforma en nitratos y en Ácido Nítrico, los que contribuyen a la lluvia ácida en áreas distantes de la fuente de emisión.

Los efectos en la salud de los humanos, en las concentraciones altas, provocan broncoconstricción, tanto en individuos asmáticos como sanos. Aumenta la reactividad inespecífica en la vía aérea; se dan muy elevadas concentraciones que pueden producir edema y fibrosis pulmonar. En animales de experimentación se tienen concentraciones de 1 a 3 ppm que producen pérdida de cilios bronquiales, hiperplasia (proliferación excesiva de células) del epitelio de bronquiolos terminales y aumento de la sensibilidad en agentes infecciosos. Niveles elevados de  $NO_x$  producen irritación ocular y aumento de la secreción lagrimal, generando dificultades en la visión, especialmente en las personas que usan lentes de contacto.

## 5.5 EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA DE BIÓXIDOS DE AZUFRE.

Se produce por la quema de combustibles fósiles (Carbón y petróleo) en motores, plantas generadoras de electricidad y procesos industriales.

Los procesos industriales que más contribuyen a la presencia de  $\text{SO}_2$  en la atmósfera son la calcinación de minerales de sulfuro, la refinación del petróleo y la producción de *coke* a partir del Carbón. Los Óxidos de Azufre se eliminan del aire por conversión del Ácido Sulfúrico y Sulfato.

Sobre sus efectos en la salud humana, se ha determinado que produce broncoconstricción en los primeros minutos de exposición. Este efecto aumenta con el ejercicio físico, con la hiperventilación, con la obstrucción nasal, al respirar aire frío y seco y en personas con hiperreactividad bronquial y con asma. Niveles elevados de  $\text{SO}_2$  producen irritación ocular y aumento de la secreción lagrimal, lo cual provoca dificultades en la visión, especialmente en las personas que usan lentes de contacto.

## 5.6 EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD HUMANA DE OZONO Y OXIDANTES FOTOQUÍMICOS.

### Características generales y fuentes de emisión.

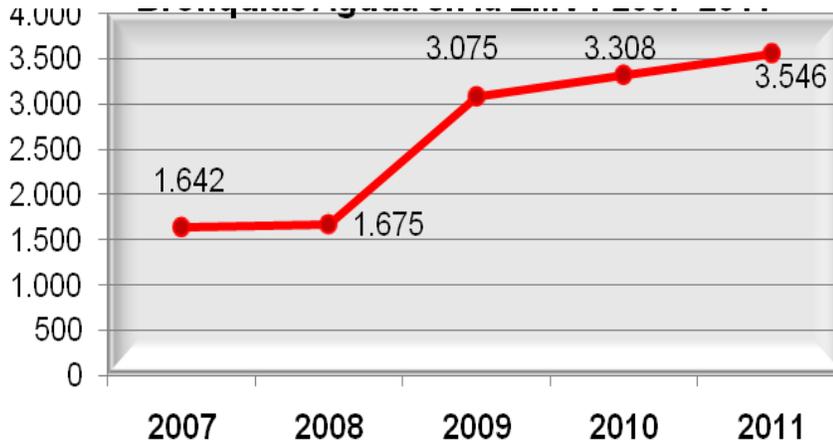
El  $\text{O}_3$  se forma en la estratósfera naturalmente por la acción de la luz durante las tormentas eléctricas y forma una capa protectora de la radiación ultravioleta. El  $\text{O}_3$  es un contaminante secundario que se forma por efecto de la luz sobre hidrocarburos y  $\text{NO}_2$ , generándose además de Ozono peroxiacilnitratos (PAN). El  $\text{O}_3$  se usa como agente oxidante en la industria química, como desinfectante de alimentos y agua, para blanqueamiento de productos y para tratar residuos industriales.

### Efectos en la salud humana.

Daña las vías aéreas produciendo aumento de hiperactividad bronquial, inflamación bronquialveolar, aumento de la permeabilidad vascular-pulmonar, aumento de la broncoconstricción, la cual depende de la concentración de  $\text{O}_3$  inhalada y del ejercicio durante la exposición. Las exposiciones repetidas causan adaptación de la respuesta broncoconstrictora.

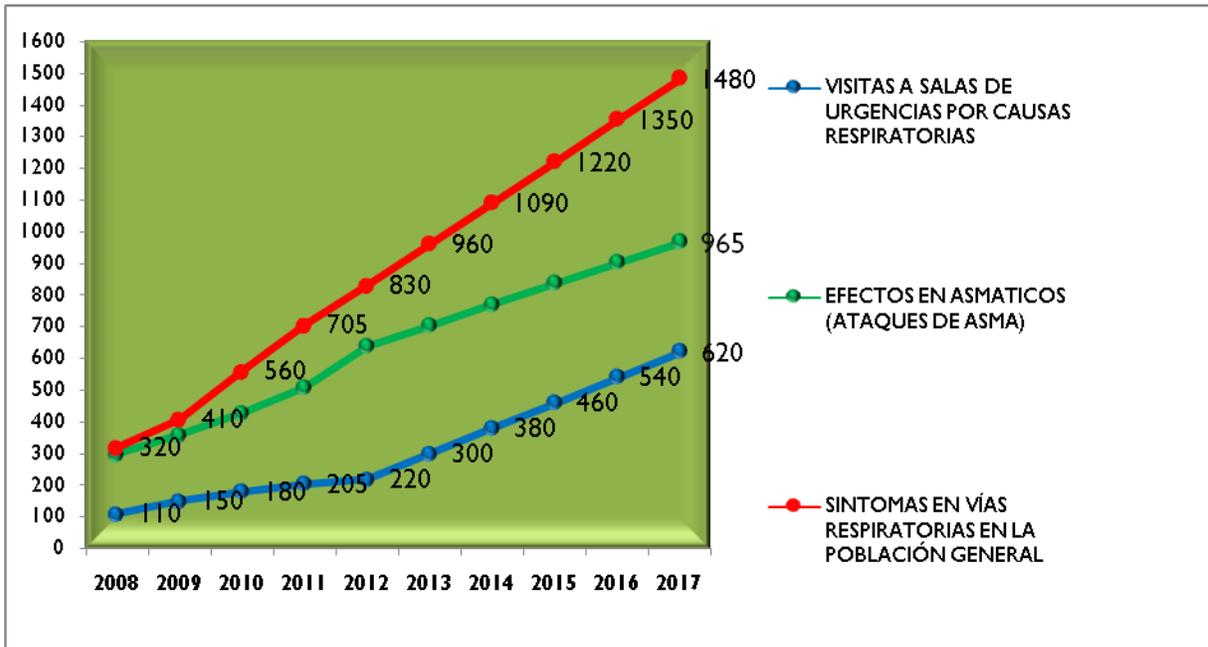
En voluntarios expuestos a  $\text{O}_3$  se encuentra la disminución de la CVF (capacidad vital forzada) y del  $\text{VEF}_1$  (volumen expiratorio forzado en 1 segundo), dolor torácico y disminución de los suspiros. La exposición a niveles bajos y permitidos de  $\text{O}_3$  (0.08 ppm) por 6.5 horas es suficiente para iniciar una reacción inflamatoria en el pulmón humano. Se cuestiona si la norma de 0.1 ppm en 8 horas puede ser dañina para la población susceptible, conformada por niños, ancianos y pacientes con alteraciones y/o enfermedades pulmonares. El  $\text{O}_3$  irrita los ojos y las membranas de las mucosas. Su inhalación puede producir tos, fatiga, irritación bronquial, edema pulmonar y por este último puede causar la muerte. En la gráfica 5.1 se pueden observar las estimaciones de daños a la salud para los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Gráfica 5.1 Efectos de la PM<sub>10</sub> en los casos de Bronquitis Aguda en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2011.



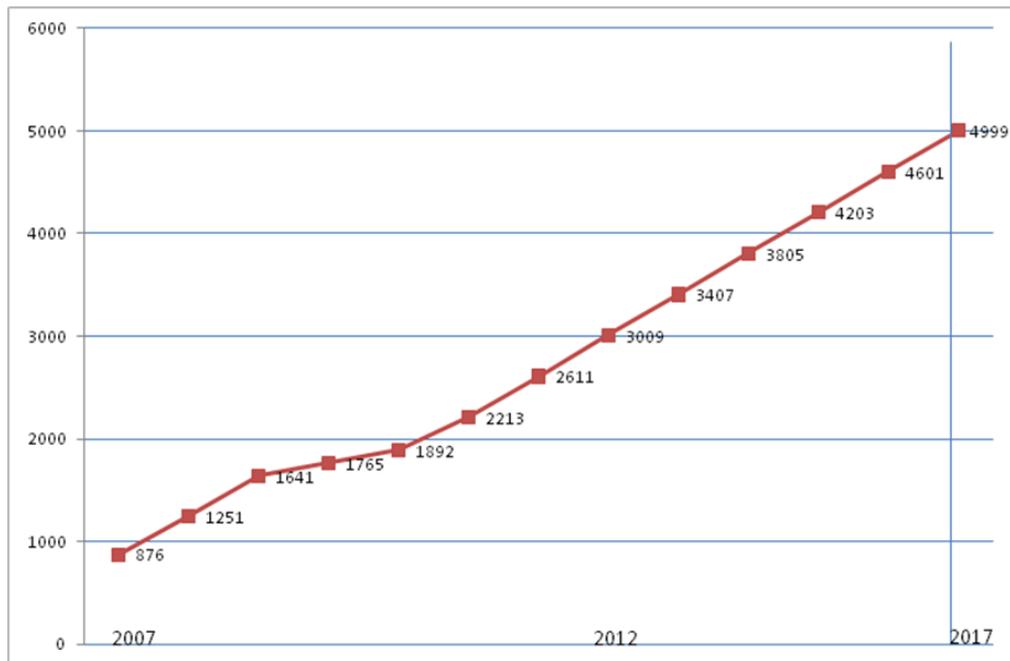
Fuente: Con datos de la Secretaría de Salud del Estado de México, trabajados por el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, 2012.

Gráfica 5.2 Estimación de respuesta por exposición de PM<sub>10</sub> en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca en la población general.



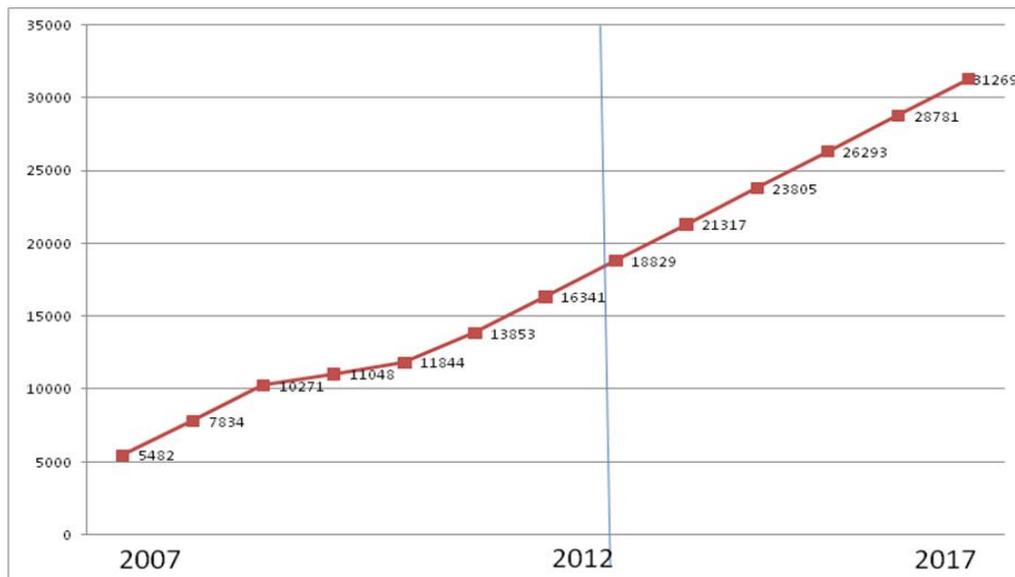
Fuente: Con datos de la Secretaría de Salud del Estado de México, trabajados por el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, 2012.

**Gráfica 5.3 Efecto de las PM<sub>10</sub> en las admisiones hospitalarias por causa respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.**



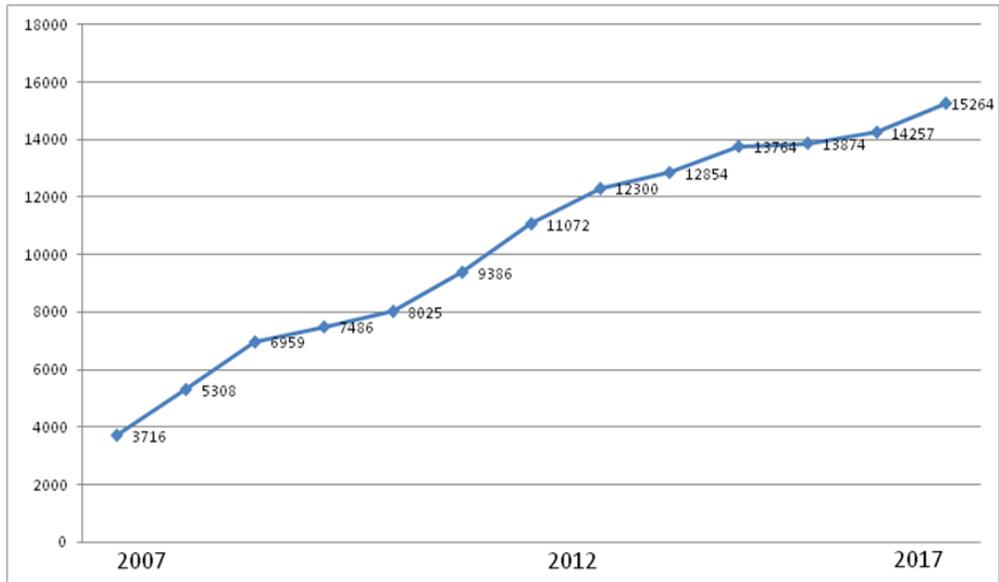
**Fuente:** Con datos de la Secretaría de Salud del Estado de México, trabajados por el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, 2012.

**Gráfica 5.4 Efecto de las PM<sub>10</sub> en las visitas a salas de emergencia por causa respiratoria en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.**



**Fuente:** Con datos de la Secretaría de Salud del Estado de México, trabajados por el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, 2012.

Gráfica 5.5 Efecto de las PM<sub>10</sub> en las bronquitis agudas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2007-2017.



Fuente: Con datos de la Secretaría de Salud del Estado de México, trabajados por el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, 2012

## 6. EDUCACIÓN AMBIENTAL, INSTRUMENTO PARA PROTEGER EL AMBIENTE Y MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE.

### 6.1 Antecedentes.

Partiendo del periodo en que empieza a ser utilizado el término Educación Ambiental, a finales de la década de los años 60 y principios de los 70, su origen muestra claramente una preocupación mundial por las graves condiciones ambientales, por lo que se menciona que la educación ambiental es “hija del deterioro ambiental”.

Sin negar de ninguna manera el surgimiento de la educación ambiental, situaremos sus orígenes en los años 70, debido a que es en el período en que adquiere fuerza y empieza a ser nombrada en diversos foros a nivel mundial, aunque es cierto que antes ya se habían dado algunas experiencias de manera aislada y esporádica.

Como todo cuerpo de conocimiento en fase de construcción, la Educación Ambiental se conformó en función de la evolución de los conceptos que a ella están vinculados, por lo que cuando la percepción del medio ambiente se reducía básicamente a sus aspectos biológicos y físicos, la educación ambiental se presentaba claramente de manera reduccionista y fragmentaria, no tomando en cuenta las interdependencias entre las condiciones naturales y las socio - culturales y económicas, las cuales definen las orientaciones e instrumentos conceptuales y técnicos que permiten al hombre comprender y utilizar las potencialidades de la naturaleza, para la satisfacción de las propias necesidades.

Todos los miembros de la sociedad contribuimos de alguna forma a la emisión de contaminantes al aire, ya sea directa o indirectamente, ya que éstos se generan a través de actividades cotidianas como cocinar y transportarse y durante otras acciones relacionadas con la industria y la agricultura, etc.

Por otro lado, los habitantes estamos expuestos a los daños en la salud de la contaminación del aire local; aunque a algunos grupos vulnerables, como los niños y los adultos mayores, les genera un impacto mayor. Por tanto, es indispensable involucrar a todos los sectores de la sociedad en cualquier medida encaminada a la prevención y control de la contaminación del aire.

El Estado de México, en los últimos años se ha enfrentado a la problemática ambiental que cada día es mayor. Se ha carecido de recursos económicos y de apoyo consistente por parte de las instituciones comprometidas a realizar programas y acciones que pudieran dar una solución adecuada e inmediata como la formación específica sobre modelos ambientales, ya sea para escuelas o para la población. Aunado a lo anterior, desafortunadamente, no existe la adquisición de valores y conceptos, cuyo principal objetivo sea desarrollar actitudes y capacidades para entender y apreciar la gran importancia que tiene la naturaleza sobre nuestra vida cotidiana.

Para confrontar la crisis ambiental global, de la que somos conscientes muy pocos seres humanos actualmente, es necesario orientar los esfuerzos ya existentes con visión ambientalista y extenderlos a la totalidad de la población, con el fin de concretar resultados que lleven a la mejora de las condiciones ambientales.

## 6.2 Educación Ambiental.

La educación ambiental, además de generar una conciencia y soluciones pertinentes a los problemas ambientales actuales, causados por actividades antropogénicas y los efectos de la relación entre el hombre y el medio ambiente, es un mecanismo pedagógico que infunde la interacción que existe dentro de los ecosistemas. Todo esto, con el fin de valorar nuestro entorno y formar una cultura, donde el hombre aplique en todos sus procesos productivos, técnicas limpias, lineamientos de prevención y control de la contaminación atmosférica, permitiendo de esta forma el desarrollo sostenible y el mejoramiento en la calidad del aire.

A través de estas acciones, ya podemos definir dos líneas, sobre las cuales se basa la educación ambiental: la primera, que hace referencia a cómo interactúa entre sí la naturaleza (medio ambiente) donde se definen los ecosistemas, la importancia de la atmósfera (clima, composición e interacción), el agua (la hidrósfera, ciclo del agua), el suelo (litosfera, composición e interacción), el flujo de materia y energía dentro de los diferentes entornos naturales (ciclos biológicos, ciclos bioquímicos), asimismo el comportamiento de las comunidades y poblaciones.

La segunda línea, va dirigida a la interacción que hay entre el ambiente y el hombre, como es el caso de las actividades antropogénicas y su influencia en los ecosistemas; cómo el ser humano ha aprovechado los recursos; asimismo, brinda la descripción y consecuencias de la contaminación generadas en las diferentes actividades; también aborda medidas de prevención mediante el reciclaje, manejo adecuado de residuos y energía, obteniendo soluciones como los procesos de tratamiento a residuos peligrosos, implementación de Políticas Ambientales, promoviendo de una u otra forma el desarrollo sostenible y la conservación del entorno.

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017), parte de la premisa de que la educación ambiental, es una estrategia fundamental e indispensable de la política en la materia y que puede potenciar acciones y resultados en la atención de la problemática ambiental y en la transición hacia la sustentabilidad. De igual manera, se reconoce que el logro de los objetivos del programa depende tanto de los instrumentos técnicos como de los educativos, mediante la creación e impulso de una conciencia ambiental entre los diferentes sectores de la población para mejorar la calidad del aire, a través de acciones de educación ambiental en sus modalidades formal, no formal, capacitación y comunicación educativa.

La herramienta principal, propuesta para orientar dichos esfuerzos, es la educación ambiental, que tiene como objetivo principal informar a la población, prepararla y darle las herramientas necesarias para desarrollar actitudes y habilidades prácticas que protejan el ambiente y que preserven la calidad de vida; considerando al menos cuatro elementos indispensables: cuándo, qué, a quién y cómo comunicar.

## **6.3 Tipos de Educación Ambiental.**

### **6.3.1 La educación formal.**

Es aquella que se imparte en instituciones, con objetivos y duración determinada; concluye con una certificación. En materia de calidad del aire, los niños en el colegio pueden ir aprendiendo, a lo largo de sus diversas materias y por medio de conceptos integrados a su currícula y adecuados a su edad, los conocimientos básicos sobre la calidad del aire los hará más sensibles a realizar y promover acciones para evitar o reducir la contaminación del aire desde sus posibilidades. En los niveles superiores, la educación en materia de calidad del aire forma personas dedicadas y preparadas para contribuir a la reducción de la contaminación, desde sus ámbitos profesionales, al implementar y mejorar los programas de educación en esta materia, es así que se podrá contar con profesionales que aporten, entre otros campos, a la ciencia, la investigación, el desarrollo tecnológico, la gestión y la regulación para mejorar la calidad del aire.

### **6.3.2 La educación no formal.**

Surge a partir de grupos u organizaciones que ofrecen lineamientos en este tema sin otorgar una certificación; no siempre las aulas de la educación formal son el escenario idóneo, o el único, para realizar actividades de promoción de una cultura ambiental. Existen también otros espacios donde los niños y jóvenes, pero sobretodo los adultos que no son parte de la educación formal, pueden tener acceso a información y actividades que les permitan desarrollar esta cultura. Así, la educación no formal es la que funge como complemento a la formal para atender temas específicos, tales como el medio ambiente y la salud, y se lleva a cabo a través de grupos y organizaciones diferentes a las escuelas y universidades.

### **6.3.3 La educación informal.**

Surge del aprendizaje que se obtiene en las actividades de la vida cotidiana relacionadas con el trabajo y la familia. No está estructurada en objetivos didácticos, duración ni soporte y normalmente no conduce a una certificación. El individuo interactúa con la sociedad y el medio ambiente.

## **6.4 Planificación de la Educación Ambiental.**

La planificación en el campo de la educación ambiental se circunscribe al nivel de un programa que se desarrolla, para ser útil tanto para la educación de tipo formal, como la no formal e informal. Además se ajustan a un modelo válido para todos los niveles del sistema escolar y toda clase de alumnos, niveles de educación y cátedras.

Para la implementación de un programa eficiente en educación ambiental se requiere lo siguiente:

- i. Coordinar los conocimientos en humanidades, ciencias sociales y ciencias del medio ambiente.
- ii. Estudiar una comunidad de seres vivos en sus condiciones naturales.
- iii. Dar a conocer una variedad de problemas.
- iv. Discernir los aspectos importantes de los triviales en un problema para aplicar así las soluciones correctas.
- v. Enseñar soluciones generales, aplicables a diversas situaciones análogas.
- vi. Fomentar las cualidades personales para superar los obstáculos y desarrollar las actitudes.

El orden de presentación de los conceptos, conocimientos y aptitudes asignados, deben estar de acuerdo al público al que va dirigida la información, puesto que los conocimientos y actitudes de un estudiante de primaria no son los mismos a los de uno de secundaria, con lo cual la planificación de la educación ambiental busca que de forma ordenada se lleve la información adecuada al público adecuado.

Cuanto más preparación tenga la población para recibir e interpretar información con respecto a la calidad del aire local y global, estará en mejor posición para participar en el diseño y la implementación de las medidas y acciones encaminadas a mejorarla, evaluar y ser corresponsable de los esfuerzos realizados para ello.

### **6.5 Estrategia de Educación Ambiental.**

Una estrategia de educación ambiental constante, sólida e integral debe manejar estos tres tipos de enseñanza, lo que permitirá difundir el sentido del respeto por la tierra y el ambiente; cambiar la cultura consumista y de desperdicio en la que vivimos; darle prioridad al ámbito ambiental y al bienestar social sobre el tema económico y comercial y principalmente dar a conocer los efectos negativos al medio ambiente que producen las actividades antropogénicas.

En el tema particular de la calidad del aire, la educación ambiental continúa siendo una herramienta primordial para dar a conocer a la población las consecuencias en la salud de un aire contaminado. Enseñar de qué forma el uso irracional de los vehículos motorizados, el consumo excesivo de combustibles fósiles, la agricultura extensiva, el uso de agroquímicos, la mala gestión de los residuos industriales y otras acciones humanas influyen negativamente en la calidad del aire y de qué forma podemos mitigar estos efectos.

La educación ambiental en este sentido, involucra y responsabiliza a todo tipo de actores sociales, mostrándoles el camino hacia un desarrollo sostenible que garantice un aire libre de contaminantes para las generaciones futuras.

Varios tipos de sectores deben contribuir e involucrarse al buen desarrollo de una estrategia de educación ambiental formal, no formal e informal, como son las instituciones gubernamentales, las organizaciones no gubernamentales, las organizaciones internacionales, la industria, los medios de comunicación y ante todo incentivando la participación activa de la población.

Las instituciones de gobierno se encargan de trabajar conjuntamente con los centros de investigación especializados y otras instancias en la identificación de los contaminantes atmosféricos y la forma de disminuirlos. La Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Educación y la Secretaría de Salud, como entidades estatales, son pioneras en medidas y lineamientos de educación sobre medio ambiente.

Si estas medidas y lineamientos van acompañadas de directivas que las sostengan formalmente, con el ejercicio de políticas serias destinadas a proteger la calidad del aire y del medio ambiente en general, se logrará reducir los costos en salud que generará esta contaminación.

Las organizaciones no gubernamentales, apoyan con conocimientos, proponen acciones concretas, son un vínculo entre la sociedad, el gobierno y las diferentes instituciones implicadas, exponen problemáticas en el tema de la calidad del aire y participan de igual forma en estrategias de educación ambiental.

De su lado, las organizaciones internacionales son las instancias encargadas de aportar experiencias, crear espacios de discusión, interacción e investigación y difundirlos en diversos países del mundo. Es el caso del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el cual desde su creación recomienda la implementación de la educación ambiental, o la primera Conferencia Intergubernamental sobre educación ambiental, celebrada en Tbilisi (Rusia, 1977) donde nace formalmente la educación ambiental como una disciplina, cuyo objetivo se basa en "Generar una conciencia clara de la interdependencia económica, social y ambiental y proveer a cada ser humano de las oportunidades para adquirir los conocimientos valores y actitudes que les permitan modificar sus patrones de comportamiento para proteger y mejorar su medio ambiente."

Es así, como se logra un programa internacional sobre educación ambiental que incluye los aspectos económicos, políticos, sociales, además de los ambientales. Estas organizaciones como actores importantes del sistema internacional deben continuar expandiendo una cultura global de protección al medio ambiente en el cuidado de la calidad del aire.

En lo que compete a la industria, se sabe que es un sector con alta responsabilidad en la mala calidad del aire. Las empresas son una de las fuentes principales de emisión de sustancias contaminantes para la atmósfera en el Valle de Toluca. Conociendo estos hechos, las empresas de forma solidaria deben participar en el patrocinio de programas dirigidos a la población, que sensibilicen ante las problemáticas globales en materia ambiental y ofrezcan al mismo tiempo, soluciones viables. Es importante la presencia de los grandes grupos industriales en la toma de decisiones y en la distribución de compromisos hacia la mejora de la calidad del aire y por ende de las condiciones de vida de la población.

Otro de los actores importantes en una estrategia de educación ambiental, lo constituyen los medios de comunicación, pues a través de la difusión de proyectos, programas y todo tipo de mecanismos, es como los mensajes y los lineamientos en este ámbito llegan a la población con mayor facilidad.

Por último, la ciudadanía y la acción que ella emprenda, tiene un rol relevante en la educación ambiental, ya que cuando hablamos de contaminación atmosférica por fuentes antropogénicas, estamos hablando de los vehículos automotores en los que nos transportamos, las emisiones de combustión doméstica, así como las de plantas generadoras de la energía que consumimos cada día, entre muchas otras.

La sociedad es también la principal y directamente afectada por la contaminación atmosférica. Es por esto que debe participar activamente en los programas educativos de carácter ambiental. Es un deber de la población conocer la problemática local, regional, nacional y global; las causas y la implementación de las medidas necesarias para confrontarlas, principalmente con acciones que se vuelvan cotidianas como la separación de residuos en nuestros hogares y oficinas, utilizando transporte alternativo no motorizado para distancias cortas, ahorrando energía y consumiendo responsablemente.

Una vez sensibilizada e instruida la población, con su participación, será un motor para introducir la problemática ambiental en la agenda pública. Una estrategia educativa que fomente la participación ciudadana, permite de igual manera, formar a la sociedad a tomar iniciativas y a resolver problemas de carácter ambiental.

No es posible querer entonces, resolver el problema de la calidad del aire sin involucrar a los habitantes. Por medio de la educación ambiental se construyen las bases de una ciudadanía comprometida, involucrada y responsable con el ambiente.

La educación y la comunicación, son dos elementos que favorecen la participación ciudadana en el diseño, implementación y cumplimiento de los programas y políticas públicas de calidad del aire; no obstante, como en el caso de cualquier otra acción de política pública, es necesario realizar tareas específicas de implementación de medidas de educación y comunicación, acompañadas de planes de seguimiento y evaluación.

Lo más recomendable es diseñar la actividad en función de las necesidades y las circunstancias de la ciudadanía y con base en ello buscar o elaborar y crear materiales que satisfagan esas necesidades en el mejor formato y con los contenidos más adecuados.

Una alternativa para encontrar soluciones a través de la educación ambiental, es que se lleve a cabo como un proceso continuo que tienda a la formación de una cultura ecológica en la sociedad, mediante el manejo y asimilación de conocimientos, actitudes, aptitudes y valores acerca de la relación del hombre con la naturaleza, y de como implementar posibles recursos e instrumentos para llevar a cabo acciones concretas, a favor de la conservación del medio y sus componentes.

Para concluir, una buena estrategia de educación ambiental, es aquella dirigida a todo tipo de público sin excepción, gratuita, coordinada de manera intersectorial e interinstitucional, y que brinde como resultado el interés de la ciudadanía en la problemática, es decir, formar un individuo que comprenda que el aire es común

y que entonces la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras es responsabilidad de todos.

## **7. MARCO JURÍDICO Y CAPACIDADES INSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LOS TRES ÓRDENES DE GOBIERNO.**

### **7.1 Marco Jurídico Actual.**

El Gobierno del Estado de México mediante la elaboración del Programa para Mejorar la Calidad de Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, fija las bases que han de permitir a la sociedad contar con un medio ambiente adecuado para su desarrollo. Para tal efecto, tendrá como sustento legal la observancia de las disposiciones jurídicas federales, locales y municipales en materia de calidad del aire.

#### **7.1.1 Disposiciones Federales.**

Respecto al Ordenamiento Jurídico Federal que sustenta este programa se encuentra en primer término la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en su artículo cuarto, párrafo quinto, en el que contempla las disposiciones generales en materia ambiental, tales como el derecho a vivir en un ambiente sano, el impulso al desarrollo productivo en un marco de desarrollo sustentable y prevenir el impacto negativo de las obras y actividades antropogénicas.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su artículo primero se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Asimismo tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar; así como la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo.

Por otra parte, este ordenamiento en su artículo cuarto hace referencia a la distribución de competencias entre la Federación, los estados, el Distrito Federal y los municipios, los cuales ejercerán en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, las medidas que estimen pertinentes para la conservación del medio ambiente, así como la calidad del aire. Finalmente se encuentran las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia de calidad del aire y salud.

Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático, reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas, fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático como parte de las disposiciones generales de la Ley General de Cambio Climático.

## 7.1.2 Disposiciones Estatales.

En el ámbito estatal, lo conforman la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios, la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México, el Código de la Biodiversidad del Estado de México y su Reglamento, así como el Plan de Desarrollo del Estado de México.

La Ley de Planeación del Estado de México y Municipios en su artículo quinto: menciona “que la planeación democrática tiene por objeto el desarrollo del Estado de México y Municipios, con pleno respeto a la soberanía estatal y a la autonomía municipal, en concordancia con los fines sociales, económicos, ambientales y políticos que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México”.

La Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México en su artículo 32 Bis establece que la Secretaría del Medio Ambiente, es el órgano encargado de la formulación, ejecución y evaluación de la política estatal en materia de conservación ecológica, biodiversidad y protección al medio ambiente para el desarrollo sustentable.

El Código para la Biodiversidad del Estado de México, en sus objetivos generales, garantiza el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar, así como la prevención y el control de la contaminación del aire, del agua y del suelo en el territorio del estado y establece que se realicen las investigaciones y los estudios relativos a los recursos del aire, agua y tierra.

El Plan de Desarrollo Estatal reviste una enorme importancia, ya que constituye el documento rector de las políticas públicas que el Gobierno del Estado habrá de aplicar para reforzar “la política en materia ambiental” a todos los habitantes de la entidad mexiquense. La política ambiental es un concepto que se sustenta en tres pilares fundamentales: (I) ELABORAR PROPUESTAS PARA EL CONTROL DE EMISIONES ORIGINADAS POR LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA ENTIDAD; (II) MANEJAR DE MODO SUSTENTABLE LOS RESIDUOS INDUSTRIALES Y RESIDENCIALES; (III) IMPLEMENTAR UNA POLÍTICA AMBIENTAL CON VISIÓN MUNICIPALISTA QUE RECONOZCA LA IMPORTANCIA DE LOS GOBIERNOS LOCALES EN ESTA MATERIA.

Dentro de los objetivos para alcanzar un desarrollo sustentable, el Plan de Desarrollo del Estado contempla en el punto 5.3 avanzar hacia el control de emisiones.

La Gaceta de Gobierno de fecha 26 de marzo de 2010, hace mención al Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca, en cuya parte conducente establece que la región del Valle de Toluca está integrada por 22 Municipios de carácter Metropolitano (Toluca, Metepec, Lerma, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Xonacatlán, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Temoaya, Tenango del Valle, Tianguistenco, Xalatlaco, Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Calimaya, Chapultepec, Mexicaltzingo, Oztolotepec, Rayón, San Antonio la Isla y Texcalyacac)

### **7.1.3 Disposiciones Municipales.**

En el ámbito municipal se encuentra el Bando de Policía y Buen Gobierno que deberá contener en uno de sus apartados en lo que a su competencia confiere, la protección, conservación y restauración del medio ambiente de conformidad con lo establecido en las leyes federales y estatales.

Por lo que cada H. Ayuntamiento del Estado deberá impulsar programas y acciones en materia ambiental, los cuales serán desarrollados coordinadamente con las autoridades federales, estatales y otros municipios y con la sociedad, fomentando la educación en materia de ecología, a fin de que los habitantes de los municipios incorporen como valores cívicos, la protección, conservación y restauración del medio ambiente, dentro de sus hábitos familiares, laborales y escolares.

Finalmente, es importante reiterar que para el funcionamiento del Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca, es necesaria la participación coordinada y responsable, tanto de autoridades federales, estatales y municipales, así como de los diferentes sectores productivos de la sociedad de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

## **7.2 Políticas, Programas e Instrumentos Públicos Actuales.**

La política ambiental es la actividad por medio de la cual se realizan acuerdos, tratados, conferencias, declaraciones y proyectos conjuntos, tendientes a la preservación, conservación, explotación racional de los recursos naturales de la biósfera y la lucha contra la contaminación ambiental.

El Código para la Biodiversidad del Estado de México, establece que el Ejecutivo estatal instituirá la política ambiental mediante el programa estatal de protección a la biodiversidad y desarrollo sostenible, por medio del cual la Secretaría del Medio Ambiente y los Ayuntamientos observarán y aplicarán los principios, medidas y fines de su política ambiental, que serán acordes con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en dicho ordenamiento, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el Ejecutivo federal, las entidades federativas y los municipios observarán los principios que señala el Código para la Biodiversidad del Estado de México en su artículo 2.39.

Son Instrumentos de Política Ambiental:

- 1.-Los Programas en la Materia;
- 2.-La Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos;
- 3.-Las Normas Técnicas Estatales;
- 4.-La Evaluación del Impacto Ambiental;
- 5.-Los Instrumentos Económicos;
- 6.-La Autorregulación y Auditorías Ambientales; y
- 7.-La Educación, Cultura e Investigación Ambiental.

La Secretaría elaborará, actualizará y gestionará el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal y la guía para que los ayuntamientos elaboren los programas de ordenamiento ecológico del territorio municipal; sujetándose a las disposiciones de la legislación en materia de planeación y a la ley general.

### **7.3 Capacidades institucionales de gestión de calidad del aire.**

El aire se contamina principalmente a consecuencia de una gran variedad de actividades que desarrollamos de manera cotidiana, tanto en el nivel individual (uso de automóvil, fumar, quema de basura y de combustible en las industrias etc.) dando como resultado la emisión de gases o partículas contaminantes al aire que afectan nuestra salud y ecosistemas.

El propósito del Gobierno del Estado a través de la Secretaría del Medio Ambiente, es poner en práctica programas de reducción a la contaminación del aire a nivel local como regional en coordinación con instancias, autoridades federales, municipales, centros de investigación y universidades para el mejoramiento de la calidad del aire que respiramos, para así proteger tanto la salud humana como al medio ambiente en que habitamos.

A través de diversas gestiones se ha logrado la operación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (RAMA-ZMVT) la cual tiene como objetivo vigilar el comportamiento de los principales contaminantes atmosféricos, para mantener informadas a las autoridades correspondientes y a la población interesada sobre la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Toluca.

Es en 1996 que se realizó el primer esfuerzo de gestión ambiental a través del Programa Estatal de Protección al Ambiente. Asimismo se implementó el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, que tiene como objetivo regular los niveles de emisiones contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, emplacados en el Estado de México que deberán ser verificados, de acuerdo con los lineamientos y calendario establecidos en el programa.

Este programa constituye uno de los mecanismos, a través del cual el Gobierno del Estado de México busca garantizar el derecho de toda persona a vivir en un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar y mantener los niveles de contaminación atmosférica que permitan preservar la calidad del aire y la salud de los mexiquenses.

#### **7.3.1 Arreglo institucional y recursos disponibles.**

En nuestra sociedad los arreglos institucionales son a menudo el resultado de una serie de iniciativas provenientes del Gobierno del Estado de México para la mejora de nuestro hábitat, promoviendo la organización social mediante la participación de todos los mexiquenses para crear conciencia sobre el medio ambiente. En este sentido, se deben implementar programas para mejorar la calidad del aire, con el fin proteger a los grupos más vulnerables (niños y adultos mayores).

Es considerado el principal instrumento para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire, mediante una serie de medidas y acciones concretas, con la participación de los diversos sectores involucrados.

En este contexto, el programa tiene el propósito de establecer objetivos y metas de mejoramiento de la calidad del aire, basados en una estrategia integral enfocada en:

- a. Reducir las emisiones contaminantes de mayor relevancia por su magnitud e impacto sobre la calidad del aire y efectos a la salud.
- b. Involucrar la participación de todos los sectores y de actividades urbanas e industriales, con base en su contribución al problema de la contaminación del aire.
- c. Establecer responsabilidades concretas y mecanismos de trabajo conjunto entre los tres órdenes de gobierno, la sociedad, el sector académico y el sector privado.
- d. Definir las bases para asegurar el seguimiento de compromisos, la evaluación de resultados y la retroalimentación de los actores que participan en su ejecución.
- e. La revisión periódica de objetivos y metas para su cumplimiento.

### **7.3.2 Marco legal y aspectos no regulados.**

El marco legal, lo constituyen todas las leyes, reglamentos, códigos, decretos, gacetas y demás ordenamientos y disposiciones que sustentan el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. En este sentido, lo es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Normas Oficiales Mexicanas en materia de calidad del aire y de contaminación atmosférica, la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente, el Código de la Biodiversidad del Estado de México y su Reglamento, el Bando de Policía y buen Gobierno de los Ayuntamientos y la Gaceta de Gobierno.

### **7.3.3 Impactos económicos actuales, necesidades de financiamiento.**

Hoy en día, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca ha presentado diversas transformaciones en los ámbitos: cultural y social, destacando además, el aspecto económico, ya que ha transitado de lo rural a lo industrial y de servicios, como se aprecia con el surgimiento de centros generadores de empleo en los municipios de Metepec, Lerma, y San Mateo Atenco.

Es importante destacar que dentro de una economía existen tres tipos de sectores: primario, secundario y terciario; el primero de ellos, se caracteriza porque se cuenta con zonas destinadas al cultivo agrícola, tanto temporal como de riego, destacando también la actividad ganadera, ya que es la fuente de

economía para la región rural del Valle de Toluca; en ese contexto, se observan conductas que afectan la calidad del aire como lo son los incendios forestales y la tala inmoderada.

El sector secundario, se caracteriza porque interviene la industria manufacturera que se aprecia notablemente en los municipios de Toluca, Metepec y Lerma, donde la industria privada establece sus centros para así generar fuentes de empleo a miles de habitantes del Valle de Toluca, pero a su vez éstos emiten gran cantidad de emisiones contaminantes.

Finalmente, el sector terciario, radica en la concentración de bienes y servicios, derivados de actividades comerciales en los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Lerma, Xonacatlán y Zinacantepec , donde la actividad económica trae aparejada daños ambientales o contaminación al aire, por ejemplo, las emisiones a la atmósfera de hidrocarburos por parte de gasolineras, de compuestos orgánicos volátiles y solventes, provenientes de tintorerías y casetas de pintura y de gases de combustión de hoteles, baños públicos y restaurantes, los cuales deterioran la calidad del aire, por la ausencia de sistemas de control de emisiones, o bien, la falta de un sistema de administración ambiental adecuado, por lo que es necesario que el Gobierno del Estado implemente Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire.

#### **7.3.4 Beneficios y público beneficiado.**

El beneficio que otorga el Programa, se circunscribe a la prevención de infecciones y enfermedades respiratorias pulmonares, en virtud de que los niños y los adultos mayores son los grupos más vulnerables a las partículas, que combinadas con otros contaminantes ocasionan un agravamiento a su organismo, requiriendo mayor uso de medicamentos y hospitalizaciones; ello, asociado con un incremento en la frecuencia de síntomas respiratorios como tos, dificultad para respirar y dolor en el pecho. Los adultos mayores expuestos a niveles altos de partículas tienden a morir en forma prematura principalmente si sufren enfermedades pulmonares como asma, bronquitis crónica, enfisema o alguna enfermedad del corazón.

Otro de los beneficios, es el cuidado y conservación de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad del aire con la reducción de las emisiones contaminantes, provenientes de las fuentes móviles, al disponer de unidades con motores más eficientes y menos contaminantes, cumpliendo con las normas ambientales; brindando mayor confort y seguridad a los usuarios, disminuyendo el tiempo de traslado, siendo los beneficiados todas y todos los seres vivos que habitamos “EL PLANETA TIERRA”.

## **8. METAS Y ESTRATEGIAS DEL PROGRAMA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.**

### **8.1 Desarrollo del Programa.**

En este capítulo se definen y analizan las estrategias para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera en los veintidós municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, y que permitirán trazar las rutas en el mapa de trabajo que debe realizarse para avanzar cuantitativa y cualitativamente en la gestión de la calidad del aire.

En la elaboración del Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de Toluca, se realizaron dos foros de trabajo, en los que intervinieron funcionarios y especialistas de los tres niveles de gobierno, así como académicos y personalidades de otros sectores, con la finalidad de plantear una serie de acciones tendientes a prevenir, controlar y reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, generadas por las actividades humanas y económicas.

Dentro de la revisión de los planteamientos, se tomó en cuenta el diagnóstico ambiental vigente de la zona de estudio, el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y los indicadores de calidad del aire. Al final del proceso, se obtuvo como resultado 28 fichas técnicas enfocadas hacia la reducción de las emisiones de partículas  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , precursores de Ozono y Gases de Efecto Invernadero, así como las acciones para la prevención y control de la contaminación atmosférica en la zona de estudio.

### **8.2 Objetivo General del Programa.**

Establecer las estrategias para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire, mediante la aplicación de una serie de medidas de control y reducción de emisiones en fuentes fijas, móviles, y de área, permitiendo mitigar de manera simultánea el Cambio Climático, con la finalidad de proteger la salud de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y reducir los costos sociales derivados de la mala calidad del aire.

### **8.3 Objetivos Específicos.**

- I. Reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, principalmente de material particulado, precursores de Ozono y Gases de Efecto Invernadero, mediante la implementación de las estrategias, medidas y acciones específicas para cada tipo de fuente de emisión.
- II. Fortalecimiento de la Educación Ambiental para mejorar la calidad del aire
- III. Mejorar la disponibilidad y confiabilidad de la información sobre la calidad del aire y emisiones a la atmósfera.

- IV. Reducir los impactos a la salud de la población provocados por la contaminación atmosférica.
- V. Obtener financiamiento para ejecutar acciones que favorezcan la reducción de emisiones.
- VI. Contribuir a desarrollar las capacidades de gestión de la calidad del aire en los tres órdenes de gobierno.
- VII. Generar y difundir la información de calidad del aire, para que la población pueda actuar para reducir las emisiones y proteger su salud.

#### 8.4 Metas Generales.

Mediante el fortalecimiento de la Educación Ambiental y la ejecución de acciones para mejorar la calidad del aire, se busca controlar las emisiones contaminantes, a fin de disminuir gradualmente el número de días en que se rebasan las normas aplicables vigentes.

Asimismo, se pretende disminuir progresivamente las concentraciones de los contaminantes para cumplir la norma anual de Ozono y la correspondiente de partículas.

#### 8.5 Estrategias Generales.

Para el cumplimiento de los objetivos y metas, se identificaron siete estrategias, dirigidas a los siguientes componentes y áreas de trabajo:

- I. Prevención y Protección a la salud.
- II. Reducción de emisiones por fuentes de área y naturales.
- III. Reducción y control de emisiones por fuentes móviles.
- IV. Reducción y control de emisiones por fuentes fijas.
- V. Desarrollo de capacidades institucionales.
- VI. Educación Ambiental.
- VII. Financiamiento.

Las estrategias a su vez agrupan a cada medida; lo cual es representado en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1 Estrategias y medidas en la reducción de emisiones.**

<b>ESTRATEGIA I. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN A LA SALUD</b>	
Medida 1	Generación de un observatorio asociado, a la contaminación atmosférica.
Medida 2	Desarrollo de proyectos de investigación científica, en salud ambiental y química ambiental.
Medida 3	Ejecución del plan estratégico-operativo para reducir la exposición de la

	población a la contaminación del aire.
<b>ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES POR FUENTES DE ÁREA Y NATURALES</b>	
Medida 4	Establecer programas de recuperación de suelos erosionados.
Medida 5	Actualización, diagnóstico y restauración de bancos de materiales pétreos.
Medida 6	Ejecución del Programa de Gestión Forestal Eficiente.
Medida 7	Arborización urbana en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
<b>ESTRATEGIA III. REDUCCIÓN Y CONTROL DE EMISIONES POR FUENTES MÓVILES</b>	
Medida 8	Impulsar la movilidad integral, la construcción y desarrollo de los sistemas de transporte público masivo.
Medida 9	Reforzar el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.
Medida 10	Establecer los mecanismos de un Programa de Detección y Retiro de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes.
Medida 11	Modernización, reordenamiento y establecimiento de rutas de transporte público de pasajeros y de carga.
Medida 12	Incorporación de vehículos con bajas emisiones en la flota vehicular privada y de uso intensivo.
Medida 13	Mejorar la sustentabilidad en la infraestructura carretera en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
<b>ESTRATEGIA IV. REDUCCIÓN Y CONTROL DE EMISIONES POR FUENTES FIJAS</b>	
Medida 14	Fortalecer los esquemas de autorregulación, inspección y vigilancia en la industria.
Medida 15	Instalación de Sistemas de Recuperación de Vapores en estaciones de servicio.
Medida 16	Alternativas tecnológicas para el tratamiento y control de contaminantes atmosféricos en hornos ladrilleros y talleres de alfarería.
Medida 17	Separación de residuos y aprovechamiento sustentable.
Medida 18	Captura y aprovechamiento de Biogás de los rellenos sanitarios y granjas ubicadas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
Medida 19	Modernización tecnológica de rastros.
<b>ESTRATEGIA V. DESARROLLO DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES</b>	
Medida 20	Eficientar, mantenimiento y ampliación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
Medida 21	Actualizar el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
Medida 22	Ampliar la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, respecto a los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
Medida 23	Elaboración de un Programa de Ordenamiento Territorial en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
<b>ESTRATEGIA VI. EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>	
Medida 24	Fortalecer la educación ambiental para el desarrollo sustentable en materia de calidad del aire.
Medida 25	Desarrollar e implementar una campaña de difusión y comunicación pública.
Medida 26	Consumo eficiente de energía en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
Medida 27	Fomentar la reducción de emisiones por el uso de leña y carbón, promoviendo el uso de equipos más eficientes para la cocción de alimentos en casas y establecimientos.

## ESTRATEGIA VII. FINANCIAMIENTO

Medida 28	Financiamiento para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
-----------	---

### 8.6 Mecanismos de Evaluación.

La Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, por conducto de la Coordinación del Programa Aire Limpio para el Valle de Toluca, se encargará de dar seguimiento al cumplimiento de cada una de las medidas planteadas, y se apoyará en la participación corresponsable de todos los sectores involucrados de la sociedad, para dar seguimiento a las acciones establecidas, valorar los resultados de una manera objetiva e identificar los componentes que limitan o fortalecen el cumplimiento de este programa.

Para atender los problemas de contaminación del aire, es indispensable que exista una estrecha coordinación entre los tres niveles de gobierno y la participación activa, en la elaboración y seguimiento del programa por parte de representantes de los institutos de investigación, sectores académico, no gubernamental y empresarial.

La Coordinación del Programa Aire Limpio del Valle de Toluca, realizará la gestión de acciones que conduzcan a una óptima calidad del aire; ello, con las distintas dependencias participantes, en la reducción de emisiones desde la fuente, en el Valle de Toluca, tomando en consideración la importancia del fortalecimiento de la Educación Ambiental y la búsqueda de esquemas de financiamiento.

Para la instrumentación de los planes propuestos, es necesario llevar a cabo reuniones de trabajo con todos los responsables; generar los informes correspondientes con los acuerdos tomados, para su seguimiento y así desarrollar los programas específicos que permitan el cumplimiento del objetivo del programa.

Los municipios donde se desarrollará el proyecto son Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec; con la ejecución de algunas medidas en los municipios del Valle de Toluca.

Las dependencias federales, estatales y municipales se encargarán de dar seguimiento a las medidas y acciones, evaluarán su efectividad en la reducción de emisiones, asimismo vigilarán el desarrollo de las capacidades para la gestión de calidad del aire.

La evaluación técnica de las medidas se apoyará en indicadores de calidad del aire, tales como la concentración de los contaminantes, reducción de emisiones en la fuente y los efectos en la salud para lo cual será fundamental contar con información actualizada de inventarios de emisiones, monitoreo de calidad del aire y estudios que evalúen el riesgo por exposición a contaminantes.

Para dar cumplimiento al objetivo de difundir la información de calidad del aire y que la población pueda actuar para reducir las emisiones y proteger su salud, es necesaria la publicación de resultados, que serán obtenidos de un sistema externo de Seguimiento y Evaluación.

### **8.7 Descripción de las medidas a instrumentar.**

A continuación se presenta la descripción de cada una de las medidas que conforman el Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca:

## **ESTRATEGIA I. PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN A LA SALUD.**

### **MEDIDA 1. GENERACIÓN DE UN OBSERVATORIO ASOCIADO, A LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.**

**Objetivo:** Generar información veraz y en tiempo real, sobre daños a la salud y su relación con la calidad del aire, a fin de favorecer la adecuada y oportuna toma de decisiones.

#### **Justificación:**

La relación existente entre las enfermedades humanas y la exposición a los contaminantes no es sencilla ni se conoce con exactitud. No obstante, existen pruebas abundantes de que en general, las concentraciones elevadas de contaminantes en el aire son peligrosas para los seres humanos, ya que se han asociado como principal causa de problemas en la función pulmonar, las enfermedades respiratorias y el incremento en los padecimientos cardiovasculares. Niveles altos de contaminación atmosférica perjudican directamente a los sectores de la población más vulnerables como las personas que padecen asma y otras patologías pulmonares o cardíacas y a los menores de cinco años y adultos mayores.

Actualmente en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la información sobre contaminación ambiental o calidad del aire y su impacto en la salud no se considera en tiempo real, toda vez que existen diagnósticos de salud que no se registran en los sistemas de información en salud oficialmente en operación. Esto deriva de situaciones que dificultan la posibilidad de asociar contaminantes con daños a la salud, que aporten mayor rigor científico; entre estos se destaca el que la información relativa a concentración de contaminantes criterio no se caracteriza, por lo que la población no cuenta con suficiente información sobre riesgos a la salud, generados por condiciones ambientales; es evidente la desarticulación entre variables de estudio del área ambiental con la de la salud, pues no existe un sistema específico de información que relacione o registre calidad del aire y daños a la salud, diferente e independiente al sistema de vigilancia epidemiológica vigente; la participación de los H. Ayuntamientos es nula o muy limitada y se desconocen plenamente los efectos derivados de la calidad del aire por olores o concentración bacteriológica y radiación solar.

Ante esta situación, es importante que se establezca y opere de manera continua un sistema específico y exclusivo para la vigilancia epidemiológica, a través de un observatorio, que permita determinar en qué grado afectan los incrementos de los niveles de contaminación a la salud y de igual manera contar con información

epidemiológica que sistemáticamente sea recopilada y analizada, para relacionar la información de calidad del aire con el bienestar físico y fisiológico de la población, todo ello, con el fin de implementar medidas encaminadas a la protección contra riesgos sanitarios. Esta información es útil para evaluar de una mejor manera la toma de decisiones que coadyuven en la efectividad de la gestión de la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1.1	Diseñar el observatorio.	Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Salud.	Observatorio diseñado.						
1.2	Desarrollar talleres para la implementación del observatorio.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Talleres						
1.3	Implementar el observatorio.	Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Salud.	Observatorio operando.						
1.4	Operar un sistema de registro de estadísticas de ingresos hospitalarios.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Sistema de registro operando.						
1.5	Integrar un grupo de trabajo transdisciplinario que analice y correlacione la información obtenida de la revisión de los registros con la calidad del aire.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Subdirección de Atención Médica, Hospitales, Regulación Sanitaria, Consejo de Salud, Instituto Materno Infantil de Estado de México y sector académico.	Creación del Grupo de trabajo.						
1.6	Implementar un programa para desarrollar la infraestructura de apoyo al observatorio y el sector salud.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Programa Implementado.						
1.7	Capacitar periódicamente al personal de las áreas de salud de los municipios.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, y municipios.	Cantidad de personal capacitado a nivel municipal.						

1.8	Desarrollar investigación por daños a la salud.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Resultados de la investigación por daños a la salud.						
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM), Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), Subdirección de Atención Médica, Hospitales, Regulación Sanitaria, Consejo de Salud, Instituto Materno Infantil del Estado de México, instituciones académicas y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente se coordinará con la Secretaría de Salud para diseñar e implementar el observatorio en tiempo real, que permita contar con información epidemiológica que sistemáticamente sea recopilada y analizada, para relacionar la información de calidad del aire con la salud de la población, con el fin de implementar medidas encaminadas a la protección.

El observatorio operará un sistema de registro de estadísticas de ingresos hospitalarios y creará grupos de trabajo multidisciplinarios con las dependencias de gobierno del sector salud, instituciones académicas interesadas en el tema y otros actores relevantes para proponer, formular y ejecutar proyectos de investigación que servirán como base para la toma de decisiones y que sean encaminados a mostrar la evidencia de los efectos por contaminación atmosférica.

La Secretaría de Salud se coordinará con la Secretaría del Medio Ambiente, a través de la Coordinación del Programa Aire Limpio para establecer los calendarios de capacitación, en materia de salud y calidad del aire, al personal de las áreas de salud de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Asimismo establecerán las bases para el desarrollo de investigación de daños a la salud, tanto efectos crónicos como agudos, que incluya enfermedades oftalmológicas, además del estudio de daños a la salud en personal ocupacional en verificentros y estaciones de servicio.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 2. DESARROLLO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN SALUD AMBIENTAL Y QUÍMICA AMBIENTAL.

**Objetivo:** Ampliar el conocimiento técnico-científico de los procesos que afectan la salud de la población por exposición a la contaminación del aire, así como las fuentes de contaminantes primarios y formación de contaminantes secundarios.

### Justificación:

Es necesario contar con proyectos de investigación específicos, para identificar con mayor precisión las fuentes de emisiones atmosféricas, entender el comportamiento de los contaminantes, sus posibles efectos en la salud pública y en la biodiversidad de la zona.

Los estudios en salud y química ambiental tomarán en cuenta las características particulares de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, población, actividades económicas y las propiedades físico-químicas de su atmósfera, para evaluar los niveles de contaminación utilizando indicadores biológicos y los efectos en salud humana y de los ecosistemas por exposición a los contaminantes atmosféricos.

Los resultados serán utilizados para la aplicación de modelos de formación, dispersión y transporte de contaminantes atmosféricos, así como para la determinación de impactos ambientales. Asimismo, servirán de insumos importantes a los tomadores de decisiones de los tres niveles de gobierno, para el diseño de políticas públicas e identificación de medidas que contribuyan a la reducción de emisiones de los contaminantes atmosféricos.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
2.1	Establecer convenios de colaboración para desarrollar proyectos de investigación específicos en materia de calidad del aire y efectos en salud por contaminación atmosférica.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Sector Académico, e Institutos de Investigación.	Convenios de Colaboración firmado.						
2.2	Identificar temas prioritarios de investigación en materia de calidad del aire.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud y Sector Académico.	Temas prioritarios de investigación.						
2.3	Creación del grupo asesor científico.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud y Sector Académico.	Líneas prioritarias de investigación.						

2.4	Definir líneas de Investigación para medir daños en la biodiversidad y en las poblaciones expuestas a los contaminantes atmosféricos.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Sector Académico, Institutos de Investigación.	Áreas de investigación prioritarias detectadas.  Evaluación de los daños por la exposición.						
2.5	Evaluar los avances de las investigaciones.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Evaluación Anual.						
2.6	Difundir los resultados de los estudios.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Sector Académico, Institutos de Investigación, CONACYT y COMECYT.	Difusión de resultados.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT), sector académico, institutos tecnológicos e institutos de investigación.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente coordinará con el sector académico, institutos tecnológicos y de investigación la firma de convenios de colaboración y establecerá un plan de trabajo que permita desarrollar proyectos de investigación, específicos, en materia de calidad del aire, evaluar los daños por la exposición de personas a contaminantes atmosféricos en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y definir áreas de investigación en salud pública con base en la información de calidad del aire, además de establecer las líneas de investigación para medir los daños en la biodiversidad. Por último, realizarán la difusión de los resultados obtenidos en los estudios.

La Secretaría del Medio Ambiente establecerá convenios y un plan de trabajo con el CONACYT y COMECYT para la publicación de convocatorias y búsqueda de esquemas de financiamiento de proyectos de investigación.

Las dependencias participantes identificarán temas prioritarios que sean objeto de investigación y fortalezcan la coordinación entre dependencias y sectores involucrados, para la determinación de necesidades específicas y prioridades en cuestiones técnicas-científicas de calidad del aire.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

### MEDIDA 3. EJECUCIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO-OPERATIVO PARA REDUCIR LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.

**Objetivo:** Disminuir la exposición de la población ante altas concentraciones de contaminantes atmosféricos, durante temporadas del año consideradas como críticas, mediante la ejecución del Plan Estratégico-Operativo.

**Justificación:**

De acuerdo con los datos de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en la temporada invernal se han registrado incrementos importantes en los niveles de contaminación de partículas suspendidas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, principalmente en la época invernal y particularmente en las fiestas decembrinas; registrando en los últimos años valores que rebasan la norma de calidad del aire para este contaminante, atribuibles a actividades humanas (quema a cielo abierto, fogatas, cohetes y fuegos artificiales), presentándose condiciones desfavorables para la dispersión de contaminantes que ponen en riesgo la salud de la población.

Derivado de lo anterior, en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, desde hace cinco años consecutivos, se ejecuta el Plan Estratégico-Operativo, con la participación coordinada de las distintas dependencias de gobierno estatal y municipal, al implementar una serie de operativos de vigilancia y disminuir la exposición de la población a las altas concentraciones de contaminantes atmosféricos.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
3.1	Actualización del Plan Estratégico Operativo.	Secretaría del Medio Ambiente.	Actualización del Plan Estratégico.						
3.2	Ejecución del Plan Estratégico-Operativo.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Agencia de Seguridad Ciudadana, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México y municipios.	Plan Estratégico - operativo.						
3.3	Seguimiento a las acciones del	Secretaría del Medio	Acciones implementadas.						

	Plan Estratégico-Operativo.	Ambiente.							
3.4	Firma de convenios para coprocesamiento de llantas.	Secretaría del Medio Ambiente. Regidurías de Medio Ambiente y la empresa.	Convenios anuales firmados.						
3.5	Campañas de recolección de llantas en municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de campañas de recolección anuales.						
3.6	Campañas de recolección de basura.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de campañas de recolección anuales.						
3.7	Establecer las bases para instrumentar un plan de contingencia ambiental.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud y municipios.	Bases del Plan de contingencia ambiental.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Protección Civil del Gobierno del Estado de México, Agencia de Seguridad Ciudadana, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, Regidurías de Medio Ambiente, Policía y Protección Civil de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente se coordinará con la Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Secretaría de Comunicaciones, Protección Civil del Gobierno del Estado de México, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, Regidurías de Medio Ambiente, Policía y Protección Civil de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, para la ejecución del Plan Estratégico- Operativo durante la época seca-fría, con la finalidad de reducir la exposición de la población a la contaminación del aire, mediante la ejecución de una serie de acciones y operativos coordinados de vigilancia, para evitar la quema al aire libre de llantas, residuos, fogatas y fuegos artificiales.

Los regidores de Medio Ambiente de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, firmarán el convenio con empresas que realicen el coprocesamiento de llantas; posteriormente designarán un lugar como centro de acopio de las mismas.

Las dependencias participantes en la ejecución del Plan Estratégico-Operativo difundirán al sector educativo y a la población en general, mediante pláticas, dípticos y carteles las medidas preventivas y las recomendaciones, para reducir su exposición a altas concentraciones de contaminantes.

La Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Salud y los municipios establecerán las bases para contar con un Plan de Contingencia Ambiental, que permita proteger a la población en caso de presentarse episodios de contaminación que puedan afectar su salud, especialmente a los niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA II. REDUCCIÓN DE EMISIONES POR FUENTES DE ÁREA Y NATURALES.

### MEDIDA 4: ESTABLECER PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS EROSIONADOS.

**Objetivo:** Regular las actividades *antrópicas* y su problemática actual, para disminuir la erosión, evitando la acumulación de partículas de dispersión, a través de acciones que permitan la conservación de los suelos en el Valle de Toluca.

#### Justificación:

Debido a que la mayoría de los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, son de carácter rural, el uso del suelo que predomina es el agrícola, por ejemplo, en municipios tales como Rayón, San Antonio La Isla, Chapultepec, Atizapán y Almoloya del Río, la superficie de suelo de uso agrícola de cada uno de ellos representa más del 80%.

Municipios como Ocoyoacac, Xalatlaco, Tianguistenco, Texcalyacac y Otzolotepec poseen entre 30% y 41% de uso de suelo forestal. Los municipios que tienen mayor proporción de uso de suelo urbano son Metepec y San Mateo Atenco, municipios que conforman el área conurbada de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. (INEGI 2009)

En los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se presenta el siguiente uso del suelo: superficie destinado para la agricultura es del 53.34%, le sigue en importancia el uso de suelo urbano con el 17.25%, el uso de suelo forestal con 15.47% y otros usos de suelo 6.99%, en este último se incluyen las áreas sin vegetación aparente, pastizales, cuerpos de agua y carreteras. Cabe destacar que la superficie de suelo forestal es todavía representativa, pero con una gran presión por el cambio de uso del suelo de forestal a agrícola y pecuario y a su vez de agrícola a urbano.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya de Juárez, Calimaya, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.

## Cronograma de Ejecución

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
4.1	Fomento de prácticas agrícolas conservacionistas.	Secretaría de Desarrollo Agropecuario y municipios.	Número y tipo de acciones realizadas.						
4.2	Implementar un programa para mantener la masa forestal.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Programa de proyecto ejecutivo Implementado.						
4.3	Elaborar proyectos ejecutivos para obras de conservación y rehabilitación de suelos.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y municipios.	Proyecto ejecutivo Implementado.						
4.4	Realizar obras de conservación y recuperación de suelos erosionados.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y municipios.	Número de obras realizadas.						
4.5	Construcción de cercas o cortinas rompe viento.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Longitud de cortinas rompe viento establecidas.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario y los municipios impulsarán acciones a realizar en áreas agrícolas para la reducir la dispersión y acumulación de partículas provenientes del suelo a la atmósfera, como consecuencia de la erosión de los suelos, con efectos negativos en la salud humana y el empobrecimiento de los suelos por la pérdida de su fertilidad, dando como resultado un desarrollo raquítico de los cultivos y baja producción de cosechas, así como por la aparición de plagas y enfermedades.

Ante los bajos niveles de producción, es recurrente el uso indiscriminado de agroquímicos que también genera una resistencia en las plagas, cambios en la flora de malezas, toxicidad de los organismos vivientes y contaminación al medio ambiente. Por lo antes expuesto, es necesario la conjunción de acciones de las diferentes dependencias, para la implementación de programas de reconversión de cultivos, fomento de prácticas conservacionistas en las actividades y labores de cultivos, a fin de revertir los problemas causados en la salud pública y en la degradación de los recursos naturales, en perjuicio de la calidad de vida de los habitantes y en los bajos niveles de producción y productividad agropecuaria.

La erosión de los suelos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se deriva en gran medida de prácticas agrícolas tradicionales y explotación indiscriminada de los recursos naturales, sumándose las condiciones de topografía accidentada en tierras donde se realizan las actividades agrícolas favoreciendo los efectos erosivos de la lluvia y el viento, al estar el suelo descubierto de vegetación. Para detener la destrucción de este recurso, se hace urgente fomentar el uso de técnicas y prácticas conservacionistas de cultivo y manejo de suelos, llevar acabo

obras de conservación y recuperación de suelos degradados por erosión, a través de prácticas sencillas.

Las prácticas conservacionistas, tales como la labranza mínima y disposición de parte de los residuos de cosechas (rastraje), los cultivos de coberteras (avena, trigo y pastizales), cultivos en fajas en contra pendientes y la rotación de cultivos en cada ciclo agrícola, con especies para siembra en surco y de cobertera total, contribuyen de manera esencial a conservar y rehabilitar el suelo, debido a que permiten protegerlo, reduciendo los efectos erosivos de los fenómenos naturales principalmente de la lluvia y el viento, que finalmente son los que provocan el arrastre del suelo de un lugar a otro.

El impacto del agua de lluvia, dispersa las partículas de suelo y las arrastra para su acumulación en partes bajas, y en muchas ocasiones con efectos perjudiciales en las viviendas y azolvamiento de obras de infraestructuras como bordos, caminos, puentes y canales de riego. En el caso de la acción del viento, contribuye en la dispersión de las partículas de suelos y contaminantes que flotan en las partes bajas de la atmosfera, con consecuencias, adversas, en la salud de los habitantes; además de las prácticas anteriores, es conveniente fomentar el establecimiento de barreras vivas como cortinas rompe vientos. Las prácticas conservacionistas son muy sencillas y no costosas, son técnicas amigables con los recursos naturales, facilitan su conservación y una mejor captación y aprovechamiento del agua de lluvia, se mejora la fertilidad de los suelos al permitir mayor acumulación de materia orgánica, mejorando las propiedades físico-químicas y la fertilidad de los suelos, que cumple con una función vital en el desarrollo y producción de biomasa vegetal, al mismo tiempo que sustentan la producción de alimentos y protegen al suelo y el medio ambiente.

El establecimiento de cercas vivas con especies forestales propias del lugar, como son árboles o arbustos de diferentes alturas para formar una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento, sirve para evitar la dispersión de partículas contaminantes.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## **MEDIDA 5. ACTUALIZACIÓN, DIAGNÓSTICO Y RESTAURACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES PÉTREOS.**

**Objetivo:** Disminuir la emisión de partículas a la atmósfera, generadas por la extracción y transporte de materiales pétreos, preparación de sitios en construcción y rehabilitación de las minas que se encuentran fuera de actividad o abandonadas, mediante la aplicación y vigilancia de la normatividad.

### **Justificación:**

La actividad de explotación de materiales pétreos se ha desarrollado en la entidad provocando impactos al ambiente, por el arrastre del viento de las partículas más pequeñas, aunado a que algunos bancos de materiales pétreos, al concluir su periodo productivo, se les destinan para usos inadecuados como tiraderos.

Al respecto, en noviembre de 2010 la autoridad ambiental del Estado de México emitió la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México, en dicha norma se establece una serie de lineamientos para la protección al ambiente y la mitigación del impacto ambiental, así como un programa de rehabilitación del área afectada.

Entiéndase por minerales no concesionables, las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción, ornamento de obras o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto y que no son concesionables.

Considerando que en el Estado de México, la explotación de sustancias minerales no concesionables por el Gobierno Federal, especialmente la de materiales para construcción, es una actividad prioritaria para el desarrollo de la infraestructura de la entidad. No obstante, su importancia económica y estratégica, la actividad de explotación de minerales no concesionables, se ha venido desarrollando de manera irregular, generando impactos ambientales adversos y terrenos minados abandonados, a los cuales se les ha dado un uso clandestino para diversas actividades negativas hacia su entorno.

Con el afán de proteger el ambiente, se crea la figura de garantía mediante el fideicomiso, misma que podrá darse a través de instituciones especializadas o personas morales de solvencia, que garanticen la rehabilitación ambiental de los terrenos explotados y distinguir a los mineros que llevan a cabo un óptimo desempeño ambiental con la entrega del Certificado de Cumplimiento Ambiental.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Calimaya, Metepec, Toluca, Zinacantepec y Xonacatlán.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
5.1	Actualizar el padrón de bancos de materiales pétreos y minas.	La Secretaría del Medio Ambiente y el Instituto de Fomento Minero.	Padrón actualizado.						
5.2	Realizar inspecciones periódicas para vigilar el cumplimiento de las medidas de mitigación.	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México.	Número de inspecciones anuales.						
5.3	Realizar un calendario de inspecciones colegiadas.	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México.	Número de inspecciones colegiadas realizadas conforme a calendario.						
5.4	Establecer un programa para la promoción de buenas prácticas en el uso y explotación de bancos de materiales.	La Secretaría del Medio Ambiente y el Instituto de Fomento Minero.	Programa de buenas prácticas implementado.  Número de personas capacitadas al año.						
5.5	Vigilar que los camiones que transporten minerales no concesionables, deban hacerlo con la caja tapada con lona y cuenten con el documento que avale su origen lícito.	Municipios.	Número de operativos anuales.						
5.6	Tomar en cuenta que la explotación de minas de minerales no concesionables se ubique en zonas compatibles con el uso de suelo que determine el Plan de Desarrollo Urbano Municipal.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de autorizaciones anuales.						

5.7	Entrega de Certificado de Cumplimiento Ambiental.	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México.	Número de Certificados anuales.						
-----	---	--	---------------------------------	--	--	--	--	--	--

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Instituto de Fomento Minero y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente a través de la Dirección de Impacto Ambiental y el Instituto de Fomento Minero, actualizarán el padrón de bancos de materiales pétreos y minas. Establecerán un programa para la promoción de buenas prácticas en el uso y rehabilitación de predios de bancos de materiales concientizando a los propietarios para que los restauren y lleven a cabo las medidas de mitigación correspondientes.

La Secretaría del Medio Ambiente a través de la Dirección de Impacto Ambiental, antes de emitir la autorización tomará en cuenta que la explotación de minas de minerales no concesionables se ubique en zonas compatibles con el uso de suelo que determine el Plan de Desarrollo Urbano Municipal. Promoverá la rehabilitación de los bancos de materiales pétreos y minas.

La Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, realizará inspecciones periódicas para vigilar el cumplimiento de las actividades de rehabilitación, de acuerdo a la vocación natural del terreno y conforme al programa de restauración o rehabilitación, acreditado, por la Secretaría del Medio Ambiente. Emitirá un Certificado de Cumplimiento Ambiental a los titulares que demuestren un óptimo desempeño ambiental.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México realizarán un calendario de inspecciones colegiadas, para vigilar el cumplimiento de las actividades de rehabilitación.

Los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca vigilarán que los camiones que transporten minerales no concesionables, deban hacerlo con la caja tapada, usando lona, para impedir el derrame de éstos en los caminos y que cuenten con una factura o nota de remisión que avale su origen lícito.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 6: EJECUCIÓN DEL PROGRAMA DE GESTIÓN FORESTAL EFICIENTE.

**Objetivo:** Mantener en condiciones óptimas la superficie forestal del Estado (preferentemente incrementarla) mediante el control de incendios y el empoderamiento municipal, para incidir positivamente en la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Justificación:

Entre las diversas causas que originan los incendios forestales, que pueden ser naturales o inducidos, destacan aquellos que resultan de las actividades humanas, al hacer uso del fuego durante los procesos de preparación de terrenos con fines forestales, agrícolas y pecuarios, así como en la limpieza de derechos de vía, control de plagas, malezas y actividades de índole recreativa. El problema se agrava cuando éstos aumentan su frecuencia a lo largo del año, pues contribuyen a los procesos erosivos y evitan la regeneración de la vegetación, aunado a la emisión de gases de combustión y partículas.

Por tal motivo, para regular y/o disminuir los incendios forestales se necesita la aplicación de acciones, por lo que en el ámbito de su competencia se debe reforzar la aplicación de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, la cual reglamenta el uso del fuego en terrenos forestales y agropecuarios, estableciendo las especificaciones, criterios y procedimientos para ordenar la participación social y de gobierno en la detección y combate de los incendios forestales.

**Zona de aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya de Juárez, Calimaya, Capulhuac, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
6.1	Vigilancia para evitar las quemadas no controladas.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de quemadas registradas.						
6.2	Desarrollar e implementar el Programa de seguimiento ambiental para la supervisión de la aplicación de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007.	Municipios.	Programa de seguimiento ambiental Implementado.						
6.3	Actualizar el atlas de riesgo municipal para incendios forestales.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Atlas de riesgo actualizado.						

6.4	Gestionar para incluir al incendio forestal como delito en los Bando Municipales.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario y municipios.	Revisión y Reestructuración del Marco Legal.						
6.5	Según la magnitud del daño se establecerá en el Bando Municipal la sanción.	Municipios.	Sanciones establecidas en el Bando Municipal.						
6.6	Elaborar e implementar el Reglamento Ambiental Municipal.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Reglamento Ambiental Municipal Implementado.						
6.7	Creación de Grupos Tácticos en los municipios.	Municipios.	Número de voluntarios para la creación de los grupos.						
6.8	Ejecutar de manera operativa los programas de Ordenamiento Ecológico Territorial.	Municipios.	Programa de Gestión Forestal Eficiente ejecutado.						
6.9	Inspección, vigilancia, seguimiento y control de la supervivencia de los árboles.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Índice de supervivencia de árboles anual.						
6.10	Fomentar la reforestación con especies nativas a la región.	Secretaría del Medio Ambiente, Comisión Nacional Forestal y municipios.	Número de especies nativas reforestadas al año.						
6.11	Vigilancia extensa a talamontes, incendiarios, pastoreo extensivo no regulado.	Municipios.	Programas de Seguimiento Ambiental Implementado.						
6.12	Realizar Programas atractivos para prácticas sustentables.	Municipios.	Programas Ambientales Implementados.						
6.13	Creación de un sistema satelital para detección oportuna de incendios forestales.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Dirección General de Protección Civil del Estado de México, Secretaría de Finanzas y municipios.	Proyecto de infraestructura Implementado.						

**RESPONSABLES:** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, Comisión Nacional Forestal, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna, Dirección General de Protección Civil del Estado de México y municipios.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente gestionará con el área jurídica correspondiente, para adecuar el marco legal a los problemas o necesidades actuales, revisando y reestructurándolo, a fin de realizar la aplicación de programas ganaderos en zonas forestales. Incluir al incendio forestal como delito en los bandos municipales, readecuando multas y apoyos para hacer más efectivas las instancias y los programas. Establecer la elaboración de un Reglamento Ambiental Municipal derivado de la Ley General de Equilibrio Ecológico de Protección al Ambiente y al Código para la Biodiversidad del Estado de México.

La Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con los municipios, impulsará la integración de un grupo táctico de voluntarios con empresas, gobierno y sociedad civil en un programa efectivo de prevención basada en la construcción de una cultura forestal particularmente para la prevención de incendios.

La Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con los municipios, desarrollará un plan estratégico de reforestación urbana y rural en el Estado de México, con especies nativas e incrementará el índice de supervivencia de los árboles. Asimismo realizará la capacitación jurídico-legal a ejidatarios y comuneros para vigilancia de reforestaciones.

Promoverá la participación social en la vigilancia, supervisión y seguimiento a reforestaciones con especies nativas de la región, evitando reforestaciones masivas.

La Secretaría del Medio Ambiente y municipios deberán establecer un Sistema de Vigilancia de los impactos forestales para el control de incendios, a través del cuidado constante y el seguimiento en la aplicación de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Asimismo, implementará los mecanismos de apoyo, e incentivos que hagan atractivas las prácticas agropecuarias sustentables.

La Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Dirección General de Protección Civil del Estado de México, Secretaría de Finanzas y municipios impulsarán la creación de un sistema satelital para detección oportuna de incendios forestales.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 7: ARBORIZACIÓN URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Arborizar las regiones menos provistas de vegetación de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca con especies nativas, principalmente en camellones, parques y jardines, tanto en áreas urbanas y rurales.

### Justificación:

El arbolado urbano otorga numerosos beneficios a los habitantes de la ciudad. Es el componente del ecosistema que contribuye en procesos ecológicos clave, tales como protección del suelo, captación de agua, regulación del clima, mitigación de tormentas y regulación de la escorrentía. Su valor estético y de embellecimiento paisajístico, así como su importante función en la cohesión social y el bienestar humano son importantes.

Un programa sustentable y factible de mejoras a la calidad del aire, debe considerar seriamente el incremento de la superficie arbolada en la ciudad. Las hojas de los árboles son un excelente filtro de contaminantes a la atmósfera; gracias a los árboles respiramos aire limpio. El arbolado urbano almacena 700 millones de toneladas de Carbono, con una tasa anual de captura de 22.58 millones de toneladas.

Es necesario “crear y preservar el paisaje natural en aquellos espacios donde sea posible la existencia de una relación entre el espacio construido y el ambiente, otorgar un sentido de identidad y atractivo a la imagen urbana de la ciudad y favorecer la vinculación entre los procesos sociales y los naturales”.

Considerando la diversidad y valor económico de los servicios y funciones que el arbolado urbano otorga a las ciudades, se establece que la planificación del arbolado urbano de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es una de las prioridades del Programa Aire Limpio.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador cumplimiento	de	2012	2013	2014	2015	2016	2017
7.1	Realizar el estudio Geoestadístico de densidad de área de arbolado de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud.	Universidad Autónoma del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Estudio Geoestadístico.							
7.2	Elaboración del Programa de producción de planta ornamental para la arborización urbana.	Universidad Autónoma del Estado de México, Comisión Nacional Forestal Secretaría del Medio Ambiente y	Programa de solicitud de producción de planta.							

		municipios							
7.3	Desarrollar e implementar el Programa de Arborización Urbana.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Proyecto del programa de Arborización Urbana implementado.						
7.4	Incrementar la producción de especies nativas en vivero.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Producción Anual.						
7.5	Mantenimiento de las especies nativas.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Seguimientos por medio de informes anuales.						
7.6	Evaluación del programa de arborización.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Resultados del Programa.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Comisión Nacional Forestal, iniciativa privada, sociedad civil y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente realizará la generación de un sistema de información especial conteniendo la ubicación, estado y funcionalidad de los espacios verdes actuales en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Asimismo, la Secretaría fomentará a través de la UAEM y la Comisión Nacional Forestal, la elaboración del Programa de Producción de Planta Ornamental para la arborización urbana, que permita la ejecución del Programa de Arborización Urbana, fomentando las actividades al aire libre y difusión del mismo concientizando a la sociedad en el impulso de la reforestación en las zonas urbanas de los municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

La Protectora de Bosques del Estado de México (PROBOSQUE) buscará la ubicación de sitios de factibilidad para ser incorporados en la red de espacios verdes urbanos; la elección de especies nativas y que no demanden tanta agua; el establecimiento de espacios verdes multifuncionales y la organización de grupos vecinos, escuelas e instituciones de la sociedad civil que adopten como suyo el espacio.

En coordinación, la Secretaría del Medio Ambiente y la Universidad Autónoma del Estado de México, generarán sistemas de monitoreo y análisis de sitios óptimos, así como materiales educativos.

El municipio solicitará la provisión de las especies endémicas más adecuadas para la reforestación; asesoría técnica, seguimiento y gestión para la adopción de camellones y espacios públicos para su mantenimiento.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA III. REDUCCIÓN Y CONTROL DE EMISIONES POR FUENTES MÓVILES.

### MEDIDA 8. IMPULSAR LA MOVILIDAD INTEGRAL, LA CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO.

**Objetivo:** Reducir la contaminación atmosférica diseñando e implementando programas de movilidad integral e incrementando la movilidad no motorizada.

#### Justificación:

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca se requiere de una sociedad consciente, informada y respetuosa de su entorno y del marco legal, estableciendo una política clara para disuadir mediante diferentes estrategias el uso del automóvil. Privilegiando la inversión pública y privada dirigida a contar con infraestructura que haga viable el transporte masivo y la movilidad no motorizada, ciclo vías y andadores, etc.

Considerando que la movilidad está directamente relacionada con la calidad del aire, es fundamental asumir que el acceso al aire limpio es un derecho humano y que el gobierno debe garantizar la salud de las personas; por ello, se busca lograr un impacto positivo apegándose a las siguientes características: calidad y eficiencia en el transporte, cobertura multimodal metropolitana, equidad y cuidado al ambiente; además, se complementará con el Plan de Movilidad no Motorizada. Tomando en consideración la necesidad de implementar nuevos sistemas de transporte, como por ejemplo, el tipo *Bus Rapid Transit* (BRT) o el tren ligero.

La movilidad sustentable parte de tener una menor necesidad de desplazamiento, pero cuando es necesario hacerlo, se debe contar con alternativas que se articulen y complementen entre sí, bajo el siguiente orden: Peatón, Alternativa no motorizada, Transporte Público, Transporte Masivo y Automóvil.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Toluca y Zinacantepec.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
8.1	Diseñar, elaborar e implementar un Plan de Movilidad Integral.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Secretaría de Seguridad Ciudadana,	Plan de movilidad Implementado.						

		Secretaría de Educación Universidades e Institutos de investigación, ONG's y municipios.							
8.2	Establecer los mecanismos para implementar como programa el Plan de Movilidad no Motorizada.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Seguridad Ciudadana y municipios.	Publicación en Periódico Oficial Gaceta del Gobierno.						
8.3	Promover y difundir conceptos de cultura y movilidad no motorizada entre la población en general.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Secretaría de Educación y municipios.	Difusión de conceptos de cultura y movilidad no motorizada.						
8.4	Impulsar el programa de movilidad no motorizada en parques ambientales y centros de recreación.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Seguridad Ciudadana y municipios.	Número de bicicletas prestadas al año.						
8.5	Restringir la circulación de transporte de carga por zonas urbanas de tránsito intenso, residenciales, escolares o en horarios conflictivos.	Secretaría de Seguridad Ciudadana y municipios.	Número de operativos anuales.						
8.6	Planificar el transporte alternativo no motorizado, al menos para distancias cortas, con la construcción de ciclo vías más eficientes y seguras.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte y Secretaría de Seguridad Ciudadana.	Número de ciclo vías construidas.						
8.7	Coordinación en el entrecruzamiento de programas y acciones en la programación de rutas y derroteros, cuidando	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte y Secretaría de Seguridad Ciudadana.	Implementación de acciones.						

	áreas naturales protegidas y reservas.								
8.8	Coordinación para la colocación y mantenimiento de la señalización adecuada y de los dispositivos de tránsito que favorezcan el flujo continuo en carreteras y vialidades.	Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Secretaría de Seguridad Ciudadana y municipios.	Acciones realizadas.						
8.9	Complementar el transporte de automotores con transporte masivo y otros medios, por aire y ferrocarril, tanto para el transporte de carga como de pasajeros.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones y Secretaría de Transporte.	Acciones realizadas.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Secretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Educación, Organizaciones No Gubernamentales (ONG's), Universidades, institutos de investigación y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Instituto de Transporte del Estado de México, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Secretaría de Educación, universidades e institutos de investigación y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, serán los encargados, a través de un mecanismo de coordinación, de establecer las bases para elaborar e implementar un Plan de Movilidad Integral, que incluya la Movilidad no Motorizada; además de promover la introducción del sistema de transporte masivo BRT, así como impulsar el estudio de factibilidad para el tren ligero.

Promover la educación para generar una cultura vial y ambiental, impartiendo la formación en el tema vial dentro del sistema de educación normal básico y la aplicación del marco normativo por parte de la autoridad correspondiente. De igual forma, aplicar un modelo de gestión incluyente, y participativo, para incorporar a todos los prestadores de servicios de transporte público.

Mejorar la calidad del aire, reduciendo el uso del transporte, dando a la gestión pública una visión integral, donde las acciones para impulsar la movilidad de las personas, también se acompañe de una planificación territorial sustentable y cuyo eje central de todas las decisiones sean los ciudadanos.

Asimismo, en coordinación, los actores responsables, desarrollarán y mantendrán una red de infraestructura para transporte no motorizado; difundirán conceptos de cultura y movilidad no motorizada entre la población en general; impulsarán el programa de movilidad no motorizada en parques ambientales y centros de recreación. También se complementará el transporte de automotores con el masivo y otros medios, por aire y ferrocarril, tanto para el transporte de carga como de pasajeros.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 9. REFORZAR EL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR OBLIGATORIA.

**Objetivo:** Optimización del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, aumentando la detección de vehículos que no cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas en materia de emisión de contaminantes.

### Justificación:

Las fuentes móviles de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca generan en un 99% las emisiones de Monóxido de Carbono; 81% de Óxidos de Nitrógeno y el 69% de Hidrocarburos. Asimismo, tomando en cuenta la existencia de transporte público con más de 10 años de antigüedad y que carece de sistemas de control de emisiones -aunado a la característica altitud de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca-, es cómo se provoca que los procesos de combustión sean menos eficientes y más contaminantes.

Por lo anterior, una de las primeras acciones para controlar y prevenir las emisiones provenientes de los vehículos automotores, es la aplicación de un programa de revisión, con el objetivo de mantener la tasa de emisión de contaminantes de los vehículos verificados, en niveles ambientalmente adecuados de acuerdo a la tecnología de cada automotor.

Es por eso que el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio se ha convertido en una estrategia fundamental para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
9.1	Actualizar el padrón vehicular del Estado de México.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Transporte y Secretaría de Finanzas.	Padrón actualizado.						

9.2	Publicación semestral del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria.	Secretaría del Medio Ambiente.	Programa de Verificación Vehicular Obligatoria publicado.						
9.3	Programa de capacitación a inspectores de centros de Verificación Vehicular	Secretaria del Medio Ambiente	Número de capacitaciones anuales						
9.4	Programar visitas de inspección a centros de verificación vehicular del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de visitas realizadas.						
9.5	Aplicar el Programa de Verificación Vehicular en los municipios.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Seguridad Ciudadana.	Taller de sensibilización y concientización.						
9.6	Generación de protocolos estandarizados de medición y sanción.	Secretaría del Medio Ambiente.	Programa.						
9.7	Difundir la Verificación Vehicular de manera voluntaria a vehículos emplacados en otros estados.	Secretaría del Medio Ambiente y Estados.	Difusión anual.						
9.8	Reingeniería y Automatización del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio.	Secretaría del Medio Ambiente.	Reingeniería y Automatización.						
9.9	Sistema Automatizado de Base de Datos de Autos no Verificados.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Transporte y Secretaría de Finanzas.	Número de las Placas de autos no verificados.						
9.10	Estudio de viabilidad del Programa Hoy No Circula.	Secretaría del Medio Ambiente.	Estudio de Viabilidad.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Secretaría de Transporte, Secretaría de Finanzas, universidades e institutos de investigación.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente, debe realizar un diagnóstico frecuente con sensor remoto del Programa de Verificación Vehicular estatal, llevar a cabo mejoras tecnológicas y una revisión anual al mismo, mediante una institución.

Algunos propietarios de vehículos automotores evaden la obligación de verificar y mantener en buenas condiciones mecánicas sus vehículos, contribuyendo al aumento de las emisiones; por lo que la Secretaría del Medio Ambiente difundirá en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la Verificación Vehicular Obligatoria para los autos emplacados en el Estado de México, y la voluntaria para los emplacados en otros estados.

La Secretaría del Medio Ambiente gestionará el fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio, mediante la reingeniería de procesos, calidad y automatización, en la infraestructura y recursos de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica para garantizar el cumplimiento de los objetivos del programa y con ello, eficientar el servicio y atención a los usuarios, garantizando la integridad de la información generada en tiempo real y los resultados de pruebas de verificación en observancia con la normatividad.

Como parte de las acciones, la Secretaría del Medio Ambiente y los municipios aplicarán un Taller de Sensibilización y Concientización, dirigido al sector social, al abordar los temas de disminución del uso del automóvil para distancias cortas y ahorro de combustible, con el fin de que la población conozca los beneficios del Programa de Verificación Vehicular, en la calidad del aire y la salud.

La aplicación del proyecto de reingeniería contribuirá en la reducción de emisiones contaminantes por fuentes móviles, al hacer eficiente y eficaz el proceso de operación, fortaleciendo los recursos técnicos y humanos, ya que permitirá contar con una base de datos sólida y confiable, garantizando la operación continua e ininterrumpida del programa, permitiendo así el control de la contaminación atmosférica, en beneficio de la población expuesta.

Implementar el Sistema Automatizado del Programa de Reducción de Emisiones Contaminantes, para que a su vez se gestione de manera concreta el enlace de información de las bases de datos con la Secretaría de Finanzas y la Secretaría de Transporte, permitirá que toda vez que, un vehículo sea detectado como ostensiblemente contaminante y/o no verificado, deba cubrir con la sanción correspondiente y que no pueda realizar algún otro trámite vehicular como cambio de placas, pago de refrendo, entre otros, y así tener la obligatoriedad de que cubran el pago de sanciones por contaminar.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 10. ESTABLECER LOS MECANISMOS DE UN PROGRAMA DE DETENCIÓN Y RETIRO DE VEHÍCULOS OSTENSIBLEMENTE CONTAMINANTES.

**Objetivo:** Revisar y rediseñar el Programa Ostensiblemente Contaminante, con el fin de asegurar su cumplimiento para reducir las emisiones.

### Justificación:

La Secretaría del Medio Ambiente establecerá los mecanismos para operar el Programa de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes y Vehículos no Verificados, sancionando a los conductores de unidades que contaminan o no están regulados de acuerdo al Código para la Biodiversidad del Estado de México y el Reglamento para el Código para la Biodiversidad, donde dicho programa consistirá en encontrar los lineamientos a seguir para las inspecciones de los vehículos que emitan de manera visual humo de diversos colores, por el escape.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que integran la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
10.1	Adecuar marco jurídico para crear el Programa de Detención y Retiro de Vehículos Ostensiblemente Contaminantes.	Secretaría del Medio Ambiente.	Adecuaciones al marco jurídico.						
10.2	Diseñar e implementar el programa de detección y retiro de vehículos contaminantes	Secretaría del Medio Ambiente.	Programa para detección de Vehículos ostensibles implementado.						
10.3	Estudio de viabilidad de biocombustibles en motores a Diesel, en maquinaria de construcción y de uso agrícola.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de maquinaria con uso de biocombustible.						

**RESPONSABLES:** Secretaría de Seguridad Ciudadana, Secretaría de Transporte, Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Finanzas.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente llevará a cabo la revisión de los aspectos técnicos, operativos, jurídicos y administrativos del Programa Ostensiblemente Contaminante, con el propósito de subsanar las deficiencias en la aplicación del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio en la entidad.

A fin de conocer el impacto real de la flota vehicular, en circulación, en el Valle de Toluca (altitud, tecnología automotriz y combustible) se requiere de un diagnóstico con sensor remoto, además de la caracterización de los combustibles comerciales en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (diesel y gasolina) y combustibles alternos (gas L.P. y gas natural).

La Secretaría del Medio Ambiente, deberá gestionar bajo el fundamento de mejorar la calidad del aire, con la Secretaría de Transporte, para sustituir los sistemas reductores de emisiones en vehículos con antigüedad de 10 años o más y así establecer un programa de regulación de convertidores catalíticos, basado en estudios que establezcan la reducción mínima de emisiones reguladas y una durabilidad de cuando menos 60 mil kilómetros.

Es decir, establecer programas alternativos de mitigación de emisiones contaminantes, con apoyo para la investigación y uso de tecnologías de nuevo desarrollo (descargas de plasmas, uso de aditivos libres de metales pesados, nanotecnología aplicada, sistemas reductores de emisiones, entre otros) y de los estudios sobre biocombustibles y sus mezclas con combustibles comerciales (basados en estudios que comprueben su efectividad y desempeño).

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

#### **MEDIDA 11. MODERNIZACIÓN, REORDENAMIENTO Y ESTABLECIMIENTO DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS Y DE CARGA.**

**Objetivo:** Promover el uso eficiente del sistema de transporte público de pasajeros y de carga; cambio de unidades; adopción de tecnologías para reducción del uso de combustibles y asignación de rutas de autobuses urbanos en zonas estratégicas, que permitan agilizar la circulación de vehículos en calles y avenidas de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### **Justificación:**

El sector transporte representa una de las principales fuentes de material particulado, hidrocarburos y Óxidos de Nitrógeno, los cuales son precursores de Ozono. Por ello, se requiere ofrecer un sistema de transporte seguro y eficiente, logrando la reducción de emisiones, por pasajero, en kilómetro recorrido. Asimismo, con el crecimiento del área urbana se requiere del establecimiento de corredores del transporte público de pasajeros, que conecten los distintos puntos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca de manera fluida para obtener ahorros en tiempos de traslado y en consumo de combustible.

El transporte público de pasajeros cuenta con unidades que tienen varios años de servicio, por lo que son potencialmente más contaminantes, debido a que sus sistemas de control de emisiones no funcionan correctamente o carecen de ellos, razón por la cual se requiere reforzar la renovación de unidades para mejorar el servicio y cumplir con la normatividad en la materia. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero, mediante sistemas más eficientes que permitan el ahorro de combustible.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento a Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
11.1	Actualizar el padrón del transporte público y de carga.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Padrón actualizado.						
11.2	Desarrollar e implementar un Programa que se base en el mejoramiento de la red vial urbana con adecuaciones de paraderos e infraestructura vial.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Secretaría de Desarrollo Metropolitano, Universidades y municipios.	Programa de mejoramiento de la red vial urbana implementado.						
11.3	Colocación estratégica y oportuna de señalamientos viales en las principales calles y avenidas.	Municipios.	Número de señalamientos.						
11.4	Acciones que permitan la sustitución de unidades del transporte público de pasajeros y de carga.	Secretaría de Transporte.	Acciones Implementadas.						
11.5	Acciones para la adopción de tecnologías para reducción del uso de combustibles.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Acciones Implementadas.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transporte, Instituto de Transporte del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Metropolitano y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Transporte e Instituto de Transporte del Estado de México, mantendrán actualizado el padrón del transporte público y de carga en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca e implementarán acciones para la adopción de tecnologías que coadyuven en la reducción del uso de combustibles y aminoren las emisiones, al contar con unidades de motores más eficientes y menos contaminantes, cumpliendo con las normas ambientales.

Los responsables desarrollarán estudios para mejorar la red vial urbana, con adecuaciones de paraderos e infraestructura vial, e implementarán las acciones

que permitan la sustitución gradual de unidades de autobuses urbanos y suburbanos con más de diez años de existencia, por unidades nuevas; establecerán corredores de transporte público y de carga, que brinden mayor confort y seguridad a los usuarios al mejorar las características de las unidades.

Los municipios se encargarán de gestionar y colocar los señalamientos viales en las principales calles y avenidas.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 12. INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS CON BAJAS EMISIONES EN LA FLOTA VEHICULAR PRIVADA Y DE USO INTENSIVO.

**Objetivo:** Aumentar la tasa de la renovación de unidades, con tecnologías de control que integran la flota vehicular privada y de uso intensivo en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Justificación:

Actualmente la Zona Metropolitana del Valle de Toluca cuenta con medios de transporte público de pasajeros con capacidades altas y bajas como son autobuses, microbuses y taxis, los cuales utilizan para su locomoción diesel y gasolina; combustibles fósiles que contribuyen en las emisiones contaminantes de Óxidos de Nitrógeno, hidrocarburos y Monóxido de Carbono, principalmente. Por ello, es necesario considerar otro medio de transporte que utilice combustibles más limpios, que mueva un mayor número de personas por kilómetro recorrido y que, además, satisfaga la demanda de viajes-persona-día, como consecuencia del incremento poblacional.

Los vehículos más viejos tienen mayores emisiones, debido a la falta de tecnologías de control y al desgaste de los motores, así como menor eficiencia energética que los vehículos de modelos más recientes. Esto se agrava cuando las unidades funcionan como parte de una flota de servicio intensivo (taxis, transporte público, vehículos de reparto, transporte escolar y de personal).

Renovar los vehículos más viejos genera la oportunidad de reducir emisiones e incrementar la eficiencia energética de manera simultánea, con el consecuente ahorro en el consumo de combustibles. Una oportunidad adicional de aminorar emisiones, puede derivarse del cambio de combustible de diesel a gas natural, biocombustibles o energía eléctrica.

El precio relativo de venta de estas unidades sigue siendo alto, en comparación a vehículos equivalentes de combustión interna, aún y cuando la comparación de los costos totales a valor presente para la vida útil de las unidades muestre las ventajas del ahorro obtenido como consecuencia de una mayor eficiencia energética; sus costos sociales también disminuyen, debido a las menores emisiones.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya de Juárez, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, Oztolotepec, San Mateo Atenco, Temoaya, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.

**Cronograma de ejecución.**

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
12.1	Actualizar el padrón de la flota vehicular en circulación en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Padrón actualizado.						
12.2	Elaborar un estudio de costo-beneficio para determinar la edad, tipo, y tecnología de las unidades susceptibles de ser renovadas.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Estudio costo-beneficio						
12.3	Incorporar los resultados del estudio a las políticas de transporte.	Secretaría del Medio Ambiente.	Incorporación de Resultados.						
12.4	Implementar un programa para renovación de equipos de control.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Programa implementado.						
12.5	Gestionar las acciones para incorporar un holograma especial para vehículos con bajas emisiones.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Acciones realizadas.						
12.6	Desarrollar e implementar un programa de renovación de convertidores catalíticos en vehículos.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Programa de renovación implementado.						
12.7	Estudio para determinar la viabilidad del uso de Biocombustibles en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Transporte.	Estudio final y su difusión.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Transporte, Instituto de Transporte del Estado de México, Petróleos Mexicanos (PEMEX), Universidades e institutos de investigación y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Transporte mantendrán actualizado el padrón vehicular en circulación en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, e impulsarán un programa de renovación de convertidores catalíticos en vehículos a gasolina.

Los responsables, fomentarán la elaboración de un estudio de costo-beneficio que determine la edad, tipo, y tecnología de las unidades susceptibles de ser renovadas e incorporarán los resultados a las políticas de transporte, que a su vez faciliten la implementación de un programa para la renovación de los equipos de control, así como las acciones para incorporar un holograma especial a vehículos con bajas o cero emisiones y las medidas que permitan integrar un holograma especial para este tipo de vehículos, e identificarán las diversas opciones de inversión en el desarrollo de infraestructura para la distribución del combustible en estos vehículos.

Estudio para determinar la viabilidad del uso de Biocombustibles en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que ayude a mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el sector transporte.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

### MEDIDA 13. MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD EN LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Mejorar la movilidad urbana de la población y sus insumos, así como multiplicar los intercambios productivos, elevar la competitividad de la economía, llevar los servicios básicos a más familias, favorecer la integración de mercados y propiciar un desarrollo regional equilibrado; todo esto, con estricto respeto al medio ambiente y en apoyo al desarrollo sustentable y la generación de empleos.

#### **Justificación:**

La infraestructura carretera es detonante del desarrollo económico, social y humano, de ahí que tenga un impacto, directamente, en el acceso a la modernidad de un país y en este caso de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Uno de los principales postulados, en materia de comunicaciones, es construir, ampliar, conservar y operar de manera eficiente la infraestructura carretera en consorcio con el medio ambiente.

El acelerado crecimiento demográfico y el incremento exponencial del parque vehicular en nuestra entidad, han propiciado consecuencias cada vez más graves al medio ambiente en las áreas de mayor densidad de población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

De ninguna manera el desarrollo es incompatible con el mantenimiento del equilibrio ecológico, pero sí es importante mantener una armonía, lo que sin duda da lugar al: “Desarrollo Sustentable”, que no es otra cosa que saber armonizar el progreso con el entorno, medio ambiente y calidad del aire; factores que inciden de manera determinante en la calidad de vida.

La globalización, la competitividad y las demandas ciudadanas, nos forzan a dar un impulso sin precedente a la modernización de la infraestructura carretera, cuidando en todo momento la sustentabilidad ambiental y respetando el paradigma promovido por la Federación Europea de Carreteras (ERF por sus siglas en inglés), que define a las carreteras sustentables como: “Aquellas que son eficaces y eficientemente planeadas, diseñadas, construidas, modernizadas y conservadas mediante políticas integradas con respecto al medio ambiente y que conservan el beneficio socioeconómico esperado, en términos de movilidad y seguridad”.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Lerma, Metepec, San Mateo Atenco, Toluca y Zinacantepec.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
13.1	Construcción de puentes y pasos vehiculares para el mejoramiento de la vialidad continua.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.2	Favorecer la construcción de distribuidores viales y libramientos.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.3	Construcción de Pasos Inferiores en avenidas.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.4	Construcción y Modernización de vialidades.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.5	Desarrollar e implementar Programas de conservación y Pavimentación de carreteras y vialidades más acordes y eficientes.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						

13.6	Incrementar el programa de modernización de carreteras contemplando las características necesarias para corredores del transporte público.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.7	Coordinación con las instancias responsables en el proceso de planeación, diseño, conservación y operación de la red carretera.	Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transportes y Secretaría del Medio Ambiente.	Revisión conjunta de Programas y proyectos de las instancias coordinadoras.						
13.8	Vigilancia en el cumplimiento de las medidas de mitigación ambiental de los proyectos a desarrollar.	Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transportes y Secretaría del Medio Ambiente.	Supervisión para el apego a las medidas de mitigación indicadas en los estudios de impacto ambiental.						
13.9	El empleo de materiales afines y tecnologías ambientales.	Instancias coordinadoras.	Monitoreo de las tecnologías ambientales aplicadas.						
13.10	Especificaciones en el diseño que favorezcan el flujo vehicular continuo.	Secretaría de Comunicaciones.	Revisión de programación y proyectos de infraestructura carretera de la JCEM.						
13.11	Monitoreo permanente a las plantas de asfalto.	Secretaría de Comunicaciones y Secretaría del Medio Ambiente.	Coordinación y participación de las instancias coordinadoras.						
13.12	Programas de revestimiento y/o pavimentación de caminos municipales.	Secretaría de Comunicaciones y municipios.	Seguimiento a los convenios de colaboración entre el gobierno estatal con los gobiernos municipales.						
13.13	Coordinación con las instancias correspondientes para agilizar el tránsito y evitar congestionamientos viales.	Secretaría de Comunicaciones y municipios.	Intercruzamiento de programas y proyectos, con especificaciones, señalización, objetivos, metas y calendarios acordes.						
13.14	Impulsar una red de infraestructura para el transporte no motorizado, como andadores y ciclo pistas.	Secretaría de Comunicaciones y municipios.	Desarrollo conjunto de los proyectos con las instancias coordinadoras.						

13.15	Establecer rutas ordinarias en zonas de nuevo desarrollo.	Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Transportes, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Urbano y municipios	Desarrollo conjunto de los proyectos con las instancias coordinadoras.						
-------	---	--	--	--	--	--	--	--	--

**RESPONSABLES:** Secretaría de Transporte, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Urbano y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** El fortalecimiento de la infraestructura carretera, mediante la construcción de distribuidores viales y libramientos en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, permitirá desviar el tráfico para quienes no van a la ciudad; no pasen por ella y así evitar el congestionamiento vehicular en la capital mexicana.

Es importante para la toma de decisiones en el desarrollo de un proyecto, partir desde la concepción de una carretera verde, teniendo en cuenta cinco áreas claves: la planeación y diseño, la construcción, la conservación y la operación; aspectos que deberán tener un común denominador, que es la sustentabilidad del medio ambiente.

En cuanto a la planeación y el diseño, primeramente, se deberá garantizar la ruta correcta, considerando los impactos mínimos al medio ambiente, evitando en lo posible las áreas naturales protegidas o de alto valor ambiental, así como también es importante en el diseño geométrico considerar pendientes suaves que permitan abatir los altos consumos de combustible y lograr con esto bajar los niveles de emisiones contaminantes. En la planeación de una carretera también es fundamental no modificar los relieves naturales, el tipo de suelo y evitar afectarlo con la sedimentación, garantizando, de ser posible, el empleo de carpetas de grado abierto que permitan la infiltración de las aguas pluviales.

Dentro del proceso constructivo de un camino, es determinante el control de la calidad de los materiales, además del manejo y retiro adecuado de los residuos, a fin de no dañar el entorno y los flujos naturales.

Con relación a la rutas ordinarias en zonas de nuevo desarrollo, es necesario considerar el diagnóstico e inventario de puntos críticos y de conflicto vial.

En los conceptos: operación y mantenimiento, es muy importante, en primer término, mantener la superficie de rodamiento en buen estado, pues se ahorra combustible, se reducen emisiones y se propicia un menor desgaste en las llantas. Para ello, es ambientalmente sustentable la utilización de materiales reciclados, así como la utilización de sistemas inteligentes que regulen la circulación del transporte. De igual manera, es necesario privilegiar el uso de nuevas tecnologías que reduzcan la emisión de gases contaminantes, a través de aditivos en las mezclas asfálticas, lo que permite alargar la vida útil del pavimento y facilitar la permeabilidad del agua.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA IV. REDUCCIÓN Y CONTROL DE EMISIONES POR FUENTES FIJAS.

### MEDIDA 14. FORTALECER LOS ESQUEMAS DE AUTORREGULACIÓN, INSPECCIÓN Y VIGILANCIA EN LA INDUSTRIA.

**Objetivo:** Fortalecer la inspección y vigilancia en las industrias de jurisdicción federal y estatal, mejorando los esquemas de inspección y vigilancia en los establecimientos industriales, comerciales y de servicios; impulsando el incremento en los programas de autorregulación y mejora continua, a través del fortalecimiento de la instalación y el uso de tecnologías de control de emisiones contaminantes hacia la atmósfera por fuentes fijas.

#### Justificación:

La insuficiencia de infraestructura, equipos de medición, seguridad, capacitación de personal, entre otros, ha limitado la inspección y vigilancia a los establecimientos industriales, comerciales y de servicio. Tomando en cuenta que en los municipios pertenecientes a la Zona Metropolitana, principalmente Toluca, Lerma, San Mateo Atenco, Tianguistenco, Zinacantepec y Ocoyoacac, entre otros, se ha incrementado el número de unidades manufactureras, se hace indispensable reforzar las áreas de inspección de jurisdicción federal, estatal y municipal.

Tomando en cuenta lo anterior, los sistemas de autorregulación se rigen bajo el cumplimiento a la normatividad aplicable y vigente, apoyándose en la gestión ambiental y a mejorar los procesos de producción; llevando a cabo este sistema se obtendrá un aumento en la eficiencia ambiental, económica y normativa de la industria.

La mejora continua de estos procesos eleva la competitividad industrial y el desarrollo y a la vez, permite mantener un objetivo permanente en la imagen pública de cada una de las industrias de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya del Río, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, Otzolotepec, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Tianguistenco, Capulhuac, Zinacantepec y Toluca. Además de Ixtlahuaca y Atlacomulco.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
14.1	Elaboración de un padrón de los giros: Industrial comercial y de servicios, por el tipo de contaminante que emiten.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y Municipios.	Padrón elaborado.						

14.2	Seguimiento al sistema de control de emisiones a la atmósfera en la industria.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y Municipios.	Número de procesos limpios.						
14.3	Gestión y capacitación a municipios para inspecciones regulares a industrias.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México.	Número de capacitaciones.						
14.4	Difundir y Fomentar a través de los municipios la participación de las empresas en la disminución de contaminantes.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y Municipios.	Número de empresas participantes.						
14.5	Diseñar y elaborar formato único de acta de visita de verificación.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y Municipios.	Formato único de acta de Visita de Verificación.						
14.6	Certificación de industria limpia.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, y la Secretaría del Medio Ambiente, del Estado de México.	Número de certificaciones anuales.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** Cada municipio deberá contar con un padrón de empresas, invitándolas a que se autorregulen, mediante el Programa de Auditorías Ambientales, implementadas por la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México y Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, para obtener su certificación como industria limpia.

Con esta gestión, se propone aplicar un esquema de apoyos económicos mediante incentivos fiscales, a toda aquella empresa que desee certificarse como “Industria Limpia”, con lo cual se motivaría e incrementaría el padrón de lugares que mitigarían sus emisiones contaminantes hacia la atmósfera.

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, a través de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, en coordinación

con el municipio, implementará un formato único de visitas de verificación; como resultado de éstas, se tendrá el cabal cumplimiento de la normativa ambiental, control y mitigación de emisiones contaminantes hacia la atmósfera.

Realizando estas iniciativas, se podrá fortalecer cada una de las acciones para evaluar el cumplimiento de la normatividad ambiental.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

### MEDIDA 15: INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES EN ESTACIONES DE SERVICIO.

**Objetivo:** Contar con sistemas de recuperación de vapores que minimicen las emisiones fugitivas, mejorando la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Justificación:**

La instalación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio ha probado ser una medida efectiva en la reducción de compuestos orgánicos volátiles, reduciendo en más del 90% las emisiones de este contaminante. Actualmente, se cuenta con la Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-004-SMA-DS-2006, que establece las Especificaciones de Protección Ambiental para las Etapas de Selección del Sitio, Construcción y Remodelación de Estaciones de Servicio (Gasolineras) en territorio del Estado de México, la cual nos permite homologar los criterios de evaluación en las mismas.

**Zona de Aplicación:** Municipios del Valle de Toluca, con puntal seguimiento en Almoloya de Juárez, Almoloya del Río, Atizapán, Calimaya, Capulhuac, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco, Xonacatlán y Zinacantepec.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
15.1	Promoción a gasolineras para que instalen Sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de Promociones.						

15.2	Desarrollar un programa permanente de inspección y verificación.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de inspecciones realizadas.						
15.3	Diagnóstico que guardan las estaciones de servicio.	Secretaría del Medio Ambiente.	Padrón de diagnóstico.						
15.4	Incorporación de los sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio que no cuenten con ellos.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de sistemas de recuperación instalados.						
15.5	Seguimiento a los sistemas de recuperación de vapores, en las gasolineras que hagan cambios físicos o que su regulación no esté actualizada.	Secretaría del Medio Ambiente.	Sistema de seguimiento.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente y Asociación de Gasolineras del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente deberá gestionar con la Asociación de Distribuidores de Gasolina y Lubricantes, así como de gasolineros independientes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la incorporación de los sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio que no cuenten con ellos.

Dar seguimiento a los sistemas de recuperación de vapores en gasolineras que hagan cambios físicos o que su regulación no esté actualizada.

La Secretaría del Medio Ambiente y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, desarrollarán un programa permanente de inspección y verificación, sobre el diagnóstico que guardan las estaciones de servicio, para mantener actualizada la información de cada una de ellas.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## **MEDIDA 16. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL TRATAMIENTO Y CONTROL DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN HORNOS LADRILLEROS Y TALLERES DE ALFARERÍA.**

**Objetivo:** Mitigar y reducir la contaminación generada por el sector ladrillero y alfarero al modernizar los procesos de producción de tabique con tecnología que utilice combustibles más limpios.

### **Justificación:**

De acuerdo al censo realizado por la Coordinación del Programa Aire Limpio durante el año 2012, en los municipios de Almoloya de Juárez, Metepec, Toluca, Zinacantepec y Xonacatlán existen alrededor de 227 hornos artesanales de fabricación de ladrillo, (la mayoría distribuidos en Metepec). Los procesos de producción de estos hornos y talleres generan emisión de contaminantes a la atmósfera, por la combustión de los materiales utilizados para la cocción del tabique tales como llantas, aceites usados y en algunos casos se utilizan residuos peligrosos, lo que posibilita la generación de sustancias tóxicas como dioxinas y furanos.

Los hornos ladrilleros y los talleres de alfarería pueden contribuir significativamente a las emisiones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y contaminantes tóxicos, a consecuencia del acelerado crecimiento de la mancha urbana; actualmente muchas de estas ladrilleras se encuentran inmersas dentro de las zonas urbanas, provocando diversas molestias a la población, producto a las altas concentraciones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y PM<sub>10</sub> que emiten de forma directa a la atmósfera, sin dejar de considerar los hornos de ladrillo y alfarería que se ubican en algunos municipios del Valle de Toluca.

Ante esta situación, es importante reducir la exposición de la población a las altas emisiones contaminantes, mediante el control y regulación en los procesos de combustión y la supervisión de los combustibles. Fomentar procesos amigables con el entorno ambiental, una economía más productiva y proteger la salud de los operarios que se encuentran expuestos directamente a los gases de combustión, en la mayoría de las ocasiones sin protección alguna.

Los efectos de la contaminación atmosférica, producida por el sector ladrillero, se muestran en la alteración de los ecosistemas y por ende, en el cambio climático, adicionalmente al registro de un incremento importante en las enfermedades cardio-respiratorias de los habitantes.

Las alternativas tecnológicas en hornos ladrilleros y talleres de alfarería permitirán la preservación de los ecosistemas de la región; preservación de riesgos al personal laboral y vecinos aledaños; mejores condiciones laborales; mayor eficiencia de operación de las ladrilleras y reducción de incidencias de enfermedades cardio-respiratorias en los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento a los municipios de Almoloya de Juárez, Metepec, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
16.1	Actualizar periódicamente el padrón de hornos ladrilleros y talleres de alfarería.	Secretaría del Medio Ambiente, Productores de hornos ladrilleros y municipios.	Padrón actualizado de hornos ladrilleros y talleres de alfarería.						
16.2	Inventario de emisiones actualizado de hornos ladrilleros.	Secretaría del Medio Ambiente.	Inventario de emisiones actualizado.						
16.3	Desarrollar un diagnóstico detallado del impacto en la calidad del aire de este sector que incluya el uso de sistemas de información geográfica.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud y Productores de hornos ladrilleros.	Diagnóstico del impacto en la calidad del aire.						
16.4	Establecer y operar un programa de visitas de inspección.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Visitas de inspección anuales.						
16.5	Diseñar, elaborar y ejecutar una estrategia de capacitación a productores.	Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de Capacitaciones						
16.6	Identificar opciones de financiamiento y subsidio para este tipo de proyectos.	Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Fuentes de financiamiento.						
16.7	Impulsar Proyectos de investigación para la reconversión tecnológica.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Tipo de Proyectos de Investigación.						
16.8	Reconversión Tecnológica e intensificación de los mecanismos de control de emisiones en hornos ladrilleros.	Secretaría de Desarrollo Económico, Coordinación del Programa Aire Limpio y productores de hornos ladrilleros.	Reconversiones Tecnológicas de hornos ladrilleros.						
16.9	Estudio de los efectos en salud por esta actividad.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Efectos en salud.						

16.10	Elaborar y publicar una norma técnica ambiental estatal que regule las actividades de la fabricación de ladrillo.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Salud.	Norma Técnica Ambiental.						
-------	---	--	--------------------------	--	--	--	--	--	--

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Diagnóstico Ambiental, Procuraduría de Protección al Ambiente, Secretaría de Salud, Secretaría de Desarrollo Económico, productores de hornos ladrilleros, sector académico, investigadores y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente realizará la actualización periódica del padrón de hornos ladrilleros y talleres de alfarería, dará seguimiento a los proyectos de investigación para la reconversión tecnológica e informará a la población los resultados de los mismos; en coordinación con las diferentes estancias desarrollará un diagnóstico detallado del impacto en la calidad del aire de este sector, que incluya el uso de sistemas de información geográfica.

La Secretaría de Medio Ambiente y la Secretaría de Desarrollo Económico diseñarán y ejecutarán una estrategia de capacitación a productores para promover el uso de combustibles alternativos más limpios y mejores prácticas de combustión en los hornos ladrilleros, a fin de lograr un mayor control y eficiencia en su operación; también identificarán opciones de financiamiento y subsidio para este tipo de proyectos.

La Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México, en coordinación con las autoridades municipales, conformará brigadas para vigilar que no se utilicen sustancias, materiales o residuos inadecuados como combustible. Asimismo, las autoridades municipales acordarán con los productores de ladrillo y alfarería disminuir las quemas durante episodios de altas concentraciones de contaminantes registrados por la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, previo aviso de la Secretaría del Medio Ambiente.

La Secretaría de Salud realizará un estudio de los efectos por esta actividad.

Adicionalmente, se promoverá el desarrollo de una norma técnica estatal, que regule dicha actividad, estableciendo en ella los combustibles permitidos y los niveles máximos de emisión, con la finalidad de lograr la reconversión tecnológica e intensificación de los mecanismos de control de emisiones en hornos ladrilleros.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 17. SEPARACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS.

**Objetivo:** Generar en la población una cultura de separación y aprovechamiento de residuos, buena recolección y realizar las acciones correspondientes, para su disposición final adecuada.

### Justificación:

Como resultado de las diferentes actividades productivas que desarrollamos, en las que la cultura de "usar y tirar" se ha extendido a todo tipo de bienes de consumo, se generan una serie de desechos sólidos, líquidos o gaseosos que pueden tener efectos negativos sobre el ambiente y la salud humana, los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) son los que se originan en la actividad doméstica y comercial, que comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines y la limpieza de las calles, etc.

Con la finalidad de evitar que los residuos terminen en tiraderos a cielo abierto, es necesario fomentar en la población una cultura que desarrolle hábitos responsables de consumo y favorezca la reducción en el volumen de residuos generados; reutilizar para dar una segunda vida útil y reciclar, permitiendo el manejo de los residuos desde su generación, almacenamiento, transporte y tratamiento, hasta su disposición en algún sitio.

Los vehículos abandonados provocan contaminación visual, ecológica y el uso de espacio público, ocasionando una gran acumulación de basura, plaga de roedores e insectos, que son causa de infecciones, dañando la salud de los habitantes

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
17.1	Desarrollar e implementar programas de separación de residuos sólidos urbanos, así como su manejo integral sustentable.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Programa Implementado.						
17.2	Campaña masiva de clasificación de residuos, fomento al reciclaje y aprovechamiento de residuos.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Campaña Ejecutada.						
17.3	Establecer y difundir los mecanismos que fomenten el reciclaje y	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Difusión de los mecanismos para su ejecución.						

	aprovechamiento de residuos.								
17.4	Impulsar la elaboración de la ley para deschatarrización de vehículos.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Desarrollo Económico y municipios.	Ley impulsada.						
17.5	Diseño del Programa para la disposición final de automóviles, camiones o cualquier vehículo automotor, abandonados en las calles y avenidas, corralones y deshuesaderos.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Seguridad Ciudadana y municipios.	Programa de Disposición Final.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Seguridad Ciudadana, Desarrollo Económico y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente en coordinación con los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, impulsará programas de separación de basura y su manejo integral sustentable; el fortalecimiento de las campañas de clasificación de residuos, así como el fomento al reciclaje y aprovechamiento de residuos.

Considerando que al reducir o evitar que se genere basura innecesaria y utilizando los productos correctamente, podremos evadir una gran cantidad de problemas ambientales, sobre todo contrarrestar el volumen de productos que consumimos y el uso de todo aquello que proceda de recursos naturales que puedan terminarse algún día.

Gestionar con las autoridades correspondientes el desarrollo y la elaboración de una ley que permita la recolección de los vehículos que se encuentran abandonados (en vías públicas, corralones y deshuesaderos, etc.), que contaminan el suelo, aire y agua, mediante programas de deschatarrización y disposición final, fomentando la separación y el reciclaje de los mismos, que son generadores de Hierro, Aluminio, gases, lubricantes y aceites.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

**MEDIDA 18. CAPTURA Y APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS DE LOS RELLENOS SANITARIOS Y GRANJAS UBICADAS EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.**

**Objetivo:** Reducción de la cantidad de gas metano, emitido a la atmósfera por rellenos sanitarios y granjas en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Justificación:**

Con 14 % de la generación de CO<sub>2</sub> en el Estado de México, el sector de residuos emite principalmente CH<sub>4</sub> y en menor medida N<sub>2</sub>O. Una forma efectiva de mitigar esta fuente de GEI, es la captura de biogás en rellenos sanitarios y granjas porcícolas, así como la adecuación de los sitios no controlados y tiraderos a cielo abierto de disposición para desechos urbanos y el manejo integral sustentable de la basura.

El objetivo, es que los municipios puedan adoptar medidas eficaces de reducción de emisiones de Metano y generación de energía renovable, mediante la ejecución de acciones para combatir emisiones y acceder a mecanismos de desarrollo limpio y tecnologías en beneficio de los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya de Juárez, San Antonio la Isla, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

**Cronograma de ejecución.**

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
18.1	Padrón de Rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto, controlados y no controlados.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Padrón de Rellenos Sanitarios.						
18.2	Diseño, elaboración e implementación de un Programa de Capacitación para aprovechamiento de Biogás.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Programa de capacitación implementado						
18.3	Padrón de Granjas.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Padrón de Granjas.						
18.4	Identificación de Rellenos Sanitarios o granjas susceptibles para la generación de energía eléctrica.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de Relleno Sanitario o granjas identificadas.						
18.5	Estudio de determinación de viabilidad de producción de energía eléctrica	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo	Estudio de viabilidad.						

	por quema de Metano.	Urbano, Secretaría de Desarrollo Metropolitano, Secretaría de Desarrollo Económico, y empresas especialistas.							
18.6	Implementación de mecanismos para aprovechamiento de Biogás.	Secretaría del Medio Ambiente, empresas especialistas y municipios.	Mecanismos implementados.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Metropolitano, Secretaría de Desarrollo Económico, empresas especialistas y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente actualizará el Padrón de rellenos sanitarios, tiraderos a cielo abierto (controlados y no controlados) de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2000; realizará el diseño y elaboración de un Programa de Capacitación para aprovechamiento de Biogás, elaborará el padrón de granjas y una vez concluido el proceso identificará los Rellenos Sanitarios y granjas susceptibles para la generación de energía eléctrica.

La Secretaría del Medio Ambiente, en coordinación con la Secretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Metropolitano y Secretaría de Desarrollo Económico trabajarán en el proceso de identificación y selección de las compañías especialistas de plantas de generación de energía eléctrica por quemado de Metano, para que estas últimas realicen el estudio de determinación de viabilidad de producción de energía eléctrica, a través de la quema de Metano.

Una vez identificado el sitio por la empresa especialista, se llevará a cabo la implementación de los mecanismos para el aprovechamiento de Biogás, al igual que la gestión del financiamiento o el acceso a fondos internacionales de tipo gratuito o coinversión, para el diseño de ingeniería, construcción de la planta generadora de energía e infraestructura para su utilización, que permita durante su operación la gestión para la venta de Bonos de Carbono.

Promover con las autoridades correspondientes la auditoría y control de los rellenos sanitarios en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 19. MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE RASTROS.

**Objetivo:** Mejorar las condiciones sanitarias de los rastros y mataderos municipales, promoviendo la modernización tecnológica y el mejoramiento de los procesos de transformación y comercialización de alimentos inocuos de origen

animal, con el consecuente beneficio para la protección de la salud pública contra riesgos sanitarios.

**Justificación:**

Aunque la operación de los rastros se encuentra inscrita en el artículo 115 constitucional como una facultad de los municipios para brindar servicios públicos relativos al sacrificio y faenado de animales para abasto, también se señala que en el desempeño de tales funciones, los municipios observarán lo dispuesto por las leyes federales y estatales.

Por lo anterior y considerando que en términos del artículo 3º, fracción XXII de la Ley General de Salud, el control sanitario de rastros y mataderos es materia de Salubridad General, el Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios establece que los animales considerados aptos para consumo humano, deberán sacrificarse en rastros o mataderos que reúnan las condiciones sanitarias de construcción, equipo y funcionamiento establecidas en las normas correspondientes, para el efecto la NOM-194-SSA1-2004, Productos y Servicios. Especificaciones sanitarias en lo establecimientos dedicados al sacrificio y faenado de animales para abasto, almacenamiento, transporte y expendio. Especificaciones sanitarias de productos, pero no condiciona a que estos establecimientos asuman el carácter de regional para apoyar las actividades productivas de dos o más municipios.

El artículo 115 constitucional establece que los municipios administrarán libremente su Hacienda, la cual se formará de los rendimientos de los bienes que les pertenezcan, así como de las contribuciones y otros ingresos que las Legislaturas establezcan a su favor, por lo que sería conveniente etiquetar el recurso percibido por la operación del rastro municipal, destinándolo al mejoramiento y mantenimiento del propio establecimiento, de modo que siempre exista presupuesto suficiente para tecnificación y contar con un servicio de matanza acorde a la normatividad sanitaria.

Las principales fuentes generadoras de emisiones atmosféricas, tienen relación con la generación de olores molestos y emisiones de Metano, provenientes de la descomposición de los residuos sólidos de los animales altamente putrefactibles y de los corrales.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con puntual seguimiento en Almoloya de Juárez, Capulhuac, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

**Cronograma de ejecución.**

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
19.1	Actualizar el padrón de rastros.	Coordinación de Regulación Sanitaria y municipios.	Padrón de Rastros actualizado.						
19.2	Fortalecimiento de Bando de Policía y Buen Gobierno en el manejo	Secretaría del Medio Ambiente, Coordinación de Regulación	Acciones de Fortalecimiento.						

	ambiental de los Rastros municipales.	Sanitaria y Municipios.							
19.3	Promover que los ayuntamientos designen los recursos por servicio de matanza, o multas recaudadas, a las mejoras y tecnificación del rastro.	Coordinación de Regulación Sanitaria y municipios.	Acciones realizadas.						
19.4	Inspección y Vigilancia a los rastros.	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México y la Coordinación de Regulación Sanitaria.	Número de inspecciones realizadas						
19.5	Establecer e implementar métodos ambientalmente amigables para el manejo de los residuos de rastros.	Secretaría del Medio Ambiente, Coordinación de Regulación Sanitaria y municipios.	Métodos Implementados.						
19.6	Estudio de factibilidad para la regionalización de rastros.	Subsecretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Coordinación de Regulación Sanitaria y municipios.	Estudio de factibilidad de regionalización.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Secretaría de Desarrollo Económico, Coordinación de Regulación Sanitaria, Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Coordinación de Regulación Sanitaria y los municipios mantendrán actualizado el padrón de rastros en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Los ayuntamientos deberán designar los recursos que se perciban del servicio de matanza, así como de las multas recaudadas por violaciones al Bando Municipal en materia de rastros, en las mejoras y tecnificación del propio rastro; además de propiciar el fortalecimiento de bandos de policía y buen gobierno no sólo para el manejo ambiental de este tipo de establecimientos, sino para hacer obligatorio que la matanza de cualquier animal para el abasto, se realice exclusivamente en el rastro municipal o regional, existente, para con ello, reducir y eliminar la matanza clandestina.

Asimismo, impulsarán métodos ambientalmente amigables para el manejo de los residuos de rastros (manejo de compostas o biodigestores) y determinarán la posibilidad de implementar una planta tratadora ecológica.

La regionalización, debe ser el resultado de un estudio de factibilidad entre ayuntamientos que comparten buenas vías de comunicación y presupuesto, a fin de implementar mejoras necesarias, como es el caso de un incinerador regional que funcione dentro de la normatividad aplicable.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA V. DESARROLLO DE CAPACIDADES INSTITUCIONALES.

### MEDIDA 20. EFICIENTAR, MANTENIMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED AUTOMÁTICA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Asegurar el correcto funcionamiento de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, eficientando y fortaleciendo el monitoreo atmosférico, a través de la ampliación de la cobertura en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### Justificación:

La evolución y el desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se ha visto acompañada por la presencia de problemas ambientales, debido a la concentración de la población; actividad vehicular, industrial, doméstica y de dotación de servicios. La contaminación atmosférica registrada en la zona, tiende a incrementarse. Situación que trae como consecuencia la necesidad de mantener la vigilancia constante no sólo en lugares donde se originan los contaminantes, sino en áreas aledañas, por lo que es necesario incrementar esfuerzos para ampliar la cobertura del monitoreo atmosférico.

La Red Automática de Monitoreo Atmosférico, garantiza el diagnóstico y la vigilancia del estado de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; aunado a que es uno de los principales instrumentos de vigilancia que permite la generación de indicadores de la calidad del aire, para el diseño de políticas que permitan la administración de este recurso.

El monitoreo de la calidad del aire toma una importancia fundamental, para identificar y proveer la información necesaria, que favorezca evaluar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y con ello desarrollar una estrategia de prevención y control; determinar las tendencias y elaborar planes de manejo de la calidad del aire, así como el sustento de políticas ambientales.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios que comprenden la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
20.1	Elaboración de un diagnóstico del estado técnico y operativo que guarda la Red Automática de Monitoreo Atmosférico.	Secretaría del Medio Ambiente.	Diagnóstico de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico.						
20.2	Aseguramiento de <i>stock</i> de refacciones y consumibles para la correcta operación de los equipos y componentes.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Finanzas.	Mantener un <i>Stock</i> de insumos.						
20.3	Rediseño de un sistema automatizado en tiempo real de Indicadores de Calidad del Aire para garantizar su difusión a la población en general.	Secretaría del Medio Ambiente.	Rediseño de la página WEB.						
20.4	Auditorías anuales de operación y funcionamiento a los equipos de monitoreo atmosférico por parte de Instituto Nacional de Ecología.	Secretaría del Medio Ambiente e Instituto Nacional de Ecología.	Número de auditorías anuales. Número de equipos evaluados.						
20.5	Elaboración de los estudios técnicos, relativos a la representatividad actual de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico para su reubicación y ampliación.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Resultados técnicos.						
20.6	Fortalecer la infraestructura de comunicación para garantizar la difusión de la página WEB.	Secretaría del Medio Ambiente.	Infraestructura fortalecida.						
20.7	Incrementar los recursos humanos para fortalecer la operación de la Red de Monitoreo y dar cumplimiento a la NOM-156-SEMARNAT-2012.	Secretaría del Medio Ambiente.	Número de personas contratadas.						

**RESPONSABLES:** Instituto Nacional de Ecología, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente elaborará el estudio técnico que guarda la Red Automática de Monitoreo Atmosférico, con la finalidad de contar con la actualización de datos, insumos y consumibles que se requieren para una óptima y eficiente utilización operativa, del monitoreo atmosférico.

La Secretaría del Medio Ambiente gestionará ante la Secretaría de Finanzas la asignación de recursos de refacciones y consumibles para el mantenimiento y ampliación del monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

De igual forma se contempla el rediseño de un sistema automatizado en tiempo real de Indicadores de Calidad del Aire, con las especificaciones técnicas de desarrollo de páginas en línea por el área de Sistemas de la Secretaría del Medio Ambiente, estableciendo un programa de monitoreo atmosférico que permita la instrumentación y modernización de sistemas de monitoreo, siendo una de las principales tareas para evaluar la calidad del aire de cada región, la página WEB deberá desarrollarse con estrategias de prevención y control, para determinar las tendencias de la calidad del aire, para el manejo de la calidad del aire en tiempo real y como sustento de políticas ambientales. Debiendo contener datos históricos, información sobre las redes de monitoreo, criterio de validación de las redes de monitoreo, estándares y la actualización de ligas de interés; con la finalidad de acceder a la información y portal de las redes desde el mapa de ubicación de las estaciones y menú de elementos.

Elaboración de los estudios técnicos relativos a la representatividad actual de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico para su reubicación y ampliación.

La Secretaría de Medio Ambiente fortalecerá la Red Automática de Monitoreo Atmosférico del Valle de Toluca, mediante una estrategia sostenida en el tiempo que le provea recursos materiales, económicos y humanos calificados y suficientes. Con lo que se garantice que la red continúe siendo una herramienta que aporte información confiable y oportuna para la toma de decisiones en la búsqueda de garantizar una adecuada calidad del aire y la salud de las personas.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## **MEDIDA 21. ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.**

**Objetivo:** Actualizar periódicamente el inventario de emisiones, considerando los cambios en las actividades económicas, la incorporación de nuevas tecnologías y la inclusión de nuevas fuentes emisoras en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Justificación:

Es necesario contar con una herramienta actualizada, que identifique el impacto de las emisiones contaminantes generadas por cada una de las fuentes, con lo cual se podrá evaluar la eficacia de las medidas aplicadas y reorientar las líneas estratégicas y las acciones de prevención y control de acuerdo al tipo de contaminante y fuente generadora.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
21.1	Establecer convenios de intercambio de información y colaboración con la federación, municipios, otras dependencias académicas, públicas y privadas para el desarrollo del inventario de emisiones.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México, Instituto Tecnológico de Toluca, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey y municipios.	Número de convenios firmados.						
21.2	Actualizar la legislación ambiental de acuerdo a las necesidades actuales.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Legislación Ambiental actualizada.						
21.3	Capacitación a los desarrolladores en la elaboración de inventarios de emisiones.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Medio Ambiente.	Cursos de capacitación.						
21.4	Actualizar y publicar el inventario de emisiones de la Zona	Secretaría del Medio Ambiente.	Documento publicado.						

	Metropolitana del Valle de Toluca.								
21.5	Promover la modelación de la calidad del aire para la formulación de políticas públicas.	Secretaría del Medio Ambiente e Institutos de Investigación .	Avances de la modelación.						
21.6	Promover la automatización para el desarrollo de los Inventarios de Emisiones.	Secretaría del Medio Ambiente.	Automatización del sistema para el desarrollo de los Inventarios de Emisiones.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente, institutos de investigación y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente establecerá convenios de intercambio de información y colaboración con la federación, municipios, otras dependencias académicas, públicas y privadas para el desarrollo del inventario de emisiones. Asimismo, realizará la actualización y publicación periódica del inventario de emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que incluya los gases de efecto invernadero y los tóxicos de mayor prioridad; capacitación a los desarrolladores en la elaboración de inventarios de emisiones y el fortalecimiento del Departamento de Diagnóstico a través de un Sistema Automatizado.

De manera coordinada, trabajará con institutos de investigación, promoverá la modelación de la calidad del aire para la formulación de políticas públicas y junto con la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, impulsará la actualización de la legislación ambiental con base en las necesidades actuales de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 22. ACTUALIZAR LA BASE DE DATOS DEL REGISTRO DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES, RESPECTO A LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Actualizar la base de datos de las industrias que deben reportar sus emisiones, e impulsar la homologación del formato de la Cédula de Operación Integral con la Cedula de Operación Anual.

### Justificación:

La Cédula de Operación Integral (COI) es un instrumento de regulación ambiental que permite recopilar información de emisiones, generaciones y transferencias de contaminantes a diferentes recursos naturales: aire, agua, suelo y subsuelo, para generar bases de datos que permitan desarrollar los inventarios

de emisiones, así como el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), basados en las actividades que realizan los establecimientos industriales, comerciales y de servicios. Para ello, es necesario capacitarlos, con la finalidad de aumentar la confiabilidad y calidad de la información reportada.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
22.1	Incentivar a las empresas para la entrega anual de la Cédula de Operación Integral, mediante los cursos de capacitación para el llenado correcto del mismo.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Secretaría del Medio Ambiente.	Número de Cédulas de Operación Integral llenadas al cien por ciento con datos mínimos para el inventario.						
22.2	Impulsar los mecanismos para unificar el formato de la Cédula de Operación Integral con la Cédula de Operación Anual.	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de convenios celebrados.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, Sector Industrial y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente impulsará el servicio de llenado, vía Web de la Cédula de Operación Integral, de manera obligatoria sin excepciones, a fin de cumplir con la normatividad ambiental.

Realizará cursos periódicos de capacitación para el correcto llenado de la Cédula de Operación Integral, abordando la legislación aplicable vigente y fecha límite de entrega de la Cédula de Operación Integral o Cédula de Operación Anual (que una vez unificada), permitirá contar con información y analizar los resultados para generar bases de datos, que serán de utilidad en el desarrollo de los Inventarios de Emisiones y así poder contar con el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Asimismo, impulsará los mecanismos para unificar el formato de la Cédula de Operación Integral con la Cédula de Operación Anual.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 23. ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL PARA LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Definir las bases para orientar el aprovechamiento y conservación de los recursos naturales, en congruencia con los planes de desarrollo económico y urbano de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Justificación:

Actualmente, es prioritario establecer acciones de coordinación para enfrentar la problemática de cambios de uso de suelo en la región, considerando que parte de la expansión de la superficie urbana se lleva a cabo en zonas boscosas y campos agrícolas que resultan ser tierras comunales y ejidales.

Por tal motivo, es necesario contar con un instrumento de política ambiental que permitirá promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, restringiendo aquellas actividades con gran potencial contaminante, de alto consumo energético o que no sean acordes con la vocación del suelo.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
23.1	Ampliación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente.	Documento Publicado.						
23.2	Impulsar la movilidad no motorizada en los municipios.	Secretaría del Medio Ambiente, y municipios.	Acciones implementadas.						
23.3	Modificar libro V desde el punto de vista ciudad sustentable, para regular con un instrumento de detalle las zonas urbanas y rurales.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Agua y Obra	Modificaciones al Libro V.						

		Pública, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Secretaría de Transporte.							
23.4	Promover la elaboración de una Norma Técnica Estatal del uso de suelo y la construcción.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Desarrollo Urbano.	Gestiones para la Norma Técnica Estatal.						
23.5	Elevar a Norma - Ley la planeación estratégica del territorio.	Secretaría del Medio Ambiente y Secretaría de Desarrollo Urbano.	Normatividad.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Desarrollo Urbano, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Agua y Obra Pública, Secretaría de Comunicaciones, Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Secretaría de Transporte, Secretaría de Desarrollo Metropolitano, universidades e institutos tecnológicos, sector público, privado, social y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente conformará un Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional para elaborar el Proyecto de Ordenamiento Territorial de veintidós municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, que permitirá establecer una política rectora para definir áreas prioritarias de restauración y conservación de los recursos naturales, reservas territoriales y espacios de aprovechamiento sostenible, acordes a la vocación del suelo. En tanto, se coordinará con los municipios para impulsar la movilidad no motorizada.

Para su instrumentación, se buscarán los mecanismos que aseguren su observancia y vinculación con los planes y programas de desarrollo urbano, así como en los procedimientos de autorización en materia de impacto ambiental.

Por otra parte, habrá de efectuarse la integración de grupos de trabajo con legisladores e instituciones académicas, a fin de realizar la modificación del libro V, desde el punto de vista de ciudad sustentable, para regular con un instrumento detallado las zonas urbanas y rurales.

A través de los diversos instrumentos de planeación, es necesario mantener el equilibrio entre los ecosistemas urbano y natural, contener y frenar la expansión de la superficie urbana sobre áreas agrícolas, forestales y Áreas Naturales Protegidas, permitiendo prevenir impactos al medio ambiente por la aparición y desarrollo de asentamientos irregulares.

La Secretaría del Medio Ambiente y la Secretaría de Desarrollo Urbano, promoverán la elaboración de una Norma Técnica Estatal del uso de suelo y la construcción, que incorpore: a la “Construcción urbana y rural”, zonificación general de usos; uso de recursos naturales y perfil de los servidores públicos, según la experiencia y sector de servicio.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA VI. EDUCACIÓN AMBIENTAL.

### MEDIDA 24. FORTALECER LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE.

**Objetivo:** Impulsar la educación con visión de sustentabilidad, como instrumento estratégico en la política ambiental, sensibilizando a los diferentes sectores sociales de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, en el cuidado y conservación de los recursos naturales para el mejoramiento de la calidad del aire.

**Justificación:**

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, es necesaria una coordinación interinstitucional, para mantener un mismo objetivo o lineamiento a favor de la educación ambiental entre todos los sectores y niveles de la sociedad, con la finalidad de lograr una concientización y un cambio de conducta respecto a mejorar la calidad del aire con información fácil de entender y de alto impacto.

La educación ambiental resulta clave para comprender la relación existente entre el medio ambiente y la sociedad, así como para conseguir una percepción clara de la importancia de los factores socioculturales en el origen de los problemas ambientales; a la vez, debe impulsar la adquisición de la conciencia ambiental, los valores y comportamientos que favorezcan la participación efectiva de la población en el proceso de la toma de decisiones.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
24.1	Definir las necesidades educativas en materia de medio ambiente en los diversos niveles de la educación.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Educación y municipios.	Contar con una propuesta educativa en materia ambiental.  Capacitaciones a Docentes.  Necesidades de capacitación identificadas.						

24.2	Realizar e implementar el Programa de Educación Ambiental en Materia de Calidad del Aire.	Secretaría del Medio Ambiente, sector académico y municipios.	Programa de Educación Ambiental implementado .						
24.3	Diseñar, elaborar e implementar un Programa de Certificación de Escuela Limpia.	Secretaría del Medio Ambiente, sector académico y municipios.	Programa de certificación implementado Número de escuelas certificadas.						
24.4	Diseñar e instrumentar una campaña de difusión sobre calidad del aire.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de participaciones anuales en cursos, talleres y foros.						
24.5	Desarrollo de un Programa de educación no formal sobre calidad del aire y cambio climático.	Secretaría del Medio Ambiente, Instituciones Educativas y municipios.	Programa de Educación no formal implementado						
24.6	Difusión del Programa de educación no formal sobre calidad del aire y cambio climático.	Secretaría del Medio Ambiente, Dependencias Estatales, Instituciones Educativas, municipios y ONG's.	Número de eventos anuales en el Parque Ambiental Bicentenario.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Educación, investigadores, instancias regulatorias, sector privado, Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente diseñará el curso taller para la "Formación de Promotores Ambientales", elaborará el material didáctico con una visión general, formal, informal y no formal, con información que eduque, sensibilice e impacte. Realizará la evaluación y seguimiento de los Promotores Ambientalistas capacitados, a través de dos informes anuales que demuestren el efecto multiplicador de los mismos dentro del ámbito de desarrollo.

Definirá las necesidades en materia de educación con los temas fundamentados en el cuidado de medio ambiente y calidad del aire, garantizando una cobertura generacional (niños, jóvenes y adultos) que apoye la promoción y difusión de las "Medidas del Programa", al propiciar la participación de la sociedad civil en el fomento de la cultura ambiental.

Programar un día a la semana, visitas a los centros de educación ambiental: “Casa de la Tierra” para la difusión de temas relacionados con el Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero.

Conscientes que los cambios en el estilo de vida y patrones de consumo que enfatizan la conservación de recursos pueden contribuir al desarrollo de una economía equitativa y sostenible.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 25. DESARROLLAR E IMPLEMENTAR UNA CAMPAÑA DE DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN PÚBLICA.

**Objetivo:** Elaborar y difundir una campaña de comunicación pública, que permita promover una cultura de cuidado del medio ambiente y protección a la salud, que a su vez contribuya a mejorar la calidad del aire de Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Justificación:

Es necesario contar con una sociedad consciente, bien informada sobre la problemática ambiental, la calidad del aire y sus efectos en la salud, para esto es importante integrar e instrumentar un programa de sensibilización y difusión que coadyuve al cumplimiento de tal objetivo.

Este programa generará en cada habitante, el interés de mantenerse informado e involucrarse en practicas sustentables que fomenten el cuidado del medio ambiente y de la calidad del aire; de tal forma que cada vez seamos más, los que participemos de manera activa y organizada, en torno a proyectos concretos a favor de una Zona Metropolitana del Valle de Toluca sustentable, donde prevalezca la justicia social, económica y ambiental.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
25.1	Diseñar e implementar una campaña de comunicación pública de sustentabilidad.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, instituciones educativas y municipios.	Desarrollo y difusión de campaña.						
25.2	Diseñar e implementar una campaña de	Secretaría del Medio Ambiente.	Campaña						

	comunicación sobre el cuidado del medio ambiente.		informativa Implementada.						
25.3	Implementar una estrategia de comunicación de riesgos a la salud por contaminación Atmosférica.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud, y municipios.	Estrategia de Comunicación.						
25.4	Estrategia de comunicación continúa en redes sociales y medios de comunicación, sobre las estrategias de solución a la contaminación atmosférica.	Secretaría del Medio Ambiente y medios de comunicación.	Número de estrategias de solución difundidas.						

**RESPONSABLES:** Secretaría de Medio Ambiente, Secretaría de Salud, Instituciones Educativas, medios de comunicación y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente desarrollará y difundirá una campaña de comunicación pública en materia del cuidado del medio ambiente, promoviendo insumos verdes o sustentables que no impacten el ambiente; brindará información para la transmisión constante de los IMECA y los riesgos a la salud por contaminación atmosférica, que a su vez contribuya a mejorar la calidad del aire de Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

La Secretaría del Medio Ambiente, la Secretaría de Salud y los municipios implementarán una estrategia de comunicación de riesgos a la salud, dirigida a la población en general, mediante el uso de medios de comunicación y redes sociales; también promoverá la participación activa de la sociedad civil en la instrumentación de las campañas de comunicación.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 26. CONSUMO EFICIENTE DE ENERGÍA EN LOS MUNICIPIOS DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Contribuir al desarrollo sustentable, a través de programas, basados en el ahorro de energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Justificación:**

De acuerdo al Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, se estima que el consumo energético por iluminación en México representa aproximadamente el 18% del consumo total, de ahí la importancia de optimizar el uso de energía eléctrica en el país.

Cabe mencionar que se publicó la Norma Oficial Mexicana NOM-028-SENER-2010, "Eficiencia Energética de Lámparas para Uso General, Límites y Métodos de Prueba", que aplica para los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público.

Por lo anterior se establece que todas las lámparas que se comercialicen en el país, deberán cumplir el requisito de ser ahorradoras de energía, para reducir los gases de efecto invernadero.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
26.1	Desarrollar y elaborar un Plan de Ahorro Energético.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Plan de ahorro concluido.						
26.2	Realizar un programa de cambio de lámparas normales por ahorradoras.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Número de lámparas sustituidas.						
26.3	Desarrollar y elaborar la campaña de Ahorro de Energía.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Instrumentación de campaña de Ahorro de Energía.						
26.4	Impulsar acciones de consumo eficientes en oficinas y alumbrado público.	Municipios.	Acciones realizadas.						
26.5	Fomentar el uso de energías renovables.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Acciones realizadas.						

**RESPONSABLES:** La Secretaría del Medio Ambiente y los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente en coordinación con los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, elaborarán el Plan de Ahorro Energético Municipal, que permita impulsar las acciones de consumos eficientes en oficinas y alumbrado público. Asimismo capacitarán a los actores generadores de emisiones contaminantes en el consumo eficiente de energía en los municipios de la zona.

Los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca serán los encargados de crear un Comité de Ahorro Energético y designar un responsable de ahorro energético, que identificará las fuentes de energía eléctrica para verificar su status; posteriormente, el Comité junto con el Área Administrativa del municipio realizarán las gestiones de los recursos para remover las lámparas innecesarias; el Comité se encargará de vigilar que se realice el mantenimiento constante y cuidadoso de todos los elementos de iluminación, y se coloquen los *stickers* cerca de los contactos para el apagado del alumbrado.

Ante todo, se buscará lograr una mayor eficiencia energética en oficinas con la instalación de lámparas ahorradoras de energía, no contaminantes y de fácil gestión.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## MEDIDA 27. FOMENTAR LA REDUCCIÓN DE EMISIONES POR EL USO DE LEÑA Y CARBÓN, PROMOVRIENDO EL USO DE EQUIPOS MÁS EFICIENTES PARA LA COCCIÓN DE ALIMENTOS EN CASAS Y ESTABLECIMIENTOS.

**Objetivo:** Generar en la población una cultura para reducir el consumo de leña y Carbón en la combustión doméstica; disminuir las emisiones por quema de estos combustibles a través de buenos procedimientos, mejores tecnologías y el uso de otros combustibles en la cocción de alimentos.

### Justificación:

Los patrones de consumo de leña en las comunidades se modifican de acuerdo al clima local, los hábitos culinarios, la forma de vida, la eficiencia del equipo utilizado en la cocina (fogón o estufa eficiente), la naturaleza de la leña y su disponibilidad; asimismo, por factores como la tradición, el sabor dado a los alimentos, el tipo y origen del recipiente usado, los hábitos de cocina, el tipo de alimentos; el nivel de ingresos, el costo de la leña, la disponibilidad del recurso forestal y el número de especies utilizadas como leña.

La cantidad de leña utilizada por la familia está en función del número de comidas durante el día y miembros del hogar. Este recurso, se colecta fundamentalmente como material seco desprendido o seco en pie, debido a su menor peso, facilidad de acarreo y rápida ignición. Los usos fundamentales son la cocción de alimentos y calentamiento de agua de baño.

Hay que mencionar el uso de la madera de los bosques para la producción de Carbón vegetal, el cual, se forma aplicando madera vegetal y cubriéndola con ramas y tierra; posteriormente, se le va prendiendo fuego a la pila que va ardiendo durante varios días hasta que se produce el Carbón, que se utiliza para la cocción de alimentos.

Si bien es cierto que la exposición al humo en el interior de los domicilios representa un factor ambiental de afecciones respiratorias agudas, es necesario

evaluar el impacto de las emisiones sobre la salud humana de acuerdo al tipo de cocinas.

Asimismo, se debe fomentar en la población una cultura que desarrolle hábitos para reducir el uso en el consumo de leña y Carbón, y a la vez les permita proteger su salud, al disminuir las emisiones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, y COV derivadas de su combustión.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
27.1	Desarrollar un diagnóstico detallado por el uso de leña y Carbón.	Secretaría del Medio Ambiente.	Diagnóstico desarrollado.						
27.2	Realizar el inventario de establecimientos que queman leña y Carbón.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Contar con el Inventario de establecimientos.						
27.3	Desarrollar campañas de concientización a los usuarios.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Campaña Ejecutada.						
27.4	Diseñar e implementar una estrategia técnico - económica para promover el uso de combustibles alternos.	Secretaría del Medio Ambiente y municipios.	Estrategia técnico - económica implementada.						
27.5	Desarrollar mecanismos de apoyo financiero a las familias para cambio de estufas.	Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Desarrollo Económico y municipios.	Mecanismo de apoyo financiero implementado.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría de Desarrollo Económico y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente desarrollará un diagnóstico detallado por el uso de leña y Carbón. Posteriormente, en coordinación con los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, impulsará una campaña de concientización a los usuarios para reducir el uso de leña y Carbón; evitar problemas ambientales y el uso de todo aquello que proceda de los recursos naturales.

También se realizará el inventario de establecimientos que queman leña y Carbón, a fin de implementar una estrategia técnico-económica para promover el uso de combustibles alternos.

Y finalmente se gestionará, con las autoridades correspondientes los mecanismos de apoyo financiero a las familias para cambio de estufas.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## ESTRATEGIA VII. FINANCIAMIENTO.

### MEDIDA 28. FINANCIAMIENTO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AIRE EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA.

**Objetivo:** Identificar programas y esquemas de financiamiento para la obtención de los recursos económicos necesarios, que permitan la ejecución de las estrategias, medidas y acciones para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### Justificación:

El Plan de Desarrollo del Estado de México contempla las medidas y estrategias que ha de aplicar el Gobierno del Estado para mejorar la calidad de vida de todos los mexiquenses, en consecuencia resulta fundamental desarrollar proyectos, a fin de establecer programas que fomenten el crecimiento de los sectores más vulnerables de la entidad mexiquense, es por ello que se requiere crear un fideicomiso en beneficio y cuidado del medio ambiente, en específico para mejorar la calidad del aire para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Los mecanismos de financiamiento son una fuente importante para realizar los proyectos ambientales, el reto institucional es mejorar la calidad del aire, para lograr mejores resultados en la prevención de los efectos en la salud por contaminación atmosférica, y evitar costos del sector salud al atender las enfermedades asociadas por la exposición de la población a contaminantes.

Actualmente la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se enfrenta a la problemática de no contar con recursos económicos para financiar programas y proyectos en *pro* de la calidad del aire; asimismo, a la falta de conocimiento acerca de esquemas y mecanismos de apoyo, nacionales e internacionales, privados y gubernamentales.

En este sentido, se buscarán alternativas para el financiamiento de proyectos en el cuidado y mejora de la calidad del aire con instituciones u organismos descentralizados e iniciativa privada que puedan diseñar estrategias y realicen acciones para la procuración de recursos, en apoyo a los proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico, innovación y divulgación en beneficio de la población del Estado de México.

**Zona de Aplicación:** Los 22 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### Cronograma de ejecución.

ID	Acciones	Responsable	Indicador de Cumplimiento	2012	2013	2014	2015	2016	2017
28.1	Incentivar un esquema de estímulos fiscales a favor de los sectores industriales y transporte.	Secretaría del Medio Ambiente y actores responsables.	Proyecto:1101011101 Procuración, vigilancia, y difusión del cumplimiento de la normatividad ambiental.						
28.2	Incidir en el alcance del Plan de Desarrollo Metropolitano del Valle de Toluca.	Secretaría del Medio Ambiente y actores responsables.	Proyecto: 1101010202 Prevención y control de la contaminación atmosférica 1101010000 Protección al ambiente.						
28.3	Incluir dentro del esquema Proyecto para Prestación de Servicios (PPS) los temas y necesidades ambientales.	Secretaría del Medio Ambiente y actores responsables.	Proyecto: 1101011002 Ordenamiento ecológico del territorio estatal.						
28.6	Realizar gestiones para activar el Fideicomiso Ambiental Metropolitano, Fondo Sectorial y Presupuesto de Egresos de la Federación.	Secretaría del Medio Ambiente y actores responsables.	Proyecto: 1101010000 Protección al ambiente.						
28.7	Identificar mecanismos de financiamiento para fomentar la investigación científica y así poder realizar gestiones para la obtención de recursos para proyectos específicos a través del FOMIX (CONACYT - COMECYT)	Secretaría del Medio Ambiente, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología.	Proyecto: 1101010000 Protección al ambiente 1101010102 apoyo y asesoría para la conducción de las políticas ambientales.						

**RESPONSABLES:** Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Finanzas, Secretaría General de Gobierno, Secretaría de Desarrollo Metropolitano, Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaría de Energía, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología, Organizaciones No Gubernamentales y municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**INSTRUMENTACIÓN:** La Secretaría del Medio Ambiente realizará las gestiones necesarias para la integración de un Fideicomiso Ambiental Metropolitano del Gobierno del Estado de México, municipios y aportaciones de sectores productivos, a fin de contar con recursos económicos para realizar trabajos de protección al ambiente.

Realizará las gestiones para el aprovechamiento de los mecanismos de financiamiento que ofrecen diferentes organismos gubernamentales nacionales e internacionales, tales como el fondo Mixto (CONACYT-COMECYT), fondo Sectorial (CONACYT-SEMARNAT), y Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF); que permitan la ejecución de las acciones para mejorar la calidad del aire en la zona de estudio. Es necesario conocer con claridad y anticipación las bases y los términos de referencia para poder participar en los diferentes mecanismos de financiamiento citados.

La Secretaría del Medio Ambiente y los responsables, según sea el caso, serán los encargados de buscar los mecanismos que permitan incentivar un esquema de estímulos fiscales, a favor de los sectores industriales y transporte; que participen en la implementación de medidas tendientes a la disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera, al mantenimiento, operación y ampliación de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico.

Incidir en el alcance del Plan de Desarrollo Metropolitano del Valle de Toluca para incluir los temas o proyectos ambientales a través del Fondo Metropolitano.

Incluir dentro del esquema Proyecto para Prestación de Servicios (PPS) los temas o necesidades ambientales.

Articular a los diferentes actores como instituciones de educación superior, empresas e instancias públicas, para colaborar conjuntamente en la operación de la red de monitoreo ambiental.

Identificar mecanismos de financiamiento para fomentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación de talento, la infraestructura y una cultura responsable del medio ambiente, en beneficio de la calidad del aire del Valle de Toluca.

Generar esquemas de financiamiento, para canalizar recursos, que coadyuven a fomentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación de talento, la infraestructura y una cultura responsable del medio ambiente, en beneficio de la calidad del aire del Valle de Toluca.

La Secretaría del Medio Ambiente por conducto de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica, evaluará la posibilidad de que se destine una parte de la venta del holograma a fondos de financiamiento e impulsará los esquemas que promuevan la participación ciudadana a través de aportaciones voluntarias.

CONTAMINANTES INVOLUCRADOS							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI

## 9. FUENTES DE FINANCIAMIENTO PARA PROYECTOS DE PROTECCIÓN A LA ATMÓSFERA.

Es importante exponer la necesidad de obtener recursos que permitan cubrir los costos de la aplicación de las acciones contenidas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017), con la finalidad de disponer de una fuente de recursos, cuya disponibilidad no esté condicionada a una autorización presupuestal anual y asegurar la sustentabilidad financiera de la aplicación de las medidas.

La obtención de recursos debe basarse en los siguientes principios de equidad ambiental:

El que contamina paga el costo de no mantener bajo control sus emisiones, así como el de la remediación de los daños que causa.

El que se beneficia de un servicio ambiental debe pagar por el costo de su dotación.

Quien conserve los recursos e invierta en la conservación ecológica, reconstruyendo el capital de la nación, debe recibir, por ello, un estímulo o una compensación.

Los tipos de financiamiento disponibles son los siguientes:

**Fondo para Proyectos de Prevención de la Contaminación (FIPREV):** Es un fondo establecido por la Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa A. C. (FUNTEC) y la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA). Tiene como objetivo apoyar a la pequeña y mediana industria mexicana en la realización de inversiones y transferencia de tecnología, cuyo fin sea la prevención de la contaminación.

**Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** Ayuda a los países miembros a enfrentar esas exigencias, financiando actividades de mejoramiento de la gestión de las zonas protegidas; la generación de oportunidades de ingresos para las comunidades que dependen de los servicios de los ecosistemas, administrando los recursos costeros y marítimos y apoyando las iniciativas de gestión del cambio climático y de los riesgos de desastre en cuencas hídricas críticas.

**Fondo Ambiental Global (Global Environment Facility "GEF"):** Fue creado para canalizar financiamientos con el fin de enfrentar los "problemas ambientales globales", se trata de un fondo provisional, en cuyo manejo intervienen el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), responsable de la asesoría técnica, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que proporciona apoyo científico, y el Banco Mundial, responsable de los proyectos de inversión y la administración del Fondo.

**Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA):** Es un organismo ejecutor de la Cooperación Técnica del Gobierno de Japón, con el propósito de contribuir al desarrollo socioeconómico de los países en vías de desarrollo, y así coadyuvar al fomento de la cooperación internacional. Actualmente cuenta con aproximadamente unos cien expertos y voluntarios que están apoyando a distintas organizaciones mexicanas.

**Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GIZ de Alemania):** La participación de la GIZ en México se centra en la energía sustentable (energías renovables y eficiencia energética) además de la gestión urbano - industrial (residuos sólidos y suelos contaminados).

**Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM):** Contribuye al financiamiento de proyectos de desarrollo que tienen un impacto sustentable en los ámbitos del medio ambiente mundial como la biodiversidad, el efecto invernadero, las aguas internacionales, la degradación de las tierras y la desertización, los contaminantes orgánicos persistentes.

**Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA):** Su objetivo es el de proteger la salud de los humanos y el medio ambiente. Los fondos concesionarios de la Agencia a los estados, instituciones, sin fines de lucro y educacionales, respaldan las investigaciones de alta calidad que mejorarán las bases científicas para decisiones sobre asuntos del medio ambiente nacional y ayudan a la USEPA a lograr sus metas.

Las principales instituciones internacionales de financiamiento son el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC) y el Banco Mundial (BM); las cuales actualmente cooperan con las autoridades mexicanas apoyando programas y prestando asistencia técnica para la preparación de los proyectos en materia ambiental.

Un esfuerzo de obtención de recursos internacionales deberá ser impulsado decididamente por todas las instituciones interesadas, poniendo como principio rector la calidad de vida de los habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y el mejoramiento ambiental, basado en un riguroso análisis técnico - científico de los beneficios a obtener por la aplicación de las medidas financiadas.

Actualmente en México existen diversos esquemas de financiamiento que permiten el desarrollo de proyectos para el mejoramiento ambiental y en función de las prioridades que se encuentren en términos de eficiencia energética, mejora tecnológica para la reducción y control de emisiones contaminantes al aire, se deberá buscar el que satisfaga dichas características.

Es necesario que el gobierno estatal fortalezca los fondos de financiamiento que tiene creados como un instrumento económico auxiliar, para la elaboración y ejecución de la política ambiental y de desarrollo sustentable, fortaleciendo la captación de recursos, tanto públicos como privados, así como la administración de los mismos, para financiar proyectos de gestión ambiental, que permitan la ejecución de acciones para mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población.

Los fondos del gobierno estatal en materia ambiental pueden alimentarse con los recursos financieros de su propio presupuesto de egresos, con los productos o rendimientos de las inversiones y reinversiones que se realicen con los recursos. En caso de que la legislación lo prevea, de los pagos que un juez dictamine con motivo de indemnización por daños al ambiente; de las aportaciones provenientes de recursos crediticios o no reembolsables de organismos internacionales, que se obtengan para el desarrollo sustentable, y los recursos que aporten las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal

relacionadas con la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

Asimismo, los gobiernos municipales destinarán los recursos necesarios que apoyen algunas de las medidas contenidas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017), para realizar las acciones que permitan mejorar el medio ambiente y con ello, la calidad del aire.

Los recursos invertidos en la operación de programas, infraestructura y sistemas para la prevención y remediación de la contaminación es lo menos que demanda la naturaleza. Por ello, se plantea la necesidad de atraer financiamientos existentes en los diferentes fondos ambientales para el cumplimiento de las estrategias, medidas y acciones del Programa.

## 10. FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS.

Abbey D, Wang B, Burchette R, Vancuren T, Mills P. Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a non smoking populations. *Arch Environ Health* 1995; 50(2):139-145.

Aguilar, A. G. (2004). Cambio climático, una visión desde México. INE-SEMARNAT. México, DF. 523 pp.

Anderson H, Ponce de León A, Bland J, Bower J, Strachan J. Air pollution and daily mortality in London: 1987-92. *Brit Med J* 1996; 312:665-669.

Ballester F, Corella D, Pérez-Hoyos S, Hervás A. Air pollution and mortality in Valencia, Spain: A study using the APEHA methodology. *J Epidemiol Commun H* 1996; 50:527-533.

Blettner M, Sauerbrei W, Schlehofer B, Scheuchenpflug T, Friedenreich C. Traditional reviews, meta-analysis and pooled analysis in epidemiology. *Int J Epidemiol* 1999; 28:1-9.

Bremner S, Anderson H, Atkinson R, McMichael A, Strachan D, Blandi J et al. Bower J. Short term associations between outdoor air pollution and mortality in London 1992-4. *Occup Environ Med* 1999; 56:237-244.

Bromberg P. Structure-functions relationships in air pollution and health. San Diego (CA): Academic Press, 1999:269-294.

Bobak M, León D. Air pollution and infant mortality in the Czech Republic, 1986-88. *Lancet* 1992; 340:1010-1014.

Borja-Aburto V, Loomis D, Bangdiwala S, Shy C, Rascón-Pacheco R. Ozone, suspended particulates, and daily mortality in Mexico City. *Am J Epidemiol* 1997; 145:258-268.

Brunekreef B, Kinney P, Ware P, Dockery D, Speizer F, Spengler J et al. Sensitive subgroups and normal variation in pulmonary function response to air pollution episodes. *Environ Health Perspect* 1991; 90:189-193.

Burnett R, Robert T, Daniel D, Krewski R, Dann T, Brook J. Associations between ambient particulate sulphate and admissions to Ontario hospitals for cardiac and respiratory diseases. *Am J Epidemiol* 1995; 142(1):15- 22.

Castillejos M, Borja-Aburto V, Dockery D, Gold D, Loomis D. Airborne coarse particles and mortality. *Inhal Toxicol* 2000; 12 Suppl 1:61-72.

Castillejos M, Gold D, Dockery D, Tosteson D, Baum, D, Speizer E. Effects of ambient Ozone on respiratory function and symptoms in Mexico City schoolchildren. *Am Rev Respir Dis* 1992; 145:276-282.

César, H.; Borja, V. H.; Cicero, P., et al (2001) Módulo A, Valoración Económica del Mejoramiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México. En *Ecosistema Urbano y Salud de los Habitantes de la Zona Metropolitana del Valle de México*. Ed. Acuario, México, D. F. Páginas: 23-24.

Cropper L, Simon N, Alberinni A, Sharma P. The health effect of air pollution in Delhi, India. In Press 2000.

CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2010) Proyecciones de la Población de los Municipios 2000-2030: CONAPO (2012) <http://www.conapo.gob.mx/micros/proymunloc/index.html>

COESPO (Consejo Estatal de Población) (2010) Proyecciones de la Población de los Municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2000-2020. COESPO (2012)

COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios) 2002. Primer Diagnóstico Nacional de Salud Ambiental y Ocupacional [Versión electrónica]. México, D. F. 105 pp.

DA (Departamento de Diagnóstico) (2006) Informe sobre la Población Vulnerable del Estado de México. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM. Inédito.

DA (Departamento de Diagnóstico) (2007) Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 2004. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM.

DA (Departamento de Diagnóstico) (2009) Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM.

DA (Departamento de Diagnóstico) (2010) Fuentes de Emisión de Carbono Negro en el Estado de México. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM.

DA (Departamento de Diagnóstico) (2012) Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, 2006. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM.

Dab W, Medina S, Quenel P, Le Moullec Y, Le Tertre A, Thelot B et al. Short term respiratory health effects of ambient air pollution: Results of the APHEA project in París. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50 Suppl 1:S42-S46.

Delfino R, Murphy-Moulton A, Burnett R, Brook J, Becklake M. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illnesses in Montreal, Quebec. *Am J Respir Crit Care* 1997; 155:568-576.

DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986; 7:177-188.

Dockery D, Pope III C. Acute respiratory effects of particulate air pollution. *Annu Rev Public Health* 1994; 15:107-132.

Dockery DW, Pope CA III. Epidemiology of acute health effects: Summary of time-series studies. Wilson R, Spengler JD, ed. *Particles in our air: Concentrations and health effects*. Cambridge (MA): Harvard University Press, 1996:123-147.

Dockery D, Schwartz J, Spengler J. Air pollution and daily mortality: Associations with particulates and acid aerosols. *Environ Res* 1992; 59:362-373.

Gamble J, Lewis J. Health and respirable particulate (PM10) air pollution: A causal or statistical associations? *Environ Health Perspect* 1996; 104:838-850.

GEM (Gobierno del Estado de México) (2010) Conformación de las Zonas Metropolitanas: Panorama Demográfico, Consejo Estatal de Población. México. 46 pp.

GEM (Gobierno del Estado de México) (2007) Cuencas Atmosféricas, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. México. 40 pp.

GEM (2002) Diagnóstico Ambiental de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca, Proyecto Ciudades Ecológicas. Secretaría de Ecología. México. 87 pp.

GEM (Gobierno del Estado de México) (2008, Mayo) Plan Estatal de Desarrollo Urbano. 159 pp.

GEM (Gobierno del Estado de México) (2005, Junio) Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca. 118 pp.

Ghio J, Samet J. Metals and air pollution particles. Holgate ST, Saneet SM, Maynard RL, Borel HS, ed. *Air pollution and health*. San Diego (CA) Academic Press, 1999:635-651.

Hiltermann T, Stlok J, Zee S, Brunekreef B, Bruijne C, Fischer P et al. Asthma severity and susceptibility to air pollution. *Eur Respir J* 1998; 11:686-693.

INE -SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2009). Cuarto Almanaque de datos y tendencias de la Calidad del Aire en 20 ciudades Mexicanas (2000-2009) Pp. 145-155

INE (Instituto Nacional de Ecología) (Octubre, 2000). Gestión de la Calidad del Aire en México, 46-51 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2005) Censos Económicos 2004, Resultados Generales [versión electrónica] y copia de archivos MEX\_GEN01.XLS Y MEX\_GEN02.XLS; obtenidos en [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2010) Censo General de Población y Vivienda 2010: Población Total con Estimación por Entidad y Municipio, Según Edad [base de datos] Consultada el 16 de Febrero de 2012 en [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)

Institute for Environmental Studies (IVM), Centro Nacional de Salud Ambiental (CENSA), Environmental Health Sciences Department (UCLA), CAM, PAHO (2000) Economic Valuation of Improvement of Air Quality in the Metropolitan Area of Mexico City, México, D.F.

Ito K, Thurston G. Daily PM10/mortality associations: An investigation of at risk subpopulations. *J Exp Anal Env Epid* 1996; 6:79-95.

Kelsall J, Samet J, Zeger S, Xu J. Air pollution and mortality in Philadelphia, 1974-1988. *Am J Epidemiol* 1997; 146:750-62.

Kinney P, Ito K, Thurston G. A sensitivity analysis of mortality/PM-10 associations in Los Angeles. *Inhal Toxicol* 1995; 7:59-69.

Lee J, Schwartz J. Reanalysis of the effects of air pollution on daily mortality in Seoul, Korea: A case-crossover design. *Environ Health Perspect* 1999; 107:633-636.

Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012.

Lipsset M, Hurley S, Ostro B. Air pollution and emergency room visits for asthma in Santa Clara County California. *Environ Health Perspect* 1997; 105:216- 222.

Loomis D, Castillejos M, Gold D, McDonnell W, Borja-Aburto V. Air pollution and infant mortality in Mexico City. *Epidemiology* 1999; 10:118-123.

Mazumdar S, Sussman N. Relationships of air pollution to health: Results from the Pittsburgh Study. *Arch Environ Health* 1983; 38:17-24.

Möller L, Schuetzle D, Autrup H. Future research needs associated with the assessment of potential human health risk from exposure to toxic ambient air pollutants. *Environ Health Perspect* 1994; 102 Suppl 4:193-210.

Moolgavkar S, Luebeck E. A critical review of the evidence on particulate air pollution and mortality. *Epidemiology* 1996; 7:420-428.

Moolgavkar S, Luebeck E, Hall T, Anderson E. Air pollution and daily mortality in Philadelphia. *Epidemiology* 1996; 6:476-484.

Neas L, Dockery D, Burge H, Koutrakis P, Speizer F. Fungus spores, air pollution, and other determinants of peak expiratory flow rate in children. *Am J Epidemiol* 1996; 143:797-807.

Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993 (1994, Diciembre 23). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993 (1994, Diciembre 23). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993 (1994, Diciembre 23). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-026-SSA1-1993 (1994, Diciembre 23). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, (2002, Octubre 30). Diario Oficial de la Federación.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, (2005, Septiembre 26). Diario Oficial de la Federación.

Norma Técnica Estatal Ambiental NTEA-002-SMA-DS-2009, que regula la Exploración, explotación y transporte de minerales no Concesionables en el Estado de México (2010, Noviembre 12). Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Neas L, Schwartz J, Dockery D. A case-crossover analysis of air pollution and mortality in Philadelphia. *Environ Health Perspect* 1999; 107:629-631.

Ostro B. Fine particulate air pollution and mortality in two Southern California Counties. *Environ Res* 1995; 70:98-104.

Ostro B. Air pollution and acute respiratory morbidity: An observational study of multiple pollutants. *Environ Res* 1989; 50: 238-247.

Ostro B, Sánchez J, Aranda C, Eskeland G. Air pollution and mortality: Results from a study of Santiago, Chile. *J Expo Anal Env Epid* 1996; 6:97-114.

Ostro B, Lipsett M, Mann J, Krupnick A, Harrington W. Air pollution and respiratory morbidity among adults in Southern California. *Am J Epidemiol* 1993; 137:691-700.

Ponce de León A, Anderson J, Bland M, David P, Strachan P, Bower J. Effects of air pollution on daily hospital admissions for respiratory disease in London between 1987-88 and 1991-92. *J Epidemiol Community Health* 1995; 33 Suppl 1:S63-S70.

Pope III A, Dockery D, Spengler J, Raizenne M. Respiratory health and PM10 pollution. A daily time series analysis. *Am Rev Respir Dis* 1991; 144:668-674.

Pope III A, Kalkstein L. Synoptic weather modelling and estimates of the exposure-response relationship between daily mortality and particulate air pollution. *Environ Health Perspect* 1996; 104:414-420.

Pope III A, Hill R, Villegas G. Particulate air pollution and daily mortality on Utha's Wasatch front. *Environ Health Perspect* 1999; 107:567-573.

PROAIRE (Aire Limpio: Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2007-2011). Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica-SMAGEM, 225 pp.

PROAIRE (Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México 2011-2020) (2011) Departamento del Distrito Federal, Gobierno del Estado de México, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Secretaría de Salud. México, D. F. 393 pp.

Ransom M, Pope III C. Elementary school absences and PM10 pollution in Utah Valley. *Environ Res* 1992; 58:204-219.

Romieu I, Cortés-Lugo M, Ruiz-Velasco S, Sánchez S, Meneses F, Hernández M. Air pollution and school absenteeism among children in Mexico City. *Am J Epidemiol* 1992; 136:1524-1531.

Romieu I, Meneses F, Ruiz S, Sierra J, Huerta J, White M. Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico City. *Am J Respir Crit Care* 1996; 154:300-307.

Saldiva P, Lichtenfels A, Palva P, Martins M, Massad E, Pereira S et al. Association between air pollution and mortality due to respiratory diseases in children in São Paulo, Brazil: A preliminary report. *Environ Res* 1994; 65:218-25.

Samet J, Zeger S, Kelsall J, Xu J, Kalkstein L. Does weather confound or modify the association of particulate air pollution with mortality? *Environ Res* 1998; 77: 9-19.

Schwartz J. Total suspended particulate matter and daily mortality in Cincinnati, Ohio. *Environ Health Perspect* 1994; 102:186-189.

Schwartz J., Dockery D. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Dis* 1992. 145:600-604.

Schwartz J., Dockery D. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am J Epidemiol* 1992; 135:12-19.

Schwartz J. Air pollution and daily mortality in Birmingham Alabama. *Am J Epidemiol* 1993; 137:1136-1147.

Schwartz J. Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environ Res* 1991; 56:204-213.

Schwartz J., Dockery D, Neas L. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J Air Waste Manage* 1996; 46:927-939.

Simpson R. Williams G. Petroeschevsky A. Morgan G. Rutherford S. Associations between outdoor air pollution and daily mortality in Brisbane, Australia. *Arch Environ Health* 1997; 52(6):442-454.

Spix C, Heinrich J, Dockery D, Schwartz J, Völksch G, Schwinkowski K et al. Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany, 1980-1989. *Environ Health Perspect* 1993; 101:518-526.

Schwartz J. Total suspended particulate matter and daily mortality in Cincinnati, Ohio. *Environ Health Perspect* 1994; 102:186-189.

Schwartz J., Dockery D. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *Am Rev Respir Dis* 1992. 145:600-604.

Schwartz J., Dockery D. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio. *Am J Epidemiol* 1992; 135:12-19.

Schwartz J. Air pollution and daily mortality in Birmingham Alabama. *Am J Epidemiol* 1993; 137:1136-1147.

Schwartz J. Particulate air pollution and daily mortality in Detroit. *Environ Res* 1991; 56:204-213.

Schwartz J., Dockery D, Neas L. Is daily mortality associated specifically with fine particles? *J Air Waste Manage* 1996; 46:927-939.

Simpson R. Williams G. Petroeschevsky A. Morgan G. Rutherford S. Associations between outdoor air pollution and daily mortality in Brisbane, Australia. *Arch Environ Health* 1997; 52(6):442-454.

Spix C, Heinrich J, Dockery D, Schwartz J, Völksch G, Schwinkowski K et al. Air pollution and daily mortality in Erfurt, East Germany, 1980-1989. *Environ Health Perspect* 1993; 101:518-526.

Schlesinger R. Toxicological evidence for health effects from inhaled particulate pollution: Does it support the human experience? *Inhal Toxicol* 1995; 7:99-109.

Schouten J, Vonk J, Graff A. Short term effects of air pollution on emergency hospital admissions for respiratory disease: Results of the APEHA project in two major cities in the Netherlands, 1977-89. *J Epidemiol Commun H* 1996; 50 Suppl: S22-S30.

Schwartz J. Air pollution and daily mortality: A review and meta-analysis. *Environ Res* 1994; 64:36-52.

Schwartz J. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Tucson. *Epidemiology* 1997; 8:371-377

Sunyer J, Castellsagué J, Sáez M, Tobías A, Antó J. Air pollution and mortality in Barcelona. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50:S76-S80.

SEGEM (Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México) (2003) Aire Limpio: Programa para el Valle de Toluca 1997-2000: Reporte Final y Evaluación. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica. México. 34 pp.

SEMARNAP (2000) Gestión Ambiental hacia la Industria, Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000. México, D. F. Pág. 16.

SENER (Secretaría de Energía) (2005) Balance Nacional de Energía 2004 [versión electrónica]. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. México, DF. 124 pp.

STGEM [Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado de México] (2007, 22 de noviembre). Programa Especial de Transporte Masivo del Estado de México. *Gaceta del Gobierno*, (102) (GEM).

STGEM y SMAGEM (2008, 31 de enero). Acuerdo por el que se establecen los requisitos que deberán cumplir los particulares, concesionarios y permisionarios del servicio público de transporte de pasajeros del Estado de México que participen en el proyecto de conversión de gasolina a gas natural comprimido o gas licuado de petróleo, para acceder a los subsidios previstos en el Artículo 14 de la Ley de Ingresos del Estado de México para el ejercicio fiscal del año 2008. *Gaceta del Gobierno*, (22) (GEM).

Thurston G, Kazahiko I, Patrick L, Kinney L. A multi-year study of air pollution and respiratory hospital admissions in three New York state metropolitan areas: Results for 1988 and 1989 summers. *J Expo Anal Env Epid* 1992; 2:429-450.

Touloumi G, Pocock S, Katsouyanni K, Trchopolous D. Short-term effects of air pollution on daily mortality in Athens: A time series analysis. *Int J Epidemiol* 1994; 23:957-967.

Touloumi G, Samoli E, Katsouyanni K. Daily mortality and "winter type" air pollution in Athens, Greece. A time series analysis within the APEHA Project. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50 Suppl: S47-S51.

UAM (Universidad Autónoma Metropolitana), Diciembre 2004, Elementos para la posición de negociación de México ante la Convención Marco de Cambio Climático.

Verhoeff A, Hoek G, Schwartz J, Van Wijnen J. Air pollution and daily mortality in Amsterdam. *Epidemiology* 1996; 7:225-230.

Vigotti M, Rossi G, Bisanti L, Zanobetti A, Schwartz J. Short term effects of urban air pollution on respiratory health in Milan, Italy, 1980-89. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50 Suppl 1:S71-S75.

Wöhrnschimmel, H. (2004) Evaluación de la Exposición Personal a Contaminantes Atmosféricos en Pasajeros de Vehículos de Transporte Público. Informe Final. Centro de Transporte Sustentable, México D.F. 48 pp.

Wordley J, Walters J, Ayres J. Short term variations in hospital admissions and mortality and particulate air pollution. *Occup Environ Med* 1997; 54:108-116

Woodruff T, Grillo J, Schoendorf K. The relationship between selected causes of post neonatal infant mortality and particulate air pollution in the United States. *Environ Health Perspect* 1997; 105:608-612.

Zmirou D, Barumandzadeh T, Balducci F, Ritter P, Laham G, Chilardi J. Short term effects of air pollution on mortality in the city of Lyon, France, 1985-90. *J Epidemiol Community Health* 1996; 50 Suppl 1:S30-S35.

## 11. GLOSARIO.

**Aire:** Mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad.

**Autorregulación:** Establecimiento de medidas voluntarias encaminadas a un mejor desempeño ambiental de la industria, donde se acepta el cumplimiento de estándares más estrictos que los establecidos en las normas ambientales obligatorias.

**Bióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>):** Gas incoloro de olor fuerte que se forma en la combustión de combustibles fósiles que contienen Azufre. Las emisiones de este contaminante provienen principalmente de la industria.

**Bióxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>):** Contaminante generado cuando el Nitrógeno contenido en los combustibles y en el aire es oxidado en un proceso de combustión.

**Calidad del aire:** Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente.

**Combustibles fósiles:** Llamados así por ser productos derivados de restos de plantas y animales que vivieron en épocas prehistóricas. Entre éstos se encuentra el Carbón mineral, el petróleo y gas.

**Concentración de contaminante:** Cantidad relativa de una sustancia en una masa o volumen específico de un medio.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural. En el caso del aire es una sustancia que, en alta concentración, puede causar daño al hombre, a los animales, vegetales o a los materiales. Puede incluir casi cualquier compuesto susceptible de ser transportado por el aire en forma de partículas sólidas, gotas líquidas, gases o sus combinaciones. Se clasifican en primarios, secundarios y terciarios.

**Contaminante criterio:** Ciertos contaminantes conocidos como dañinos para la salud humana presentes en el aire y que constituyen los principales parámetros de la calidad del aire.

**Convertidor catalítico:** Dispositivo para abatir la contaminación del aire, que remueve contaminantes de los gases de escape de los automóviles.

**Desarrollo sustentable:** Proceso que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas; se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos

naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

**Ecosistema:** Unidad funcional básica de interacción de los organismos entre sí y de éstos con el ambiente en un espacio determinado.

**Emisión:** Descarga directa o indirecta a la atmósfera de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o de energía.

**Estaciones de servicio:** Establecimientos donde se expenden gasolinas, diesel y aceites.

**Fuentes biogénicas:** Son aquellas provenientes de la vegetación y microorganismos del suelo generadas como parte de sus procesos vitales.

**Fuentes erosivas:** Son aquellas provenientes de lugares desprovistos de cubierta vegetal, sometidos a procesos de erosión eólica. En este rubro se incluyen los caminos no pavimentados.

**Fuentes puntuales:** Es toda instalación establecida en un sólo lugar, que tenga como finalidad desarrollar operaciones o procesos industriales, comerciales, de servicios o actividades que generen o puedan generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

**Fuentes móviles:** Comprende los vehículos con motores de combustión interna; vehículos de uso privado, de transporte de pasajeros y de carga, entre otros.

**Gestión ambiental:** Proceso administrativo mediante la fijación de metas, la planificación, y la aplicación de mecanismos jurídicos para prevenir y corregir el deterioro ambiental.

**Hidrocarburo (HC):** Compuestos orgánicos que contienen Carbono e Hidrógeno en combinaciones variadas.

**IMECA:** Índice Metropolitano de la Calidad del Aire. Unidad adimensional que permite comparar las magnitudes de los diversos contaminantes en una escala homogénea que va de 0 a 500, el nivel 100 puntos corresponde al valor de la norma oficial mexicana establecida para cada uno de los contaminantes.

**Indicadores:** Estadísticas o parámetros que proporcionan información cuantitativa acerca de las condiciones y fenómenos ambientales. Los indicadores generalmente se presentan en forma de tablas o gráficas.

**Inventario de emisiones:** Es un listado por fuente, de la cantidad de contaminantes del aire, descargados a la atmósfera de una comunidad, se utiliza para establecer estándares de emisión. Es el eje principal de un programa de gestión de la calidad del aire.

**Inversión térmica:** Condición atmosférica natural en la cual una capa de aire frío es atrapada bajo una capa de aire caliente, de tal manera que impide el movimiento natural de convección del aire. Esto hace que los contaminantes sean difundidos horizontalmente en lugar de serlo verticalmente, aumentando su concentración en la superficie.

**Material particulado:** Es una compleja mezcla de partículas suspendidas en el aire que varían en tamaño y composición dependiendo de sus fuentes de emisiones.

**Mina o banco:** Sitio donde se pueden extraer minerales no concesionables.

**Minerales no concesionables:** Las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción, ornamento de obras o se destinen a este fin; los productos derivados de la descomposición de las rocas, cuya explotación se realice preponderantemente por medio de trabajos a cielo abierto y que no son concesionables por el Gobierno Federal.

**Monitoreo:** Medición periódica para determinar los niveles de contaminación en varios medios.

**Monoterpenos:** Hidrocarburos producidos por las hojas de la vegetación, son los causantes de la neblina azulosa de los bosques y debido a ellos los montes se ven azules.

**Monóxido de Carbono (CO):** Gas incoloro e inodoro que resulta de la combustión incompleta de combustibles fósiles. Una cantidad significativa del CO emitido en áreas urbanas es producida por los vehículos automotores.

**Ordenamiento ecológico:** Instrumento de planeación, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

**Ozono (O<sub>3</sub>):** Gas tóxico y reactivo, de olor fuerte y color azul pálido, formado por tres átomos de Oxígeno. El Ozono no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma por las reacciones químicas entre los hidrocarburos y los Óxidos de Nitrógeno en presencia de luz solar.

**Partículas menores a 10 micrómetros (PM<sub>10</sub>):** Se refiere a las partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a 10 micras ó Qm (donde una micra es la millonésima parte de un metro)

**Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM<sub>2.5</sub>):** Se refiere a las partículas de diámetro aerodinámico inferior o igual a 2.5 micras ó Qm (donde una micra es la millonésima parte de un metro)

**Programa de restauración o rehabilitación:** Documento técnico de planeación de las actividades necesarias para la rehabilitación o restauración de los terrenos degradados o impactados, por la explotación de materiales.

**RAMA-ZMVT:** Red Automática de Monitoreo Atmosférico de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**Sinérgico:** Efecto de dos o más agentes químicos, que es mucho mayor que el efecto producido por la suma de los efectos individuales.

**Sistema de administración ambiental:** Es aquella parte del sistema de administración general que incluye actividades de planeación, procedimientos y

recursos para desarrollar, implementar, alcanzar y mantener la política ambiental de la organización.

**Vehículo ostensiblemente contaminante:** Vehículo automotor que en su circulación es visible la emisión de contaminantes que pueden rebasar los límites permisibles por la normatividad ambiental.

**Vientos alisios:** Sistema de vientos relativamente constantes en dirección y velocidad que soplan en ambos hemisferios, desde los 30° de latitud hacia el Ecuador con dirección noreste en el hemisferio norte y sureste en el hemisferio sur.

**ZMVT:** Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

## **Anexos.**

Resultados de las mesas de trabajo y consultas con los actores relevantes.

### **Primer Foro de Trabajo PROAIRE 2012-2017, Valle de Toluca. Instalación del Comité Núcleo.**

En el Parque Ambiental Bicentenario, ubicado en el municipio de Metepec, el día 27 de Abril de 2012, se llevó a cabo el Primer Foro de Trabajo, al que asistieron 250 personas, con el objetivo de plantear acciones tendientes a prevenir, controlar y reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, generadas principalmente por las actividades humanas y económicas en el Valle de Toluca.

En este marco, durante un periodo de 2 horas, se conformaron grupos interinstitucionales, representados por las autoridades: federales, estatales y municipales, así como del sector académico; institutos de investigación; asociaciones y ONG'S, los cuales compartieron sus ideas e inquietudes en las diferentes mesas temáticas, que concluyeron en aportaciones para controlar la contaminación del aire.

### **Segundo Foro de Trabajo PROAIRE 2012-2017, Valle de Toluca. Conclusiones.**

Con la asistencia de 205 personas, integradas en grupos de trabajo interinstitucionales, que dieron participación a las autoridades federales, estatales y municipales; sector académico; institutos de investigación; asociaciones y ONG'S, el día 25 de Septiembre de 2012, se validó la firma del acta que establece las estrategias, medidas y acciones para prevenir, controlar y reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera y que serán incluidas en el **Programa para Mejorar la Calidad del Aire del Valle de Toluca (2012-2017)**

## MESA 1: EROSIÓN.

### OBJETIVO:

1. Regular las actividades antrópicas y su problemática actual para disminuir la erosión en el Valle de Toluca.
2. Aminorar los efectos de la erosión evitando la acumulación de partículas de dispersión, a través de acciones que permitan la conservación de los suelos.
3. Medurar las condiciones ambientales en beneficio de la salud de la población.

### PROBLEMÁTICA.

1. Actividad Agropecuaria:
  - a) Inadecuadas prácticas agrícolas como monocultivo y quemas no controladas.
  - b) Pastoreo de rebaño.
  - c) Cambio de uso de suelo.
2. De forestal a agrícola, favoreciendo deslizamientos masivos.
  - a) De agrícola a Urbano.
  - b) De agrícola a Minero.

### RESPONSABLES:

Secretaría del Medio Ambiente. Protectora de Bosques (PROBOSQUE)  
Secretaría de Desarrollo Agropecuario.  
Secretaría de Desarrollo Urbano.  
Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México (PROPAEM)  
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)  
Gobiernos Municipales.  
Secretaría de Seguridad Ciudadana.  
Policías Municipales.

### SOLUCIONES:

- Fomentar la práctica de labranza de conservación, la cual usa los residuos de cosechas (rastrajo), contribuyendo de manera esencial a conservar y rehabilitar el suelo, al incorporar materia orgánica; mejorar la fertilidad del suelo y reducir los costos de producción para incentivar una agricultura sustentable.
- Impulsar una labranza de cultivo con técnicas amigables, por ejemplo, la labranza cero que cumple con una función vital en la producción de superficie de biomasa, al mismo tiempo que sustenta la producción de alimentos y protege el medio ambiente.

- Fomento del cultivo de cobertura, por ser una de las alternativas para mantener el balance de Carbono en el suelo, mejorando las propiedades físicas y la fertilidad del mismo.
- Evitar el monocultivo, sobre todo el progresivo, que ha llevado a un empobrecimiento del suelo.
- Promover las cercas rompe-vientos con especies forestales propias del lugar. Las cortinas o cercas rompe-vientos son hileras de árboles o arbustos de diferentes alturas que forman una barrera, opuesta a la dirección predominante del viento, alta y densa que se constituye en un obstáculo al paso del viento. Se conocen también como barreras rompe vientos, setos vivos o fajas de albergue, por refugiar a cierto tipo de fauna.
- Promover las prácticas forestales, en áreas ubicadas con alturas mayores a 3 mil m. sobre el nivel del mar o con pendientes mayores al 10%.
- Efectuar terracerías y labores de conservación de suelos.
- Incrementar la vigilancia y cumplimiento de la normatividad, principalmente en la extracción de materiales pétreos.

## **MESA 2: REFORESTACIÓN E INCENDIOS.**

### **PROGRAMA DE GESTIÓN FORESTAL EFICIENTE.**

#### **OBJETIVO GENERAL.**

Mantener en condiciones óptimas la superficie forestal del Estado de México (preferentemente incrementarla) mediante el control de incendios y el empoderamiento municipal, para incidir positivamente en la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### **PROBLEMÁTICA.**

#### **MARCO LEGAL:**

- a) Incluir incendio forestal como delito grave en los bandos municipales, ya que no está contemplado.
- b) Falta readecuar las multas según la magnitud de la sanción.
- c) Falta de anuencia del propietario para reforestar, las instituciones están limitadas.
- d) Se sigue permitiendo el cambio de uso de suelo de forestal a urbano y de forestal a ganadero.
- e) Hay lagunas en las reglas de operación y duplicidad de programas.
- f) No se limita la aplicación de programas ganaderos en zonas forestales.

- g) Disparidad entre los ámbitos: federal, estatal y el bando municipal.

### **GESTIÓN Y COORDINACIÓN.**

- a) Los programas de Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) no se han hecho operativos. Hasta el momento son un instrumento, de política pública, sustentado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y de la Protección Ambiental (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico es de observancia obligatoria para todo el territorio y tiene como propósito vincular las acciones y Programas de la Administración Pública, que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.
- b) Existe una incipiente vinculación, es decir, se inicia un enlace de las acciones a los programas de observancia ambiental.
- c) PROBOSQUE - Municipio, no han involucrado, lo suficiente, a la sociedad civil.
- d) Coordinación, PROBOSQUE-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Falta de homologación de programas-lineamientos-montos.
- e) Deficiente coordinación de actores de los niveles de gobierno.
- f) Es necesario gestionar los recursos para financiar las actividades, ya que las actuales son insuficientes.

### **NIVEL DE CONOCIMIENTO.**

- a) Que la planta indicada esté en el momento y lugar correcto requiere de un diagnóstico y un plan estratégico de reforestación en la entidad; actualmente no existe.
- b) Las autoridades y sociedad desconocen los mecanismos y programas existentes y los apoyos disponibles.
- c) No hay un libro (jurisprudencia) rural y urbana de costo ambiental al delito ambiental.
- d) Divulgación de la ley forestal.

### **VIGILANCIA.**

- a) No hay programas atractivos para prácticas sustentables.
- b) No hay castigo severo a talamontes, incendiarios, ni al pastoreo extensivo no regulado, la vigilancia es nula.
- c) No se supervisa la actividad pastoril por la compactación de uso de suelo.
- d) No hay inspecciones sobre los logros de los programas.
- e) No hay vigilancia de la aplicación de la norma para quemas.
- f) No se lleva registro suficiente del delito ambiental municipal.
- g) Ha faltado vinculación entre actores y visión a largo plazo, particularmente en el seguimiento de acciones implementadas con anterioridad.

### **RESPONSABLES:**

Sociedad.

Ejidos: Comisarios Ejidales.

Gobierno Federal: SAGARPA, INIFAP, CONAFOR, PROFEPA, SEMARNAT,

Gobierno Estatal: SEDAGRO, PROBOSQUE, CEPANAF y Desarrollo Urbano.

Organizaciones No Gubernamentales.

Municipios: Áreas de Ecología Protección Civil y Bomberos.

Universidades.

## **SOLUCIONES:**

### **MARCO LEGAL.**

- a) Adecuar el marco legal a los problemas y necesidades actuales.
- b) Revisar y reestructurar el marco legal para limitar el cambio de uso de suelo.
- c) Circunscribir la aplicación de programas ganaderos en zonas forestales.
- d) Incluir al incendio forestal como delito grave en los bandos municipales.
- e) Revisar la vinculación entre instancias y programas.
- f) Readecuar multas y apoyos para hacer mas efectivas las instancias y los programas.
- g) Contar con un libro de jurisprudencia del valor económico del delito forestal en el Estado de México.

### **PROGRAMA DE PREVENCIÓN.**

Integrar empresas, gobierno y sociedad civil en un programa efectivo de prevención, basada en la construcción de una cultura forestal particularmente para evitar incendios.

### **GESTIÓN Y COORDINACIÓN.**

Crear un cuerpo colegiado, donde interactúen todos los actores para coordinar acciones, establecer líneas de responsabilidad, gestionar recursos y aplicar políticas en el manejo forestal sustentable.

### **NIVEL DE CONOCIMIENTO.**

- a) Desarrollar un plan estratégico de reforestación urbana y rural en el Estado de México, para identificar especies, predios, tiempos y actores idóneos para la plantación de árboles.
- b) Elaborar un programa de difusión para entidades y apoyos disponibles a la reforestación y conservación de áreas verdes.

### **VIGILANCIA.**

- a) Establecer un sistema de vigilancia de los impactos forestales.
  1. Control de incendios, vigilancia constante y seguimiento en la aplicación de la NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007.
  2. Tala ilegal.
  3. Pastoreo extensivo no regulado.
- b) Normar y establecer el costo ambiental del impacto forestal.

### **FINANCIAMIENTO A LA CONSERVACIÓN.**

- Establecer mecanismos de apoyo, e incentivos que hagan atractivas las prácticas agropecuarias sustentables.

### **EMPODERAMIENTO DE LOS MUNICIPIOS.**

- En las acciones de seguimiento y control del Estado Forestal.

Dentro de la mesa se propone la siguiente medida:

### **Arborización Urbana en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.**

**Acción:** Arborizar las regiones menos provistas de vegetación de la ciudad con especies nativas, que incrementen la captación de contaminantes, el valor, la funcionalidad y la calidad estética de la ciudad.

**Objetivo:** Satisfacer la norma de la OMS, que establece que deben existir 9m<sup>2</sup> de arbolado urbano, por habitante.

#### **Actores responsables de su ejecución:**

Requiere la colaboración de diversos actores de la sociedad, el gobierno y la academia.



Actor	Funciones Posibles
Gobierno Municipal	Concertación con propietarios, labores de instalación y mantenimiento, así como gestión de fondos de instancias federales y estatales para financiamiento de actividades.
PROBOSQUE	Provisión de las especies endémicas más adecuadas para la reforestación; asesoría técnica y seguimiento.
Iniciativa Privada	Financiamiento de las labores y campaña de educación masiva haciendo uso de los medios de comunicación.
Sociedad Civil	Apropiación vía convenio de usufructo del cuidado y mantenimiento de los espacios verdes.
Universidades	Generación de sistemas de monitoreo, y análisis de sitios óptimos; además de materiales educativos.
Instituciones de Educación Básica	Adopción de camellones y espacios públicos para su mantenimiento.

**Justificación:** El arbolado urbano otorga numerosos beneficios a los habitantes ciudadanos. Es el componente del ecosistema que contribuye en procesos ecológicos clave, tales como protección del suelo, captación de agua, regulación del clima, mitigación de tormentas y regulación de la escorrentía (McPherson, 2011). Su valor estético y de embellecimiento, así como su importante función en la cohesión social y el bienestar humano son innegables (Lo y Jim, 2010, Germann-Chiari y Seeland, 2004).

Un programa sustentable y factible de mejoras a la calidad del aire, debe considerar seriamente el incremento de la superficie arbolada en la ciudad. Las hojas de los árboles son un excelente filtro de contaminantes a la atmósfera; gracias a ellos, respiramos aire limpio.

Nowak y Crane (2002) han documentado que el arbolado urbano almacena 700 millones de toneladas de Carbono, con una tasa anual de captura de Carbono de 22.58 millones de toneladas. En Sonora, México, Alcalá et al. (2010) han estimado la capacidad del huizache para retener polvo atmosférico en  $0.16 \pm 0.01$  (g/kg de peso seco), concluyendo que 169 individuos de 370 m<sup>2</sup> de superficie foliar retuvieron 807.82 g de polvo atmosférico. En la ciudad de México, Escobedo y Chacalo (2008) estimaron que los árboles captaron 2161 toneladas de PM<sub>10</sub> y 1863 toneladas de O<sub>3</sub> en el año 2000.

Tener arbolado urbano es, además, rentable. McPhaterson et al. (2011) calculan que un árbol plantado genera beneficios anuales entre 38 y 56 dólares, en promedio. Los árboles en parques Canadienses generaron 23,326 dólares en beneficios anuales (16,665 en servicios ambientales y 9,661 estéticos) durante 2008 y otorgaron una relación beneficio a costo de 3.4 a 1 (Millward y Sabir, 2011).

La cantidad de servicios y bienes que los ecosistemas forestales urbanos pueden ofrecer, dependen de la cantidad de cobertura arbórea disponible (Dobbs et al., 2011). Los investigadores de la Facultad de Geografía del Estado de México han insistido en la necesidad de incrementar el arbolado urbano en la entidad y en Toluca. Se ha señalado esta necesidad de incrementar la infraestructura verde para conservar el agua y el suelo (Antonio, Juan y Madrigal, 2010). Se ha evaluado el cumplimiento a la norma OMS sobre la densidad del arbolado urbano en Toluca y relacionado con la incidencia de días excediendo a las normas de calidad del aire en las estaciones de monitoreo (Antonio, 2007). La más reciente publicación (Antonio, Madrigal, Juan y Romero, 2011) documenta que 85 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBS) cumplen a la norma OMS, mientras que 74 no cuentan con la densidad de arbolado recomendada.

También se establece que la conectividad existente entre manchones de arbolado es insuficiente para garantizar su funcionalidad geológica, pues la distancia entre éstos es de 83 metros en promedio. Torres y Noveno (2010) han reflexionado sobre los servicios ambientales que el arbolado de la ciudad de Toluca provee, concluyendo que es necesario “crear y preservar el paisaje natural en aquellos espacios donde sea posible la existencia de una relación entre el espacio construido y el ambiente, otorgar un sentido de identidad y atractivo a la imagen urbana de la ciudad y favorecer la vinculación entre los procesos sociales y los naturales”.

Considerando la diversidad y valor económico de los servicios y funciones que el arbolado urbano otorga a las ciudades, se establece que la planificación del arbolado urbano de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, debe ser una de las prioridades del Programa Aire Limpio.

**Descripción:** Se sugiere que el proceso de reforestación de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca considere los siguientes aspectos:

1. La generación de un sistema de información espacial, conteniendo la ubicación, estado y funcionalidad de los espacios verdes actuales, en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
2. La ubicación de sitios de factibilidad para ser incorporados en la red de espacios verdes urbanos.
3. La elección de especies sociales y que no demanden tanta agua.
4. El establecimiento de espacios verdes multifuncionales.

5. La organización de grupos vecinos, escuelas e instituciones de la sociedad civil que adopten como suyo el espacio.

**Calendario propuesto de ejecución:**

Acción	AÑO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Establecimiento de convenios de colaboración.										
Campaña masiva de educación "Adopta un Árbol".										
Desarrollo de sistemas de información especial.										
Identificación de sitios óptimos para reforestación.										
Reproducción de las especies nativas en vivero.										
Gestión de los acuerdos de concesión.										
Instalación de las especies nativas.										
Mantenimiento de las especies.										
Evaluación del programa.										

**Beneficios esperados:**

- Mejoramiento de la calidad de vida de 497,758 habitantes, representando el 51% de la población total que se estima en 963,415.
- Reducción del 20% de la dependencia de aire acondicionado para regular el clima en casas habitación.
- Captura de por lo menos 20% de los contaminantes producidos en la ZMVT.
- Reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias agudas, en la población altamente vulnerable, estimada en medio millón de habitantes. Considerando los costos asociados y la pérdida de productividad asociada a medio millón de habitantes enfermos, se relaciona con ahorros millonarios para el sector salud.
- Contribución en la captación de agua, y en la mitigación de avenidas.
- Reducción de la violencia doméstica.
- Incremento de la salud y la socialización en la población local.
- Incremento del valor inmobiliario de las casas cercanas a los espacios verdes.
- Incremento del sentido de pertenencia y el apego por el territorio.
- Mejora en la cultura ambiental general.

**Costo estimado:** Tendrá que definirse en función de la superficie total a ser arborizada y la cantidad de especies arbóreas, requiere de un estudio más detallado, con los valores reales de superficie a arborizar y número de plantas a mantener. Es importante mencionar que la proporción costo/beneficio de instalar árboles será siempre positiva. Instalar arbolado urbano en la ciudad es una buena inversión.

### MESA 3: VERIFICACIÓN VEHICULAR.

#### OBJETIVO.

Optimización del Programa de Verificación vehicular.

#### PROBLEMÁTICA.

1. Ampliar el alcance sobre el control de emisiones por fuentes móviles a 22 municipios, que comprenden la ZMVT.
2. Involucra conocer el parque vehicular (cantidad, caracterización, antigüedad y tecnología)
3. Aumentar y establecer un nivel de observancia y regulación vehicular; para autos, camiones, tracto camiones y motos.
4. Trabajar de manera conjunta en los procesos y protocolos de verificación vehicular; involucrar y dar seguimiento por parte de las instituciones de los tres niveles de Gobierno: Federal, Estatal y Municipal.
5. Regular los protocolos de medición y sanción a los vehículos ostensiblemente contaminantes con combustible de gasolina y diesel.

#### RESPONSABLES:

Las instituciones involucradas para optimizar el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio en el Valle de Toluca son las siguientes:

Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM)  
Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de México (PROPAEM)  
Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)  
Secretaría de Seguridad Ciudadana (SSC)  
Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM)  
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ)  
Tecnológicos.  
Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)  
Centro Mario Molina (CMM)

#### SOLUCIONES:

1. Con la finalidad de conocer el impacto real de la flota vehicular, en circulación, en el Valle de Toluca (altitud, tecnología automotriz y combustible) se proponen las siguientes acciones:
  - Diagnóstico con sensor remoto.
  - Caracterización de los combustibles comerciales en el Valle de Toluca (diesel, gasolina) y combustibles alternos (gas L.P., gas natural)
  - Diagnóstico frecuente del programa de verificación vehicular estatal.
  - Mejoras tecnológicas al programa de verificación vehicular estatal.
  - Llevar a cabo una inspección anual del programa de verificación vehicular, mediante una institución.

2. Para mitigar el impacto de los vehículos con motores a diesel en maquinaria de construcción y agrícola, se plantean como medidas:
  - Uso de biocombustibles y sus mezclas.
  - Implementación de una norma jurídica, para la utilización de biocombustibles que contemple la mezcla idónea para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
3. Con el propósito de sustituir los sistemas reductores de emisiones en vehículos con antigüedad de 10 años o más, se sugiere:
  - Establecer un programa de sustitución, regulado, de los convertidores catalíticos, basado en estudios que establezcan la reducción mínima de emisiones reguladas y una durabilidad de cuando menos 60,000 km.
4. Con la finalidad de establecer programas alternativos de mitigación de emisiones contaminantes de las fuentes móviles, se propone:
  - Apoyo para la investigación y uso de tecnologías de nuevo desarrollo (descargas de plasmas, uso de aditivos libre de metales pesados, nanotecnología aplicada y sistemas reductores de emisiones, entre otros)
  - Estudios sobre biocombustibles y sus mezclas con combustibles comerciales (basados en estudios que comprueben su efectividad y desempeño)

#### **MESA 4: TRANSPORTE.**

##### **OBJETIVO:**

Reducir la contaminación atmosférica, asociada a fuentes móviles, para mejorar la calidad de vida de las personas.

##### **PROBLEMÁTICA:**

Contaminación atmosférica generada en mayor medida, a partir de fuentes móviles (Movilidad)

##### **RESPONSABLES:**

Secretaría de Seguridad Ciudadana.  
Secretaría de Educación.  
Secretaría de Transporte.  
Secretaría del Medio Ambiente.  
Secretaría de Salud.

## SOLUCIONES:

**Movilidad.** Asumir que el acceso al aire limpio es un derecho humano y que el gobierno debe garantizar la salud de las personas. Con base en lo anterior, en el PROAIRE 2007-2011, todos los temas continúan vigentes y se estima que además debe trabajarse en los proyectos que a continuación se exponen:

- a) Promover la educación para generar una cultura vial y ambiental.
  - 1. Impartir educación vial dentro del sistema de educación normal básico.
- b) Aplicación del marco normativo por parte de la autoridad correspondiente.
  - 1. Implementar un modelo de gestión, incluyente y participativo para incorporar dentro de la formalidad a todos los prestadores de servicios de transporte público.
  - 2. Monitoreo de la calidad de los combustibles disponibles en la región para que, cumplan la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, que establece las especificaciones de los combustibles fósiles para la Protección Ambiental.
- c. Monitoreo de procesos constructivos (pavimentación y reencarpetamiento, etc.) para que no haya irregularidades en el uso de materiales y procedimientos.
- d. Construcción de una sociedad consciente, informada y respetuosa de su entorno y del marco legal.
- e. Establecer una política clara para convocar a la población a disminuir, mediante diferentes estrategias, el uso del automóvil.
- f. Privilegiar la inversión pública y/o privada, dirigida a contar con infraestructura que haga viable el transporte masivo y la movilidad no motorizada, ciclovías, andadores y peatonales, etc., en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

## OBSERVACIONES:

- a. Utilizar materiales constructivos y productos estabilizadores que permitan reducir el uso y apertura de nuevos bancos materiales.
- b. Es fundamental fortalecer la RED Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA) en la ZMVT.
- c. Mejorar la calidad del aire reduciendo el uso del transporte, dando a la gestión del espacio público una visión integral, donde las acciones para mejorar la movilidad de las personas, también se acompañe de una planificación territorial sustentable.
- d. Colocar a los ciudadanos como eje central de todas las decisiones
- e. La movilidad sustentable, parte de tener una mayor necesidad de desplazamiento, pero cuando es necesario hacerlo se cuenta con alternativas que se articulan y complementan en el siguiente orden:

1. Peatón.
2. Alternativa no motorizada.
3. Transporte Público.
4. Transporte masivo.
5. Automóvil.

## **MESA 5: INDUSTRIA.**

### **OBJETIVOS.**

1. Fortalecer la inspección y vigilancia en las industrias de jurisdicción federal y estatal.
2. Mejorar los esquemas de inspección y vigilancia en los establecimientos comerciales y de servicios bajo la jurisdicción del gobierno estatal.
3. Impulsar la entrada de las industrias en programas de autorregulación y mejora continua.
4. Fomentar la instalación y el uso de tecnologías de control de emisiones en las industrias de jurisdicción federal y estatal.

### **PROBLEMÁTICA:**

- a. Falta de control de las emisiones a la atmósfera por parte de la industria.
- b. Desconocimiento del número de empresas asentadas en los municipios, así como del tipo de contaminación que emiten.
- c. Incumplimiento de la normatividad ambiental por parte de la industria.
- d. Falta de dirección permanente en municipios.
- e. Municipio, implementación de certificados de industria limpia a través de un padrón y una invitación a las industrias existentes para que la PROPAEM realice auditorías ambientales de forma voluntaria.
- f. Tener personal calificado y certificado para realizar visitas de verificación.
- g. Formato único de actas de visitas de verificación.
- h. Red de Monitoreo, fomentar la instalación para la pequeña y mediana industria, apoyos fiscales en la industrias, debido a los costos que implica la realización de la auditoría ambiental.
- i. ISO 14000, certificación de industria que no contamina. Establecer la implementación de incentivos económicos a las empresas, a través de apoyos fiscales, para que de manera voluntaria se certifiquen como industria limpia.
- j. Plan de contingencia ambiental, en caso de rebasar los niveles atmosféricos en el Valle de Toluca.

### **RESPONSABLES:**

PROPAEM.

Municipios asentados en el Valle de Toluca, Lerma, Santiago Tianguistenco y Zinacantepec.

## **SOLUCIONES:**

- a. Que el municipio cuente con un padrón, a través del cual invite a las empresas a certificarse como industria limpia por medio de las auditorías que realice la PROPAEM.
- b. Que el municipio disponga de personal capacitado y certificado, para realizar visitas de verificación a las industrias que cuentan con los conocimientos técnicos en la industria de manera global en los tres niveles de gobierno.
- c. Implementación de un formato único de actas de certificación.
- d. Estabilizar la implementación de incentivos económicos a las empresas, mediante apoyos fiscales, para que de manera voluntaria se certifiquen como industria limpia.
- e. Implementación del plan de contingencia ambiental en el Valle de Toluca, en caso de rebasar los niveles atmosféricos en las industrias.
- f. Fortalecer las acciones para evaluar el cumplimiento de la normatividad ambiental.

## **MESA 6: ESTACIONES DE SERVICIO.**

### **OBJETIVO.**

Contar con sistemas de recuperación de vapores que minimicen las emisiones fugitivas, mejorando la calidad del aire en el Valle de Toluca.

### **PROBLEMÁTICA:**

Reforzar la información sobre el tema de recuperación de vapores a las gasolineras en el Valle de Toluca.

### **RESPONSABLES:**

Secretaría del Medio Ambiente.  
Asociación de Gasolineras del Valle de Toluca.

### **SOLUCIONES:**

1. La incorporación de los sistemas de recuperación de vapores en las estaciones de servicio que no cuenten con ellos.
2. El seguimiento a los sistemas de recuperación de vapores, en aquellas gasolineras que hagan cambios físicos o que su regulación no esté actualizada.

### **OBSERVACIONES:**

Propuesta para el PROAIRE. Proyecto Evaluación de COV's y BTX en Trabajadores de Estaciones de Servicio. Colocación de un muestreador de 5 x 5 cm (aprox.) tipo dosímetro para conocer que cantidad de estos contaminantes inhalan los trabajadores. Muestreo por un mínimo 3 días: a) Día elevado de trabajo, b) Día Medio, c) Día bajo. Fines de Investigación. Doctora, Carmen Carreño del Instituto Tecnológico de Toluca.

## HORNOS LADRILLEROS.

### OBJETIVO.

Mitigar y reducir la contaminación, generada por el sector ladrillero y las estaciones en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### PROBLEMÁTICA:

- a. Generar un padrón de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
- b. Tipo de Combustible.
- c. Tamaño de horno.
- d. Número de personas participantes.
- e. Localización de hornos.
- f. Ubicación de la Red de monitoreo; criterio rosa de los vientos.
- g. Sistema utilizado para la combustión de combustible.
- h. Evidencias científicas en los efectos a la salud.
- i. Integración de artesanos para el aprovechamiento de energías.
- j. Costo-beneficio de hornos tecnificados para llevar mayor número de quema por mes.
- k. Financiamiento nacional e internacional para este sector.
- l. Mejores prácticas para este sector.

### RESPONSABLES:

Gobierno del Estado de México (Secretaría del Medio Ambiente)  
Municipios: Toluca, Metepec, Lerma, San Mateo Atenco, Ocoyoacac,  
Xonacatlán y Zinacantepec.

### SOLUCIONES:

1. Sustitución de hornos tradicionales por otros de mayor eficiencia energética, para reducir la cantidad de combustible (2012)
2. Vigilancia de las estaciones de servicio bajo un registro de la forma de operación (2012)
3. Inventario de Emisiones reales para hornos convencionales y estaciones de servicio (2012-2014).
4. Diagnóstico del estado que guarda el sector tabiquero y estaciones de servicio (2015)
5. Definición de acciones y modificaciones al sector tabiquero y estaciones de servicio (2016-2017)

### OBSERVACIONES:

Partiendo de los costos estimados, se buscará el financiamiento de entidades nacionales e internacionales.

### JUSTIFICACIÓN:

Los efectos de la contaminación atmosférica, producida por el sector ladrillero y estaciones de servicio participan en la alteración de los ecosistemas y por ende, en el cambio climático; asimismo, se ha registrado un incremento importante en las enfermedades cardio-respiratorias de los habitantes.

## **BENEFICIOS:**

1. Preservación de los Ecosistemas de la Región.
2. Preservación de riesgos al personal laboral y vecinos aledaños.
3. Reducción de incidencias de enfermedades cardiorespiratorias en los habitantes de la ZMVT.
4. Mejores condiciones laborales y de salud para los habitantes de localidades adyacentes.
5. Mayor eficiencia de operación de las ladrilleras y estaciones de servicio.

## **MEDIDA:**

Alternativas en tecnologías para el tratamiento y/o control de contaminantes atmosféricos de las diferentes fuentes fijas y en el ahorro del consumo de energía y de combustibles.

## **CONTAMINANTES INVOLUCRADOS.**

Material particulado menores a  $PM_{2.5}$ , gases de efecto invernadero.

## **ACCIONES:**

1. Actualización del inventario de emisiones del sector ladrillero y de estaciones de servicio.
2. Actualización del número de establecimientos en la ZMVT.
3. Identificación de características de hornos, tamaño, tipo de combustible utilizado, así como de las estaciones de servicio.

## **MESA 7: SALUD.**

### **OBJETIVO.**

Producir información sobre daños a la salud y su relación con la calidad del aire para la toma de decisiones.

### **PROBLEMÁTICA:**

1. La información sobre contaminación ambiental o calidad del aire y su impacto en la salud no se considera en tiempo Real (oportuna)
2. Existen diagnósticos de salud que no se registran en los sistemas de información, oficiales, existentes.
3. La RAMA aporta información relativa a la concentración de contaminantes criterio, pero no caracteriza, por lo que no se puede asociar a daños a la salud.
4. La población no cuenta con suficiente información sobre riesgos a la salud.
5. Existe desarticulación entre variables de estudio del área ambiental con la salud.
6. No existe un sistema específico de información que relacione o registre calidad del aire y daños a la salud, diferente e independiente al sistema de vigilancia epidemiológica existente.

7. No hay participación activa de los Ayuntamientos.
8. No se conocen plenamente los efectos a la salud, derivados de la calidad del aire por olores o concentración bacteriológica y radiación solar.
9. Faltan indicadores y proyectos de investigación que aborden la mitigación de daños a la salud.

#### **RESPONSABLES:**

Consejo de Salud.  
IMIEM.  
ISEM.  
CEVECE.  
Universidad Tecnológica del Valle De Toluca.  
Instituciones educativas, como la UAEM.  
Subdirección de Atención Médica, hospitales y Regulación Sanitaria.  
Ayuntamientos.

#### **SOLUCIONES:**

Generación de un observatorio que cuente con la información en tiempo real, semaforizarla y disponer de ella para emprender las siguientes acciones:

1. Líneas de Investigación para medir daños a la salud, a través del uso de equipos de medición (espirómetros), bio-indicadores.
2. Implementar estrategia de comunicación de riesgos, dirigida a la población en general (uso de redes sociales) tomadores de decisiones (Cámara de Diputados; las secretarías federales y estatales, en los ramos de Educación, Transporte y Salud, etc.).
3. Instrumentación de un plan de contingencia ambiental.
4. Contexto ecosistémico y de riesgo integrado.
  - a. Transdisciplina.
  - b. Participación comunal.
  - c. Equidad de Género.

### **MESA 8: EDUCACIÓN AMBIENTAL.**

#### **OBJETIVO.**

1. Fortalecer los temas ambientales en los niveles educativos, técnicos, profesionales y de investigación.
2. Difusión de acciones en *pro* del Medio Ambiente, (medios de comunicación)
3. Educación empresarial, ideal para evitar la contaminación con los residuos y gases que emiten y producen en las industrias; también en el sector público.
4. Plantear índices de valoración (Estrategias)
5. Fortalecer la educación no formal y formal, como efecto al individuo.
6. Educación a favor de la prevención, ante el incremento de los índices de analfabetismo, y promoción de la educación en sistema abierto.
7. Formación de promotores.

## **PROBLEMÁTICA:**

### **Educación formal en materia de contaminación ambiental.**

Sintonizar, es decir, mantenerse en un mismo objetivo o lineamiento, en beneficio de la educación en todos los sectores y niveles de la sociedad.

### **Educación Ambiental. Ordenamiento vehicular**

Es la correspondiente a la educación ambiental para promover una formación vial, ante la falta de información.

Promover lugares libres de humo.

Lograr que la educación ambiental sea ejercida por niños y adultos.

### **Factores del Cambio de conducta.**

Información.

Población.

Comunidad a través de promotores.

Capacitación, igual a buen resultado.

### **Cambio de horario.**

Información fácil de entender; con impacto y sensibilidad (Variación, materia, información). Accesibilidad a los centros o puntos donde se proporciona la información.

Información.

Accesibilidad.

Organización.

Compromiso.

1. Leyes.
2. Educación vial.
3. Cómo educar. Medios de comunicación en todo sentido.
4. Educación, profesor.  
Reforzar con maestro.
5. Educación, municipio  
Bicicleta Metepec.

Falta información -exceso de información-información efectiva. Y acción de ella. Seguimiento de resultados. Necesidades que tenemos. Reformas, acciones (referenciar) tener coordinación interinstitucional -acción-concertación. Delimitar ámbito (prioridades) cambio de conducta.

## **RESPONSABLES:**

Niveles de gobierno: estatal, federal y municipal.

Instancias Regulatorias.

Empresas (Sector Privado)

Medios de Comunicación.

Sociedad (Familia)

Sector Educativo.

El Investigador

### **SOLUCIONES:**

1. Tener visión general formal, informal y no formal.
2. Información.
3. Eduque y Resolutiva (Sensibilizar e impacte) Investigación.
4. resultados del impacto. Coordinación intersectorial (de todos los involucrados)
5. Educación Vial | Implementar programas de bicicletas cerrando vialidad.
6. Medio de transporte alternativo.
7. Educar, organizar a la gente para usar un sólo vehículo (trabajo, escuela)
8. Redes sociales, estrategias de solución, medios de comunicación, radio, televisión, folleto, periódico impreso, internet y difusión.
9. Medios de prevención y capacitación para trabajadores que se mueven en un ambiente de gases contaminantes (agrícola / industrial y artesanal)

### **MESA 9: INVENTARIO DE EMISIONES.**

#### **OBJETIVO.**

Actualizar, fortalecer y mejorar el Inventario de Emisiones en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, estableciendo como año base el 2006 para la elaboración del PROAIRE.

#### **PROBLEMÁTICA:**

1. Déficit en la obtención de inventarios, actualizados, que estén ligados a la toma de decisiones para el PROAIRE.
2. En el Inventario de Emisiones se habla del combustóleo cuando ya no está permitido en el Estado de México, por ello, es necesario mantener suficiente observancia para no caer en errores que mencionen actividades no permitidas.
3. Falta de información confiable para la elaboración del Inventario de Emisiones.
4. Falta de una legislación o normatividad adecuada, que obligue al reporte de emisiones de los diferentes giros de los establecimientos.
5. Problemas en la inspección y vigilancia en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### **RESPONSABLES:**

Secretaría del Medio Ambiente.  
Municipio.  
Gobierno Federal.  
Instituciones Educativas.  
Secretaría de Transporte.  
Secretaría de Finanzas.  
Industrias  
PEMEX.

## **MEDIDA:**

Fortalecer y Actualizar el Inventario de Emisiones de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, bianualmente.

## **SOLUCIONES / ACCIONES:**

1. Reforzar y actualizar la legislación ambiental, con base en las necesidades actuales de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
2. Otorgar facultades normativas a los municipios para el cumplimiento de la legislación aplicable.
3. Establecer vínculos de colaboración entre dependencias gubernamentales e instituciones educativas para realizar campañas de medición de contaminantes atmosféricos.
4. Actualización de herramientas informativas que permitan agilizar el proceso de obtención de datos, utilizado en el Inventario de Emisiones.
5. Incentivar a las empresas para la entrega anual de sus cédulas de operación.
6. Realizar proyectos de monitoreo de contaminantes atmosféricos anuales, en municipios que presenten problemas de calidad del aire, y que el periodo contemplado de monitoreo sea significativo para la acción de abordar.
7. Capacitar anualmente a los responsables de los municipios para que ellos desarrollen su propio Inventario de Emisiones.
8. Incluir en el Inventario de Emisiones: contaminantes criterio, los GET y los tóxicos de mayor prioridad.

## **MESA 10: CALIDAD DEL AIRE.**

### **OBJETIVOS.**

- Asegurar la disposición de recursos financieros, técnicos y humanos, capacitados, para la operación ininterrumpida de la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, mediante el fortalecimiento de la capacidad del monitoreo atmosférico.
- Fortalecer el monitoreo atmosférico, a través de la ampliación de su cobertura en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

### **RESPONSABLES:**

Secretaría del Medio Ambiente.  
Secretaría de Finanzas.  
Gobiernos Municipales.

### **JUSTIFICACIÓN.**

El Gobierno del Estado de México en 1933, puso en marcha uno de los principales instrumentos de vigilancia de la calidad del aire, bajo la estructura orgánica de la Coordinación General de la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; a partir de 1995 la estructura orgánica se modificó a Departamento de Monitoreo

Atmosférico RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; después de 17 años de operación, se requiere del fortalecimiento de la estructura orgánica de la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, para consolidar y ampliar el diagnóstico y la vigilancia del estado de la calidad del aire de la zona, mediante la asignación de recursos humanos capacitados, así como de recursos técnicos y financieros destinados a la operación y mantenimiento de este instrumento de vigilancia de la calidad del aire.

La evolución y el desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, se ha visto acompañada por la presencia de problemas ambientales, debido a la concentración de la población; actividad vehicular; industrial, doméstica y de dotación de servicios. La contaminación atmosférica que se presenta en la zona registra una tendencia hacia el incremento. Situación que trae como consecuencia la necesidad de mantener la supervisión constante no sólo en lugares donde se originan los contaminantes, sino en áreas aledañas, por lo que es necesario incrementar esfuerzos para ampliar la cobertura del monitoreo atmosférico.

#### **METAS A CORTO PLAZO:**

1. Implementación de un sistema administrativo eficiente y especializado que garantice la disposición de recursos financieros, necesarios, para el mantenimiento preventivo y correctivo de los componentes que integran la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
2. Reestructuración orgánica de la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; considerando las siguientes áreas operativas:
  - a. Área de mantenimiento.
  - b. Área de monitoreo especial (unidad móvil)
  - c. Área de análisis y manejo de datos.
  - d. Área de difusión de datos.
3. Las áreas se deberán fortalecer con personal capacitado en la materia.

#### **METAS A MEDIANO PLAZO:**

- a. Disponer del estudio técnico para determinar la representatividad de los sitios actuales de ubicación de las estaciones de monitoreo y en su caso, determinar los sitios para su reubicación.
- b. Disponer del estudio técnico de modernización del hardware del centro de control, unidad móvil y estaciones de monitoreo.
- c. Fortalecer las mediciones meteorológicas en la vertical (radar)
- d. Incluir mediciones de Bióxido de Carbono.

#### **META A LARGO PLAZO.**

Disponer del estudio técnico para la ampliación de cobertura de la RAMA de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

## **BENEFICIOS:**

- Garantizar el diagnóstico y la vigilancia del estado de la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
- Contar con uno de los principales instrumentos de vigilancia de la calidad del aire fortalecido, lo que nos garantiza una operación ininterrumpida y en consecuencia la generación de información técnica (indicadores) que permita el diseño de políticas para el manejo integral de la calidad del aire en la zona, así como para el establecimiento de políticas ambientales de protección a la salud de la población y de los ecosistemas.

## **INSTRUMENTACIÓN.**

La Secretaría del Medio Ambiente gestionará ante la Secretaría de Finanzas la asignación de recursos para el mantenimiento, fortalecimiento y ampliación del monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

## **MESA 11: ORDENAMIENTO AMBIENTAL.**

### **OBJETIVOS:**

1. Modificar el libro V desde el punto de vista ciudad sustentable, para regular con un instrumento de detalle las zonas urbanas y rurales.
2. Formación de grupos de trabajo con representantes de los sectores público, privado y social.
3. Ampliación del Ordenamiento Ecológico Territorial (OET) a 22 municipios.

### **PROBLEMÁTICA:**

No existen ciudades sustentables.  
Instrumentos paralelos del Ordenamiento del Territorio.

### **RESPONSABLES:**

Los poderes: Ejecutivo, Legislativo y Judicial.  
Universidades (Educación Superior)  
Representantes de los sectores público, privado y social.

### **SOLUCIONES:**

1. Normatividad para elevar a Norma - Ley, la planeación estratégica del territorio.
2. Normas técnicas mexiquenses del uso y la construcción, que incorporen el perfil de los servidores públicos, según la experiencia y sector de servicio, construcción urbana y rural, zonificación general de usos y uso de recursos naturales.
3. Educación y formación humana no lineal, sino multidimensional.
4. Proyectos estratégicos entre dependencias.

## MESA 12: APROVECHAMIENTO DE BIOGÁS.

### OBJETIVOS:

1. Reducir la cantidad de Gas Metano, emitido a la atmósfera por rellenos sanitarios, rastros y granjas.
2. Acceder a mecanismos de desarrollo limpio, que permitan el acceso a Bonos de Carbono (mecanismo internacional de descontaminación) para la implementación de más tecnologías en beneficio de los municipios.
3. Búsqueda de financiamientos (internos o externos) para proyectos de aprovechamiento de biogás.
4. Establecer políticas que den continuidad a las decisiones de los planes.
5. Disminuir emisiones de Metano.
6. Disminuir contaminación por residuos (materia orgánica y material de relleno)
7. Generar desarrollo económico y social (Capacitación, movimiento y empleo)

### PROBLEMÁTICA:

1. Alta contaminación por Gas Metano, emitido por rellenos sanitarios, sin contar con un mecanismo que permita su aprovechamiento.
2. Granjas porcícolas (No hay aprovechamiento de la materia orgánica)
3. Desconocimiento a nivel municipal del manejo integral de residuos.

### RESPONSABLES:

Gobierno Estatal: Secretaría General de Gobierno, Secretaría del Medio Ambiente, Secretaría de Salud y Secretaría de Desarrollo Agropecuario.  
Municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.  
Empresas Privadas, comunidad y cooperativas.  
Organizaciones No Gubernamentales.  
Instituciones Educativas.  
Organizaciones Sociales y Civiles.

### SOLUCIONES:

1. Otorgamiento de asistencia técnica de mecanismos de financiamiento para el aprovechamiento de Gas Metano en los municipios (domésticos, granjas y en instalaciones del ayuntamiento).
2. Desarrollar los mecanismos que permitan la instalación de tecnologías que aprovechen el Gas Metano, generado en rellenos sanitarios, granjas o domésticos.
3. Transformar rastros municipales o privados (pequeños) a regionales, municipales o privados (grandes)

## MESA 13: FINANCIAMIENTO.

### OBJETIVO.

Identificar programas y esquemas de financiamiento para coadyuvar a la implementación de estrategias que impacten al PROAIRE.

### PROBLEMÁTICA:

1. Falta de recursos económicos para financiar programas y proyectos en *pro* de mejorar la Calidad de Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.
2. Falta de conocimiento acerca de esquemas y mecanismos de apoyo, nacionales e internacionales, privados y gubernamentales.

### SOLUCIONES:

- a. Incentivar un esquema de estímulos fiscales, a favor de los sectores industriales y transporte, para que participen en la implementación de medidas, tendientes a la disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera y/o al fortalecimiento del sistema de medición o red de monitoreo.
- b. Incidir en el alcance del Plan de Desarrollo Metropolitano del Valle de Toluca para incluir los temas o proyectos ambientales, a través del Fondo Metropolitano.
- c. Incluir dentro del esquema PPS (Proyecto para Prestación de Servicios) los temas o necesidades ambientales.
- d. Articular a los diferentes actores con instituciones de educación superior, empresas e instituciones públicas, para colaborar conjuntamente en la operación de la red de monitoreo ambiental.
- e. Identificar mecanismos de financiamiento para fomentar la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación, la formación de talento, la infraestructura y una cultura responsable del medio ambiente, en beneficio de la calidad del aire del Valle de Toluca.
- f. Generar esquemas de financiamiento que permitan canalizar recursos que coadyuven a fomentar la investigación científica al desarrollo tecnológico, la innovación, la formación de talento, la infraestructura y una cultura responsable del medio ambiente, a favor de la calidad del aire del Valle de Toluca.

### OBSERVACIONES:

Destinar una parte del Programa de Verificación o venta del holograma a fondos de financiamiento.

### MEDIDA PROPUESTA.

### OBJETIVOS:

General: Obtener los recursos financieros, necesarios, para el desarrollo de las estrategias, medidas y acciones del PROAIRE de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca 2012-2017.

Específico: Señalar con precisión los instrumentos de financiamiento para realizar la ejecución y seguimiento de las estrategias, medidas y acciones del PROAIRE 2012-2017 de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

#### **RESPONSABLES:**

Secretaría de Finanzas (SF)  
Secretaría General de Gobierno (SGG)  
Secretaría de Desarrollo Metropolitano (SEDEMET)  
Secretaría de Desarrollo Económico (SEDECO)  
Secretaría del Medio Ambiente (SMA)  
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)  
Secretaría de Energía (SENER)  
Instituto Nacional de Ecología (INE)  
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)  
Banco Mundial o Banco Interamericano.  
Nacional Financiera Sociedad Anónima (NAFINSA)  
Banco Nacional de Obras (BANOBRAS)  
Ayuntamientos de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.  
Sector Privado, etc.

#### **SOLUCIONES:**

Realizar las gestiones necesarias, para la integración de un Fideicomiso Ambiental Metropolitano del Gobierno del Estado de México; los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca y aportaciones de sectores productivos, con el fin de contar con recursos económicos para realizar trabajos de protección al ambiente.

Realizar las gestiones para el aprovechamiento de los mecanismos de financiamiento que ofrecen diferentes organismos gubernamentales nacionales e internacionales como son el Fondo Mixto (CONACYT-COMECYT), Fondo Sectorial (CONACYT-SEMARNAT), Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Municipal. Se hace necesario conocer con claridad y anticipación las bases y los términos de referencia para poder participar en los diferentes mecanismos de financiamiento citados.

#### **OBSERVACIONES.**

Costo Estimado: Gasto corriente.

#### **JUSTIFICACIÓN.**

Sin lugar a duda, los mecanismos de financiamiento son una importante fuente para realizar los proyectos ambientales.

Un reto institucional es mejorar la calidad del aire, para ello, se requiere de fuentes de financiamiento, de tal forma que se puedan llevar a cabo las estrategias, medidas y acciones que permitan prevenir y controlar los niveles de contaminación del aire. De esta manera, se asume, que de acuerdo a los análisis de costo-beneficio, es cómo se lograrán mejores resultados en la prevención de los efectos en la salud por la contaminación atmosférica al atender las

enfermedades asociadas a la exposición de la población con los contaminantes del aire.

**BENEFICIO.**

Mantener un esquema de financiamiento para implementar las estrategias y acciones del PROAIRE 2012-2017 de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**MEDIDA.**

Promover la activación de los Mecanismos de Financiamiento para el PROAIRE 2012-2017 de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**ACCIÓN.**

Establecer los mecanismos que proporcionen recursos financieros para la implementación de las estrategias, medidas y acciones del PROAIRE 2012-2017 de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

**ESTRUCTURA DE LA MEDIDA.**

1. Proponer sistemas de Financiamiento que consoliden el programa.
2. Identificar los mecanismos de financiamiento para concretarlos, así como de los participantes involucrados, a fin de obtener el apoyo necesario.