



PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR  
**LA CALIDAD DEL AIRE**  
**DEL ESTADO DE HIDALGO**  
PROAIRE 2016-2024



**HIDALGO**  
crece contigo

© Gobierno del Estado de Hidalgo  
Todos los derechos reservados.



### Lic. Omar Fayad Meneses

La protección y la conservación del capital natural son tareas que no pueden esperar y demandan la atención de los líderes del mundo. Hidalgo no es ajeno, todos hacemos uso de los recursos naturales y estamos convencidos de que sólo con la oportuna y eficaz intervención corresponsable y coordinada de gobierno y sociedad, lograremos mantener la calidad del aire que respiramos, bien común al que todos tenemos derecho y que es prioridad en el desarrollo del Hidalgo sostenible al que aspiramos.

La calidad del aire está en función del tipo y la cantidad de emisiones generadas por diversas fuentes originadas por la acción humana, como las fábricas, las actividades comerciales, de servicios, habitacionales y de transporte, así como por fuentes de emisión naturales como la erosión eólica; emisiones que impactan de forma negativa la salud de la población y de los ecosistemas, contribuyendo además en el fenómeno de cambio climático.

Por ello, mi gobierno tiene como prioridad atender el problema de calidad del aire, identificando los orígenes de la contaminación en rubros específicos, como las emisiones provenientes de los vehículos automotores, fuente que aporta aproximadamente el 72% de las emisiones de monóxido de carbono y 39% de las emisiones de óxidos de nitrógeno en el Estado, donde se prevé la creación, impulso y fortalecimiento de programas integrales de diagnóstico ambiental automotriz.

En el caso de las emisiones de contaminantes aportadas por las fuentes fijas, destaca el 99.5% de emisiones de dióxido de azufre y 48% de emisiones de partículas menores a diez micrómetros con respecto al total del Estado, para lo cual se plantea el establecimiento de alianzas con las industrias generadoras de estas emisiones para lograr un Hidalgo próspero y dinámico.

Superar estos retos requiere no solo de la voluntad del gobierno estatal, sino también de la participación del gobierno federal y municipal, de las empresas generadoras de emisiones, de la academia e investigadores, de la sociedad organizada y de la población en general.

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo (PROAIRE) 2016-2024, es el documento rector que establece estrategias, medidas, acciones y responsables de su ejecución en plazos determinados y permite ser evaluado; busca bajo esquemas de coordinación y concertación mejorar la calidad del aire, para alcanzar un Hidalgo Próspero, Igualitario con Desarrollo Sostenible.



### **GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO**

**Omar Fayad Meneses**  
Gobernador del Estado de Hidalgo

**Benjamín Pilar Rico Moreno**  
Secretario de Medio Ambiente y Recursos  
Naturales de Hidalgo

**Marco Antonio Escamilla Acosta**  
Secretario de Salud y Director General de los  
Servicios de Salud de Hidalgo

**María Dolores Osorio Piña**  
Subsecretaria de Salud Pública de la  
Secretaría de Salud de Hidalgo

**Gustavo Falcón Trejo**  
Director General de Protección y Control de la  
Contaminación de la SEMARNATH

**Ricardo Alberto Pérez Hernández**  
Subdirector de Mantenimiento de la Calidad del Aire  
de la SEMARNATH

**Estela Pérez Trejo**  
Subdirectora de Gestión de la Calidad  
del Aire de la SEMARNATH

### **SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

**Rafael Pacchiano Alamán**  
Secretario de Medio Ambiente y Recursos  
Naturales

**Martha Garcíarivas Palmeros**  
Subsecretaria de Gestión para la Protección  
Ambiental de la SEMARNAT

**Federico Vera Copca**  
Delegado Federal en el Estado de Hidalgo de  
la SEMARNAT

**Ana Patricia Martínez Bolívar**  
Directora General de Gestión de la Calidad del  
Aire y Registro de Emisiones y Transferencia  
de Contaminantes (DGGCARETC)

**Daniel López Vicuña**  
Director de Calidad del Aire de la DGGCARETC

**Gloria Yáñez Rodríguez**  
Subdirectora de Programas de Calidad del  
Aire de la DGGCARETC

**Hugo Landa Fonseca**  
Subdirector de Gestión y Regulación

<b>1. Introducción</b>	<b>11</b>
<b>2. Generalidades del Estado de Hidalgo</b>	<b>13</b>
2.1 Delimitación geográfica	13
2.2 Cuencas atmosféricas en el Estado	13
2.3 Aspectos físicos	15
2.3.1 Relieve	15
2.3.2 Topografía a nivel de cuencas	16
2.3.3 Hidrología	17
2.3.4 Clima	18
2.3.5 Meteorología	18
2.3.5.1 Precipitación pluvial y temperatura	19
2.3.5.2 Dirección y velocidad del viento	20
2.3.6 Uso de suelo y vegetación	20
2.3.7 Flora y fauna	21
2.3.8 Áreas Naturales Protegidas	21
2.4 Aspectos socioeconómicos	23
2.4.1 Dinámica poblacional	23
2.4.2 Desarrollo económico	24
2.4.2.1 Sector económico primario	24
2.4.2.2 Sector económico secundario	24
2.4.2.3 Sector económico terciario	25
2.5 Vías de comunicación	26
2.5.1 Sistema ferroviario y aéreo	26
Referencias	27
<b>3. Impactos de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población</b>	<b>28</b>
3.1 Calidad del aire y salud	28
3.2 Directrices de la organización mundial de la salud	29
3.3 Material particulado (PM)	30
3.3.1 Definición y fuentes principales	30
3.3.2 Efectos sobre la salud	30
3.4 Ozono (O <sub>3</sub> )	31
3.4.1 Definición y fuentes principales	31
3.4.2 Efectos sobre la salud	31
3.5 Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	32
3.5.1 Definición y fuentes principales	32
3.5.2 Efectos sobre la salud	32

3.6 Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	32
3.6.1 Definición y fuentes principales	32
3.6.2 Efectos sobre la salud	33
3.7 Valores normados de contaminantes atmosféricos	33
Referencias	34

## **4. Inventario de emisiones** **35**

---

4.1 Inventario de emisiones del Estado de Hidalgo, 2011	35
4.1.1 Contaminantes atmosféricos desagregados	37
4.1.2 Distribución de emisiones por municipio	42
4.1.3 Emisiones por cuencas atmosféricas	44
4.1.3.1 Cuenca atmosférica de Tula	44
4.1.3.2 Cuenca atmosférica de Pachuca	45
4.1.3.3 Cuenca atmosférica de Tulancingo	46
4.1.4 Conclusiones del inventario de emisiones	48
Referencias	49

## **5. Diagnóstico de la calidad del aire** **50**

---

5.1 Descripción del sistema de monitoreo atmosférico	50
5.2 Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012	53
5.2.1 Evaluación del desempeño del SIMAEH	55
5.3 Tendencias anuales de contaminantes criterio y material particulado	57
5.4 Comportamiento estacional de contaminantes criterio y material particulado	60
5.5 Comportamiento diurno de contaminantes criterio	61
5.6 Evaluación del cumplimiento de normas de calidad del aire	63
5.7 Diagnóstico del programa obligatorio de verificación vehicular (POVV)	67
Referencias	69

## **6. Comunicación y educación ambiental** **70**

---

6.1 Difusión de la calidad del aire en la SEMARNATH	70
6.2 Internet y redes sociales	71
6.3 Actores involucrados en la comunicación y difusión de la calidad del aire	72
6.4 Percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire	72
6.5 Educación ambiental	72
6.5.1 Tipos de educación ambiental	73
6.5.2 La educación formal	73
6.5.3 La educación no formal	73

## **7. Estrategias y medidas** **77**

---

7.1 Estrategias	77
7.2 Eje estratégico 1: reducción de emisiones provenientes de fuentes móviles	78
7.3 Eje estratégico 2: reducción de emisiones de fuentes fijas	85
7.4 Eje estratégico 3: reducción de emisiones de fuentes de área	96
7.5 Eje estratégico 4: fortalecimiento institucional	102

## **8. Financiamiento** **108**

---

8.1 Consideraciones generales	108
8.2 Financiamiento	108
8.3 Internacionales	108
8.3.1 Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	108
8.3.2 Banco Mundial	109
8.3.3 Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	109
8.3.4 Agencia de Cooperación de Alemania (GIZ)	109
8.3.5 Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA)	109
8.3.6 Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)	109
8.3.7 Fondo Ambiental Global (Global Environment facility "GEF")	110
8.4 Nacionales	110
8.4.1 Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF-SEMARNAT)	110
8.4.2 Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo	110
8.4.3 Nacional Financiera (NAFIN)	110
8.4.4 Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	111

---

## Índice de figuras

Figura 2.1	Ubicación geográfica del Estado de Hidalgo	13
Figura 2.2	Cuencas atmosféricas del Estado de Hidalgo: Tula, Pachuca y Tulancingo	14
Figura 2.3	Relieve del Estado de Hidalgo	15
Figura 2.4	Cuenca atmosférica de Tula	16
Figura 2.5	Cuenca atmosférica de Pachuca	16
Figura 2.6	Cuenca atmosférica de Tulancingo	16
Figura 2.7	Hidrología del Estado de Hidalgo	17
Figura 2.8	Climas en el Estado de Hidalgo	18
Figura 2.9	Ubicación geográfica de estaciones meteorológicas seleccionadas pertenecientes al SMN en el Estado de Hidalgo	19
Figura 2.10	Temperatura y precipitación registradas en estaciones seleccionadas del SMN, en Hidalgo en diferentes períodos	19
Figura 2.11	Velocidad y dirección de viento predominantes en la estación meteorológica Pachuca del SMN, durante el año 2014	20
Figura 2.12	Áreas naturales protegidas del Estado de Hidalgo	22
Figura 2.13	Distribución del producto interno bruto del Estado de Hidalgo	24
Figura 2.14	Distribución del PIB por sector de actividad económica para el año 2012 en el Estado de Hidalgo	25
Figura 2.15	Principales vías de comunicación en el Estado de Hidalgo	26
Figura 4.1	Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente y contaminante en el Estado de Hidalgo para el año 2011	36
Figura 4.2	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en el Estado de Hidalgo	38
Figura 4.3	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de SO <sub>2</sub> en el Estado de Hidalgo	39



Figura 4.4	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de NOx en el Estado de Hidalgo	39
Figura 4.5	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de CO en el Estado de Hidalgo	40
Figura 4.6	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de COV en el Estado de Hidalgo	40
Figura 4.7	Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de NH <sub>3</sub> en el Estado de Hidalgo	41
Figura 4.8	Flota vehicular por tipo de vehículo en el Estado de Hidalgo en 2011	41
Figura 4.9	Flota vehicular por año modelo en el Estado de Hidalgo en 2011	41
Figura 4.10	Distribución geográfica de las emisiones de PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub> en el Estado de Hidalgo	42
Figura 4.11	Distribución geográfica de las emisiones de SO <sub>2</sub> , NOx, CO y COV en el Estado de Hidalgo	43
Figura 4.12	Distribución geográfica de las emisiones de NH <sub>3</sub> en el Estado de Hidalgo	44
Figura 4.13	Distribución porcentual de las emisiones por cuenca atmosférica	48
Figura 5.1	Localización geográfica de las estaciones de monitoreo pertenecientes al SIMAEH	53
Figura 5.2A	Características geográficas y de población de la ubicación de las estaciones de monitoreo en los municipios de Huichapan, Tula de Allende, Tlaxcoapan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji y Ajacuba	54
Figura 5.2 b	Características geográficas y de población de la ubicación de las estaciones de monitoreo en los municipios de Pachuca de Soto, Zapotlán de Juárez, Tizayuca, Tepeapulco, Tulancingo, Xochicoatlan y Lolotla	55
Figura 5.3	Comportamiento anual de CO, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , y NO <sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	58
Figura 5.4	Comportamiento anual de PM <sub>2.5</sub> y PM <sub>10</sub> en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	59
Figura 5.5	Comportamiento mensual de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	60

Figura 5.6	Comportamiento mensual de $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	61
Figura 5.7	Comportamiento horario de CO, $SO_2$ , $NO_2$ y $O_3$ en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	62
Figura 5.8	Evaluación del cumplimiento de la Norma de CO en promedios de 8 horas en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	63
Figura 5.9	Evaluación del cumplimiento de la Norma de $NO_2$ en promedios de 1 hora en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	63
Figura 5.10	Evaluación del cumplimiento de la Norma de $O_3$ en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	65
Figura 5.11	Evaluación del cumplimiento de la Norma de $SO_2$ en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	65
Figura 5.12	Evaluación del cumplimiento de la Norma de $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$ en promedios de 24 horas en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	66
Figura 5.13	Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala durante el 2015 en las estaciones de monitoreo del SIMAEH	67
Figura 5.14	Comportamiento del POVV de 1995 a 2014	68
Figura 5.15	Distribución porcentual de vehículos por estrato tecnológico en el año 2011	69
Figura 6.1	Difusión de diversas temáticas en materia de calidad del aire de la SEMARNATH	71
Figura 6.2	Proceso de difusión de la comunicación en la SEMARNATH	76
Figura A. 1	Contribución porcentual por tipo de fuente en la Región Tula-Tepeji, año base 2002	112
Figura A. 2	Emisiones por sector para cada tipo de contaminante en la Región Tula-Tepeji para el año 2002	113

---

## Índice de Tablas

Tabla 2.1	Municipios que conforman la Cuenca Atmosférica de Tula	14
Tabla 2.2	Municipios que conforman la Cuenca Atmosférica de Pachuca	14
Tabla 2.3	Municipios que conforman la Cuenca Atmosférica de Tulancingo	15
Tabla 2.4	Uso de suelo y vegetación del Estado de Hidalgo	21
Tabla 2.5	Principales especies de flora por tipo de vegetación en Hidalgo	21
Tabla 2.6	Estadística estatal de incendios forestales en Hidalgo de 2005 a 2014	23
Tabla 2.7	Tasa de crecimiento porcentual para las zonas metropolitanas de Pachuca, Tulancingo y Tula	23
Tabla 3.1	Límites máximos permisibles de contaminantes criterio de acuerdo a criterios de la OMS y Normas Oficiales Mexicanas	33
Tabla 4.1	Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Hidalgo durante el año 2011	36
Tabla 4.2	Desagregado por subsector de emisiones contaminantes criterio, Inventario de Emisiones Hidalgo, 2011 (t/año)	37
Tabla 4.3	Desagregado por subsectores con emisiones significativas de $PM_{10}$ y $PM_{2.5}$	38
Tabla 4.4	Emisiones de $SO_2$ desagregado por subsector	38
Tabla 4.5	Emisiones de $NO_x$ , desagregado por subsector	39
Tabla 4.6	Emisiones de $CO$ , desagregado por subsector	39
Tabla 4.7	Emisiones de $COV$ , desagregado por subsector	40
Tabla 4.8	Emisiones de $NH_3$ , desagregado por subsector	40
Tabla 4.9	Emisiones totales por municipios agrupados en cuencas atmosféricas	47

Tabla 5.1	Descripción de las estaciones de monitoreo pertenecientes al SIMAEH	52
Tabla 5.2	Estatus de operación de las estaciones de monitoreo automático pertenecientes al SIMAEH	56
Tabla 5.3	Distribución de la red de centros de verificación del Estado por municipio	68
Tabla 5.4	Porcentaje de cumplimiento del POVV de 1995 a 2014	68
Tabla 6.1	Resumen de los programas, subprogramas y proyectos estratégicos para el desarrollo dentro de la SEMARNATH que tienen impacto en la investigación y educación ambiental	75
Tabla A.1	Emisión total por tipo de fuente en la Región Tula-Tepeji, año base 2002	112



---

# INTRODUCCIÓN

El éxito de las acciones y de los programas que emprende el Gobierno del Estado, se caracterizan por el trabajo coordinado y la participación activa de la sociedad y los diversos sectores que la integran; así, aprovechando esta inercia, resulta impostergable emprender acciones para disminuir la emisión de contaminantes al aire ambiente, y evitar con ello la presencia de altas concentraciones de contaminantes atmosféricos que puedan afectar la salud de la población.

El Programa de Mejoramiento de la Calidad del Aire (ProAire) del Estado de Hidalgo 2016-2024, constituye uno de los principales instrumentos propuestos para revertir, mitigar y prevenir las tendencias de deterioro de la calidad del aire en el estado. El ProAire incorpora estrategias, medidas y acciones concretas para la mitigación, prevención y control de altas concentraciones de emisiones de contaminantes. Dichas estrategias tienen su base en la relación existente entre la emisión de los contaminantes a través de las fuentes productoras, el impacto que ocasionan en la calidad del aire y sobre todo la afectación a la salud de las personas.

Los artículos 4, párrafo quinto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; 5, párrafo 20 de la Constitución Política del Estado de Hidalgo, señalan que: toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano; y corresponde al Estado garantizar el respeto a este derecho. Por lo cual, la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) indica en su artículo 111 las facultades de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; en sus fracciones V y XII señala que promoverá y apoyará técnicamente a los gobiernos locales en la formulación de programas de gestión para mejorar la calidad del aire en las entidades emitiendo la aprobación a éstos, por lo cual la elaboración e implementación del ProAire cumple con los mandatos emanados de la LGEEPA. La ley establece también que el ProAire tiene un enfoque de coordinación de los tres niveles de gobierno, ya que si bien cada nivel de gobierno tiene sus responsabilidades claramente definidas, es necesario concurrir para establecer programas integrales con objetivos comunes y congruentes.

Con la ejecución de este programa se pretende dar cumplimiento a los artículos 4 y 13 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, Capítulo II del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, artículos 2, 8 y 34 de la Ley General de Cambio Climático. Así mismo en cumplimiento a lo señalado por los artículos 128, 131, 132 y 135 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.

---

Con base en todo lo anterior, el propósito fundamental del ProAire es reducir y mitigar las emisiones de las principales fuentes de contaminación en el estado, así también prevenir futuras contingencias que provoquen cualquier deterioro ambiental y de salud.

El ProAire del Estado de Hidalgo tiene entre sus principales objetivos los siguientes:

- Implementar estrategias que coadyuven en la gestión integral de la calidad del aire.
- Reducir la emisión de los principales gases contaminantes a través de programas, acuerdos y compromisos con los principales emisores en el estado.
- Establecer alianzas con todos los sectores involucrados en la mejora de la calidad del aire.
- Actualizar el marco normativo estatal para regular y controlar a los generadores de emisiones a la atmósfera estatal y municipal.
- Reducir los impactos a la salud de la población provocados por la contaminación atmosférica.

Para el cumplimiento de los objetivos del ProAire, en el Capítulo 7 del presente documento se proponen cuatro ejes estratégicos y 23 medidas que contribuirán a mejorar la calidad del aire.

En las siguientes secciones se hace una breve descripción de las características geográficas, inventario de emisiones, implicaciones en materia de salud y educación ambiental, así como un diagnóstico de la calidad del aire actual en el Estado de Hidalgo.

## 2 GENERALIDADES DEL ESTADO DE HIDALGO

El presente capítulo muestra información general del estado de Hidalgo, con temas como: delimitación geográfica, orografía, hidrografía, clima, meteorología, flora y fauna y áreas naturales protegidas. Así como aspectos socioeconómicos como la dinámica poblacional, desarrollo económico y vías de comunicación en el estado.

### 2.1

#### DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA

Hidalgo se ubica en el centro del país; colinda al norte con el estado de San Luis Potosí, al este con Veracruz y Puebla, al sur con Tlaxcala y el Estado de México y al oeste con Querétaro (Figura 2.1). Se localiza geográficamente entre los 21° 24' y 19° 36' latitud norte, y los -97° 58' y -99° 53' longitud oeste. Tiene una superficie territorial de 20,813 km<sup>2</sup>, lo que representa aproximadamente el 1.1% del territorio nacional (INEGI, 2005).

El estado de Hidalgo tiene como capital la ciudad de Pachuca, está integrado por 84 municipios y, de acuerdo al Consejo Nacional de Población (CONAPO, Proyección 2015), tiene una población de 2,878,369 habitantes. En el estado existen dos zonas metropolitanas (ZM) definidas a partir de una conurbación intermunicipal (ZM de Pachuca y ZM de Tulancingo) y una zona metropolitana definida con base en criterios estadísticos y geográficos (ZM de Tula).



Figura 2.1 Ubicación geográfica del estado de Hidalgo.

### 2.2

#### CUENCAS ATMOSFÉRICAS EN EL ESTADO

El uso de cuencas atmosféricas tiene el objetivo de delimitar y controlar las emisiones a la atmósfera, así como entender los fenómenos de transporte de dichas emisiones hacia otras cuencas. Para efectos del presente documento, se describen brevemente tres cuencas atmosféricas: Tula, Pachuca y Tulancingo, todas ubicadas al sur del estado (Figura 2.2) y en las cuales se concentran los 8 parques industriales en operación (COFOIN, 2015). Dichas cuencas han sido delimitadas de acuerdo con la densidad de población, delimitación de zonas metropolitanas de acuerdo al CONAPO, actividad industrial, zonas montañosas que pudieran delimitar el movimiento de los vientos, clima y variables meteorológicas.

La cuenca atmosférica de Tula (Figura 2.2) está formada por 12 municipios; se localiza al suroeste de Hidalgo en una superficie de 1,730 km<sup>2</sup> y alberga una población de 470,985 habitantes (Tabla 2.1) que representa el 16.36% de la población estatal (CONAPO, proyección 2015). En esta cuenca se encuentra uno de los corredores industriales más importantes del país atribuido a la generación de energía. Entre las industrias más significativas localizadas en esta cuenca, se pueden mencionar: la Refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), además de industria química, cementera, calera, metalúrgica, metal-mecánica, entre otras.

La cuenca atmosférica de Pachuca (Figura 2.2) se ubica entre la de Tula y Tulancingo, está formada por 12 municipios (Tabla 2.2), con una extensión territorial de 2,191 km<sup>2</sup> y concentra al 26.17% de la población hidalguense con 753,332 habitantes, por lo que es la cuenca atmosférica más poblada. Al considerar las cuencas atmosféricas, el 35.9%

de la población de la cuenca de Pachuca se concentra en el municipio de Pachuca de Soto mientras que el 16.8% se ubica en el municipio de Tizayuca.

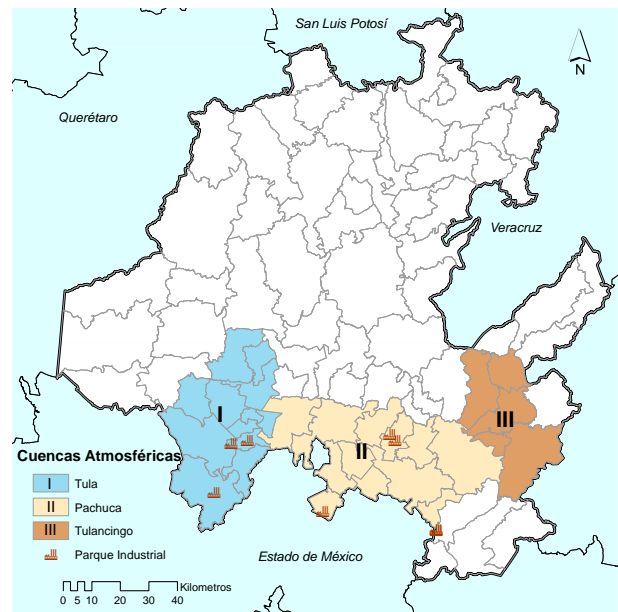


Figura 2.2 Cuencas atmosféricas del estado de Hidalgo: I) Tula, II) Pachuca y III) Tulancingo.

**Tabla 2.1** Municipios que conforman la cuenca atmosférica de Tula.

MUNICIPIOS	POBLACIÓN	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
Atitalaquia	28,482	64
Atotonilco de Tula	33,905	121
Chilcuautila	18,806	223
Mixquiahuala de Juárez	46,106	115
Progreso de Obregón	23,992	91
Tepeji del Río de Ocampo	87,586	353
Tepetitlán	10,592	148
Tetepango	11,988	45
Tezontepec de Aldama	51,829	163
Tlahuelliapan	18,272	29
Tlaxcoapan	28,235	42
Tula de Allende	111,193	336
<b>TOTAL</b>	<b>470,985</b>	<b>1,730</b>

**Tabla 2.2** Municipios que conforman la cuenca atmosférica de Pachuca.

MUNICIPIOS	POBLACIÓN	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
Ajacuba	17,743	253
Epazoyucan	15,183	139
Mineral de la Reforma	168,218	106
Pachuca de Soto	271,099	164
San Agustín Tlaxiaca	34,977	302
Singuilucan	15,829	420
Tizayuca	126,766	77
Tlanalapa	11,235	83
Tolcayuca	14,186	118
Villa de Tezontepec	12,268	92
Zapotlán de Juárez	19,006	117
Zempoala	46,821	320
<b>TOTAL</b>	<b>753,332</b>	<b>2,191</b>

Fuente. CONAPO, 2016.



La cuenca atmosférica de Tulancingo (Figura 2.2) se localiza al sureste del estado y colinda al oeste con la cuenca de Pachuca. Está integrada por 5 municipios (Tabla 2.3) que suman una superficie de 1,061 km<sup>2</sup> y una población de 295,951 habitantes, lo que representa el 10.28% de la población estatal.

De esta cuenca, Tulancingo es el municipio con mayor concentración poblacional con un 56% del total de la población de la cuenca.

**Tabla 2.3** Municipios que conforman la cuenca atmosférica de Tulancingo

MUNICIPIOS	POBLACIÓN	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
Acatlán	21,353	242
Metepec	12,710	146
Cuautepec de Hinojosa	59,893	392
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	36,217	64
Tulancingo de Bravo	165,777	217
<b>TOTAL</b>	<b>295,951</b>	<b>1,061</b>

Fuente. CONAPO, 2016.

Con base en la información anterior, se puede observar que las tres cuencas atmosféricas concentran el 52.8% de la población estatal. De acuerdo al Inventario Estatal del Estado de Hidalgo, año base 2011, en ellas se genera el 99% de las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), 51% de monóxido de carbono (CO) y el 60% de partículas menores a 10 micras (PM<sub>10</sub>) del estado.

## 2.3

### ASPECTOS FÍSICOS

La dispersión de contaminantes en la atmósfera está influida por parámetros meteorológicos, tanto regionales como locales, así como por las condiciones de la topografía local, por lo cual en las siguientes secciones se hace una breve descripción de diversos aspectos físicos predominantes en el estado de Hidalgo y en las tres cuencas mencionadas en la sección anterior.

### 2.3.1 RELIEVE

De acuerdo con el INEGI (2005), el estado de Hidalgo se encuentra ubicado dentro de las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental, en la que se ubica la provincia Carso Huasteca, y ocupa 46.46% del territorio estatal, el Sistema Volcánico Transversal en el que se ubican las llanuras y Sierra del estado, así como los lagos y volcanes del Anáhuac. Ocupa 53.27% del territorio y la Llanura Costera del Golfo de México conformada por llanuras y lomeríos que abarca 0.27% del territorio. En Hidalgo predominan montañas, altiplanos y mesetas con un 91% del área total, y el resto está ocupado por lomeríos (6%) y llanuras (3%). Más del 65% del territorio estatal está por encima de los 1700 metros sobre el nivel del mar (msnm), lo que condiciona que la zona altitudinal tenga un papel muy importante en el desarrollo de los procesos atmosféricos naturales. En el centro del estado de Hidalgo predominan las zonas de montañas (58%), seguido de los altiplanos (19%) y las mesetas (14%) (Figura 2.3). Las áreas urbanas representan solamente el 0.9%, los cuerpos de agua el 0.4% y existen áreas semidesérticas que representan el 22.4%.

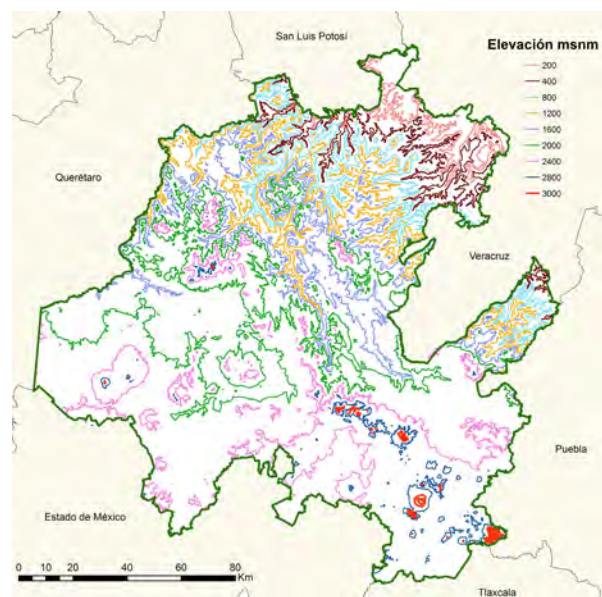


Figura 2.3 Relieve del Estado de Hidalgo

## 2.3.2 TOPOGRAFÍA A NIVEL DE CUENCAS

La cuenca atmosférica de Tula se ubica en el Valle del Mezquital y se divide a la mitad por la serranía de San Miguel que se ramifica a su vez en diferentes desniveles: al norte, el Valle de Ixmiquilpan; al sur, el Valle de Actopan; al Noroeste, una llanura que comprende la parte septentrional de los municipios de Ixmiquilpan y Cardonal (Figura 2.4).

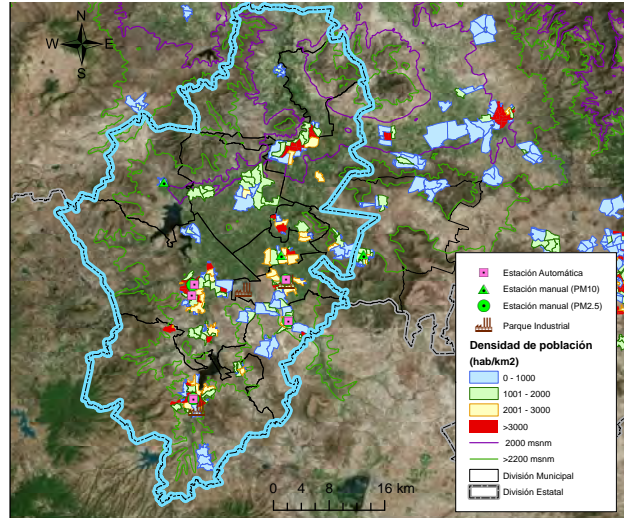


Figura 2.4 Cuenca atmosférica de Tula

La cuenca atmosférica de Pachuca está formada fisiográficamente por evidentes contrastes. Al norte y al este se encuentran zonas montañosas y lomeríos, al noroeste-suroeste llanuras que se extienden desde la porción central hacia el sur del municipio de Pachuca (Figura 2.5). Las zonas con mayor densidad de población se encuentran en la parte norte de la cuenca.

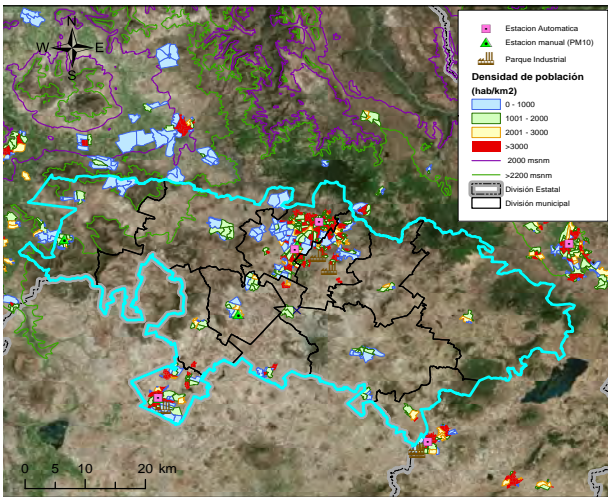


Figura 2.5 Cuenca atmosférica de Pachuca

La cuenca atmosférica de Tulancingo se ubica en el Eje Neovolcánico. Está formada principalmente por llanuras y en menor proporción por sierra, por lo que se presenta como una superficie semi-plana, cortada por cañadas, barrancas, cerros y volcanes. La zona urbana con mayor densidad de población se encuentra asentada en la zona central de la cuenca (Figura 2.6).

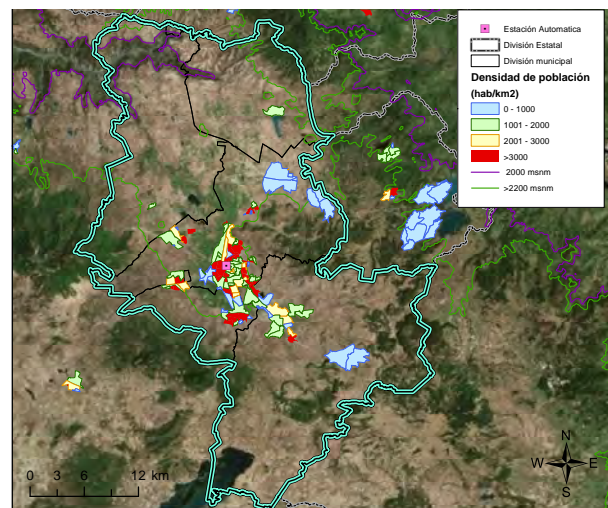


Figura 2.6 Cuenca atmosférica de Tulancingo



### 2.3.3 HIDROLOGÍA

En Hidalgo, las corrientes de agua son escasas, esto se debe primordialmente al clima y la topografía. En el norte y noreste, los vientos húmedos del Golfo de México propician abundantes lluvias, sin embargo, lo abrupto de la Sierra Madre Oriental impide el aprovechamiento de los escurrimientos, ya que descienden rápidamente a las zonas bajas, las cuales forman parte de los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Puebla (Figura 2.7). Entre las principales corrientes pluviales, destacan los siguientes ríos:

- Amajac: Nace en la Sierra Baja de Pachuca y se precipita sobre Omitlán, rodea los municipios de Actopan y Atotonilco el Grande, donde se incorpora al río Tizahuapan y más adelante sirve de límite entre los municipios de Metztitlán e Ixmiquilpan. Continúa por el rumbo de Chapulhuacán y Tepehuacán de Guerrero, para salir finalmente por el estado de Veracruz.
- Metztitlán: Se origina en los límites del estado de Puebla con los escurrimientos del cerro Tlachaloya, que forma el río Huiscongo y da origen al río Chico de Tulancingo. También se forma con los escurrimientos de Cuasesengo y la Paila, ambos forman el río San Lorenzo que da origen al río Grande de Tulancingo. El arroyo de la Cañada y el río Tortugas, que al unirse al río Grande de Tulancingo y a otros menores, forman la corriente principal del río Metztitlán, cuya afluencia da origen a la laguna de Metztitlán.
- Moctezuma: Se origina en el noreste de la Ciudad de México; penetra a Hidalgo por el municipio de Tepeji del Río, en donde recibe el nombre de río Tula. A lo largo de este recorrido recoge las aguas de varios afluentes, hasta llegar a los límites con el estado de Querétaro. Aquí se le unen los caudales de los ríos San Juan y Tecozautla, sitio en el que cambia su nombre por el de río Moctezuma.

Las principales lagunas de Hidalgo son: Metztitlán, Zupitlán (Tulancingo), San Antonio, Pueblilla y Carrillos (Apan); Atezca (Molango), San Miguel (Huasca) y San Francisco (Tenango de Doria). En el estado se encuentran 9 presas: Taxhimay, Requena, Endhó, Rojo Gómez, Vicente Aguirre, Zimapán, El Cedral, San Antonio Regla y La Esperanza. Las presas Taximay, Endhó y la Requena, reciben agua del emisor profundo del Valle de México. En Hidalgo el 70% de las más de 500 mil hectáreas de cultivo que se siembran son de temporal y el resto de riego (INEGI, 2005).

Hidalgo está incluido dentro de dos regiones hidrológicas. La número 26 del río Pánuco, con una superficie de 19,793.60 km<sup>2</sup> que representan el 94.7% del área estatal, y la número 27 del río Papaloapan, con una superficie de 1111,52 km<sup>2</sup> representando un 5.3% (INEGI, 2005).

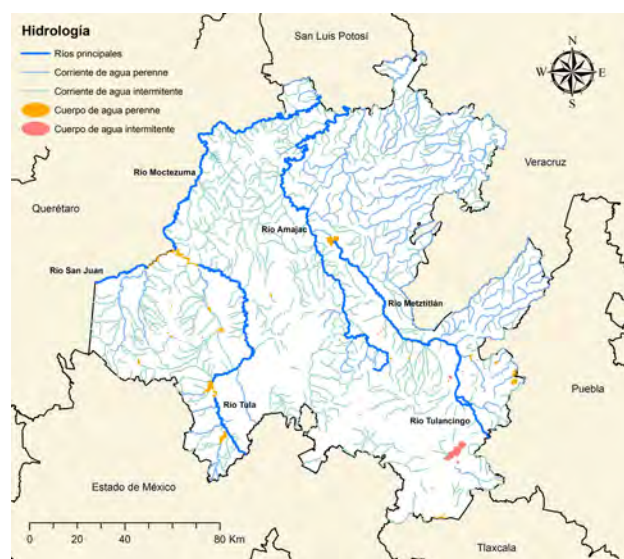


Figura 2.7 Hidrología del Estado de Hidalgo

## 2.3.4 CLIMA

En la entidad se distinguen tres zonas climáticas: cálidas y semicálidas en la Huasteca hidalguense; templadas, secas y semisecas en la Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico. El 31.5% de la superficie del estado de Hidalgo presenta clima templado subhúmedo con lluvias en verano, el 29.7% semiseco templado, el 13.3% semicálido húmedo con lluvias todo el año, 6% semicálido subhúmedo con lluvias en verano, 5% semiseco-semicálido y en el restante otros tipos de climas (INEGI, 2012) (Figura 2.8).

Las temperaturas mínimas son registradas durante el mes enero y las máximas durante los meses de abril y mayo, mientras que la temporada de lluvias se presenta durante el verano, de junio a septiembre (INEGI, 2015).

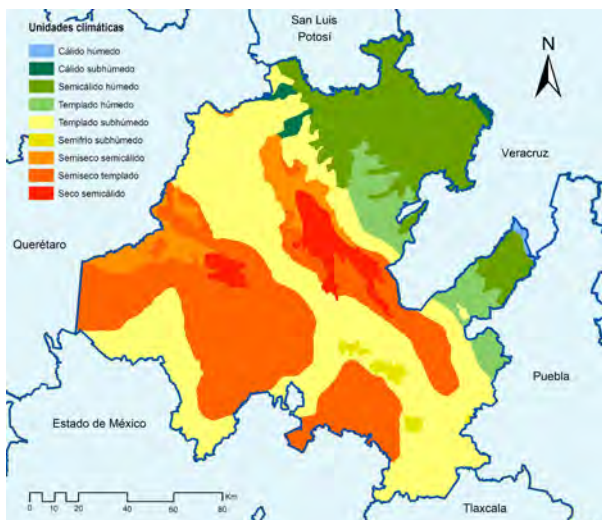


Figura 2.8 Climas en el estado de Hidalgo

## 2.3.5 METEOROLOGÍA

Los cielos claros, baja humedad y vientos débiles asociados con sistemas de alta presión son observados usualmente sobre México durante el mes de marzo. Depresiones de baja presión en niveles más altos de la atmósfera, ocasionalmente se propagan sobre México produciendo vientos más fuertes que

viajan del oeste al suroeste e incrementan la nubosidad (Fast et al., 2007). De acuerdo con el análisis meteorológico realizado durante la campaña Megacity Initiative: Local and Global Research Observations (MILAGRO), las condiciones a escala sinóptica son las que controlan el transporte de contaminantes a larga escala, viento abajo de la Ciudad de México, pero dichas condiciones también afectan el desarrollo de la circulación de los vientos impulsada térmicamente, y subsecuentemente el transporte a escala local y regional, el mezclado y la transformación de los contaminantes criterio y material particulado emitido en la Ciudad de México y otras fuentes localizadas en la meseta central. Aunado a lo anterior, la complejidad del terreno en la parte central de México produce movimiento de los vientos locales y regionales, los cuales gobiernan el transporte a distancias cortas (Fast et al., 2007).

En el caso de Hidalgo, el estado se encuentra bajo la influencia de sistemas meteorológicos tropicales durante la época de lluvia (INEGI, 2015). El paso constante de ondas y ciclones tropicales aportan la humedad más importante del año en forma de nublados y lluvias abundantes. En la época seca-fría el desplazamiento de frentes fríos y masas de aire polar son los sistemas meteorológicos predominantes; cuando estos fenómenos son intensos, Hidalgo se ve afectado con sistemas anticiclónicos (tiempo atmosférico estable y seco), originando condiciones desfavorables para la dispersión de los contaminantes.

En las siguientes secciones se describen algunas variables meteorológicas con información colectada en estaciones seleccionadas, pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La localización geográfica de las estaciones mencionadas puede ser consultada en la Figura 2.9.



### 2.3.5.1 PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y TEMPERATURA

Como se mencionó anteriormente, para el análisis de la precipitación pluvial y temperatura, se tomaron datos de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) durante los periodos de tiempo disponibles. Los periodos de tiempo varían de acuerdo a la información disponible en cada estación. Sin embargo, destacan los periodos de altas temperaturas durante el mes de mayo, en la mayoría de las estaciones presentadas (Figura 2.10). Asimismo, se observa que la estación con registro de temperaturas más altas, sobre todo en los meses de mayo y septiembre, es aquella localizada en el municipio de Ixmiquilpan.

Durante el análisis de temperaturas se puede distinguir un grupo de tendencias conformado por las estaciones de Ixmiquilpan, Tula y Tlanchinol, donde las temperaturas empiezan a incrementarse más que en las otras estaciones, desde el mes de marzo y hasta octubre. Dichas estaciones se caracterizan por su ubicación en un clima predominantemente seco-templado. La estación Pachuca y Santiago Tulantepec presentan tendencias similares, lo cual sugiere que las regiones en donde se encuentran localizadas pudieran compartir características meteorológicas similares. Respecto a la estación localizada en el municipio de Zacualtípán acorde con su localización en un clima predominantemente templado-húmedo, registra las temperaturas más bajas dentro de las estaciones del SMN analizadas. Los niveles de precipitación pluvial más elevados en Hidalgo se presentan de junio a septiembre, periodo considerado como la temporada de lluvias. Las estaciones meteorológicas que han registrado mayores niveles de precipitación son aquellas localizadas en los municipios de Santiago Tulantepec, Tlanchinol y Zacualtípán (Figura 2.10).

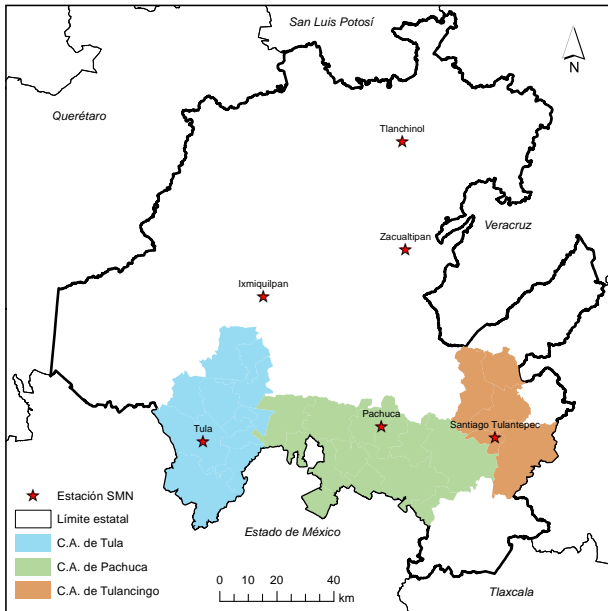


Figura 2.9 Ubicación geográfica de estaciones meteorológicas seleccionadas pertenecientes al SMN en el estado de Hidalgo. C.A.: cuenca atmosférica.

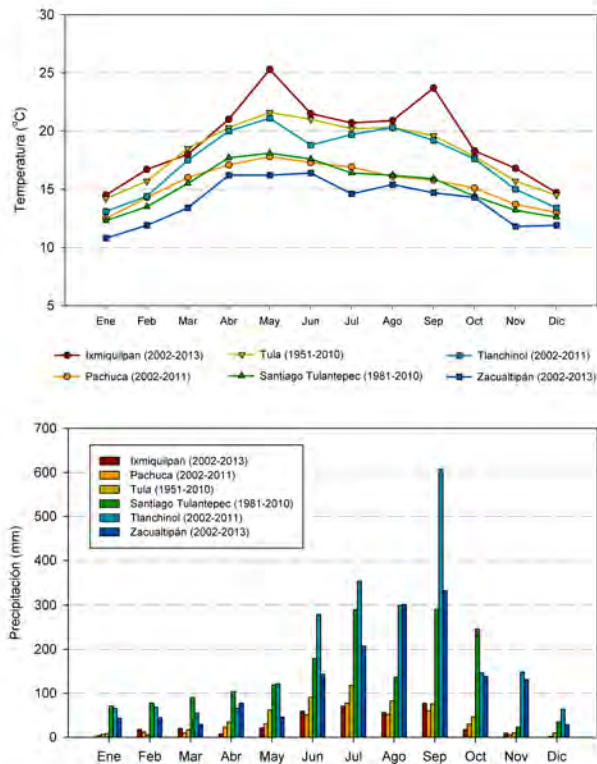


Figura 2.10 Temperatura y precipitación registradas en estaciones seleccionadas del SMN, en Hidalgo en diferentes periodos

Fuente: INEGI, 2014, CNA-SMN, 2015.

### 2.3.5.2 DIRECCIÓN Y VELOCIDAD DEL VIENTO

De acuerdo a la información disponible, la estación del SMN localizada en el municipio de Pachuca fue analizada con respecto a velocidad y dirección del viento, durante el año 2014. Dicha estación es presentada debido a su ubicación dentro de la cuenca mencionada en la sección 2.3.1.1. Como se puede observar en la Figura 2.11, los vientos predominantes en Pachuca provienen del noreste. Durante la época seca-fría que comprende los meses de enero, febrero y marzo, los vientos que influyen la cuenca provienen principalmente de la parte sur, mientras que los vientos con velocidades más fuertes entre 5.7 y 8.8 m/s, provienen de las partes sur-oeste y oeste (Figura 2.11). Los periodos de calma más prolongados son aquellos presentes durante la temporada seca-fría, mientras que en los siguientes meses los periodos de calma son iguales o menores al 10%. Del mes de abril a diciembre los vientos provenientes de la parte noreste son predominantes con velocidades promedio de 0.5 a 2.1 m/s.

La cuenca atmosférica de Tula ha sido la más estudiada debido a las actividades industriales ahí desarrolladas y las cuales se ha demostrado tienen impacto en la Ciudad de México (Rivera et.al., 2009). En dicha cuenca se tiene vientos dominantes de norte y noreste durante casi todo el año, con vientos débiles de 2.8 a 8.3 m/s de velocidad promedio (Wöhrnschimmel, 2008). Es en la atmósfera libre donde los vientos del oeste se intensifican significativamente durante el invierno y en verano, debido a que los vientos en esta región son dominados por los vientos alisios (vientos del este) y de intensidad moderada 16.7 a 18 m/s. Considerando esta dinámica de vientos y conforme a los resultados de la campaña MILAGRO, así como a estudios semejantes realizados por el Centro Mario Molina y por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), se ha observado que las emisiones generadas en la región Tula-Tepeji, debido a la dirección del viento y a otras condiciones meteorológicas,

son transportadas hacia la ZMVM (Rivera et.al., 2009). Por ejemplo, de los eventos de alta concentración de  $\text{SO}_2$  que registra la red de monitoreo de la Ciudad de México, el 18% tienen su origen en esta región (ProAire, ZMVM 2011-2020).

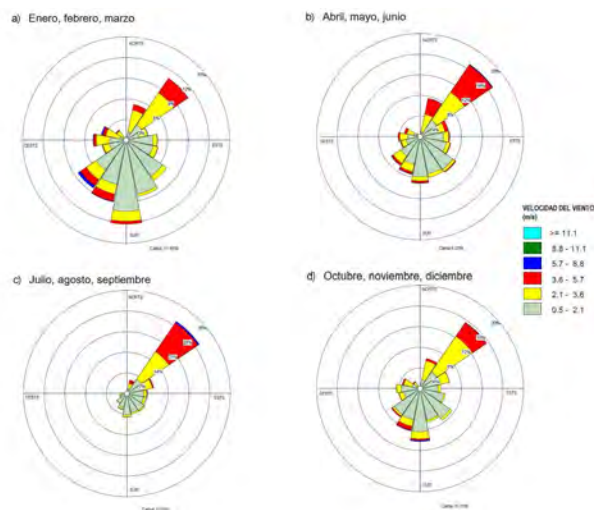


Figura 2.11 Velocidad y dirección de viento predominantes en la estación meteorológica Pachuca del SMN, durante el año 2014.

Para el análisis de los vientos predominantes en la cuenca de Tulancingo, no fue posible contar con información proveniente de las estaciones del SMN. El último registro de datos de la estación de Santiago Tulantepec fue en el año 2010 y los datos correspondientes a dirección y velocidad del viento no pudieron ser obtenidos para su análisis.

### 2.3.6 USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

En Hidalgo se encuentran tres grandes tipos de vegetación: selva en los climas cálidos y semicálidos al norte; bosques en los climas templados húmedos y subhúmedos en el centro y, vegetación de zonas áridas en los climas templados secos en la parte sureste. Los terrenos agrícolas son los más abundantes (42.2%), seguidos por la vegetación secundaria (21.8%), bosques (12%), pastizales (12%)<sup>1</sup> y matorral xerófilo (7.5%) (Tabla 2.4).

**Tabla 2.4** Uso del suelo y vegetación del Estado de Hidalgo

TIPO DE SUPERFICIE	PORCENTAJE (%)	SUPERFICIE (km <sup>2</sup> )
Agricultura	42.2	9,035.02
Pastizal	12.1	2,580.55
Bosque	12.1	2,609.60
Selva	0.2	39.36
Matorral xerófilo	7.5	1,610.60
Otro tipo de vegetación	0.1	12.29
Vegetación secundaria	21.8	4,659.60
Áreas sin vegetación	0.1	14.13
Cuerpos de agua	0.4	93.21
Áreas urbanas	3.5	740.61
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>21,394.97</b>

### 2.3.7 FLORA Y FAUNA

La vegetación es de gran importancia a nivel ecológico y económico, debido a que protege el suelo y regula el clima; sin embargo, libera a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles (COV), tales como isoprenos y terpenos, los cuales junto con los óxidos de nitrógeno generados por el proceso de nitrificación y desnitrificación de la materia orgánica, una vez liberados a la atmósfera, pueden actuar como precursores de ozono.

En la Tabla 2.5 se muestran algunas de las principales especies de acuerdo al tipo de vegetación presente en el estado.

<sup>1</sup> Cultivado, natural e inducido

**Tabla 2.5** Principales especies de flora por tipo de vegetación en Hidalgo

Concepto	Nombre científico	Nombre local	Utilidad
Pastizal	<i>Cynodonplectostachyum</i>	Estrella africana	Forraje
	<i>Muhlenbergiaaff. Plumbea</i>	Zacatón	Forraje
	<i>Boutelouagracilis</i>	Zacate navajita	Forraje
	<i>Mimosa biuncifera</i>	Uña de gato	Forraje
Bosque	<i>Pinuspatula</i>	Ócote rojo	Madera
	<i>Quercuscrassifolia</i>	Encino hoja ancha	Madera
	<i>Liquidambarstyraciflua</i>	Mirra	Madera
	<i>Abiesreligiosa</i>	Oyamel	Madera
	<i>Quercuslaurina</i>	Encino manzanilla	Madera
Selva	<i>Guazumaulmifolia</i>	Guácima	Forraje
	<i>Tabebuia sp.</i>	Palo de rosa	Madera
	<i>Bursera sp.</i>	Chaca	Madera
	<i>Croton cotesianus</i>	Pinolillo	Forraje
	<i>Inga sp.</i>	Chalahuite	Sombra
Matorral	<i>Myrtillocactus sp.</i>	Garambullo	Frutos
	<i>Yuccafilifera</i>	Palma	Fibras
	<i>Amelanchierdenticulata</i>	Membrillo	Forraje
Agricultura	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Comestible
	<i>Capsicum annuum</i>	Chile	Comestible
	<i>Zea mays</i>	Maíz	Comestible
	<i>Medicago sativa</i>	Alfalfa	Comestible
	<i>Triticumaestivum</i>	Trigo	Comestible

Nota: Sólo se mencionan algunas especies útiles.  
Fuente: INEGI, 2014.

Entre la fauna más abundante en Hidalgo, se encuentran garzas, cotorras, colibríes, tordos, búhos, zopilotes, gatos montés, coyotes, zorrillos, conejos, liebres, lagartijas y serpientes de cascabel.

En el centro, la parte norte y este del estado habitan venados cola blanca, jaguar, tlacuaches, puercoespines, tigrillos, tejones, codornices y guajolotes (INEGI, 2015).

La fauna que caracteriza a las zonas urbanas y semiurbanas consta de perros, gatos, ratas, vacas, cabras, cerdos y caballos, cuyas excretas contribuyen significativamente con emisiones a la atmósfera a través del proceso de descomposición (INEGI, 2015).

### 2.3.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El conocimiento científico de la riqueza biológica y ecológica de nuestro país permite realizar un estimado del valor de los bienes y servicios en términos económicos. Esto aporta elementos de juicio objetivos para orientar decisiones privadas y públicas en materia de conservación de la biodiversidad y áreas naturales, que las convierten en activos estratégicos para México.

Es en esta materia que Hidalgo ocupa el décimo cuarto lugar en biodiversidad del país, ya que el 6.6% de su territorio (138,980 ha) son áreas naturales protegidas. Tiene 5 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de conservación, vigilancia y administración federal, las cuales incluyen 3 parques nacionales: Los Mármoles, Tula y El Chico; una reserva de la biosfera, la barranca de Metztlán y un área de protección de recursos naturales la cuenca hidrográfica del río Necaxa (CONANP, 2015). Además, el estado cuenta con 36 áreas naturales protegidas consideradas como de competencia local (CIBIOGEM-CONACYT, 2015)(Figura 2.12).

Aunado a lo anterior, al 31 de diciembre de 2013, el estado de Hidalgo cuenta con 3 sitios Ramsar<sup>2</sup>, los cuales son: Laguna de Metztitlán (barranca de Metztitlán), Sistema de Represas y Corredores biológicos de la cuenca hidrográfica del río Necaxa y la laguna de Tecocomulco (INEGI, 2014).

<sup>2</sup>De acuerdo a INEGI, 2014 "Los sitios Ramsar se refieren a humedales de importancia internacional, considerados como ecosistemas fundamentales en la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos y estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías y suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural y usos tradicionales). Estos sitios se han venido determinando y registrando en México a partir del 4 de noviembre de 1986 derivado de la Convención celebrada en 1971 en la ciudad de Ramsar, Irán. Cabe señalar que estos humedales pueden o no estar incluidos dentro de las denominadas áreas naturales protegidas."



Figura 2.12 Áreas Naturales Protegidas del Estado de Hidalgo

En estas áreas naturales, el INEGI (2015b) refiere que el trópico húmedo de Hidalgo contiene 135 especies de mamíferos, de los cuales 68 son endémicos del país y dos del estado, localizados fundamentalmente en zonas de bosques de coníferas y encinos. Las ANP del estado contemplan la zona templada en la sierra de Pachuca, la selva y la vegetación de zonas áridas que constituyen un complejo y diversificado conjunto de ecosistemas presentes. Sin embargo, en los últimos 20 años el territorio ha sufrido una significativa pérdida de su cubierta vegetal. El mantenimiento e incremento de las ANP es muy importante dado que, la tasa de pérdida de cobertura vegetal es grande; de seguir esta tendencia, se perderían, entre otros, los sumideros de carbono (el CO<sub>2</sub> capturado en la región).

En la entidad se consideran dos regiones con alto endemismo: cañones y afluentes del río Amajac donde se incluye la barranca de Metztitlán y el bosque mesófilo de montaña en la región de Tlanchinol y zona Tepehua. Una de las razones para las pérdidas de cobertura vegetal en Hidalgo se debe a incendios forestales, los cuales en su mayoría son registrados durante la temporada de sequía de diciembre a mayo. Entre las causas que originan los incendios se encuentran:

- La inducción para cambiar el uso de suelo
- Quemadas agrícolas mal controladas
- Descuidos humanos
- Elevadas temperaturas ambientales o tormentas eléctricas naturales



Los efectos negativos de los incendios forestales son: destrucción del hábitat, muerte de fauna y especies endémicas, pérdida de cobertura vegetal, exposición del suelo y, en consecuencia, erosión del suelo por viento y lluvia. Durante el incendio se emiten gases y partículas, así mismo, al perder la cobertura vegetal se emiten partículas por erosión eólica. Conforme al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), en Hidalgo se presenta una frecuencia mediana de incendios con respecto del resto del país (Tabla 2.6). De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones, año base 2005 (INEM, 2011), los incendios forestales representaron aproximadamente el 1.17% de las emisiones de monóxido de carbono (CO) y 1.01% de las partículas con diámetro aerodinámico menor a 2.5 micrómetros (PM<sub>2,5</sub>) en el estado.

**Tabla 2.6** Estadística Estatal de Incendios Forestales en Hidalgo de 2005 al 2014

Año	Número de incendios
2005	201
2006	170
2007	50
2008	274
2009	312
2010	73
2011	359
2012	140
2013	446
2014	115

## 2.4

### ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Conocer la forma en que la población está distribuida en el territorio, su evolución, las actividades que desarrollan y la forma en que lo han hecho, permite entender el impacto que puede llegar a causar en el medio ambiente y en la generación de la contaminación ambiental, por lo cual en las siguientes secciones se describen brevemente dichos aspectos.

#### 2.4.1 DINÁMICA POBLACIONAL

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Hidalgo tiene 2,878,369 habitantes (proyección 2015). De los 84 municipios que lo conforman, 48% vive en comunidades rurales y el resto en comunidades urbanas. Se cuenta con una densidad poblacional de 128 habitantes/km<sup>2</sup> (INEGI, 2015).

La evolución demográfica indica que la población hidalguense tuvo un crecimiento bajo de 1995 a 2005; sin embargo, según la CONAPO (2010), los municipios que comprenden las zonas metropolitanas, en los últimos 20 años han mantenido un ritmo de crecimiento sostenido en Pachuca y Tula, mientras que Tulancingo muestra disminución.

La Tabla 2.7 muestra la tasa de crecimiento de las tres zonas metropolitanas consideradas dentro de las cuencas atmosféricas caracterizadas en el estado.

**Tabla 2.7** Tasa de crecimiento porcentual para las zonas metropolitanas de Pachuca, Tulancingo y Tula.

Zona metropolitana	Población (habitantes) 2010	Tasa de crecimiento	
		1990-2000	2000-2010
Pachuca	512,196	3.1	3.1
Tulancingo	239,579	2.8	2.1
Tula	205,812	1.9	1.9

Fuente: CONAPO (2010).

## 2.4.2 DESARROLLO ECONÓMICO

El Producto Interno Bruto (PIB) es una magnitud que contabiliza los bienes y servicios producidos en una entidad durante un periodo. Aportando el 1.6% del PIB nacional, Hidalgo se sitúa entre las diez entidades federativas con menor PIB per cápita del país (INEGI, 2015b).

Dada su ubicación, a 40 kilómetros del norte de la Ciudad de México, al igual que otros estados vecinos de esta ciudad, tiene intercambio industrial, comercial, cultural, turístico, educativo y de negocios con este.

La estructura económica y productiva por sectores muestra que el sector terciario es el mayor generador de ingreso (52%), mientras que los sectores primario y secundario aportan el 44 y 4% respectivamente, del PIB estatal a precios constantes de 2008 (INEGI, 2015b) (Figura 2.13).

Esto ubica al estado como la quinta entidad con mayor contribución en el sector secundario, por generar energía, refinación y distribución de hidrocarburos e industria cementera, superado por Campeche y Tabasco, por la extracción de hidrocarburos, y por Coahuila y Aguascalientes, por la industria maquiladora.

Cabe mencionar que los sectores industriales mencionados en Hidalgo se ubican en su mayoría en la región Tula-Tepeji.

	PIB	%
Sector Terciario	107,286	53
Sector Secundario	89,316	44
Sector Primario	7,625	4
PIB estatal	204,227	100

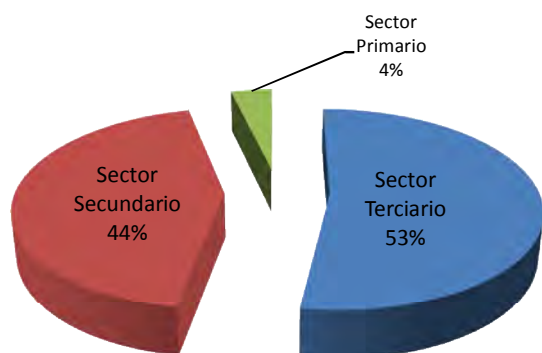


Figura 2.13 Distribución del Producto Interno Bruto del Estado de Hidalgo

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2015b.

### 2.4.2.1 SECTOR ECONÓMICO PRIMARIO

En cuanto al sector primario, conformado por la agricultura, ganadería, pesca, minería y petróleo, Hidalgo ocupa el octavo lugar en la participación de la población en la actividad económica.

Cuenta con una superficie sembrada total de 578,885 hectáreas, 470,248 hectáreas de superficie cosechada total y un volumen de producción forestal maderable de 124,092m<sup>3</sup> rollo (INEGI, 2015 b).

Los municipios que más desarrollan esta actividad son Acatlán, Chapantongo, Chapulhuacán, Eloxochitlán, Huazalingo, La Misión, Pisaflores, San Bartolo Tutotepec, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlahuiltepan, Tlanchinol, Xochiatipan, Xochicoatlán y Yahualica; siendo los cultivos básicos: maíz, frijol, trigo, forrajes (alfalfa y cebada), hortalizas, nopal, tuna, manzana, cítricos y café.

### 2.4.2.2 SECTOR ECONÓMICO SECUNDARIO

En el sector secundario, el análisis por subsector indica que la manufactura aporta al Producto Interno Bruto (PIB) estatal el 28% del total; la segunda mayor contribución corresponde a la industria alimentaria (8%), seguida de la fabricación a base de minerales no metálicos (7.5%); la industria de la construcción con un 7% y la relacionada con derivados del petróleo con un 6 por ciento. Así mismo, para el año 2008 se contabilizó un total de ingresos por suministro de bienes y servicios, en el sector 21, minería \$1, 217,060.00 (un millón doscientos diecisiete mil sesenta pesos 00/100 M.N.) y un volumen de las ventas de energía eléctrica de 3, 564,134 Megawatts-hora.



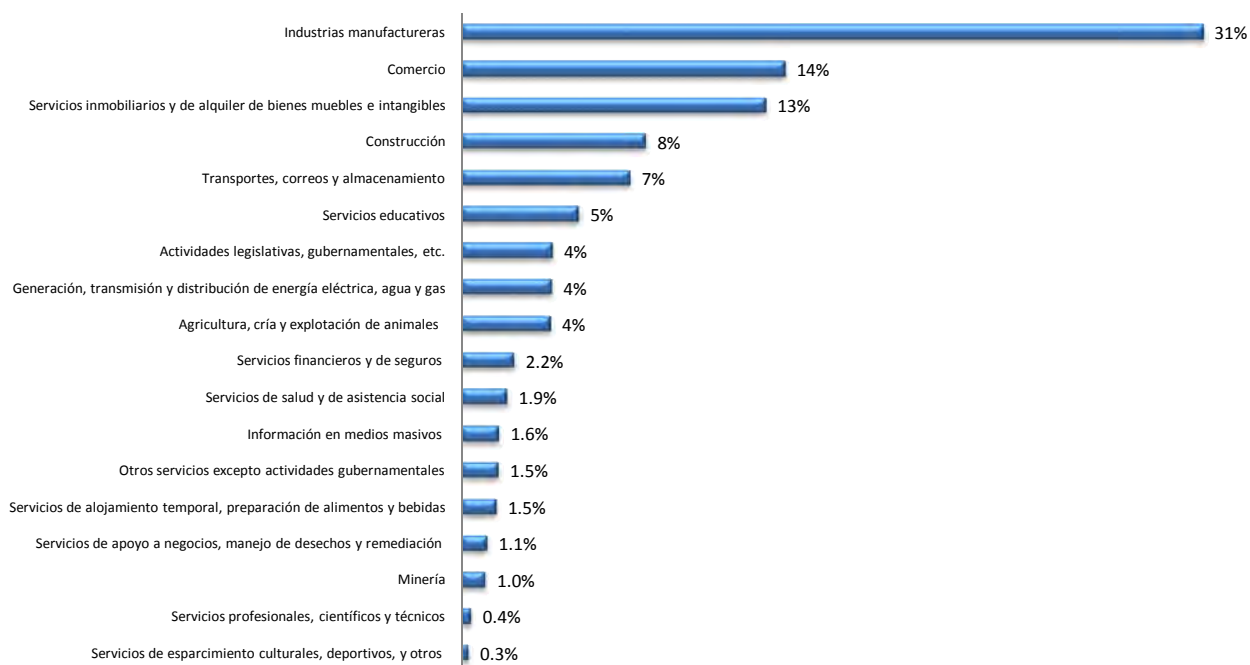


Figura 2.14 Distribución del PIB por sector de actividad económica para el año 2012 en el estado de Hidalgo.

### 2.4.2.3 SECTOR ECONÓMICO TERCIARIO

En el sector terciario, el comercio representa el 14%, mientras que los servicios inmobiliarios y de alquiler representa el 13%, seguido por las actividades de construcción, transporte, correo y almacenamiento con el 7% y servicios educativos con el 5 por ciento (Figura 2.14).

En la cuenca atmosférica de Tula se ubican las industrias petrolera, energética, mineral no metálica, cementera, textil, química y un gran número de servicios. Esta dinámica económica está asociada al crecimiento poblacional, y con ello, al incremento del parque vehicular en esta cuenca.

En contraste, en la cuenca atmosférica de Tulancingo destaca el comercio y los servicios, sobresaliendo el comercio automotriz, al por mayor de alimentos, bebidas y tabaco, así como

la ganadería bovina e industria láctea. La cuenca atmosférica de Pachuca tiene como actividad principal al sector de servicios, destacando la preparación de alimentos y bebidas, así como los servicios educativos puesto que un número importante de instituciones educativas se han establecido en el lugar, cubriendo todos los niveles, desde preescolar hasta postgrado.

La preponderancia de las actividades manufactureras se da de manera particular en el municipio de Tizayuca, destacando la presencia tanto de industria alimentaria, textil y química. Los municipios no metropolitanos como Huejutla, Actopan y Apan basan su actividad en el sector terciario. En contraste, Ajacuba, Tepeapulco y Tepeji del Río basan su ingreso en las manufacturas y otras actividades secundarias.

## 2.5 VÍAS DE COMUNICACIÓN

En Hidalgo, la mayoría de la población se concentra en el sur del estado, desde la zona metropolitana de Tula y los municipios vecinos al suroeste; la zona metropolitana de Pachuca, el municipio de Tizayuca al centro-sur y, al suroriente el altiplano y la zona metropolitana de Tulancingo. Sin omitir a los municipios de Huichapan al norponiente y Huejutla al nororiente. Esta característica requiere una amplia y funcional red carretera para conectar los centros de población y transportar la actividad productiva; en este sentido, la red carretera estatal se observa en la Figura 2.15.

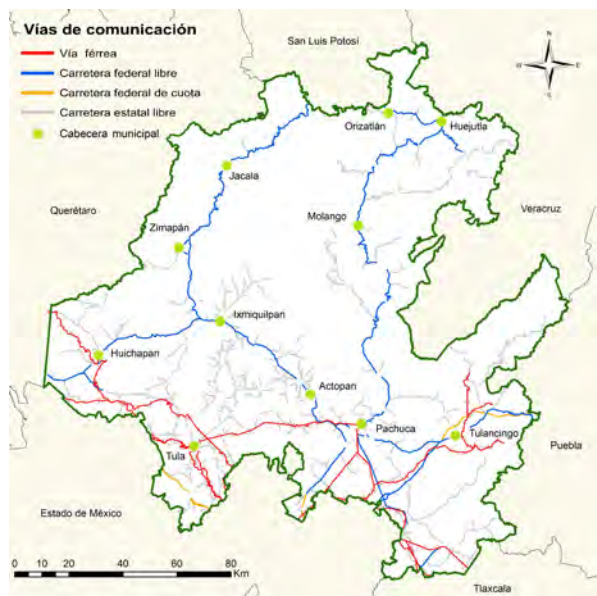


Figura 2.15 Principales vías de comunicación en el Estado de Hidalgo

### 2.5.1 SISTEMA FERROVIARIO Y AÉREO

**Aeropuertos:** Hidalgo cuenta con un aeropuerto de tipo nacional localizado en la ciudad de Pachuca llamado Juan Guillermo Villasana, que cuenta con una pista de 2200 metros de largo por 26 de ancho, con plataforma de aviación general, pernocta y servicios de combustible; presenta un promedio de 4500 operaciones anuales.

También cuenta con cuatro aeródromos, localizados en terrenos llanos con pistas e instalaciones para el aterrizaje y despegue de aeronaves; ocupando generalmente una extensión menor que la del aeropuerto. Están destinados a usos militares o a exhibiciones deportivas de vuelo, y se encuentran en los municipios de Huichapan, Ixmiquilpan, Molango y Tizayuca.

**Ferrocarriles:** La red ferroviaria de Hidalgo cuenta con 865 kilómetros, equivalentes al 3% del total nacional, de los cuales 709 son de vías troncales y ramales, 102 de vías secundarias, y 54 de vías particulares. La red está distribuida en la región sur, entre Tula y Huichapan, como apoyo a la industria cementera, y conecta con los municipios de Pachuca, Villa de Tezontepec, Tulancingo, Tepeapulco y Apan, los cuales tienen enlace ferroviario de carga con los estados de México y Tlaxcala (Figura 2.15).

---

## REFERENCIAS

- CIBIOGEM-CONACYT. Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. <http://www.conacyt.mx/cibiogem/index.php/anpl/hidalgo> Consultado: 10/12/2015.
- CNA-SMN. Comisión Nacional del Agua-Servicio Meteorológico Nacional. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=185:hidalgo&catid=14:norales-por-estacion](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=185:hidalgo&catid=14:norales-por-estacion) Consultado: 09/12/2015
- COFOIN. Corporación de Fomento de Infraestructura Industrial. Gobierno del Estado de Hidalgo. <http://cofoin.hidalgo.gob.mx/> Consultado: 04/12/2015.
- CONAPO. Consejo Nacional de Población. Delimitación de las zonas metropolitanas de México. 2010.
- CONAPO. Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la Población 2010-2050. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos) Consultado: 08/04/2016.
- Fast, J. D., de Foy, B., Acevedo Rosas, F., Caetano, E., Carmichael, G., Emmons, L., McKenna, D., Mena, M., Skamarock, W., Tie, X., Coulter, R. L., Barnard, J. C., Wiedinmyer, C., and Madronich, S. A meteorological overview of the MILAGRO field campaigns, *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7, 2233-2257, doi:10.5194/acp-7-2233-2007, 2007.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Uso del suelo y vegetación. 2005. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo Nacional de Población y Vivienda. 2010. Mexico.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Perspectiva estadística Hidalgo. Diciembre 2012.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2014. 2014. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/hgo/territorio/clima.aspx?tema=me&e=13> Consultado: 04/12/2015.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=13> Consultado: 12/12/2015b.
- INEM, Inventario Nacional de Emisiones, año base 2005. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diciembre 2011, México.
- PROAIRE, ZMVM 2011-2010. Programa para mejorar la calidad del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020. Gobierno del Estado de México, SEMARNAT, Secretaría de Salud. Gobierno del Distrito Federal. México.
- Rivera, C., Sosa, G., Wöhrnschimmel, H., de Foy, B., Johansson, M., Galle, B. Tula industrial complex (Mexico) emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> during the MCMA 2006 field campaign using a Mini-DOAS system. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 9, 1, pp.5153-5176, 2009.
- SEMARNATH. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo. Dirección de Áreas Naturales Protegidas y Biodiversidad. Programa de prevención, detección y combate de incendios forestales. Hidalgo, 2015.
- Wöhrnschimmel, H. Resultados de la aplicación de modelos de simulación en Salamanca, Gto. y en Tula, Hgo. Seminario internacional sobre monitoreo atmosférico. Septiembre, 2008. México.

# 3 IMPACTOS DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN

## 3.1

### CALIDAD DEL AIRE Y SALUD

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire, los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma. Cuanto más bajo sea el nivel de contaminación del aire, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo.

Las Directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la calidad del aire ofrecen una evaluación de los efectos sanitarios derivados de la contaminación del aire, así como de los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3,7 millones de defunciones prematuras. Un 88% de esas defunciones prematuras se producen en países de ingresos bajos y medianos, y las mayores tasas de morbilidad se registran en las regiones del Pacífico Occidental y Asia Sudoriental de la OMS.

Las políticas y las inversiones de apoyo a medios de transporte menos contaminantes, viviendas energéticamente eficientes, generación de electricidad y mejor gestión de residuos industriales y municipales en algunos casos permiten reducir importantes fuentes de contaminación del aire en las ciudades. La reducción de las emisiones domésticas derivadas de sistemas energéticos basados en el carbón y la biomasa, así como de la incineración

de desechos agrícolas (por ejemplo, la producción de carbón vegetal), permite limitar importantes fuentes de contaminación del aire en zonas periurbanas y rurales de las regiones en desarrollo.

La disminución de la contaminación del aire puede conducir a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> y de contaminantes de vida corta como las partículas de carbono negro y metano, y de este modo contribuir a mitigar el cambio climático a corto y largo plazo.

Además de la contaminación del aire en exteriores, las emisiones de gases contaminantes en interiores representan un grave riesgo sanitario para unos 3,000 millones de personas que cocinan y calientan sus hogares con combustibles de biomasa y carbón.

La carga de morbilidad por demanda de atención en el estado de Hidalgo para el año 2014, registra 36.3 casos nuevos de enfermedad por accidentes cerebrovasculares por cada cien mil habitantes, mostrando un incremento de 4 puntos de tasa en comparación con la reportada en el año 2000 (tasa 32.3); así mismo, en 2014 la morbilidad por asma y estado asmático fue de 230.5 con un incremento de 111.2 puntos de tasa contra el año 2000; la morbilidad por infarto agudo al miocardio en 2014 fue de 37.3 casos por cada cien mil habitantes; este padecimiento disminuyó en 5.6 puntos de tasa en comparación con la reportada en el año 2000 (tasa 42.9).

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo. Según las últimas estimaciones de la OMS sobre la carga mundial de morbilidad, la contaminación del aire exterior e interior provoca siete millones de defunciones prematuras aproximadamente.

Actualmente, esto representa uno de los mayores riesgos sanitarios mundiales, comparable a los riesgos relacionados con el tabaco, y superado únicamente por los riesgos sanitarios relacionados con la hipertensión y la nutrición.

La OMS estima que un 80% de las defunciones prematuras relacionadas con la contaminación del aire exterior se deben a cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular, mientras que un 14% se deben a neumopatía obstructiva crónica o infección aguda de las vías respiratorias inferiores, y un 6% a cáncer de pulmón.

Una evaluación de 2013 realizada por el Centro Internacional de Investigaciones sobre Cáncer de la OMS determinó que la contaminación del aire exterior es carcinógena para el ser humano, y que las partículas presentes en el aire contaminado están estrechamente relacionadas con la creciente incidencia del cáncer, especialmente el cáncer de pulmón. También se ha observado una relación entre la contaminación del aire en exteriores y el aumento del cáncer de vías urinarias y vejiga. Según estimaciones de 2012, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 3,7 millones de defunciones prematuras; esta mortalidad se debe a la exposición a partículas de diámetro menor a 10 micrones ( $PM_{10}$ ), que pueden causar cardiopatías, neumopatías y cáncer.

Los habitantes de países de ingresos bajos y medianos sufren desproporcionadamente la carga de morbilidad derivada de la

contaminación del aire en exteriores, lo que se constata por el hecho de que el 88%, de los 3,7 millones de defunciones prematuras, se producen en esos países, y la mayor carga de morbilidad se registra en las regiones del Pacífico Occidental y el Asia Sudoriental. Las últimas estimaciones de la carga de morbilidad reflejan el importantísimo papel que juega la contaminación del aire en las cardiopatías y las defunciones prematuras, mucho más de lo que creían los científicos anteriormente.

Durante el año 2013, en Hidalgo ocurrieron un total de 13,159 defunciones de las cuales 26% han sido causadas por padecimientos que pudieran relacionarse a contaminantes atmosféricos, sin ser determinante dicho factor: el 14% de muertes corresponden a cardiopatía isquémica, 6% enfermedad cerebrovascular, el 5% corresponde a enfermedad pulmonar obstructiva crónica y 1% tumor maligno de tráquea, bronquios y pulmón.

## 3.2

### **DIRECTRICES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD**

Las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire publicadas en 2005, ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave, que entrañan riesgos sanitarios. Las Directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas ( $PM_{10}$ ) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire.

Dichas Directrices aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a: partículas (PM), ozono ( $O_3$ ), dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) y dióxido de azufre ( $SO_2$ ), en todas las regiones de la OMS.



## 3.3

### MATERIAL PARTICULADO (PM)

#### 3.3.1 DEFINICIÓN Y FUENTES PRINCIPALES

Las partículas más perjudiciales para la salud son aquellas cuyo diámetro es igual o menor a 10 micrones ( $\leq PM_{10}$ ), y pueden penetrar y alojarse en el interior profundo de los pulmones. La exposición crónica a las partículas agrava el riesgo de desarrollar cardiopatías y neumopatías, así como cáncer de pulmón. Generalmente, las mediciones de la calidad del aire se notifican como concentraciones medias diarias o anuales de partículas  $PM_{10}$  por metro cúbico ( $m^3$ ) de aire.

Las mediciones sistemáticas de la calidad del aire describen esas concentraciones de PM expresadas en microgramos ( $g/m^3$ ). Cuando se dispone de instrumentos de medición suficientemente sensibles, se notifican también las concentraciones de partículas finas ( $PM_{2.5}$  o menores).

#### 3.3.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Existe una estrecha relación cuantitativa entre la exposición a altas concentraciones de pequeñas partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ) y el aumento de la mortalidad o morbilidad diaria y a largo plazo. A la inversa, cuando las concentraciones de partículas pequeñas y finas son reducidas, la mortalidad conexas también desciende, en el supuesto de que otros factores se mantengan sin cambios. Esto permite a las instancias normativas efectuar proyecciones relativas al mejoramiento de la salud de la población que se podría esperar si se redujera la contaminación del aire con partículas. La contaminación con partículas conlleva efectos sanitarios incluso en muy bajas concentraciones; de hecho, no se ha podido identificar ningún umbral por debajo del cual no se hayan observado daños

para la salud. Por consiguiente, los límites de la directriz de 2005 de la OMS se orientan a lograr las concentraciones de partículas más bajas posibles.

#### Valores fijados en las Directrices de la OMS

<b>PM<sub>2.5</sub></b>	10 $\mu g/m^3$	media anual
	25 $\mu g/m^3$	media en 24h
<b>PM<sub>10</sub></b>	20 $\mu g/m^3$	media anual
	50 $\mu g/m^3$	media en 24h

Además de los valores, las Directrices sobre la calidad del aire establecen metas intermedias para concentraciones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  destinadas a promover una reducción gradual de concentraciones altas a otras más bajas. Si se alcanzaran esas metas intermedias se podrían esperar reducciones importantes de los riesgos de enfermedades agudas y crónicas derivadas de la contaminación del aire. No obstante, los valores establecidos en las Directrices deberían ser el objetivo final.

Los efectos sanitarios de las partículas provienen de la exposición que actualmente experimentan muchas personas, tanto en las zonas urbanas como rurales, bien sea en los países desarrollados o en los países en desarrollo, aun cuando la exposición en muchas ciudades en rápido desarrollo suele ser actualmente más alta que en ciudades desarrolladas de tamaño comparable.

En las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire se estima que una reducción media anual de las concentraciones de partículas ( $PM_{10}$ ) de 70  $g/m^3$ , común en muchas ciudades en desarrollo, a 20  $g/m^3$ , permitiría reducir el número de defunciones relacionadas con la contaminación en aproximadamente un 15%. Sin embargo, incluso en la Unión Europea,

donde las concentraciones de PM de muchas ciudades cumplen los niveles fijados en las Directrices, se estima que la exposición a partículas de origen antropogénico reduce la esperanza media de vida en 8.6 meses.

En los países en desarrollo, la exposición a contaminantes en interiores de las viviendas, como consecuencia del uso de combustibles sólidos en estufas abiertas o cocinas tradicionales, incrementa el riesgo de infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores, así como las tasas de mortalidad conexas entre los niños pequeños. La contaminación del aire en interiores derivada del uso de combustibles sólidos es también un importante factor de riesgo de cardiopatías, neumopatía obstructiva crónica y cáncer de pulmón en los adultos.

Existen graves riesgos sanitarios no sólo por exposición a las partículas, sino también al O<sub>3</sub>, al NO<sub>2</sub> y al SO<sub>2</sub>. Como en el caso de las partículas, las concentraciones más elevadas suelen encontrarse en las zonas urbanas de los países de ingresos bajos y medianos.

## 3.4 OZONO (O<sub>3</sub>)

El ozono es un importante factor de mortalidad y morbilidad por asma, mientras que el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre pueden tener influencia en el asma, los síntomas bronquiales, las alveolitis y la insuficiencia respiratoria.

---

### Valores fijados en las Directrices de la OMS

---

O <sub>3</sub>	100 µg/m <sup>3</sup> de media en 8h
----------------	--------------------------------------

---

El límite recomendado en las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire, de 2005, se redujo del nivel de 120 µg/m<sup>3</sup> establecido en ediciones precedentes de esas Directrices, a raíz de pruebas concluyentes sobre la relación entre la mortalidad diaria y concentraciones de ozono inferiores.

### 3.4.1 DEFINICIÓN Y FUENTES PRINCIPALES

---

El ozono a nivel del suelo -que no debe confundirse con la capa de ozono en la atmósfera superior- es uno de los principales componentes de la niebla tóxica. Este se forma por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por fuentes vehiculares, los disolventes y la industria. Por lo regular, los niveles de ozono más altos se registran durante los períodos de tiempo con mayor radiación solar.

### 3.4.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

---

El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos de consideración en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupan en Europa. Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0.3% y un 0.4% respectivamente con un aumento de 10 g/m<sup>3</sup> en la concentración de ozono.

## 3.5

### DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>)

#### 3.5.1 DEFINICIÓN Y FUENTES PRINCIPALES

Como contaminante atmosférico, el NO<sub>2</sub> puede correlacionarse con varias actividades. En concentraciones de corta duración superiores a 200 µg/m<sup>3</sup>, es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias. Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las PM<sub>2.5</sub> y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono.

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO<sub>2</sub> son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos). El valor actual de 40 µg/m<sup>3</sup> (de media anual) fijado en las Directrices de la OMS para proteger a la población de los efectos nocivos para la salud del NO<sub>2</sub> gaseoso no ha cambiado respecto al recomendado en las Directrices anteriores.

#### Valores fijados en las Directrices de la OMS

NO <sub>2</sub>	
40 µg/m <sup>3</sup>	media anual
200 µg/m <sup>3</sup>	media en 1 hora

#### 3.5.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO<sub>2</sub>. La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO<sub>2</sub> registradas u observadas actualmente en ciudades europeas y norteamericanas.

## 3.6

### DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

La concentración de SO<sub>2</sub> en periodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m<sup>3</sup>. Diversos estudios indican que un porcentaje de personas con asma experimentan cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios tras periodos de exposición al SO<sub>2</sub> de tan sólo 10 minutos.

#### Valores fijados en las Directrices de la OMS

SO <sub>2</sub>	
20 µg/m <sup>3</sup>	media en 24 horas
500 µg/m <sup>3</sup>	media en 10 min

La revisión de la directriz referente a la concentración de SO<sub>2</sub> en 24 horas, que ha descendido de 125 a 20 µg/m<sup>3</sup>, se basa en las siguientes consideraciones:

- Los efectos nocivos sobre la salud están asociados a niveles de SO<sub>2</sub> muy inferiores a los aceptados hasta ahora.
- Se requiere mayor grado de protección.

Pese a las dudas que plantea todavía la causalidad de los efectos de bajas concentraciones de SO<sub>2</sub>, es probable que la reducción de las concentraciones disminuya la exposición a otros contaminantes.

#### 3.6.1 DEFINICIÓN Y FUENTES PRINCIPALES

El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro con un olor penetrante que se genera con la combustión de fósiles (carbón y petróleo) y la fundición de menas que contienen azufre. La principal fuente antropogénica del SO<sub>2</sub> es la combustión de fósiles que contienen azufre usados para la calefacción doméstica, la generación de electricidad y los vehículos a motor.

### 3.6.2 EFECTOS SOBRE LA SALUD

El SO<sub>2</sub> puede afectar al sistema respiratorio y las funciones pulmonares, y causa irritación ocular. La inflamación del sistema respiratorio provoca tos, secreción mucosa y agravamiento del asma y la bronquitis crónica; asimismo, aumenta la propensión de las personas a contraer infecciones del sistema respiratorio. Los ingresos hospitalarios por cardiopatías y la mortalidad aumentan en los días en que los niveles de SO<sub>2</sub> son más elevados. En combinación con el agua, el SO<sub>2</sub> se convierte en ácido sulfúrico, que es el principal componente de la lluvia ácida que causa la deforestación.

## 3.7

### VALORES NORMADOS DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

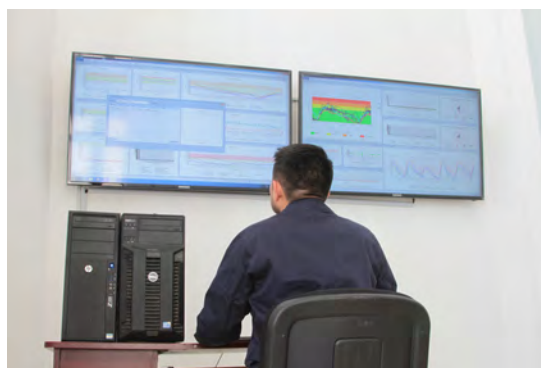
La Tabla 3.1 muestra los valores normados de contaminantes criterio presentes en la atmósfera por la Organización Mundial de la Salud y las Normas Oficiales Mexicanas en materia de protección a la salud.

**Tabla 3.1** Límites máximos permisibles de contaminantes de acuerdo a criterios de la OMS y Normas Oficiales Mexicanas.

Contaminante	Norma Oficial Mexicana	Tiempo de muestreo	México		OMS <sup>1</sup> (µg/m <sup>3</sup> )
			ppm	µg/m <sup>3</sup>	
CO	NOM-021-SSA1-1993	8 h	11.0 <sup>a</sup>	12,595	
NO <sub>2</sub>	NOM-023-SSA1-1993	1 h	0.21 <sup>a</sup>	395	200
		1 año			40
SO <sub>2</sub>	NOM-022-SSA1-2010	24 h	0.11 <sup>a</sup>	288	20
		1 año	0.025	66	
O <sub>3</sub>	NOM-020-SSA1-2014	1 h	0.095 <sup>a</sup>	215.6	100
		8 h	0.070 <sup>a</sup>	156.8	
PM <sub>10</sub>	NOM-025-SSA1-2014	24 h		75	50
PM <sub>2.5</sub>		1 año		40	20
		24 h		45	25
		1 año		12	10



Operación de estación de monitoreo.



Centro de monitoreo de la calidad del aire.

---

## REFERENCIAS

- CONAPO. Consejo Nacional de Población. Censo de población y vivienda versión 2010. Proyecciones de la población de México 1990- 2030.
- Dirección General de Información en Salud, Defunciones cifras oficiales definitivas 1979 – 2013 INEGI/SS.
- Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a material particulado. Valor de concentración máxima de material particulado para partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros  $PM_{10}$  y partículas menores de 2.5 micrómetros  $PM_{2.5}$  en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
- Modificación Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al ozono ( $O_3$ ). Valores normados para la concentración de ozono ( $O_3$ ) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. NOM-021-SSA1-1993 Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-022-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de azufre ( $SO_2$ ). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre ( $SO_2$ ) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
- NOM-023-SSA1-1993, Salud Ambiental. Criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
- OMS, Nota descriptiva N°313, Calidad del aire (exterior) y salud. Marzo de 2014.
- Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, Sistema Único Automatizado para la Vigilancia Epidemiológica (SUAVE).



El Inventario de Emisiones es un instrumento indispensable para la gestión de la calidad del aire, ya que permite identificar las fuentes, distribución espacial y contaminantes que se emiten, asimismo identifica características de operación de las fuentes de emisión. En el año 2006, se publicó el Inventario de Emisiones de la Región Tula-Tepeji 2002 (COEDE, 2006; en el Anexo A se presenta un resumen de los resultados obtenidos), el cual marcó un antecedente para la elaboración del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, año base 2011. Es importante destacar que dichos inventarios fueron realizados con diferentes objetivos y por lo tanto diferentes metodologías. El inventario de 2011 fue tomado como base para el planteamiento de las estrategias y acciones contenidas en el presente documento, por lo cual, a continuación se describen algunos de los resultados obtenidos.

## 4.1

### INVENTARIO DE EMISIONES DEL ESTADO DE HIDALGO, 2011

En la presente sección se hace una descripción, en base a los resultados obtenidos en el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo (IEEH), año base 2011 (IEEH-2011), el cual proporciona información sobre los contaminantes criterio, para los 84 municipios de la entidad. Se reportan los resultados en toneladas por año (t/año) para las emisiones de fuentes fijas, móviles (carreteras y no carreteras), de área y naturales (biogénicas y erosión eólica), las cuales se describen a continuación:

**Fuentes fijas.** Se consideraron las instalaciones establecidas en un solo lugar, que tienen como propósito desarrollar operaciones o procesos industriales, los cuales son de regulación federal o estatal. Las emisiones

consideradas en esta fuente son aquellas generadas durante el proceso, combustión y/o fugitivas. En el IEEH-2011 se incluyó la estimación de emisiones contaminantes de 323 fuentes fijas de las cuales 228 eran de jurisdicción local y 95 de jurisdicción federal.

**Fuentes de área.** Para el cálculo de estas fuentes, se consideraron aquellas que por ser numerosas o dispersas no son incluidas en las fuentes fijas. Se consideró que sus emisiones tienen diversos orígenes como son la combustión y evaporación en alguna parte de su proceso. En esta categoría se consideran las emisiones domésticas, comerciales, servicios y aquellas generadas por el ganado, fertilizantes, pesticidas, quemas agrícolas, entre otras.

**Fuentes móviles.** Dentro de esta categoría se consideran dos subcategorías: las fuentes móviles carreteras, las cuales consideran vehículos automotores para transporte y carga de combustión interna que circulan en vialidades del estado de Hidalgo, y fuentes móviles no carreteras, en donde se reportan emisiones de todo vehículo automotor y que tiene áreas establecidas de circulación o actividad, tal es el caso de maquinaria agrícola y locomotoras de arrastre.

**Fuentes naturales.** Se consideran procesos que generan compuestos contaminantes, entre ellos: la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV) provenientes de la vegetación, óxidos de nitrógeno (NOx) por la descomposición de materia orgánica en los suelos y partículas por la erosión eólica.

En la Tabla 4.1 se presentan los resultados generales del IEEH-2011, en donde se observa que el CO es el contaminante que se emitió en mayor cantidad en el Estado, posteriormente los COV y el SO<sub>2</sub>, seguido por las emisiones de NOx, PM<sub>10</sub>, amoníaco (NH<sub>3</sub>) y PM<sub>2.5</sub>.

**Tabla 4.1** Emisiones por tipo de fuente en el Estado de Hidalgo, durante el año 2011.

Fuente	Estimaciones totales (t/año)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Fijas	16,656	9,730	216,130	10,996	32,316	6,309	334
Área	16,888	13,058	1,004	88,722	14,873	102,311	24,284
Móviles	1,173	1,117	94	259,751	34,616	21,282	313
Naturales	231	54	N/A	N/A	8,142	139,088	N/A
<b>Total</b>	<b>34,949</b>	<b>23,960</b>	<b>217,228</b>	<b>359,469</b>	<b>89,948</b>	<b>268,990</b>	<b>24,931</b>

En la Figura 4.1 se presenta la contribución porcentual de cada fuente al total de las emisiones por contaminante, donde se observa que las fuentes fijas contribuyeron casi con la totalidad de las emisiones de SO<sub>2</sub>.

Las fuentes de área son las que aportaron la mayor cantidad de emisiones de partículas PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, más del 90% de las emisiones de NH<sub>3</sub>, y el 38% de COV.

Las fuentes móviles contribuyeron con el 72% de las emisiones de CO y aproximadamente el 40% de las emisiones de NO<sub>x</sub>. Finalmente, las fuentes de área aportaron aproximadamente el 38% de las emisiones de COV.

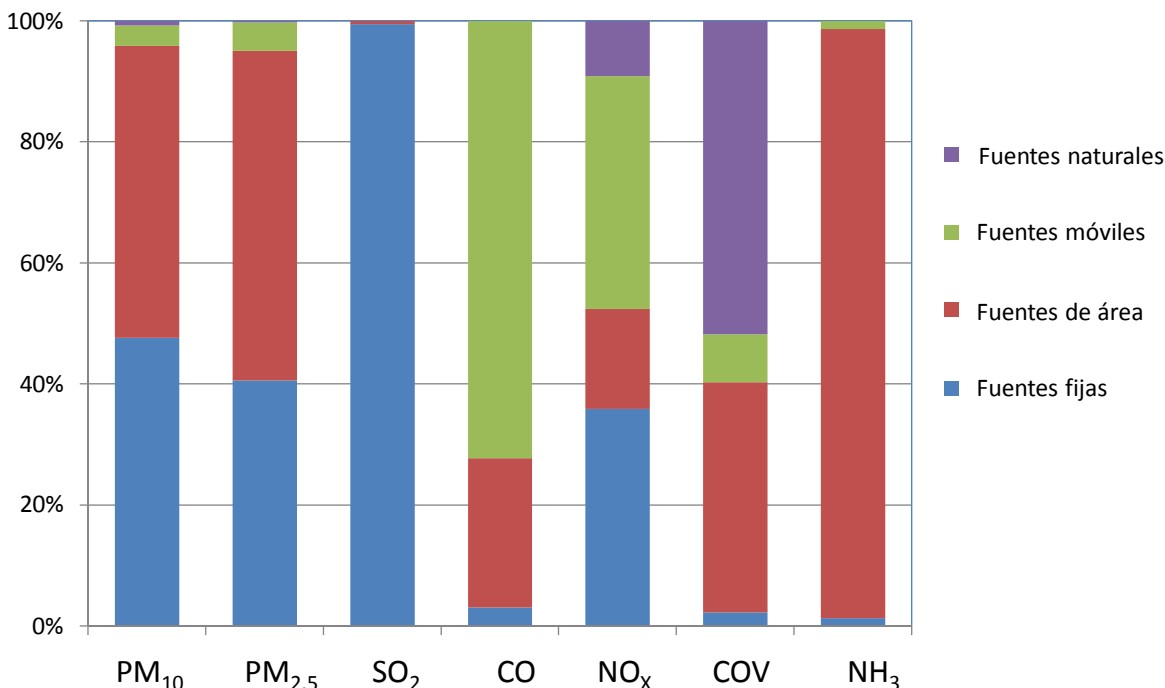


Figura 4.1 Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente y contaminante el estado de Hidalgo para el año 2011.

Fuente: IEEH-2011.

## 4.1.1 CONTAMINANTES ATMÓSFERICOS DESAGREGADOS

En esta sección se presentan las subcategorías y la magnitud de las emisiones que conforman las fuentes de emisión de contaminantes a la atmósfera considerados en el IEEH-2011 (Tabla 4.2), lo cual permite un mejor entendimiento de su origen y de las acciones necesarias para la reducción de emisiones contaminantes.

**Tabla 4.2** Desagregado por subsector de emisiones contaminantes criterio, Inventario de Emisiones Hidalgo, 2011 (ton/año)

CATEGORÍA	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
<b>FUENTES FIJAS</b>							
De competencia federal	15,783	9,669	215,211	10,727	31,885	4,692	326
De competencia estatal o municipal	873	61	920	269	431	1,617	8
<b>FUENTES DE ÁREA</b>							
Quema de combustibles en fuentes estacionarias	11,958	11,539	960	83,468	14,695	73,003	8
Uso de solventes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	19,126	N/A
Almacenamiento y transporte de derivados del petróleo	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	8,565	N/A
Fuentes industriales ligeras y comerciales	1,061	349	N/A	435	8	143	N/A
Agropecuarias	3,398	769	1	220	9	185	20,196
Manejo de residuos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	966	N/A
Fuentes misceláneas	471	400	43	4,600	162	324	4,080
<b>FUENTES MÓVILES</b>							
Que circulan por carretera	940	894	77	258,459	31,080	21,029	312
Que no circulan por carretera	233	223	17	1,292	3,536	253	2
<b>FUENTES NATURALES</b>							
Vegetación	N/A	N/A	N/A	N/A	8,142	139,088	N/A
Erosión eólica del suelo	231	54	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>34,949</b>	<b>23,960</b>	<b>217,228</b>	<b>359,469</b>	<b>89,948</b>	<b>268,990</b>	<b>24,931</b>

*Nota: Los totales pueden variar debido al redondeo de cifras.*

*N/A: No Aplica*

*Fuente: IEEH-2011.*

La Tabla 4.3 y Figura 4.2 presentan el IEEH desagregado por subsectores, destacando aquellos que tuvieron una aportación significativa para el caso de material particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>).

Se observa que la mayor contribución a las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> se debieron a tres subsectores: combustión doméstica, generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica, las cuales emitieron alrededor del 70% del total de PM<sub>10</sub> y 79% de PM<sub>2.5</sub>. El subsector que tiene una contribución mayor a las emisiones de material particulado es la combustión doméstica, ya que aporta el 32 y 44% de las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> respectivamente (Figura 4.2).

Es importante destacar que dicho subsector considera acciones que implican quemas de biomasa en hogares. Las fuentes fijas, tales como generación de energía eléctrica y refinación del petróleo, aportaron en su conjunto el 38% de las PM<sub>10</sub> y 35% de PM<sub>2.5</sub>.

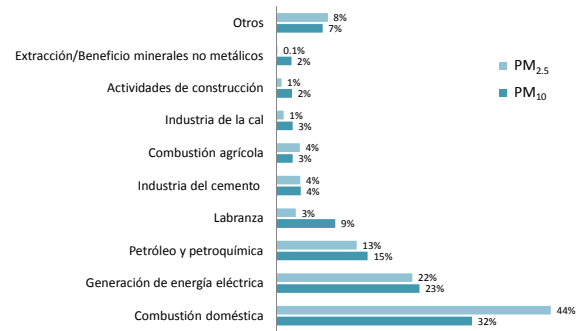


Figura 4.2 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en el estado de Hidalgo. Fuente: IEEH-2011.

Respecto a las emisiones de SO<sub>2</sub>, se estimó que el 98% fueron resultado de dos actividades, en primer lugar, aquellas relacionadas con la generación de energía eléctrica; en segundo las concernientes a refinación de productos derivados del petróleo. El subsector catalogado como generación de energía eléctrica contribuyó en 2011 con el 72% del total de las emisiones de SO<sub>2</sub> y la refinación de productos derivados del petróleo con el 26% aproximadamente (Figura 4.3). El 2% restante se estimó que fue emitido por otros subsectores, tales como: combustión agrícola, extracción/beneficio de minerales no metálicos, industria textil, alimentos y bebidas, etcétera (Tabla 4.4 y Figura 4.3).

**Tabla 4.3** Desagregado por subsectores con emisiones significativas de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>.

Subsector	PM <sub>10</sub> (t/año)	PM <sub>2.5</sub> (t/año)
Combustión doméstica	11,053	10,642
Generación de energía eléctrica	8,071	5,258
Petróleo y petroquímica	5,141	3,093
Labranza	3,308	733
Industria del cemento	1,342	908
Combustión agrícola	889	889
Industria de la cal	886	263
Actividades de construcción	843	175
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	822	23
Otros	2,594	1,977
<b>TOTAL</b>	<b>34,949</b>	<b>23,960</b>

Fuente: IEEH-2011.

En cuanto a las emisiones de PM<sub>10</sub> y adicionalmente a los tres subsectores mencionados, otras actividades con una aportación significativa fueron aquellas relacionadas a labranza (9%). En conjunto, estas cuatro actividades antropogénicas contribuyeron al 79% del total de las emisiones de PM<sub>10</sub> en el año 2011.

**Tabla 4.4** Tabla 4.4 Emisiones de SO<sub>2</sub>, desagregado por subsector

Subsector	SO <sub>2</sub> (t/año)
Generación de energía eléctrica	155,900
Petróleo y petroquímica	55,788
Combustión agrícola	830
Extracción/Beneficio minerales no metálicos	461
Textil	218
Alimentos y bebidas	197
Combustión doméstica	129
Otros	3,706
<b>TOTAL</b>	<b>217,228</b>

Fuente: IEEH-2011.

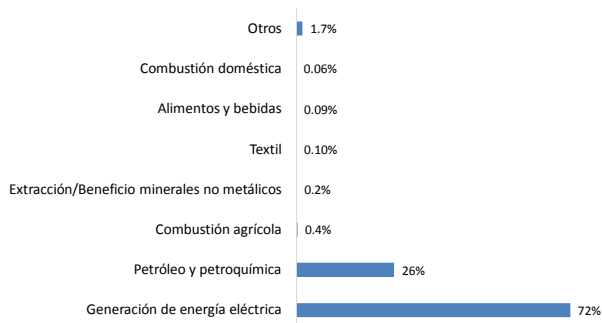


Figura 4.3 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de SO<sub>2</sub> en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

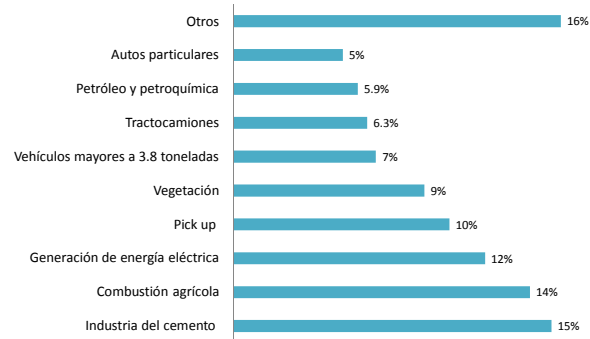


Figura 4.4 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de NOx en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

Con respecto a los NOx, se estimó que el 51% (46,116 t/año) de las emisiones totales fueron emitidas por los subsectores: industria del cemento (15%), combustión agrícola (14%), generación de energía eléctrica (12%) y emisiones de fuentes móviles, específicamente vehículos tipo pick up (10%) (Tabla 4.5 y Figura 4.4). Mientras que las emisiones antropogénicas con contribuciones menores al 10% fueron aquellas tales como: vehículos mayores a 3.8 toneladas, tractocamiones, petróleo y petroquímica, entre otras.

Las fuentes móviles carreteras a su vez participaron con más del 70% de la emisión de CO (Tabla 4.6), siendo las camionetas pick up y los autos particulares los que más contribuyeron durante el año 2011 (32 y 19%, respectivamente). Adicionalmente, la combustión doméstica derivada principalmente por la quema de biomasa, tuvo una contribución significativa a las emisiones de este contaminante, llegando a representar el 22% de las emisiones totales de CO, según se observa en la Figura 4.5.

Tabla 4.5 Emisiones de NOx, desagregado por subsector.

Subsector	NO <sub>x</sub> (t/año)
Industria del cemento	13,553
Combustión agrícola	12,632
Generación de energía eléctrica	10,721
Pick up	9,210
Vegetación	8,143
Vehículos mayores a 3.8 toneladas	6,074
Tractocamiones	5,703
Petróleo y petroquímica	5,299
Autos particulares	4,667
Otros	13,947
<b>TOTAL</b>	<b>89,948</b>

Tabla 4.6 Emisiones de CO, desagregado por subsector.

Subsector	CO (t/año)
Pick up	113,493
Combustión doméstica	80,663
Autos particulares	69,598
SUV	31,876
Vehículos mayores a 3.8 toneladas	25,007
Vehículos hasta 3.8 toneladas	12,353
Industria del cemento	5,919
Incendios forestales	4,523
Combustión agrícola	2,719
Generación de energía eléctrica	1,873
Otros	11,446
<b>TOTAL</b>	<b>359,469</b>



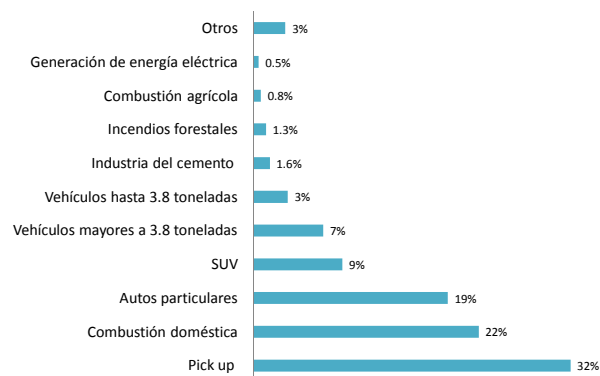


Figura 4.5 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de CO en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

El análisis desagregado por subsector de COV (Tabla 4.7) indica que la vegetación en el año 2011, se caracterizó por emitir el 52% de los COV, dado que Hidalgo es una entidad en la cual del 15 al 20% de su superficie cuenta con áreas de cubierta vegetal (INEGI, 2005). Las actividades antropogénicas que contribuyeron con un mayor porcentaje de emisión de COV, fueron las actividades de combustión doméstica, representando un 27% del total emitido en el estado. Mientras que el resto de las emisiones cuyas contribuciones fueron menor o igual al 3%, son aquellas provenientes de diversas fuentes como lo son el uso doméstico de solventes, las fuentes móviles y el manejo y distribución de gas LP (Figura 4.6).

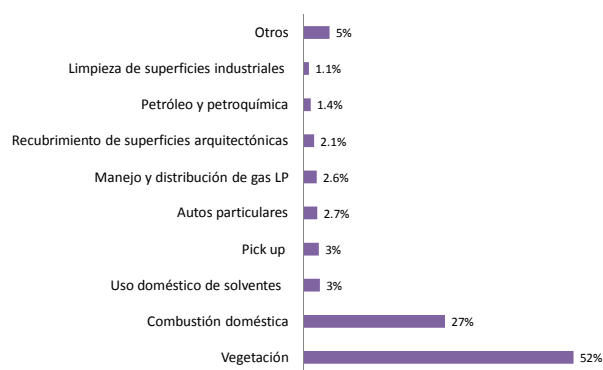


Figura 4.6 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de COV en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

Finalmente, las emisiones más significativas de amoníaco durante el año 2011 fueron generadas principalmente por las fuentes de área (Tabla 4.8). Las estimaciones realizadas indicaron que las emisiones de  $\text{NH}_3$  más significativas fueron aquellas provenientes de las actividades ganaderas con el 64% de las emisiones totales aproximadamente. La aplicación de fertilizantes contribuyó con el 17% de las emisiones, seguido de las emisiones domésticas de amoníaco con el 16%. El porcentaje restante, el cual es poco significativo (3%), corresponde diversas fuentes, cuya contribución individual no rebasó el 1% del total en el estado.

**Tabla 4.7** Emisiones de COV, desagregado por subsector.

Subsector	COV (t/año)
Vegetación	139,088
Combustión doméstica	72,993
Uso doméstico de solventes	8,645
Pick up	8,028
Autos particulares	7,277
Manejo y distribución de gas LP	6,940
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	5,673
Petróleo y petroquímica	3,832
Limpieza de superficies industriales	2,956
Otros	13,558
<b>TOTAL</b>	<b>268,990</b>

**Tabla 4.8** Emisiones de  $\text{NH}_3$ , desagregado por subsector.

Subsectores	$\text{NH}_3$ (t/año)
Emisiones ganaderas	15,906
Aplicación de fertilizantes	4,287
Emisiones domésticas de amoníaco	4,034
Generación de energía eléctrica	209
Pick up	109
Autos particulares	92
Petróleo y petroquímica	90
SUV	55
Otros	150
<b>TOTAL</b>	<b>24,931</b>

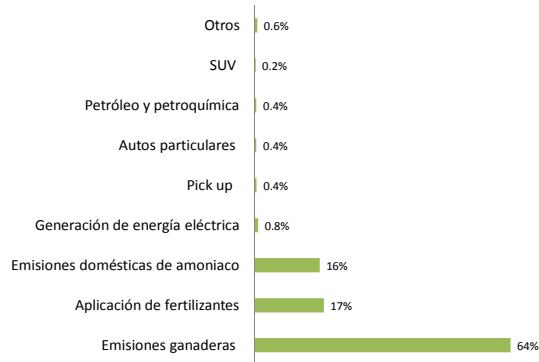


Figura 4.7 Distribución porcentual de las principales fuentes de emisión de NH<sub>3</sub> en el estado de Hidalgo.

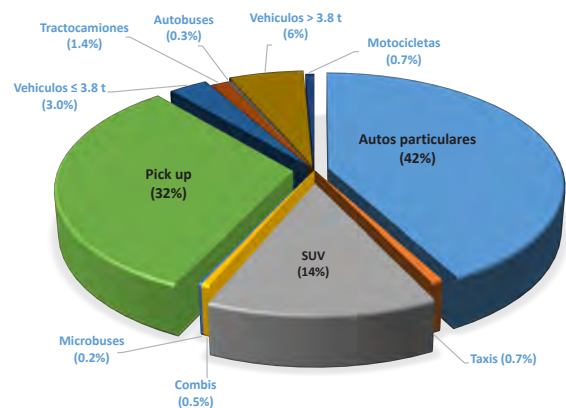


Figura 4.8 Flota vehicular por tipo de vehículo en el Estado de Hidalgo 2011.

Tal como fue mencionado anteriormente, las emisiones de CO fueron las más significativas durante el año 2011, motivo por el cual, vale la pena resaltar algunas características de las fuentes móviles, las cuales representan la principal fuente de emisión de este contaminante.

Según el IEEH, hasta el 2011 se tenía registrada una flota vehicular de 879,784 unidades, de las cuales, los autos particulares representaron el mayor porcentaje (42% del total), seguidos por las camionetas tipo pick up (32%) y las camionetas SUV (14%). Mientras que el transporte público, caracterizado por autobuses y taxis, en el año 2011 representó en conjunto el 1% de la flota vehicular (Figura 4.8). Esto muestra una clara tendencia en el estado, de preferir el uso de transporte privado a la utilización de transporte público.

Fuente: IEEH-2011.

Para los estratos tecnológicos del parque vehicular de unidades que utilizan principalmente diesel y gasolina como combustible, se determinó que el 44% de la flota a gasolina son vehículos con año modelo menor a 1991, es decir, sin ningún control de emisiones contaminantes. En la Figura 4.9 se representa la flota vehicular total por año modelo para la flota a gasolina, dado que es la de mayor proporción.

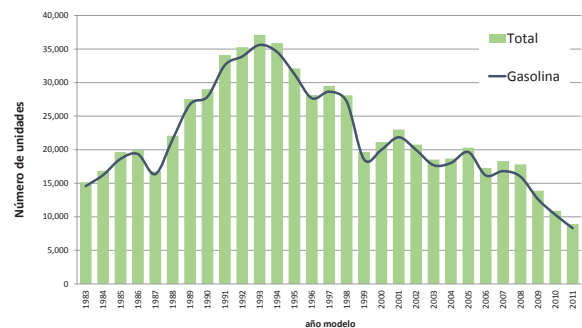


Figura 4.9 Flota vehicular por año modelo en el Estado de Hidalgo, 2011.

Nota: El número de unidades con año modelo más antiguo a 1983 corresponde a 223,368, por lo cual no es representado en la figura.

Fuente: IEEH-2011.

Es importante señalar que el Programa de Control de Emisiones Vehiculares reportó que en 2011, sólo el 35% de los vehículos susceptibles de ser verificados realizaron la prueba, lo cual repercute en mayores emisiones contaminantes provenientes de fuentes vehiculares.

## 4.1.2 DISTRIBUCIÓN DE EMISIONES POR MUNICIPIO

Al observar la distribución de las emisiones de partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  por municipio (Figura 4.10), destacan los municipios de Tula de Allende y Atotonilco de Tula con una alta actividad industrial y emisiones significativas de dichos contaminantes. Tula de Allende fue el municipio que presentó en 2011 las emisiones más altas de material particulado, tanto  $PM_{10}$  como  $PM_{2.5}$ .

Pachuca de Soto en el sur del estado y en la parte norte los municipios de Huejutla de Reyes y San Felipe Orizatlán sobresalen también en dichas emisiones, debido a las actividades de combustión doméstica, agrícola, labranza y actividades extractivas y de procesamiento que ahí se desarrollan (Figura 4.10).

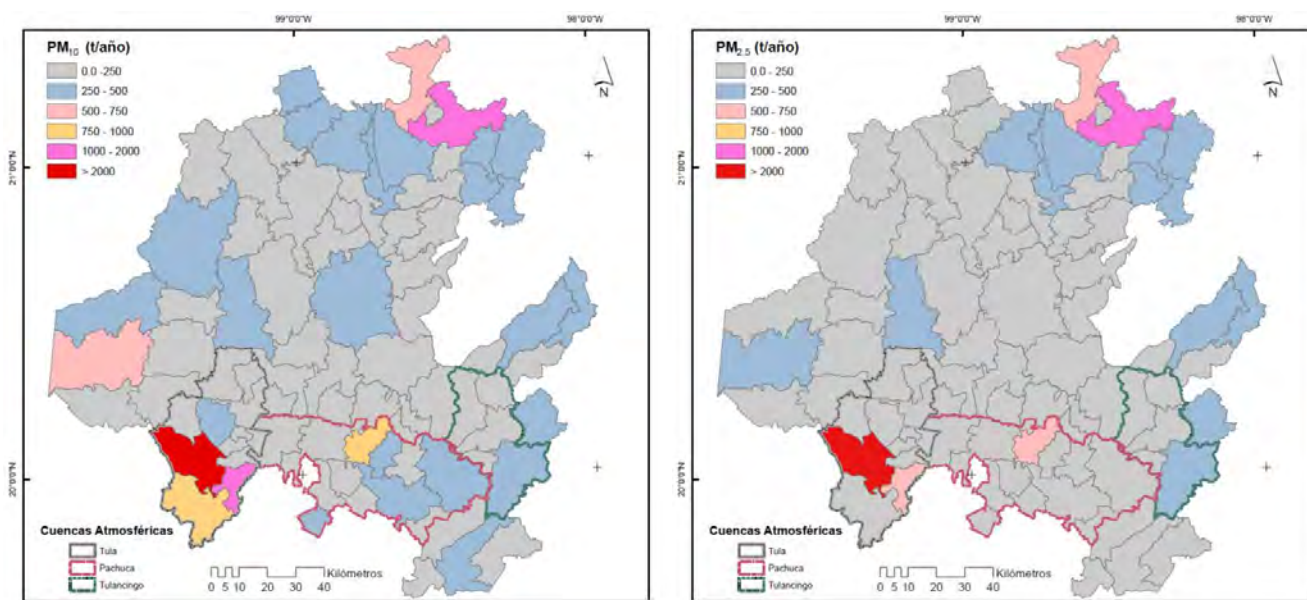


Figura 4.10 Distribución geográfica de las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

Respecto a las emisiones de  $SO_2$ , la mayor cantidad de estas fueron realizadas en el municipio de Tula de Allende (Figura 4.11) en donde se encuentran ubicadas plantas de generación de energía eléctrica y un complejo petroquímico, las cuales durante su proceso emiten una cantidad significativa de este compuesto. Los municipios de Huichapan y Atotonilco de Tula le siguen a Tula de Allende en cuanto a emisiones de  $SO_2$ , debido a las actividades de fabricación de productos a base de minerales no metálicos, entre estas la producción de cemento, cal y concreto.

En Huichapan la contribución principal a las emisiones provienen de las industrias asentadas en este municipio, mientras que en el caso de Pachuca de Soto, se estima que dichas emisiones son generadas por la alta actividad vehicular.

En cuanto a la distribución por municipio de las emisiones de CO, estas fueron relacionadas directamente con aquellas áreas que desarrollan una alta actividad vehicular, tal es el caso del municipio de Pachuca de Soto, el cual presentó las emisiones más altas. En segundo lugar de emisiones de CO, se identificó al municipio de Tula de Allende, el cual durante el año 2011, además de las emisiones provenientes de fuentes vehiculares también contó con una contribución importante del sector industrial (industria del cemento, generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica). En cuanto a los municipios con emisiones entre 10,000 y 20,000 t/año, se identificaron a Tulancingo de Bravo, Tizayuca y Tepeji del Río de Ocampo, los cuales tuvieron una intensidad actividad de fuentes móviles; además, las emisiones de CO para los municipios de Ixmiquilpan y Huejutla de Reyes también tuvieron contribuciones relacionadas con actividades agrícolas, tales como quemas de cultivos.

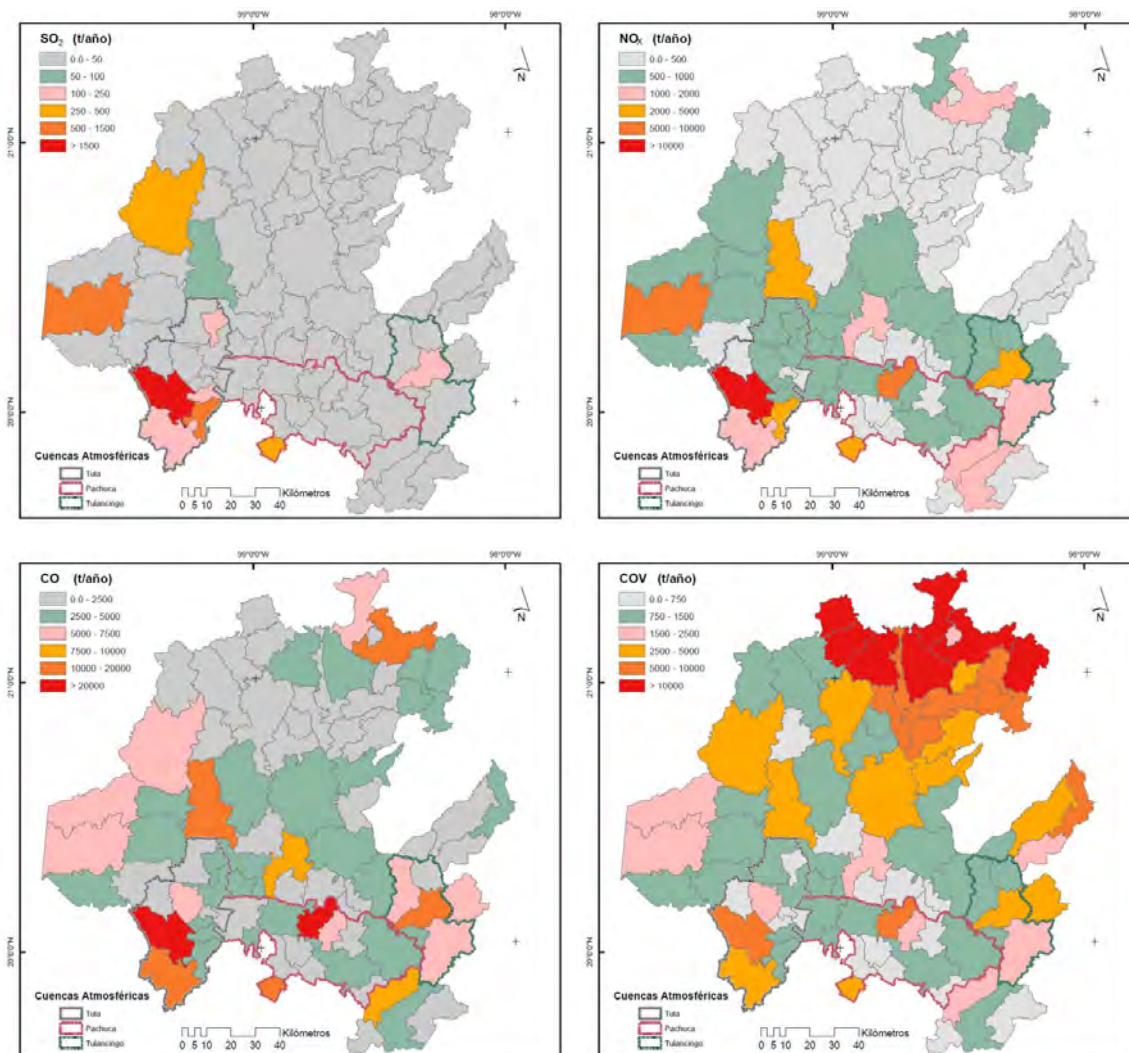


Figura 4.11 Distribución geográfica de las emisiones de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO y COV de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.



Tal como se observó en la sección anterior, las fuentes naturales son uno de los principales generadores de COV, por lo cual las emisiones más significativas son aquellas derivadas de fuentes biogénicas. En el caso del estado de Hidalgo, estas emisiones son concentradas en áreas con alta cubierta vegetal, tal como se observa en la Figura 4.11, en donde destacan los municipios localizados al norte de la entidad: Pisaflores, Chalpulhuacan, Tepehucan de Guerrero, Tlanchinol, San Felipe Orizatlán, Huejutla de Reyes y Huautla.

Otro contaminante considerado en el IEEH-2011, fue el  $\text{NH}_3$ , cuyo aporte más significativo a las emisiones de este contaminante fue atribuido a las fuentes de área, principalmente a emisiones ganaderas. Considerando lo anterior y que Hidalgo ocupa uno de los primeros lugares a nivel nacional en cuanto a áreas de vocación ganadera y amplia tradición ovina, es de esperar que aquellos municipios con altas actividades relacionadas a la ganadería sean los de mayor aporte de emisiones de este contaminante, tal es el caso de los municipios de Ixmiquilpan, Tulancingo de Bravo, y Zempoala.

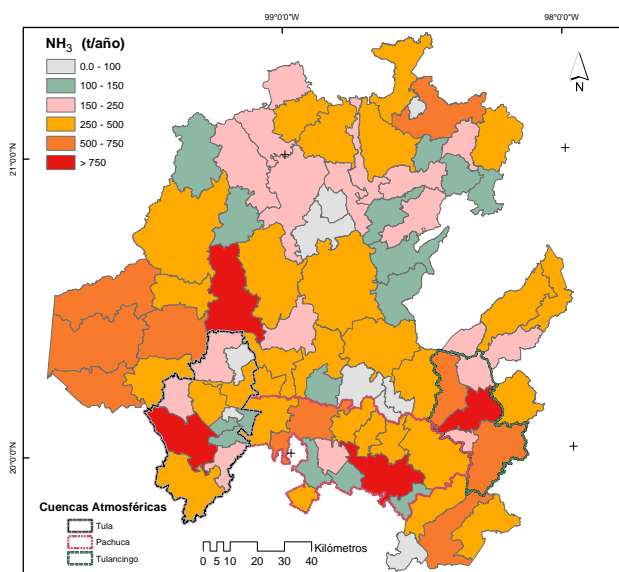


Figura 4.12 Distribución geográfica de las emisiones de  $\text{NH}_3$  en el estado de Hidalgo.

Fuente: IEEH-2011.

## 4.1.3 EMISIONES POR CUENCAS ATMOSFÉRICAS

Aunado a lo descrito anteriormente, se realizó un análisis de la información agrupada por cuenca atmosférica, de acuerdo a la descripción realizada en la sección 2.3.1.1 del presente documento. En la Tabla 4.9 se presentan los resultados de las emisiones en toneladas anuales por cuenca atmosférica.

Dentro de los 28 municipios que conforman las tres cuencas, en el año 2011, se generó 99% del  $\text{SO}_2$  emitido en el estado y poco más del 50% de las emisiones totales de  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ , CO y NOx (Tabla 4.9 y Figura 4.13).

### 4.1.3.1 CUENCA ATMOSFÉRICA DE TULA

Analizando la distribución de las emisiones (Figura 4.13), se observa que de las tres cuencas, la mayor contribución de  $\text{SO}_2$  en 2011, fue proveniente de la cuenca de Tula con un 99%, ya que es la región en donde se realizan actividades que contribuyen con la mayor cantidad de emisiones (generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica). En esta misma cuenca, durante el 2011, se realizaron también actividades que contribuyeron con las emisiones de NOx con un 39%, y partículas  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  con el 49% y 43%, respectivamente.

Los municipios de Tula de Allende, Atotonilco de Tula y Tepeji del Río de Ocampo, registraron las emisiones más altas de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  de esta cuenca (Tabla 4.9), siendo el municipio de Tula de Allende el que generó el 81 y 85% de las emisiones de  $\text{PM}_{10}$  y  $\text{PM}_{2.5}$  de la cuenca, provenientes sobre todo de las actividades de generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica. En el caso de Atotonilco de Tula, fueron las fuentes fijas (industrias de la cal y cemento) las que contribuyeron con más del 90% de las emisiones de estos contaminantes



en el municipio. En Tepeji del Río de Ocampo, las fuentes fijas (industria de la cal principalmente) emitieron el 76% de las  $PM_{10}$  y las fuentes de área (combustión doméstica, agrícola e incendios forestales) el 78% de las  $PM_{2.5}$  generadas en el municipio.

Respecto al  $SO_2$ , tal como se mencionó anteriormente y como puede ser observado en la Tabla 4.9, el 99% de las emisiones de la cuenca son generadas por las fuentes fijas (73% por generación de energía eléctrica y 26% por actividades de petróleo y petroquímica) ubicadas en el municipio de Tula de Allende. Este municipio genera el 35% de las emisiones de CO de la cuenca, de las cuales el 58% son emitidas por las fuentes móviles y el 39% por fuentes industriales (industria del cemento, generación de energía eléctrica y petróleo y petroquímica).

Adicionalmente, Tula de Allende es el municipio que generó en 2011 el 68% de las emisiones de  $NO_x$  dentro de la cuenca, siendo el 91% de dichas emisiones generadas por procesos industriales (generación de energía eléctrica, industria del cemento y petróleo y petroquímica). Respecto a los COV, este municipio es el que contribuye con un 42% a las emisiones de la cuenca, de los cuales el 67% son emitidos por las fuentes fijas (principalmente por las actividades de petróleo y petroquímica), el 20% por fuentes de área (combustión doméstica, uso doméstico de solvente y manejo y distribución de gas LP, entre otros). Por último, Tula de Allende es el municipio que generó la mayor cantidad de  $NH_3$  (27% del total de la cuenca), derivado principalmente de emisiones ganaderas (37% del total municipal) y generación de energía eléctrica (27% del total municipal).

El municipio que generó el 20% de las emisiones de CO de la cuenca, fue Tepeji del Río de Ocampo. De las emisiones totales de CO generadas en el municipio, el 90% fueron provenientes de fuentes móviles. Mientras que las emisiones de este contaminante en el resto de los municipios pertenecientes a la cuenca

de Tula, fue poco significativo comparado con aquellas emisiones generadas en Tula de Allende. En el caso de las emisiones de  $NO_x$ , después de este último municipio, Atotonilco de Tula contribuyó con el 13% de las emisiones de la cuenca, generadas principalmente por actividades relacionadas con la industria de la cal y del cemento.

### 4.1.3.2 CUENCA ATMOSFÉRICA DE PACHUCA

Como puede observarse en la Tabla 4.9 y Figura 4.13, la cuenca atmosférica de Pachuca aportó el 8 y 6% de las emisiones de partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , respectivamente; el 23% de CO y el 20% de  $NO_x$  del total generado en la entidad.

En esta cuenca, la mayor cantidad de emisiones de  $PM_{10}$  son generadas en los municipios de Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma y Zempoala. Las fuentes móviles contribuyeron en 2011, con el 40% de las emisiones de este contaminante en el municipio de Pachuca de Soto, mientras que el 59% fueron generadas por fuentes de área, principalmente por aquellas actividades relacionadas con la construcción.

En los municipios de Mineral de la Reforma y Zempoala, el 88 y 94%, respectivamente, de las emisiones municipales de  $PM_{10}$ , fueron debidas a las fuentes de área, como actividades de construcción en el caso de Mineral de la Reforma y actividades relacionadas a la labranza en el caso de Zempoala.

En el caso de las emisiones de  $PM_{2.5}$ , el 36% del total de la cuenca fueron generadas en el municipio de Pachuca de Soto, de las cuales el 68% fue emitido por fuentes vehiculares, mientras que el 32% se generó por actividades relacionadas con la construcción, incendios forestales y combustión doméstica, entre otras.

En la Tabla 4.9 y Figura 4.13, destacan las emisiones de CO, siendo la cuenca de Pachuca la que contribuye en mayor cantidad. El 46% de las emisiones en la cuenca de CO fueron generadas en Pachuca de Soto y el 24% en Tizayuca; en ambos municipios, más del 90% de las emisiones fueron debido a fuentes móviles. Estos dos municipios generaron también el 53% (Pachuca de Soto) y 15% (Tizayuca) de las emisiones de NOx de la cuenca. En Pachuca de Soto, el 96% de las emisiones municipales de NOx provienen de fuentes vehiculares, mientras que en Tizayuca dicha fuente genera el 66% de las emisiones de este contaminante, y el 25% se origina principalmente por industrias química y automotriz.

Las emisiones de COV en la cuenca de Pachuca son similares en magnitud a aquellas de la cuenca de Tula (Figura 4.13). De estos contaminantes, el 38% son generados en Pachuca de Soto y el 17% en el municipio de Tizayuca. En ambos municipios, cerca del 50% de las emisiones de COV son producidas por fuentes vehiculares, mientras que el resto tiene un origen relacionado con actividades de uso doméstico de solventes, manejo y distribución de gas LP, limpieza de superficies industriales y recubrimiento de superficies arquitectónicas.

Al igual que las emisiones de COV, las emisiones de NH<sub>3</sub> son de una magnitud similar a las de la cuenca de Tula, sin embargo, en este caso, el 21% fue generado en el municipio de Zempoala y el 14% en San Agustín Tlaxiaca, siendo estos dos municipios aquellos con el mayor porcentaje de emisión. En el caso de Zempoala, el 99.5% de las emisiones se originaron en su mayoría por emisiones ganaderas (71% del total municipal) y uso de fertilizantes (22% del total municipal).

Mientras que en San Agustín Tlaxiaca el 81% de las emisiones municipales de este contaminante fueron derivadas de emisiones ganaderas.

### 4.1.3.3 CUENCA ATMOSFÉRICA DE TULANCINGO

La cuenca atmosférica de Tulancingo aportó el 11% del CO, 9% del NH<sub>3</sub>, 7% de los NOx y el 3% de las partículas PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> y COV de los totales emitidos en el estado durante el año 2011. Dentro de los municipios que forman parte de esta cuenca destacan Cuautepec de Hinojosa y Tulancingo de Bravo, siendo el primero el que aporta el 42% y 39% de las PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>, mientras que el segundo es el principal generador de SO<sub>2</sub> (60% del total de la cuenca), CO (52%), NOx (45%), COV (44%) y NH<sub>3</sub> (35%).

De las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en Cuautepec de Hinojosa, el 93 y 91%, respectivamente, son generadas por fuentes de área relacionadas con actividades de labranza y combustión doméstica.

En el municipio de Tulancingo de Bravo, las emisiones de SO<sub>2</sub> fueron generadas por actividades relacionadas con la industria textil, mientras que el 96 y 75% de las emisiones municipales de CO y NOx, respectivamente, fueron derivadas de actividades vehiculares.

Como ya se mencionó, el 44% de las emisiones de COV de la cuenca tuvieron origen en el municipio de Tulancingo de Bravo; de estas emisiones, el 57% se generó por actividades relacionadas con el uso doméstico de solventes, combustión doméstica y manejo y distribución de gas LP, entre otras, mientras que el 40% fue producido por actividades vehiculares.

Por último, el municipio que generó la mayor cantidad de emisiones de NH<sub>3</sub> en esta cuenca fue Tulancingo de Bravo, siendo el 97% generadas por actividades tales como emisiones ganaderas, emisiones domésticas de NH<sub>3</sub> y utilización de fertilizantes.

**Tabla 4.9**
*Emisiones totales por municipios agrupados en cuencas atmosféricas*

Cuenca	Emisiones totales (t/año)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NOx	COV	NH <sub>3</sub>
<b>TULA</b>							
Atitalaquia	86	63	111	3,426	746	1,144	149
Atotonilco de Tula	1,403	602	1,213	4,352	4,716	852	175
Chilcuautla	130	112	22	1,842	505	991	241
Mixquiahuala de Juárez	158	94	19	3,851	702	1,105	291
Progreso de Obregón	85	45	233	2,514	680	721	91
Tepeji del Río de Ocampo	984	202	181	12,288	1,792	2,791	472
Tepetitlán	87	68	9	1,421	338	583	163
Tetepango	30	21	9	919	248	225	102
Tezontepec de Aldama	262	207	29	5,017	929	1,796	375
Tlahuelilpan	43	28	5	1,839	274	404	65
Tlaxcoapan	92	67	14	2,531	533	744	141
Tula de Allende	13,936	8,835	212,707	21,200	23,998	8,378	833
<b>PACHUCA</b>							
Ajacuba	96	64	19	1,779	616	829	262
Epazoyucan	141	74	9	2,028	380	541	276
Mineral de la Reforma	333	106	9	5,472	929	1,906	271
Pachuca de Soto	915	526	44	37,931	9,626	6,909	489
San Agustín Tlaxiaca	141	103	25	3,291	792	1,144	524
Singuilucan	326	181	19	2,718	754	1,073	353
Tizayuca	297	150	254	19,602	2,684	3,104	287
Tlanalapa	58	24	7	1,243	273	302	111
Tolcayuca	72	33	11	1,821	316	386	140
Villa de Tezontepec	74	36	5	1,441	300	376	133
Zapotlán de Juárez	102	39	9	2,092	386	463	226
Zempoala	333	142	24	3,811	990	1,089	799
<b>TULANCINGO</b>							
Acatlán	123	93	45	5,656	984	1,088	560
Metepec	132	85	22	2,284	541	860	243
Cuatepec de Hinojosa	406	266	32	7,017	1,230	2,162	562
Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero	65	56	33	3,215	473	810	166
Tulancingo de Bravo	232	183	197	19,917	2,693	3,851	834
<b>Resto de los municipios</b>	13,809	11,456	1,912	176,951	30,519	222,363	15,599
<b>Total estatal</b>	<b>34,949</b>	<b>23,960</b>	<b>217,228</b>	<b>359,469</b>	<b>89,948</b>	<b>268,990</b>	<b>24,931</b>

Fuente: IEEH-2011.

La cuenca atmosférica de Pachuca aportó el 8 y 6% de las emisiones de partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  respectivamente; el 23% de CO y el 20% de  $NO_x$  del total generado en la entidad. Mientras que la cuenca atmosférica de Tulancingo aportó el 11% del CO, el 7% de los  $NO_x$  y el 3% de las partículas  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .

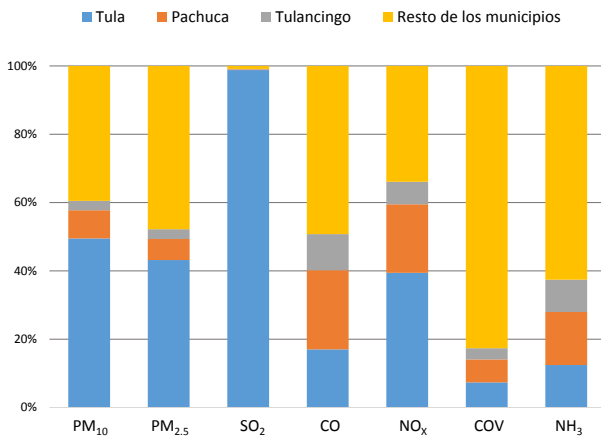


Figura 4.13 Distribución porcentual de las emisiones por cuenca atmosférica.

Fuente: IEEH-2011.

#### 4.1.4 CONCLUSIONES DEL INVENTARIO DE EMISIONES

De acuerdo a la información presentada, se observó que los procesos de combustión doméstica, generados por el uso de leña, representan un sector de gran importancia por la cantidad de emisiones de partículas ( $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ ), aportando aproximadamente el 31 y 44%, respectivamente, del total generado en el estado.

Las fuentes fijas aportaron las emisiones más significativas de  $SO_2$  y  $NO_x$ , teniendo como principales subsectores generadores de  $SO_2$  la producción de energía eléctrica y petróleo y petroquímica y en el caso de  $NO_x$  la industria del cemento.

Se identificó que el contaminante que se emite en mayor cantidad es el CO, cuya fuente principal en 2011, fueron las fuentes móviles. Destaca en este punto la antigüedad de la flota vehicular del estado, la cual en su mayoría no cuenta con sistema de reducción de emisiones.

En cuanto a los COV, el 38% de las emisiones totales fueron generadas por fuentes de área, de las cuales el 27% se originaron por actividades relacionadas a la combustión doméstica, y en menor porcentaje por el uso doméstico de solventes, vehículos pick up, etcétera.

Las heces de animales domésticos y ganaderos fueron identificadas como la principal fuente de amoníaco en el estado, ya que en su conjunto aportaron el 64% del total.

Por último, se identificó que los municipios que contribuyeron con las emisiones más significativas de contaminantes en 2011, fueron:

- Tula de Allende con  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$ ,  $NO_x$
- Pachuca de Soto con CO.
- Huejutla de Reyes, San Felipe Orizatlán, Pachuca de Soto, Tlanchinol, Tepehucán de Guerrero y Yahualica con COV generados por actividades antropogénicas.
- Ixmiquilpan, Tulancingo de Bravo y Zempoala con  $NH_3$ .

---

## REFERENCIAS

- INEGI. Anuario Estadístico de Hidalgo, 2011. Información año 2011. Mexico, 2012
- COEDE. Consejo Estatal de Ecología. Inventario de emisiones de la Región Tula-tepeji, 2002. Hidalgo, Mexico. 2006
- IEEH-2011. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 2016.
- Masera, O. E., 2005. Fuelwood “Hot spots” in Mexico: a case study using Wisdom Woodfuel Integrated Supply-Demand Overview Mapping. Consultado en 2014, de Food and Agriculture Organization: <http://www.fao.org/docrep/010/a1240e/a1240e00.htm>



El objetivo de este capítulo es dar a conocer la situación actual de la calidad del aire en el estado, a través del análisis de la información obtenida por el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH) en las regiones donde se cuenta con equipos de medición.

Con el fin de evaluar si las concentraciones ambientales de los contaminantes criterio rebasan o no las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de protección de la salud en materia de calidad del aire, así como llevar a cabo la revisión de sus tendencias, se realizó el análisis de datos provenientes del monitoreo atmosférico.

## 5.1

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO

En la actualidad, el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH) consta de:

- Estaciones de monitoreo automático con capacidad de medición de contaminantes criterio y meteorología.
- Estaciones de monitoreo manual.
- Laboratorio de gravimetría y acondicionamiento de filtros.
- Laboratorio de servicio (calibración, trazabilidad y mantenimiento) para equipos de monitoreo automático y manual.
- Centro de vigilancia de monitoreo atmosférico.
- Área de validación de datos.

Los objetivos del sistema de monitoreo son:

- Generar información validada para evaluar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental en materia de calidad del aire.
- Evaluar la calidad del aire con respecto a las concentraciones de partículas con diámetro aerodinámico menor a 10 ( $PM_{10}$ ) y 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ), ozono ( $O_3$ ), monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre ( $SO_2$ ) y dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ).
- Evaluar las tendencias de las concentraciones de estos contaminantes y observar su comportamiento.
- Informar y prevenir a la población sobre los niveles de contaminación atmosférica en las áreas donde se encuentran instaladas estaciones de monitoreo.

El SIMAEH inició actividades en 2004 con la red manual para medir partículas suspendidas totales (PST), adquiriendo posteriormente equipos manuales de  $PM_{10}$  y finalmente  $PM_{2.5}$ .

En 2005 se adquirió la primera estación automática para la Región Tula-Tepeji, misma que se instaló en el municipio de Tula.

En 2006 se instaló una segunda estación en los límites entre Tula y Tepeji a la que se denomina "Estación Hospital Regional". Posteriormente se incrementó la capacidad para el monitoreo según se describe en la Tabla 5.1.

Se tienen instaladas, hasta marzo de 2016, once estaciones fijas de monitoreo automático (Tabla 5.1), de éstas, nueve operan y generan información, la cual es monitoreada y validada desde el Centro de Vigilancia del SIMAEH. Se espera que la estación Hospital Regional localizada en la región de Tula pueda ser reubicada en 2016 a un sitio urbano que cumpla con las características descritas en el Manual 3

Estaciones y Equipos de Medición de la Calidad del Aire, publicado por el Instituto Nacional de Ecología en 2010.

Además, la estación automática denominada Tepeji se encuentra registrando únicamente datos meteorológicos, debido a la falta de refacciones, las cuales impiden el correcto funcionamiento de los analizadores.

Cabe mencionar que el inmueble donde se encontraba ubicada esta última estación hasta mayo de 2014, sufrió serias afectaciones debido a la intensa lluvia registrada, motivo por el cual la estación tuvo que ser reubicada a la Primaria Melchor Ocampo de ese municipio. Desde su reubicación, la estación ha operado a menos de la mitad de su capacidad. En resumen, la operación de las estaciones de monitoreo automático del SIMAEH se encuentra en un 74% de su capacidad.

Lo anterior debido a un problema continuo de falta de refacciones, por lo cual el Gobierno

del Estado de Hidalgo asignó un presupuesto específico para el fortalecimiento y mejora del sistema de monitoreo; sin embargo, dado el número de estaciones y equipos con los que se cuenta, es necesario reforzar aún más esta área, para lo cual el trabajo de cooperación con otras instancias gubernamentales es fundamental.

En cuanto al monitoreo manual, hasta diciembre de 2015 se tuvieron en operación ocho equipos de alto volumen, con capacidad de muestreo de partículas  $PM_{10}$  y seis equipos para muestreo de  $PM_{2.5}$ , distribuidos en 12 municipios del estado.

Cabe mencionar que con la entrada en vigor de la NOM-025-SSA1-2014, a partir de 2015 el SIMAEH dejó de medir partículas suspendidas totales (PST), por lo cual dichas estaciones no se encuentran mencionadas en la Tabla 5.1.

La localización geográfica de las estaciones de monitoreo manual y automático en el estado de Hidalgo puede ser observada en la Figura 5.1.



*Sensores meteorológicos y toma de muestra de una estación de monitoreo automática.*

**Tabla 5.1** Descripción de las estaciones de monitoreo pertenecientes al SIMAEH.

Municipio	Estación	Clave	Tipo de equipo	Año de inicio de operación	Contaminantes medidos					
					PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO
Pachuca	Jardín del Maestro	JDN	Automático	2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Museo del Rehilete	REH	Automático	2011	☐	☐	✓	✓	✓	✓
	Casa de la Mujer Hidalguense	CMH	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
	Instituto Tecnológico de Pachuca	ITP	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Tula de Allende	Centro de Salud	CSA	Automático	2006	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Hospital Regional*	HRE	Automático	2006	☐	☐	✓	✓	✓	✓
	Centro de Salud – Jurisdicción	TJU	Manual	2004	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Xochicoatlán	Escuela Primaria (Nonoalco)	PRIM	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
	Oficina de Correos	XCT	Manual	2012	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Ajacuba	Presidencia Municipal	AJA	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Atitalaquia	Centro de Salud	ATI	Automático	2009	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual	2004	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Atotonilco	Primaria Revolución	ATO	Automático	2011	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual	2015	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Tepetitlán	Presidencia Municipal	TPT	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Tepeji del Río	Primaria Melchor Ocampo	TPJ	Automático <sup>‡</sup>	2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual	2004	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Tlaxcoapan	Centro de Salud	TCP	Manual	2004	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Tizayuca	Biblioteca	TIZ	Automático	2010	✓	✓	✓	✓	✓	✓
			Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Lolotla	Presidencia Municipal	LOL	Manual	2012	☐	✓	☐	☐	☐	☐
Tepeapulco	Bomberos	TEP	Automático	2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Huichapan	Hospital	HUI	Automático	2014	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Zapotlán de Juárez	Palacio Municipal	ZAP	Manual	2012	✓	☐	☐	☐	☐	☐
Tulancingo	DIF municipal	TUL	Automático	dic-15	✓	✓	✓	✓	✓	✓

\*Fuera de operación debido a falta de refacciones. Además se espera pueda ser reubicada a un sitio con mayor representatividad.

‡ Los analizadores se encuentran fuera de operación debido a la falta de refacciones, sólo se cuenta con información meteorológica.

☐ No se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

✓ Se cuenta con equipo de monitoreo de este contaminante.

NOTA: La información presentada corresponde al estatus del SIMAEH hasta diciembre de 2015.

FUENTE: elaboración propia, con información generada en la Dirección de Calidad del Aire de la Semarnath.

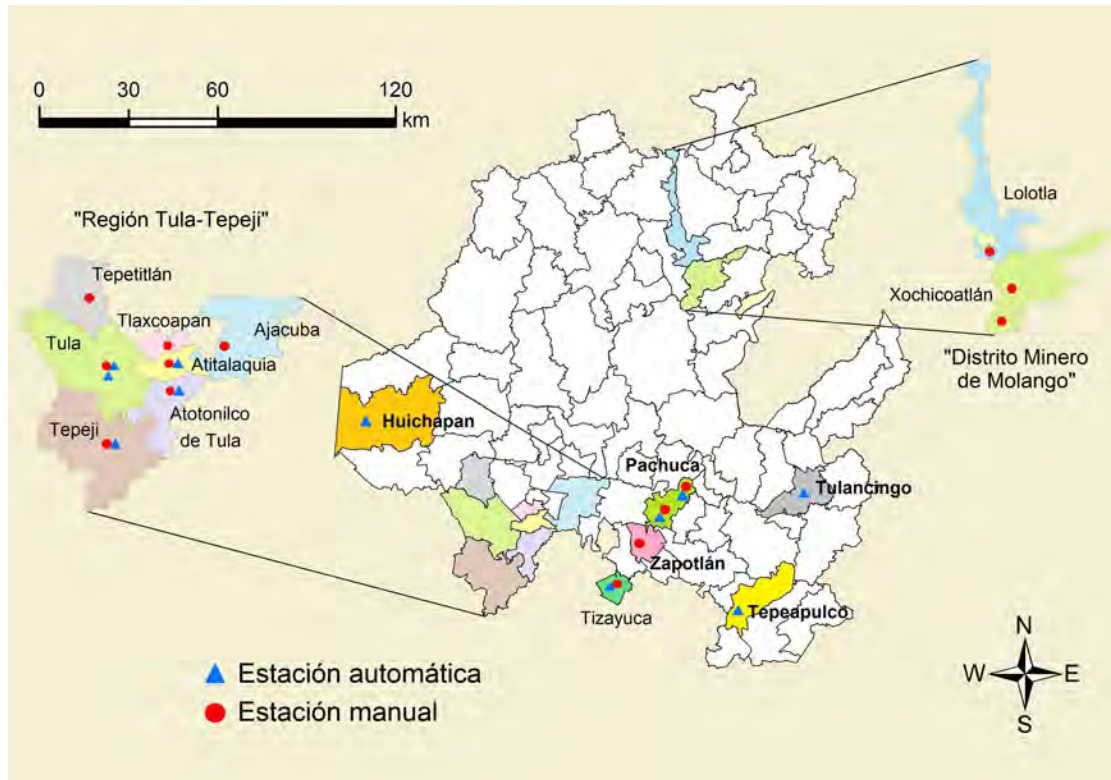


Figura 5.1 Localización geográfica de las estaciones de monitoreo pertenecientes al SIMAEH (información hasta diciembre de 2015).

Fuente: elaboración propia, con información generada en la Dirección de Calidad del Aire de la Semarnath.

## 5.2

### CUMPLIMIENTO DE LA NOM-156-SEMARNAT-2012

El SIMAEH, hasta diciembre de 2015, ha dado cumplimiento a los apartados 5 a 8 de la NOM-156-SEMARNAT-2012 "Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la Calidad del Aire". Además de considerar los puntos mencionados en el apartado 6 de la norma, la ubicación de las estaciones cumple entre otros, los siguientes criterios:

A. Asentamientos humanos con densidad de población superior a 1000 habitantes/km<sup>2</sup>.

B. Localización dentro de zonas metropolitanas.

C. Asentamientos humanos con emisiones superiores a 20 mil toneladas anuales de contaminantes criterio a la atmósfera.

D. Conurbaciones

E. Actividad industrial por cuyas características requieran del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

De las estaciones que atiende el SIMAEH, la Región Tula-Tepeji cumple con los criterios B, C y E; la región Pachuca y Tulancingo con el criterio B, mientras que Tizayuca, Huichapan y Tepeapulco con los criterios D y E. En las Figuras 5.2a y b se pueden observar algunas de las características mencionadas sobre la localización de las estaciones de monitoreo en el estado de Hidalgo.

Tal como menciona el apartado 7 de la norma en mención, el SIMAEH está integrado por los siguientes elementos:

- Estaciones de monitoreo
- Centro de cómputo (centro de vigilancia)
- Oficinas administrativas (en los municipios de Tula y Pachuca)
- Personal capacitado

- Información meteorológica en cada una de las estaciones de monitoreo automático.
- Área destinada para mantenimiento y almacén de refacciones

Aunado a lo anterior, el área responsable del SIMAEH realiza actividades tales como mantenimiento y calibración de equipos. Dando cumplimiento también al apartado 8, cada estación de monitoreo cuenta con bitácoras, reportes de calibración y mantenimiento periódico.

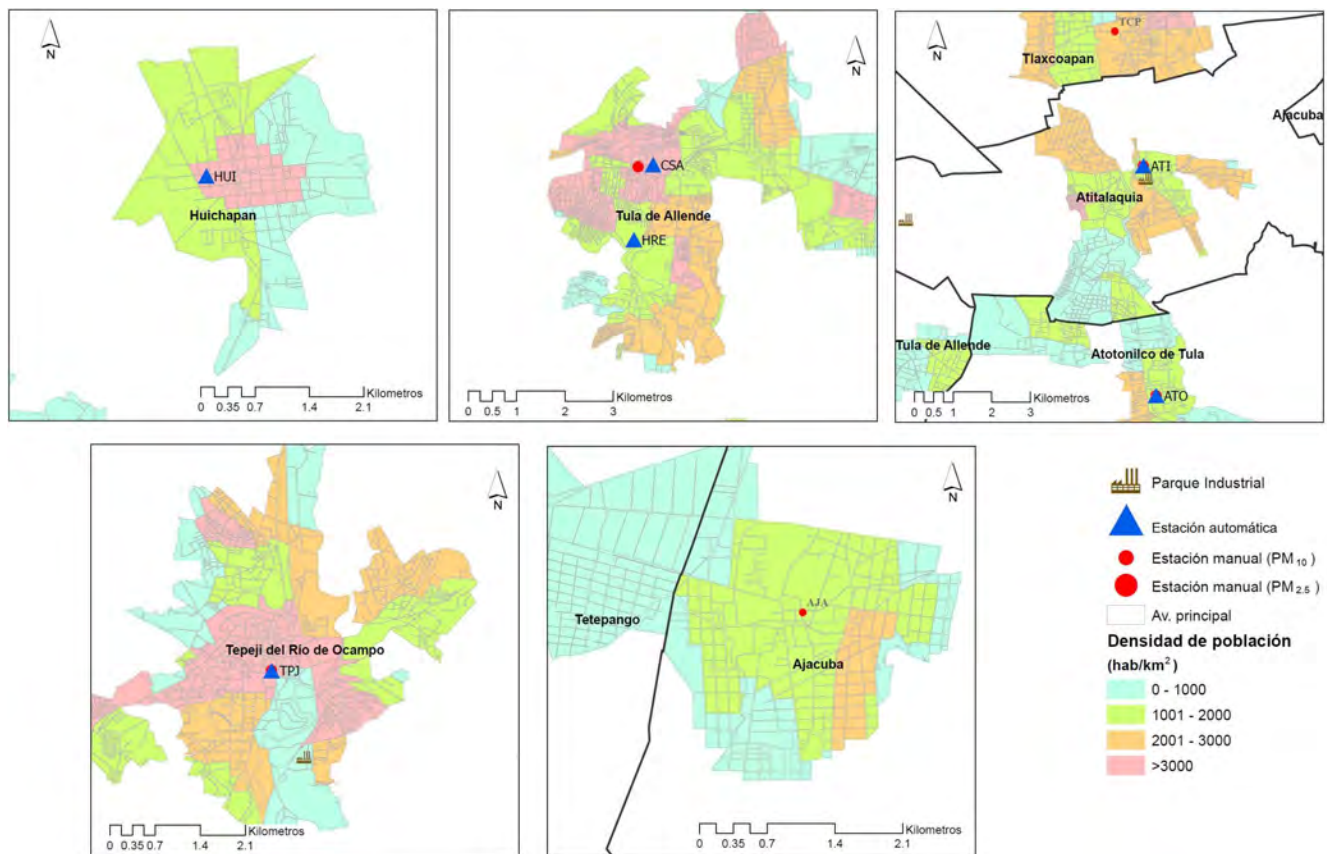


Figura 5.2 A Características geográficas y de población de la ubicación de las estaciones de monitoreo en los municipios de Huichapan, Tula de Allende, Tlaxcoapan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji y Ajacuba.



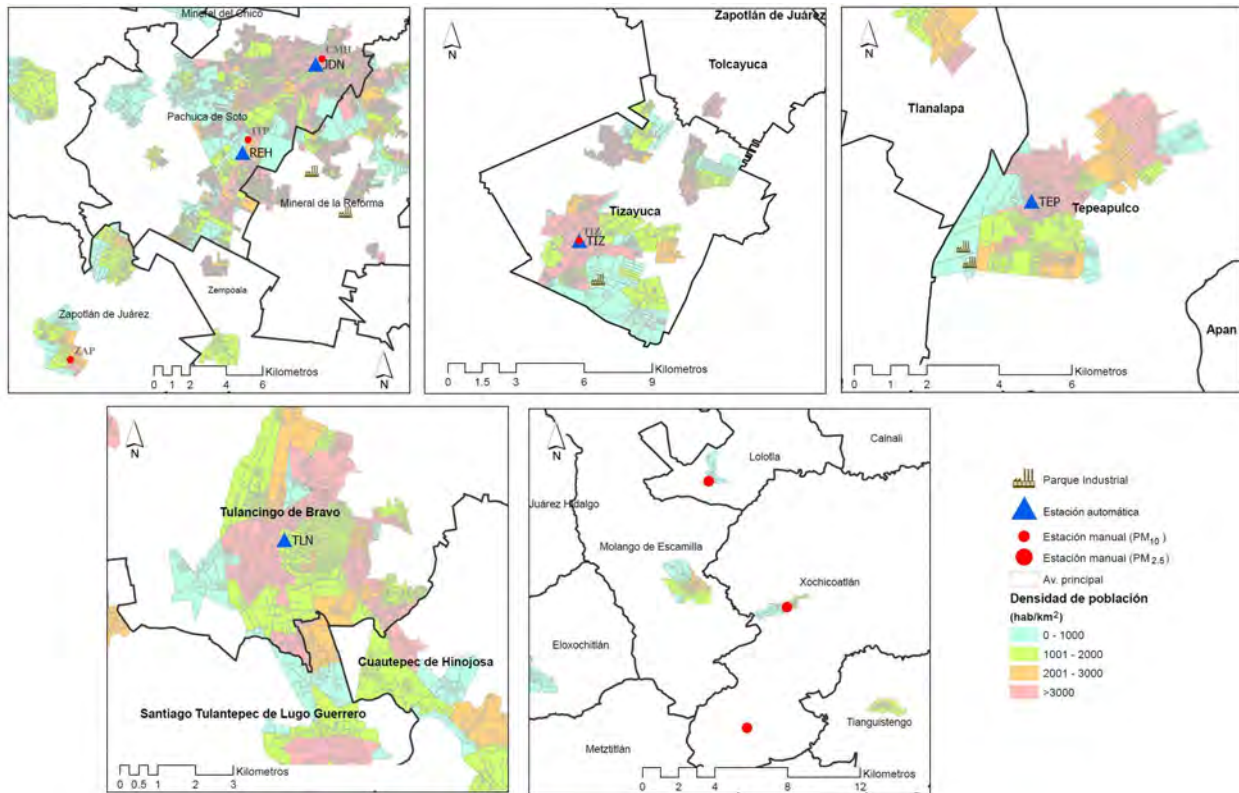


Figura 5.2 B Características geográficas y de población de la ubicación de las estaciones de monitoreo en los municipios de Pachuca de Soto, Zapotlán de Juárez, Tizayuca, Tepeapulco, Tulancingo, Xochicoatlán y Lolotla.

## 5.2.1 EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL SIMAEH

Para dar cumplimiento al apartado 10 "Manejo de datos de la calidad del aire", el área de validación lleva a cabo, de manera diaria, la limpieza, verificación y validación de datos. Si alguna anomalía es detectada durante este proceso, se realiza una revisión de los registros y bitácoras de operación.

Además, cabe hacer mención que la validación y manejo de datos se realiza de acuerdo al Manual 5 Protocolo de Manejo de Datos de la Calidad del Aire publicado por el Instituto Nacional de Ecología en 2010.

Durante el año 2013 se realizaron dos visitas al SIMAEH por parte del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, con la finalidad de evaluar el desempeño de las estaciones de monitoreo automático.

La primera visita fue realizada durante el mes de abril de 2013, durante la cual se revisó el estado y respuesta de los analizadores instalados en 7 estaciones: Jardín del maestro, Rehilete, Centro de Salud de Tula, Hospital Regional de Tula, Tepeji, Atotonilco y Tizayuca.

Como resultado de dicha evaluación, se encontró que el 19% de los analizadores evaluados presentaron alarmas, mientras

que el 81% restante mostró una deficiencia en la respuesta a las concentraciones de prueba. Asimismo se reportó que el 81% de los analizadores requerían de una calibración periódica, debido a la identificación de variaciones en las respuestas de los equipos.

La segunda visita en mención fue efectuada en agosto de 2013, en la cual se realizó un diagnóstico operativo de los componentes del SIMAEH con la finalidad de identificar áreas de oportunidad para las mejoras en la operación. Las estaciones que se diagnosticaron fueron: Jardín del maestro, Rehilete, Centro de Salud de Tula, Hospital Regional de Tula, Tepeji, Atotonilco, Atitalaquia y Tizayuca.

Durante la visita, se identificó que 23 de los 48 equipos que fueron sometidos a revisión presentaron fallas en sus componentes, por lo cual se hizo una recomendación para adquisición de refacciones y consumibles,

además de la implementación de un sistema de aseguramiento y control en los procesos de operación del SIMAEH.

A partir de las visitas citadas, el SIMAEH ha mejorado su operación, contando con el registro en bitácoras del funcionamiento de los equipos, un presupuesto asignado por parte de Gobierno del Estado para la adquisición de refacciones, consumibles y contratación de servicios que aseguren la correcta operación del sistema de monitoreo.

En la Tabla 5.2 se presenta el estatus de operación de las estaciones hasta diciembre de 2015, dicha información fue recopilada por la Subdirección de Instrumentación y Mantenimiento perteneciente a la Dirección de Calidad del Aire de la Semarnath, la cual se encuentra a cargo de la operación del SIMAEH.

**Tabla 5.2** Estatus de operación de las estaciones de monitoreo automático pertenecientes al SIMAEH.

Estación de monitoreo	O <sub>3</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SAD	VV	DV	T	HR	PB	UVA	UVB	RS	% Operatividad de analizadores	% de Operatividad meteorología
1 Atitalaquia	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	90%	85%
2 Atotonilco	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	85%	85%
3 Centro de Salud	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	100%	85%
4 Hospital Regional (refacciones)	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	0%	0%
5 Tepeji (reintegración y refacciones)	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Sin operación	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	0%	90%
6 Tizayuca	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	85%	85%
7 Rehilete	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	70%	90%
8 Jardín del Maestro	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	70%	70%
9 Huichapan	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	88%	80%
10 Tepeapulco	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	90%	80%
11 Tulancingo	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	100%	80%
12 Unidad Móvil	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	Operando	70%	100%
<b>% Total</b>																<b>71%</b>	<b>78%</b>

- Operando y con datos válidos
- Operando con fallas en alguno de los componentes
- Sin operación por falta de refacciones
- Falta de equipo

SAD:sistema de adquisición de datos, VV:velocidad del viento, DV:dirección del viento, T:temperatura, HR:humedad relativa, PB:presión barométrica, UVA:radiación UVA, UVB:radiación UVB, RS:radiación solar.

NOTA: La información presentada corresponde al estatus de las estaciones automáticas del SIMAEH hasta diciembre de 2015.

FUENTE: elaboración propia, con información generada en la Dirección de Calidad del Aire de la Semarnath.

## 5.3

### TENDENCIAS ANUALES DE CONTAMINANTES CRITERIO Y MATERIAL PARTICULADO

Tal como se mencionó en secciones anteriores de este Capítulo, tanto el funcionamiento como la operación de los equipos de monitoreo del SIMAEH han tenido un desempeño que no ha permitido la generación de datos que estadísticamente puedan cumplir con la representatividad requerida para el análisis de tendencias anuales. Por lo tanto, en esta sección se describen las tendencias anuales, desde el año 2008 hasta el 2015, de los contaminantes y estaciones que cumplieron con el mínimo de 75% de datos considerados como válidos para su análisis estadístico.

Los resultados presentados en este Capítulo, son provenientes del análisis estadístico de la base de datos generada a través del SIMAEH, el cual opera bajo la Dirección de Calidad del Aire de la SEMARNATH. En la Figura 5.3, se observan las tendencias anuales de CO, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>, medidas en las diferentes estaciones del SIMAEH.

Como puede observarse, durante el año 2012 sólo se tuvieron datos válidos para CO en la estación Atitalaquia. En dicha estación, en los años subsecuentes no se cumplió con el 75% de datos considerados válidos, por lo cual se desconocen los niveles actuales de este contaminante.

En los años 2013 y 2014, no se obtuvo la cantidad mínima requerida para el cálculo del promedio anual en ninguna estación, por lo cual no se observan valores.

En el año 2015 se pudieron calcular los promedios anuales en las estaciones Tizayuca, Atotonilco, Pachuca (Jardín del maestro, JDN) y Pachuca (Rehilete, REH), siendo la estación localizada en el municipio de Tizayuca la que presentó las concentraciones más elevadas (1.05 ppm) en comparación con las otras estaciones.

El dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) ha sido un contaminante que se ha podido medir sólo en tres estaciones: Atotonilco, Pachuca (REH) y Tizayuca, en 2014 y 2015. Las concentraciones registradas en 2014 corresponden a las estaciones Rehilete (REH) localizada en el municipio de Pachuca y Atotonilco, las cuales fueron cercanas a las 13 ppb, mientras que la estación Tizayuca reportó un promedio anual de 15 ppb aproximadamente en 2015.



Estación de monitoreo de la red automática.

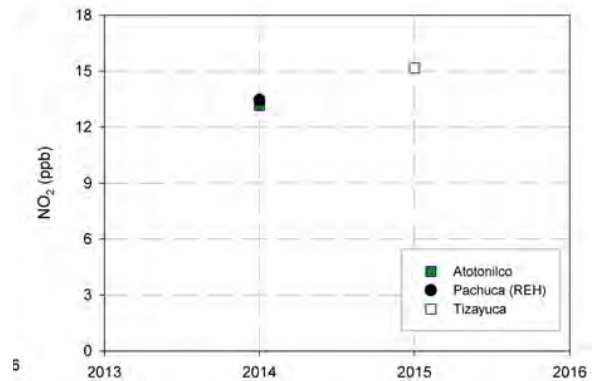
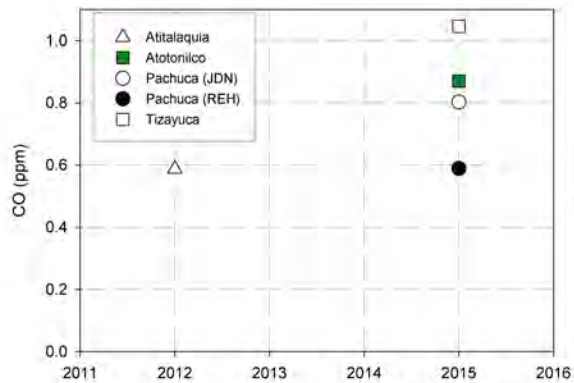
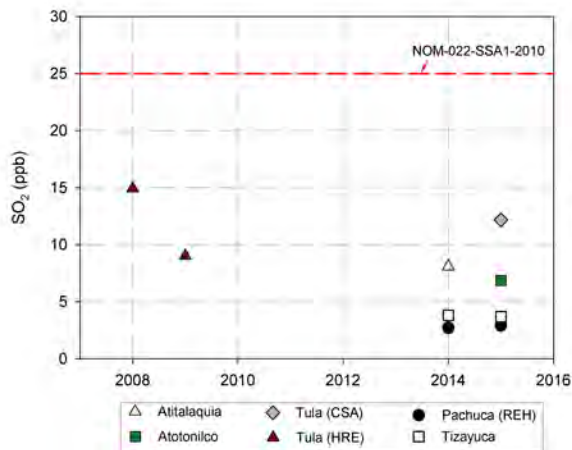
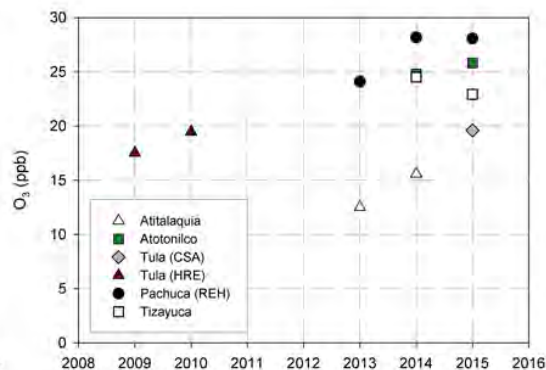


Figura 5.3 Comportamiento anual de CO, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.



En cuanto a la tendencia anual de ozono (O<sub>3</sub>), en las estaciones localizadas en los municipios de Atitalaquia, Pachuca (REH) y Atotonilco, las concentraciones mostraron una tendencia a la alza de 2013 a 2015, mientras que la estación Tizayuca reportó una tendencia decreciente de 2014 a 2015, pasando de 24.5 a 23 ppb aproximadamente.

Respecto al comportamiento anual de SO<sub>2</sub>, se registró un decremento en el promedio anual de 2008 a 2009 en la estación Hospital Regional (HRE) localizada en el municipio de Tula de Allende. Desafortunadamente, en los años subsecuentes, dicha estación no reportó datos de monitoreo de ningún contaminante.



Otra estación que registró un ligero decremento en concentraciones anuales de SO<sub>2</sub> fue Tizayuca de 2014 a 2015, pasando de 3.8 a 3.7 ppb. En el caso de la estación Rehilete, fue observado un ligero incremento en el promedio anual de 2014 a 2015, registrando 2.7 y 2.9 ppb respectivamente. Las estaciones Atitalaquia, Centro de Salud (CSA) localizada en el municipio de Tula de Allende y Atotonilco, contaron con datos estadísticamente válidos para calcular promedios anuales sólo en los años 2014 y 2015, tal como se muestra en la Figura 5.3, los cuales estuvieron por debajo del límite máximo permisible (LMP) establecido en la NOM-022-SSA1-2010.



Los comportamientos de los promedios mensuales, por trimestre y anuales, de concentraciones de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  de 2013 a 2015, fueron obtenidos mediante el análisis gravimétrico de filtros recolectados por equipo de monitoreo manual. El cálculo de dichos indicadores fue realizado de acuerdo a lo estipulado en las normas 025-SSA1-2014 y 035-SEMARNAT-1993.

De manera general se puede decir que las concentraciones de  $PM_{10}$  de 2013 a 2015 fueron decrecientes (Figura 5.4). Las estaciones Tizayuca, Casa de la Mujer Hidalguense (CMH) e Instituto Tecnológico de Pachuca (ITP) mostraron una reducción del 51%, 27% y 46% respectivamente, en sus promedios anuales, del año 2013 al 2015. Sin embargo, en el año 2014 sólo la estación Ajacuba cumplió con el criterio de suficiencia de información para el cálculo del promedio anual.

Para  $PM_{2.5}$  se logró obtener el número de muestreos válidos suficientes para calcular promedios anuales de tres estaciones: Tepetitlán en 2013, Xochicoatlán en 2015 y Atitalaquia en 2013 y 2014. De la última estación mencionada los promedios anuales mostraron una tendencia decreciente pasando de 94.6 en 2013 a 84.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2014. Como puede observarse en la Figura 5.4, los promedios anuales de las tres estaciones reportadas rebasaron el LMP establecido en la norma NOM-025-SSA1-2014. El promedio anual más bajo fue registrado en la estación Xochicoatlán en el año 2015.

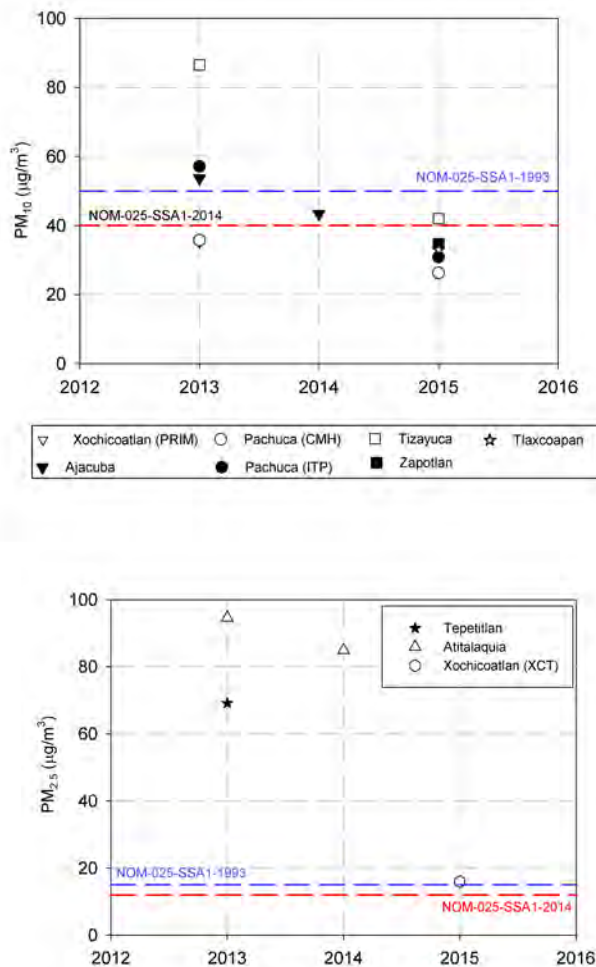


Figura 5.4 Comportamiento anual de  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.



## 5.4

### COMPORTAMIENTO ESTACIONAL DE CONTAMINANTES CRITERIO Y MATERIAL PARTICULADO

Las concentraciones mensuales de diversas estaciones fueron calculadas de acuerdo a la suficiencia de datos durante el mes, por lo cual en esta sección se tomaron en cuenta un mayor número de estaciones que aquellas reportadas en las tendencias anuales. Los promedios mensuales de todas las estaciones fueron calculados tomando de 2012 a 2015.

Los promedios mencionados mostraron tendencias mensuales de CO variadas; en la Figura 5.5 se puede observar que todas las estaciones de monitoreo muestran patrones diferentes. Las estaciones JDN y REH muestran las concentraciones más elevadas en febrero y septiembre respectivamente. Las estaciones Tizayuca, Atitalaquia, Atotonilco y CSA, registran las concentraciones más altas en el mes de junio, mientras que la estación Tepeapulco sólo contó con suficiencia de datos durante 6 meses, de los cuales febrero fue ligeramente más elevado que los demás.

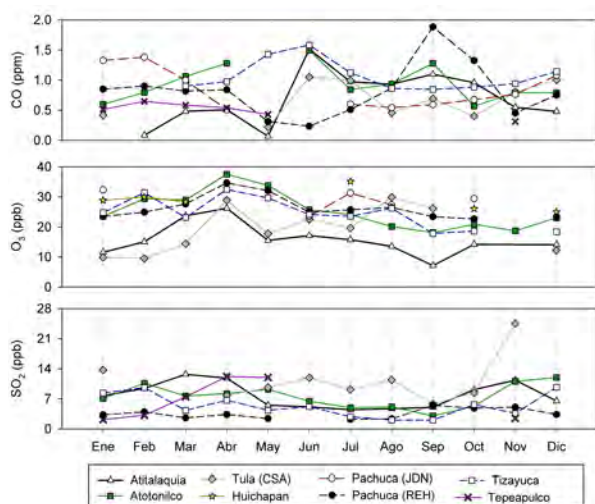


Figura 5.5 Comportamiento mensual de contaminantes criterio en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

En cuanto a la variación estacional de  $O_3$ , las concentraciones más elevadas son observadas durante marzo, y son coincidentes con el incremento de temperatura y radiación solar, promoviendo la formación de  $O_3$  fotoquímico. Por el contrario, durante la temporada de lluvias (agosto-septiembre) las concentraciones tienden a ser menores (Figura 5.5). Respecto al  $SO_2$ , tal como se mencionó en el Capítulo 4, en el estado de Hidalgo este contaminante es producido principalmente por fuentes fijas, por lo cual es entendible que su tendencia varíe de acuerdo a las actividades industriales más que a un periodo estacional, como en el caso de otros contaminantes.

Una tendencia estacional muy clara es la observada en el caso de  $PM_{10}$ , donde las concentraciones más elevadas son registradas durante la época seca-fría (noviembre a febrero) y seca-caliente (marzo a mayo). Lo anterior es coincidente también con el incremento de incendios forestales, tolvaneras y actividades de resuspensión de suelos. A partir de junio, cuando la intensidad de las lluvias incrementa, las concentraciones de este contaminante disminuyen tal como puede ser observado en la Figura 5.6.

Una tendencia similar a las  $PM_{10}$  es registrada para partículas  $PM_{2.5}$ , con concentraciones elevadas durante la temporada seca y concentraciones menores de junio a septiembre. En algunas estaciones tales como Atitalaquia, Tepeji y CSA en Tula, se observan picos de altas concentraciones durante el mes de abril, lo cual podría sugerir que la formación de aerosoles contribuye a este comportamiento (Edgerton, et al., 1999; Tanner, et al., 2001). Cabe aclarar que las relaciones entre  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  observadas en la Figura 5.6, respecto a las concentraciones en el municipio de Tula, fueron determinadas para diferentes años.

En el caso de  $PM_{10}$ , los promedios mensuales se calcularon con datos de los años 2013 y 2014, mientras que los de  $PM_{2.5}$  son los correspondientes al año 2015.

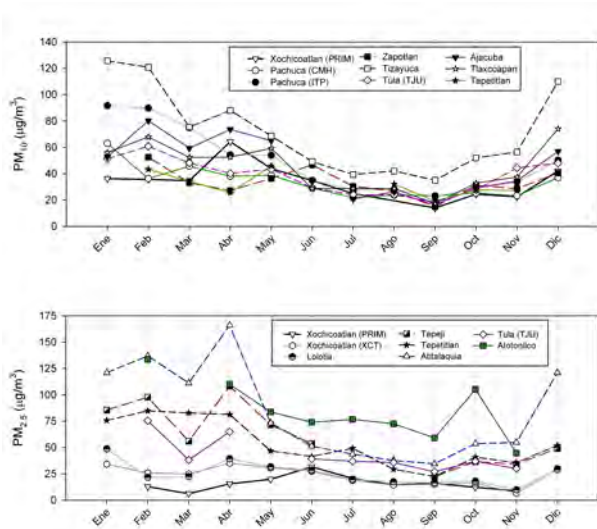


Figura 5.6 Comportamiento mensual de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

Nota: Las concentraciones de  $PM_{10}$  en la estación Tula corresponden a los años 2013 y 2014, mientras que  $PM_{2.5}$  al año 2015.

## 5.5

### COMPORTAMIENTO DIURNO DE CONTAMINANTES CRITERIO

En la siguiente sección sólo se hace la descripción del comportamiento diario de  $CO$ ,  $SO_2$ ,  $NO_2$  y  $O_3$ , para el año 2015, los cuales fueron medidos a través de las estaciones de monitoreo automático. Los muestreos de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$  son realizados por medio de equipos manuales que colectan una muestra de

material particulado en un periodo de 24 horas continuas, por lo cual no es posible determinar su comportamiento horario.

El comportamiento diurno de  $CO$ , en las estaciones JDN y REH, es muy similar debido a que ambas se localizan en la zona urbana de Pachuca (Figura 5.7). Aunque sus niveles de concentración son diferentes, ambas estaciones muestran un pico a las 9:00 horas, lo cual puede indicar una alta actividad vehicular en esa hora.

Posteriormente las concentraciones decrecen, mostrando nuevamente un ligero incremento a partir de las 18:00 horas, para disminuir nuevamente a partir de las 21:00 horas al igual que las actividades antropogénicas.

En el caso de Tizayuca, dos picos de altas concentraciones fueron observados a las 8:00 y 18:00 horas, así mismo las concentraciones de  $CO$  entre estas horas permanecen altas, lo cual puede ser indicativo de su alta actividad vehicular.

En 2011, Pachuca de Soto era el municipio con mayor número de vehículos, mientras Tizayuca era el tercero (IEEH-2011), por lo cual la diferencia en los comportamientos, podría ser debido a la cercanía de Tizayuca con la Ciudad de México, lo cual propicia un mayor uso del vehículo para traslados entre ciudades.

Como se mencionó en secciones anteriores, el  $CO$  es producto principalmente de procesos de combustión, lo cual hace suponer que en el caso de la estación Atotonilco, dichos procesos se intensifican después de las 15:00 horas, por lo cual las concentraciones son más elevadas después de esa hora (Figura 5.7).

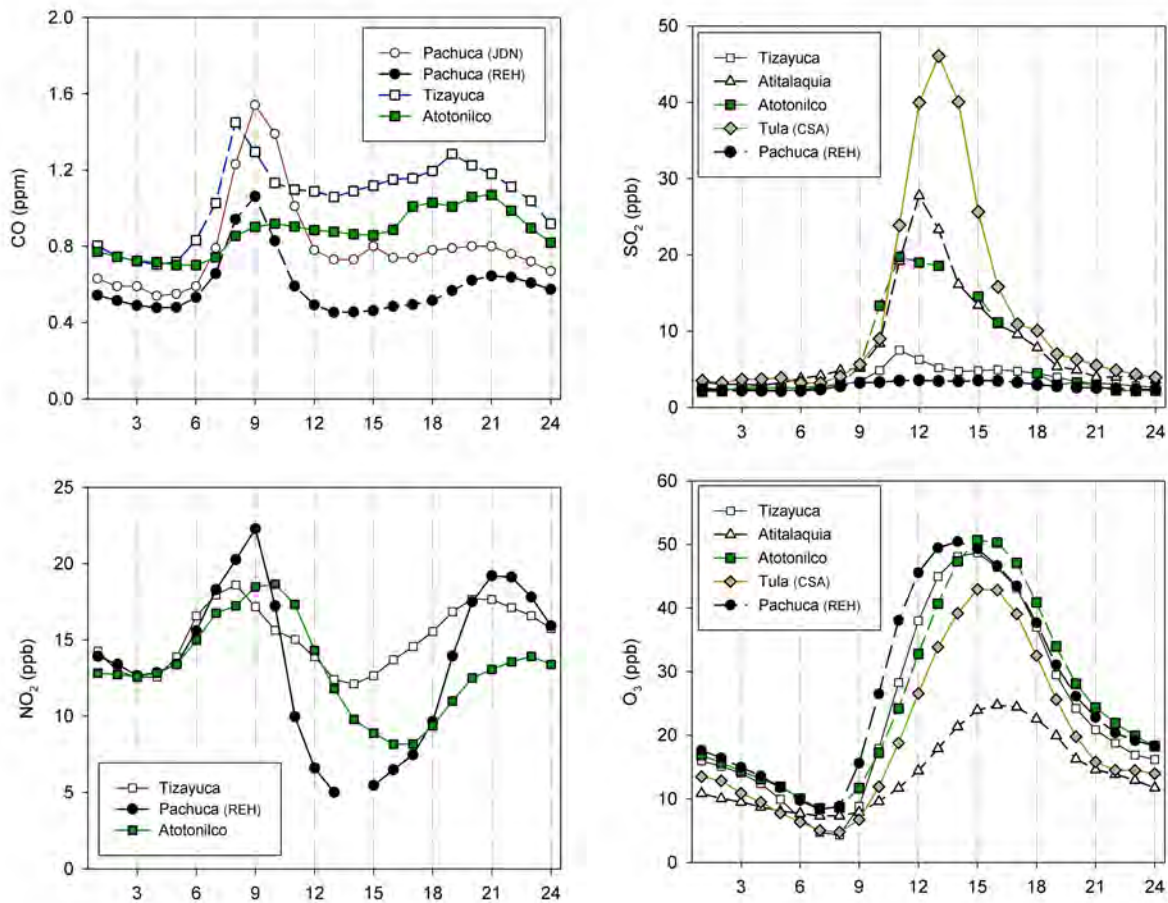


Figura 5.7 Comportamiento horario de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y O<sub>3</sub> en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

El comportamiento diario de SO<sub>2</sub> en la estación REH en Pachuca mostró un comportamiento con concentraciones menores a las registradas en las otras estaciones y con concentraciones elevadas de las 9:00 a las 16:00 horas, lo cual indica que este contaminante se mantiene alto mientras las diversas actividades antropogénicas son desarrolladas. La estación Tizayuca muestra en la Figura 5.7 un pico de concentración mayor al promedio registrado en esta estación a las 11:00 horas, el cual sugiere la existencia una fuente de emisión que pudiera influenciar tal comportamiento. En el caso de las estaciones Atotonilco, Atitlaquia y CSA-Tula las concentraciones de

SO<sub>2</sub> empiezan a elevarse a partir de las 10:00 horas, alcanzando un pico máximo de las 11:00 a las 13:00 horas respectivamente, empezando a disminuir en la hora siguiente.

Las concentraciones horarias de NO<sub>2</sub>, se calcularon para tres estaciones: Tizayuca, REH (Pachuca) y Atotonilco, las cuales cumplieron con el 75% de suficiencia de datos válidos. Los picos de altas concentraciones en las estaciones de Tizayuca y REH por las mañanas a las 8:00 y 9:00 horas y por las tardes a las 19:00 y 21:00 horas respectivamente, son coincidentes con aquellos reportados para CO, lo cual sugiere que las concentraciones de NO<sub>2</sub>

podrían estar influenciadas por las emisiones de fuentes vehiculares. Caso contrario es el observado en Atotonilco, donde se reportan dos picos de altas concentraciones por la mañana y tarde, por lo cual se infiere que CO y NO<sub>2</sub> están influenciados por diferentes tipos de fuentes de emisión.

Dado que la producción de O<sub>3</sub> es influencia por diversos factores, la velocidad de producción de este contaminante es diferente en cada lugar de monitoreo. De acuerdo con lo observado en la Figura 5.7 en el municipio de Pachuca, las concentraciones de O<sub>3</sub> empiezan a incrementarse de una manera más acelerada que en los otros municipios, alcanzando el máximo a las 14:00 horas, una hora antes que las estaciones localizadas en Atotonilco, Tula y Tizayuca. Mientras que el incremento en la concentración en Atitalaquia es la más lento, alcanzando su máxima concentración a las 16:00 horas.

## 5.6 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE

La norma NOM-021-SSA1-1993 para el caso de CO indica que este contaminante deberá ser evaluado en promedios móviles de 8 horas, no debiendo rebasar el límite máximo permisible (LMP) de 11 ppm una vez al año. Al evaluar los promedios móviles en las 5 estaciones indicadas en la Figura 5.8, ninguna rebasó el LMP. En 2015, la concentración calculada más baja fue registrada en la estación REH, mientras que las estaciones Tizayuca y Pachuca (JDN) registraron concentraciones similares de 4.4 ppm aproximadamente.

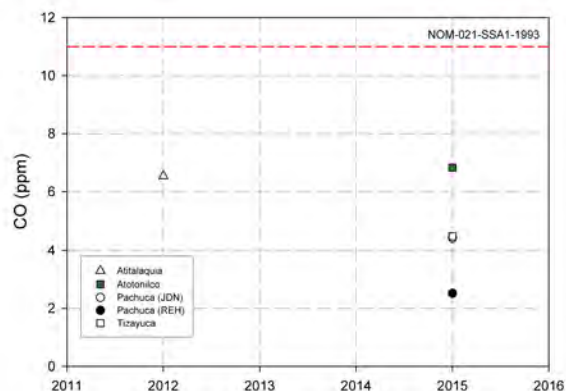


Figura 5.8 Evaluación del cumplimiento de la Norma de CO en promedios de 8 horas, en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

Las concentraciones de NO<sub>2</sub> fueron evaluadas de acuerdo a lo indicado en la NOM-023-SSA1-1993, en donde establece que el valor de 0.21 ppm (210 ppb) evaluado en promedios de una hora, no deberá ser rebasado más de una vez al año. Durante los años 2014 y 2015 sólo pudieron ser evaluadas tres estaciones de monitoreo: Atotonilco, Tizayuca y REH en Pachuca, debido a la suficiencia de datos válidos, como puede observarse en la figura 5.9. Las tres estaciones evaluadas dieron cumplimiento con la norma, ya que ninguna rebasó los LMP, registrando valores tres veces más bajos que aquellos indicados por la norma.

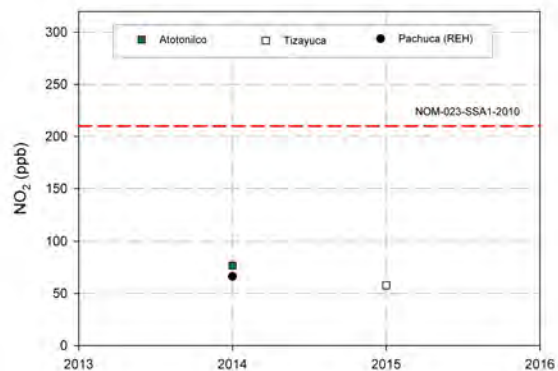


Figura 5.9 Evaluación del cumplimiento de la Norma de NO<sub>2</sub> en promedios de 1 hora, en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.



Para el caso de  $O_3$ , en la evaluación de promedios móviles de 8 horas, se evaluaron 5 estaciones: Atitalaquia, Atotonilco, CSA-Tula, REH localizada en Pachuca y Tizayuca (Figura 5.10a). Para la estación REH se pudieron evaluar los años 2013 a 2015, durante los cuales el LMP establecido en la NOM-020-SSA1-2014 fue rebasado, observándose la concentración más alta en el año 2014. En la estación Tizayuca el LMP fue rebasado en el año 2014, mientras que en el 2015 la concentración decreció dando con ello cumplimiento a lo dispuesto en la norma.

La estación Atitalaquia registró concentraciones por debajo del LMP en 2013 y 2014, sin embargo, mostró una ligera tendencia creciente durante los años en mención. Atotonilco fue otra estación que mostró un aumento en las concentraciones del año 2014 (77 ppb) a 2015(96 ppb) rebasando con ello el LMP. CSA-Tula fue la única estación que sólo fue evaluada un año (2015) durante el cual el LMP establecido en la norma no fue cumplido. Al evaluar este mismo contaminante en cuanto a los promedios de 1 hora, la estación que cumplió con los LMP en 2014 fue aquella localizada en Atitalaquia (Figura 5.10b).

El  $SO_2$  de acuerdo a la NOM-022-SSA1-2010 es evaluado en su promedio anual, así como promedios de 24 y 8 horas. La evaluación con respecto al promedio anual es presentada en la sección 5.3 del presente documento. En cuanto a los resultados de la evaluación de los promedios de 24 y 8 horas, estas pueden ser observadas en la Figura 5.11. Dichas evaluaciones se realizaron a 5 estaciones que cumplieron con la suficiencia de al menos el 75% de datos válidos, para los años 2014 y 2015, las estaciones fueron: Atitalaquia, Atotonilco, Tizayuca, REH-Pachuca y CSA-Tula.

Ninguna estación rebasó el LMP de promedios de 24 horas. Sin embargo, al realizar la evaluación de las cinco estaciones para promedios de 8 horas, la estación Atitalaquia rebasó el LMP en 2014, mientras que la estación CSA-Tula lo hizo en el año 2015. La estación REH-Pachuca presentó un ligero incremento de 2014 a 2015; sin embargo, las concentraciones se registraron muy por debajo del límite establecido en la norma. Tizayuca registró valores por debajo de la norma aunado a un decremento considerable de 2014 a 2015, mientras que Atotonilco sólo fue evaluado en 2015, año en el cual dio cumplimiento con lo estipulado en la NOM-022-SSA1-2010 .

Al igual que en caso de  $SO_2$  la NOM-025-SSA1-2014 aplicable para el caso de material particulado  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , establece dos evaluaciones: una con respecto al promedio anual y la otra en promedios de 24 horas. Los resultados al hacer la evaluación respecto al promedio anual son descritos en la sección 5.3 del presente documento.

La evaluación, tomando en cuenta los promedios de 24 horas, es representada en la Figura 5.12. En dicha figura se puede observar que en la evaluación de las  $PM_{10}$ , en 2013 y 2014 la estación PRIM ubicada en el municipio de Xochicoatlán, cumplió con el LMP. En 2014, también la estación CMH pudo dar cumplimiento a la norma, mientras que en 2015, en las estaciones Tepetitlán, Tlaxcoapan, Zapotlán y CMH, aunque se encontraron valores cercanos al LMP se logró el cumplimiento. En el caso de  $PM_{2.5}$ , el cumplimiento ha sido menos favorable que en el caso de las  $PM_{10}$ . En 2014, las estaciones Lolotla y PRIM en Xochicoatlán dieron cumplimiento con el LMP. Sin embargo, en 2015 la estación XCT en Xochicoatlán se encontró por debajo del LMP, y las estaciones Lolotla y PRIM se encontraron justo en el LMP.



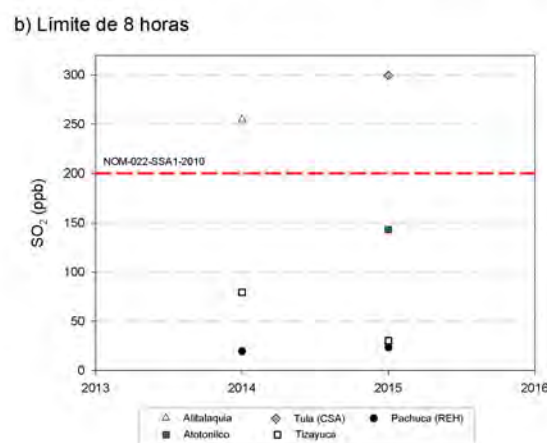
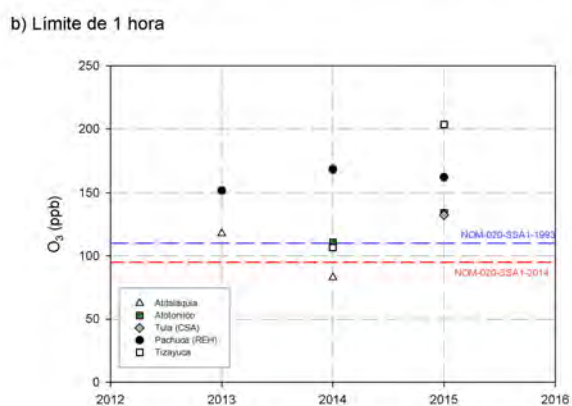
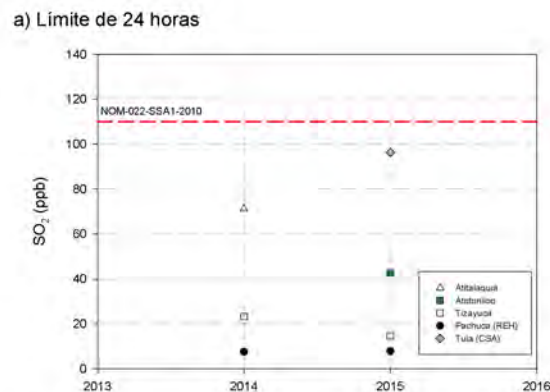
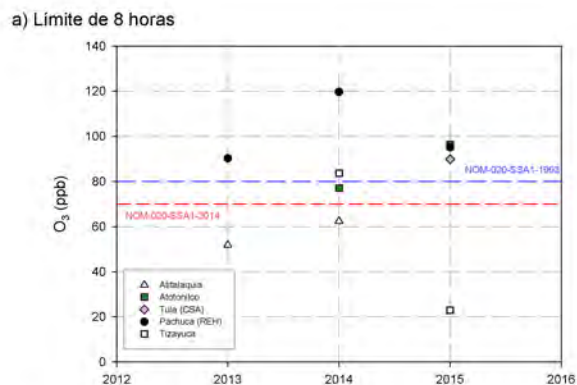


Figura 5.10 Evaluación del cumplimiento de la Norma de  $O_3$  en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

Figura 5.11 Evaluación del cumplimiento de la Norma de  $SO_2$  en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

Como parte de la evaluación del cumplimiento a las normas de calidad del aire, se determinó la distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala, para los contaminantes criterio y material particulado. Se consideró que un día presenta mala calidad cuando rebasa el LMP, mientras que para determinar el intervalo de concentraciones para los días regulares se tomó en consideración a partir de la mitad del LMP y hasta un valor antes de alcanzar el LMP.

Los días con calidad del aire buena, se reportaron como aquellos con valores de concentración de 0 hasta un valor anterior a la mitad del LMP.

El criterio anterior ha sido utilizado en diferentes reportes e informes de la calidad del aire, elaborados por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, por lo cual se consideró como referencia. En la Figura 5.13 se muestra la distribución de los días con calidad del aire buena, regular y mala para los diferentes contaminantes criterio y material particulado. Los resultados fueron obtenidos del análisis de los datos del año 2015, sin embargo, en algunas estaciones, dado que no se contaba con la suficiente estadística de los datos, se tomaron otros años de referencia, los cuales son indicados en la Figura 5.13.

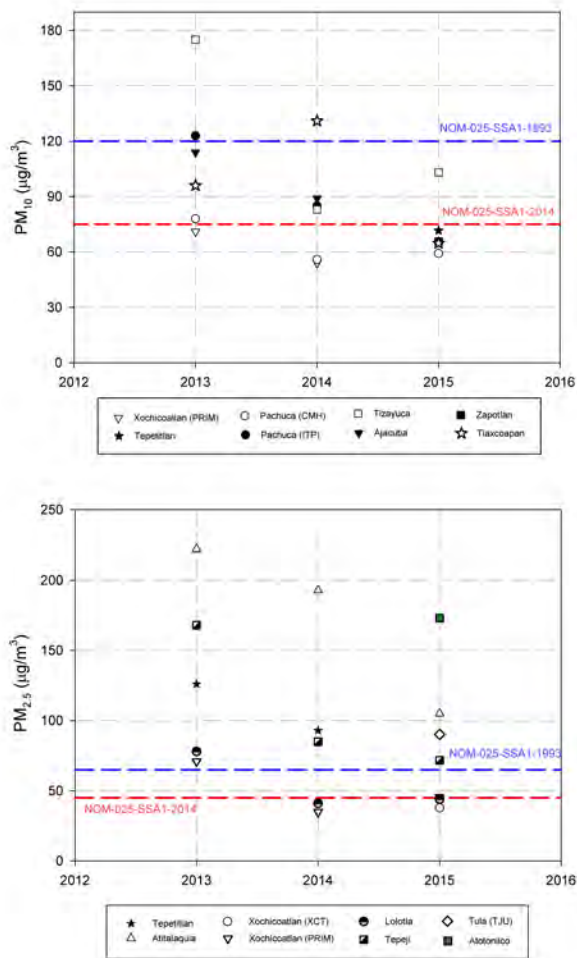


Figura 5.12 Evaluación del cumplimiento de la Norma de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en promedios de 24 horas, en las estaciones de monitoreo del SIMAEH.

Con base en el resultado de la evaluación, el NO<sub>2</sub> reportó la mayoría de los días en las estaciones Atotonilco, REH (en Pachuca) y Tizayuca con concentraciones por debajo de la norma, lo cual favorece a la buena calidad del aire. CO reportó cuatro estaciones con calidad del aire buena en 2015. Debido a que la estación Atitalaquia no contó con suficiencia de datos en ese año, se evaluó con respecto a 2012, año en el cual se presentaron tres días con calidad del aire regular.

En cuanto a SO<sub>2</sub>, la estación CSA localizada en Tula reportó cuatro días con calidad del aire regular, mientras que en las restantes la calidad fue estimada como buena. El caso de O<sub>3</sub> resulta un poco más crítico, dado que se reportaron cuatro días con concentraciones por arriba del LMP en la estación REH, cinco en Atotonilco, dos en Tizayuca y seis en la estación CSA localizada en Tula. Para PM<sub>10</sub> se tuvieron un total de 61 días de muestreo durante todo 2015, de los cuales la estación Tizayuca reportó seis días con mala calidad del aire, mientras que las estaciones ITP en Pachuca, Tlaxcoapan y Tepetitlán, uno.

Los casos de días con concentraciones mayores a los LMP se observaron en PM<sub>2.5</sub>. Las estaciones localizadas en el Distrito Minero de Molango: PRIM, XCT y Lolotla, fueron aquellas con concentraciones menores, rebasando los límites uno, dos y un día respectivamente. Por su parte las estaciones Tepeji, Atitalaquia, CSA-Tula y Atotonilco reportaron más de diez días con concentraciones por arriba del LMP.

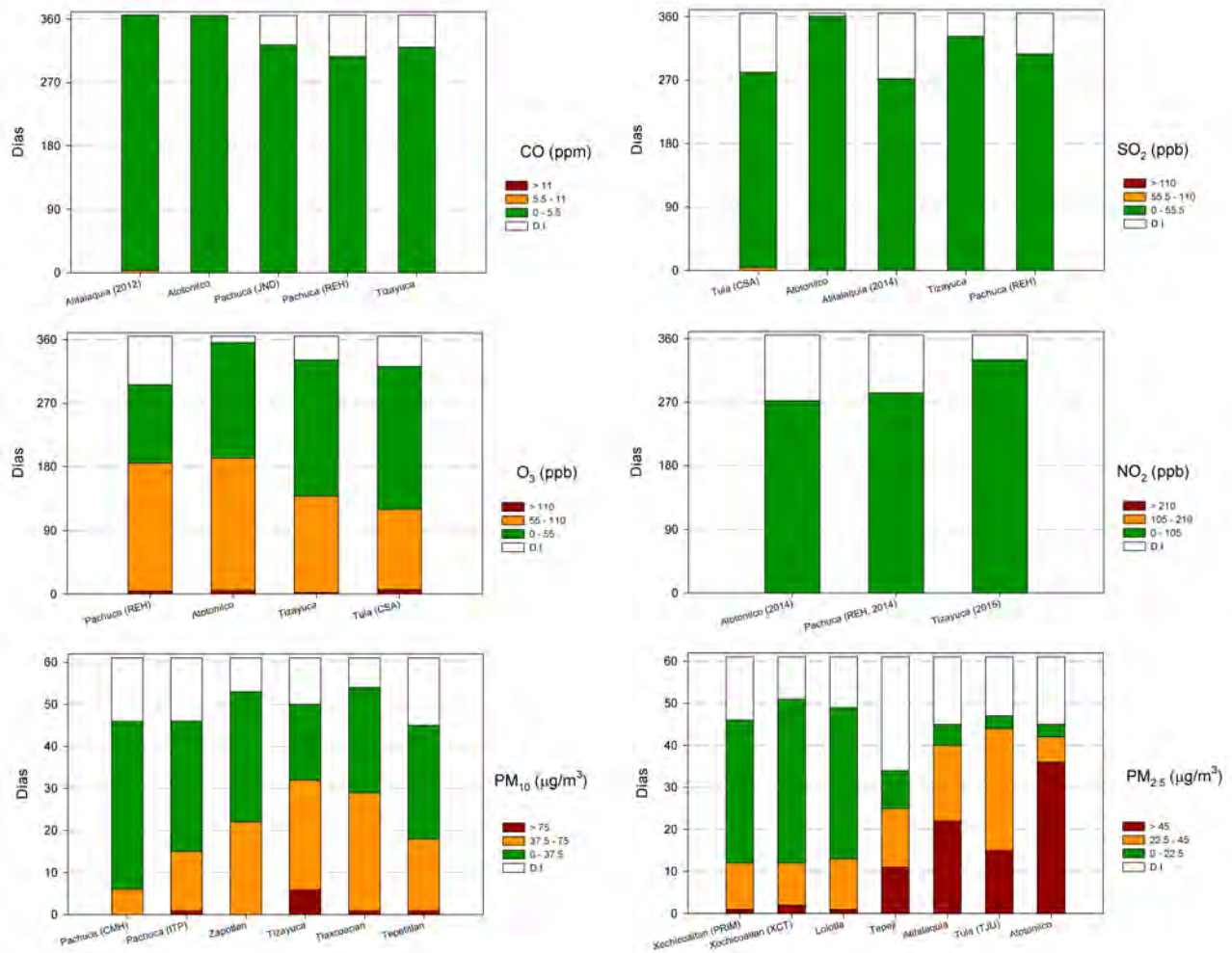


Figura 5.13 Distribución de días con calidad del aire buena, regular y mala durante el 2015, en las estaciones de monitoreo del SIMAEH. Los números en paréntesis indican los años evaluados diferentes a 2015. D.I.: Dato inválido.

## 5.7

### DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA OBLIGATORIO DE VERIFICACIÓN VEHICULAR (POVV)

El Programa Obligatorio de Verificación Vehicular del Estado de Hidalgo inició en 1989 como programa voluntario para los automovilistas hidalguenses y en apoyo a la política ambiental de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que reconocen

mutuamente los programas y sus hologramas. Este programa se convierte en obligatorio a partir de 1996 y en él se establece la verificación semestral, así como la concesión de los centros por convocatoria pública.

El POVV cuenta con 62 centros de verificación y 74 líneas dinámicas, ubicados en 24 municipios, con lo que se cubre el 68% de los vehículos en la entidad (Tabla 5.3). El POVV cuenta también con un centro de vigilancia de monitoreo en tiempo real para el proceso de verificación. Se considera como área de oportunidad que

el POVV genere la información estadística de datos históricos de las pruebas realizadas como las verificaciones aprobadas, los rechazos, el registro de emisiones, entre otros, para dar cumplimiento a los compromisos de Hidalgo, además de contribuir con esto al fortalecimiento del POVV.

**Tabla 5.3** Distribución de la red de centros de verificación del estado por municipio.

MUNICIPIO	No. de Centros
Actopan	2
Apan	1
Atotonilco de Tula	1
Atotonilco el Grande	1
Cuatepec de Hinojosa	1
Francisco I. Madero	1
Huejutla de Reyes	1
Huichapan	1
Ixmiquilpan	1
Mineral de la Reforma	6
Mineral del Monte	1
Pachuca	15
Progreso	1
San Agustín Tlaxiaca	1
Tepeapulco	3
Tepeji del Río	2
Tizayuca	3
Tlahuelilpan	1
Tolcayuca	1
Tula de Allende	5
Tulancingo	10
Villa de Tezontepec	1
Zacualtipán	1
Zimapán	1

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes del Programa Obligatorio de Verificación Vehicular de Hidalgo. Semarnath (2016).

La Tabla 5.4 muestra el número de vehículos registrados a partir de 1995. Se hace mención de que la verificación es semestral, por lo que la tabla también muestra el número de verificaciones vehiculares en los 2 periodos (columna 3) y el porcentaje de cumplimiento del programa.

**Tabla 5.4** Porcentaje de cumplimiento del POVV de 1995 a 2014.

Año	Número de registros del padrón vehicular	Número de verificaciones (2 semestres)	% cumplimiento
1995	142,213	215,150	75.64
1996	240,137	264,475	55.07
1997	263,137	256,739	48.78
1998	289,017	269,697	46.66
1999	311,592	242,959	38.99
2000	345,000	230,381	33.39
2001	367,923	240,484	32.68
2002	446,346	268,860	30.12
2003	512,917	279,500	27.25
2004	564,278	295,832	26.21
2005	611,223	356,817	29.19
2006	681,467	469,058	34.42
2007	750,777	481,791	32.09
2008	802,621	504,234	31.41
2009	817,284	444,905	27.22
2010	844,676	526,949	31.19
2011	855,497	401,448	23.46
2012	883,306	432,405	24.48
2013	905,544	444,825	24.56
2014	917,676	208,485	11.36

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Obligatorio de Verificación Vehicular de Hidalgo, Semarnath (2014).

Por otra parte, el POVV ha tenido un decremento importante en los últimos años según muestra la Figura 5.14, por lo que es importante continuar con el cumplimiento de la verificación vehicular, a través de la concientización ciudadana, el fortalecimiento de la reglamentación, el enlace de los trámites administrativos y la coordinación de los esfuerzos estatales y municipales.

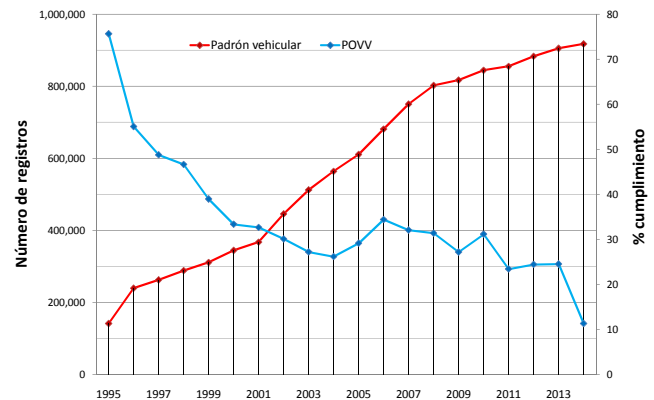
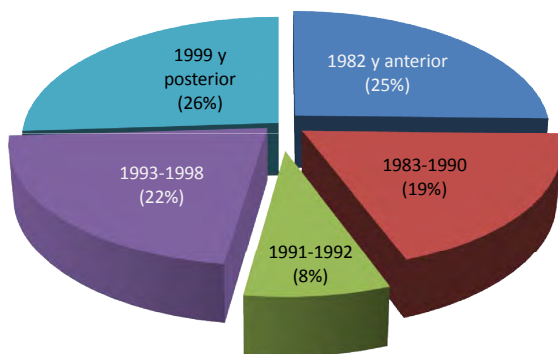


Figura 5.14 Comportamiento del POVV de 1995 a 2014.

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Obligatorio de Verificación Vehicular de Hidalgo, Semarnath (2014).

Del padrón vehicular en el estado de Hidalgo en 2011, se tenía contabilizado que el 69% eran vehículos nacionales y 31% de procedencia extranjera. Estos podían ser divididos en tres tipos de servicios: 0.6% de servicio público federal, el 2.1% de servicio público local y el 97.4% de uso particular. Además de que el 95.56% utilizaban gasolina como combustible para su funcionamiento, el 0.36% gas natural y 1.06% diesel. En cuanto a la tecnología para el control de emisiones, estas podían ser clasificadas de acuerdo a los siguientes años modelo: a) 1980 y anteriores, b) 1981-1990, c) 1991-1992, d) 1993-1998, e) 1999 y posteriores; la distribución porcentual por estrato tecnológico puede ser observada en la Figura 5.15.



Estrato tecnológico	No. de vehículos
1982 y anterior	223,368
1983-1990	166,978
1991-1992	69,402
1993-1998	190,853
1999 y posterior	229,183
<b>TOTAL</b>	<b>879,784</b>

Figura 5.15 Distribución porcentual de vehículos por estrato tecnológico en el año 2011.

Fuente: Elaboración propia con datos del Programa Obligatorio de Verificación Vehicular de Hidalgo.

## REFERENCIAS

- Edgerton, S.A., Bian, X., Doran, J.C., Fast, J.D., Hubbe, J.M., Malone, E.L., Shaw, W.J., Whiteman, C.D., Zhong, S., Arriaga, J.L., Ortiz, E., Ruiz, M., Sosa, G., Vega, E., Limon, T., Guzman, F., Archuleta, J., Bossert, J.E., Elliot, S.M., Lee, J.T., McNair, L.A., Chow, J.C., Watson, J.G., Coulter, R.L., Doskey, P.V., Gaffney, J.S., Marley, N.A., Neff, W., Petty, R.: Particulate air pollution in Mexico City: A collaborative research project. Journal of the Air & Waste Management Association, 49(10), 1221-1229 (1999). Association, 49:10, 1221-1229, DOI: 10.1080/10473289.1999.10463915.
- Tanner, R.L., Parkhurst, W.J., Valente, M.L., Humes, K.L., Jones, K., Gilbert, J.: Impact of the 1998 Central American fires on PM2.5 mass and composition in the southeastern United States. Atmospheric Environment, 35, 6539-6547 (2001).
- IEEH-2011. Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 2016.



# 6 COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

En este capítulo se presenta el diagnóstico sobre la situación actual del proceso de comunicación y educación ambiental en materia de calidad del aire en el estado de Hidalgo. Éste incluye el estatus de los medios de comunicación utilizados para difundir la problemática ambiental. Se identifican los actores y su interrelación en el proceso de comunicación y educación ambiental que influyen en el programa de Gestión de la Calidad del Aire.

## 6.1

### DIFUSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EN LA SEMARNATH

El área de Comunicación Social, entre otras actividades, se encarga de difundir los programas, subprogramas y proyectos sobre calidad del aire a la población hidalguense.

El objetivo del Programa de Comunicación y Difusión es impulsar una cultura de valoración, conservación y restauración del medio ambiente en Hidalgo, a través de la implementación de un programa permanente de comunicación social y difusión, concretado en diversas estrategias, cuyo eje transversal sea el cambio climático. Se pretende que dichas estrategias acerquen a la población la información y el conocimiento de la temática ambiental, los programas y acciones que implementa el Gobierno del Estado de Hidalgo y el estatus ambiental que guarda nuestra entidad, con el fin de abonar a la formación de una sociedad informada, demandante y participativa que transite hacia un desarrollo sustentable.

Las principales líneas de acción son:

- Implementar estrategias de comunicación social y difusión, regionales o sectorizadas por los diferentes medios de comunicación masivos y las nuevas tecnologías de la información.
- Desarrollar una estrategia a nivel estatal de comunicación y difusión del cambio climático.
- Establecer mecanismos de coordinación para la incorporación del tema ambiental en los medios de comunicación como parte de su responsabilidad social.
- Ampliar la cobertura de los sistemas de redes sociales, incrementando el número de seguidores e incorporándose al sistema de Gobierno del Estado de Hidalgo.
- Vincularse con las universidades que cuenten con la carrera de Ciencias de la Comunicación para impulsar la formación de periodistas ambientales.

El programa de difusión utiliza los elementos que a continuación se enlistan:

1. Prensa
2. Radio y televisión
3. Redes sociales de la Semarnath, Facebook: Medio ambiente Hidalgo, Twitter: medioambiente
4. Página web, <http://s-medioambiente.hidalgo.gob.mx/>
5. Entrevistas con medios de comunicación
6. Medios impresos, conferencias, carteles, folletos, etc.

## 6.2

### INTERNET Y REDES SOCIALES

Para vincular al mayor número de medios y sectores, la Semarnath ha ampliado los canales informativos usando tecnologías de la información. Así, las redes sociales llegan de manera inmediata y oportuna a los diferentes sectores y brindan la oportunidad de establecer espacios de interacción a través de la retroalimentación social.

En este sentido, la Semarnath, mediante su página web <http://www.s-medioambiente.hidalgo.gob.mx>, Twitter: @medioambiente\_H, Facebook: SemarnatHidalgo y fan page Medio Ambiente Hidalgo; da a conocer diversa información relacionada con la Semarnath, en materia de calidad del aire, en áreas específicas como: Sistema Integral de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo, Programa Obligatorio de Verificación Vehicular en el Estado y Operativos de Calidad del Aire.

La Figura 6.1 muestra diferentes eventos en los que el Estado, a través de la Semarnath, participa y difunde los planes, programas y estrategias, muchas de éstas orientadas al cuidado del medio ambiente y en el caso específico de la atención a la calidad del aire en el estado. La Figura 6.1 a) Reportaje corresponsalía de Televisa 6.1 b) Parabuses en Pachuca, Hgo. 6.1 c) Lonas espectaculares en todo el estado 6.1 d) Stand de la Expo ambiental en Tula, Hgo.



Figura 6.1 Difusión de diversas temáticas en materia de calidad del aire de la SEMARNATH.

Fuente: Comunicación social de la Semarnath, 2015.

---

## 6.3

### ACTORES INVOLUCRADOS EN LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Acorde con el Programa Estatal de Educación Ambiental, en el eje estratégico número ocho “Comunicación educativa para el desarrollo sustentable”, se vincula el tema de calidad del aire al de cambio climático, como un proceso informativo que promueva la participación activa de quien lo escucha, ve o lee.

La Semarnath participa en foros como la Expo Ambiental Tula para difundir y compartir inquietudes en torno a la calidad del aire de la Región Tula-Tepeji, esto en coordinación con el Instituto Nacional de Salud Pública, la Delegación SEMARNAT en Hidalgo, la Universidad Pedagógica Nacional, Tecnológica Tula-Tepeji y la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; con dependencias del Gobierno estatal como la Secretaría de Salud y los gobiernos municipales y con las Organizaciones No Gubernamentales, los medios de comunicación y la ciudadanía en general.

La Secretaría de Salud, Educación y Semarnath son identificadas por la población como las dependencias responsables de los temas de salud y medio ambiente; esta última, a través del monitoreo atmosférico.

## 6.4

### PERCEPCIÓN GENERAL DE LA CIUDADANÍA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

De manera formal, no se cuenta con un estudio específico de percepción de la población sobre la calidad del aire en el estado. Sin embargo, el estudio para el Programa Regional de Educación Ambiental Tula-Tepeji, elaborado por la Universidad Pedagógica Nacional, cuenta con información sistematizada y puede ser un

documento de consulta al respecto. Además, el Programa Estatal de Cambio Climático incluye también información de la percepción social sobre los problemas ambientales.

Los foros, mesas de debate, talleres y conferencias que la Semarnath realiza en la región Tula-Tepeji sobre temas como el Ordenamiento Ecológico Territorial, Educación Ambiental, Desarrollo Forestal y Áreas Naturales Protegidas, son espacios que permiten la expresión social y la identificación de un panorama de la percepción social de los habitantes de la región, quienes muestran preocupación por los riesgos a su salud debido a que habitan en una zona crítica de contaminación del país y demandan acciones decisivas a los tres niveles de Gobierno, específicamente en relación con la operación de la refinería y termoeléctrica.

La página web de la Secretaría, aún no tiene un espacio destinado en el que se publique el indicador de calidad del aire para las regiones o municipios en las que el SIMAEH realiza monitoreo. Tampoco existe información referente a la contaminación atmosférica. Se considera la publicación de éstos para el segundo semestre de 2016.

Para el caso del ProAire, se contemplan medidas de comunicación y educación ambiental en el Capítulo 7.

## 6.5

### EDUCACIÓN AMBIENTAL

El Programa para Mejorar la Calidad del Aire parte de la premisa de que la educación ambiental es una estrategia fundamental e indispensable de la política en la materia, que puede potenciar acciones y resultados en la atención de la problemática ambiental y en la transición hacia la sustentabilidad. Para lograr este objetivo se requiere la creación e impulso de una conciencia ambiental entre los diferentes sectores de la población para mejorar la calidad del aire, así como la implementación de acciones de educación ambiental en sus modalidades formal, informal, capacitación y comunicación de los logros educativos.

---

## 6.5.1 TIPOS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

---

Con relación a la educación ambiental formal en la entidad, de acuerdo con lo establecido en los instrumentos jurídicos y administrativos vigentes en los tres órdenes de Gobierno, la educación formal es aquella contenida en los planes de estudios de los niveles básico, medio superior y superior reconocidos por la Secretaría de Educación Pública (SEP) y de las diferentes instituciones de Educación Superior en el estado. En cuanto a la educación ambiental no formal, ésta es provista principalmente por el Estado.

## 6.5.2 LA EDUCACIÓN FORMAL

---

Considerando la Estrategia Nacional de Educación Ambiental (ENEA) publicada en 2005 por la Secretaría de Educación Pública (SEP) como rector de la política pública en materia de educación ambiental, se posibilita la implementación de un conjunto de acciones en el estado de Hidalgo en este tema. Basados en esta estrategia, en 2006 se creó la Mesa Técnica de Educación Ambiental en la Región Tula-Tepeji, derivada del programa de saneamiento de la región Tula (2006), mesa que impulsó la creación del Programa Regional de Educación Ambiental.

En ese mismo año, se formuló la Estrategia Nacional de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (ENEAS), un instrumento que proporciona análisis de los avances y pendientes, y propone las líneas de acción en esta materia, lo que constituye un valioso referente en la generación de propuestas de educación ambiental para la sustentabilidad.

Para el Gobierno del Estado de Hidalgo “la educación es un factor fundamental para el desarrollo personal y el bienestar social, por ello, será una acción estratégica promover servicios educativos con suficiencia, calidad y relevancia, garantizando además, el acceso a los niveles educativos en igualdad de

oportunidad para todas y todos.” (Plan de Gobierno, Hidalgo 2016-2022).

Además en la Ley Orgánica Municipal del Estado de Hidalgo (2016), en su artículo 56, establece que son facultades y obligaciones de los ayuntamientos promover el desenvolvimiento material, cívico, social, económico, cultural, artístico, deportivo, científico, tecnológico y educativo en general en la municipalidad, y defender y preservar el medio ambiente a través de programas concretos; prevenir y combatir, en proporción a la posibilidad de sus recursos, la contaminación ambiental. Así mismo la ley citada, en su artículo 108, menciona que los municipios organizarán y reglamentarán la administración, funcionamiento, conservación o explotación de los servicios públicos y, entre otras acciones, considera la protección de la flora, la fauna y el medio ambiente.

## 6.5.3 LA EDUCACIÓN NO FORMAL

---

La educación no formal es el conjunto de aprendizajes a través de procesos, medios e instituciones específicas y diferenciadamente diseñadas en función de objetivos explícitos de formación o instrucción, que no están directamente dirigidos a la obtención de los grados proporcionados por el sistema educativo institucionalizado.

En seguimiento a los objetivos del Programa Estatal de Desarrollo, en el eje 3.17 “Desarrollo Sustentable”, que consiste en la implementación de diversas estrategias para fortalecer la enseñanza y cuidado del medio ambiente, se incluye un catálogo de programas, subprogramas y proyectos estratégicos que dan sustento a las acciones de educación ambiental del estado de Hidalgo.

De este modo, la Semarnath ha desarrollado un Programa Estatal de Educación Ambiental (PEEA) que sustenta a los Centros de Educación y Capacitación Ambiental (CECA) y que desarrolla la Dirección de Educación Ambiental.



Incluye la generación de competencias y valores ambientales, para que los integrantes de la comunidad se informen acerca de las causas de los problemas ambientales, reconozcan las que les competen directamente y cuáles les corresponden a otros actores sociales.

Bajo esta consideración, el PEEA integra acciones colectivas para la búsqueda de soluciones a los diversos problemas ambientales en el estado. Se propone en los municipios o regiones la vinculación entre instituciones educativas, dependencias gubernamentales y Organizaciones No Gubernamentales (ONG). Esta vinculación considera la inclusión de los medios de comunicación, como los programas de radio y de televisión, ya que tienen un papel relevante en la educación ambiental. Esto se puede observar en la Tabla 6.1.

Del Programa Estatal de Educación Ambiental se derivan los Programas Regionales de Educación Ambiental para Tula-Tepeji y la Huasteca hidalguense. El PEEA plantea su estrategia en un conjunto de acciones en las

que se han tomado en cuenta diversos factores pertinentes para alcanzar los objetivos y metas, las cuales se resumen en las líneas de acción siguientes:

1. Vinculación intersectorial
2. Legislación, normatividad y financiamiento relativo a la educación ambiental
3. Educación en la acción
4. Proyectos productivos sustentables
5. Promotores de Educación Ambiental
6. Difusión y comunicación ambiental
7. Fortalecimiento de la identidad y el sentido de pertenencia a las regiones Tula-Tepeji y Huasteca hidalguense
8. Conservación del patrimonio cultural indígena
9. Formación de profesionales en Educación Ambiental.



*Centro de tecnologías de educación ambiental.*



**Tabla 6.1** Resumen de los programas, subprogramas y proyectos estratégicos para el desarrollo dentro de la Semarnath que tienen impacto en la investigación y educación ambiental.

Nombre del Programa	Subprograma	Proyecto	Área responsable del proyecto
Mejora de la calidad ambiental	Mecanismos de monitoreo y regulación de la contaminación ambiental	Regulación de fuentes móviles	Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación
		Gestión de la calidad del aire	
		Gestión integral de residuos sólidos urbanos	
	Mecanismos de control y regulación ambiental	Verificación ambiental	
		Registros ambientales estatales	
Política integral preventiva para el desarrollo sustentable y sostenible	Instrumentos rectores de política ambiental	Formulación del ordenamiento ecológico territorial	Dirección de Planeación
		Estudios integrales de cuencas hidrográficas	
		Resolución de estudios de evaluación de impacto ambiental	
	Instrumentos y mecanismos de conservación de los recursos naturales	Declaratoria y operación de áreas naturales	
	Investigación ambiental aplicada	Fomento y apoyo a la investigación ambiental	
		Desarrollo y operación de proyectos ambientales	
	Instrumentos de fomento y promoción de la educación ambiental	Educación y capacitación ambiental	Dirección de Educación Ambiental
		Estrategias de comunicación ambiental	Dirección de Comunicación Social
	Acceso a la información	Sistema Estatal de Información Ambiental (SEIA).	Unidad de Sistemas de Información.
		Fortalecimiento del Centro de Información y Documentación Ambiental (CIDMA)	Unidad del Centro de Información y Documentación Ambiental
Desarrollo regional sustentable	Participación social y sectorial	Fortalecimiento de la gestión ambiental sectorial y regional	Dirección de Educación Ambiental y Vinculación Municipal
		Saneamiento de la presa Endhó	Dirección de Educación Ambiental y Vinculación Municipal.
		Restauración ecológica de la laguna de Tecocomulco	Dirección de Planeación
		Saneamiento integral de la Región Tula-Tepeji	Dirección de Normatividad y Control Ambiental
		Gestión para la atención integral del Distrito Minero de Molango	Dirección de Normatividad y Control Ambiental
		Atención ambiental regional	Dirección de Planeación

Fuente: Semarnath (2015).

Los objetivos de las líneas de acción, metas y estrategias son:

- Contribuir a la transformación de las relaciones entre sociedad y medio ambiente.
- Elevar los niveles de educación que repercutan en el mejoramiento de la vida social y la salud de los ecosistemas en el estado, partiendo de las zonas en las que la Semarnath tiene oficinas regionales, como en Tula y Huejutla.
- Orientar y coordinar los esfuerzos de los múltiples actores locales que ya están trabajando en la educación ambiental.
- Favorecer las acciones estratégicas y sistemáticas que permitan una mayor eficacia en los procesos de educación ambiental.
- Facilitar la superación de los problemas

ambientales en la región desde el ámbito educativo, con sus posibilidades y sus límites.

En la interrelación del proceso de difusión, la Semarnath interactúa a través del área de Comunicación Social con los medios masivos (radio, televisión y prensa), instituciones educativas y público en general; esta comunicación se da para informar a los diversos sectores sobre talleres, eventos, capacitación e información relevante acerca de las condiciones de la calidad del aire en el estado (Figura 6.2).

Por otra parte, se realizan conferencias de prensa sobre temas específicos a petición de la sociedad, ONG, cámaras y asociaciones industriales y de servicios. También se imparten temas específicos a las instituciones de Educación Superior.



Figura 6.2 Proceso de difusión de la comunicación en la Semarnath.

Fuente: Programa de Comunicación social y Educación Ambiental de Semarnath (2015).

Finalmente, el área de Educación Ambiental ofrece información general sobre temas ambientales de educación no formal en la que se incluye visitas guiadas dentro de las áreas

naturales protegidas del estado, así como la impartición de temas ambientales en escuelas de Educación Básica.

El presente capítulo tiene por objetivo plantear las estrategias, medidas y acciones que permitan disminuir los niveles de emisión de contaminantes que deterioran la calidad del aire. El planteamiento de estas estrategias se basa en la identificación de las fuentes emisoras (Capítulo 4) y el diagnóstico de la calidad del aire (Capítulo 5).

Estas estrategias y medidas buscan regular, controlar y reducir dichas emisiones y a la vez proteger la salud de los habitantes y de los ecosistemas.

Como se mencionó en el Capítulo 1 del presente documento, el ProAire, es un instrumento cuyo fin último es la mejora de la calidad del aire en el estado, para ello se han planteado los siguientes objetivos:

- Implementar en el Programa de Gestión de la Calidad del Aire de la Semarnath estrategias que coadyuven en la gestión integral de la calidad del aire.
  - Dar seguimiento y realizar la evaluación del cumplimiento de las metas establecidas en el ProAire.
  - Reducir la emisión de  $SO_2$ , precursores de  $O_3$  y material particulado a través de programas, acuerdos, compromisos con los grandes emisores en el estado.
  - Establecer alianzas con todos los involucrados en la mejora de la calidad del aire.
  - Actualizar el marco normativo estatal para regular y controlar a los generadores de emisiones a la atmosfera estatales y municipales.
  - Publicar el índice de calidad del aire de las diferentes regiones o ciudades del estado
- en tiempo real, así como información sobre la calidad del aire en el estado a través de la página web de la Semarnath.
  - Coadyuvar al desarrollo de capacidades de gestión de la calidad del aire en los tres órdenes de gobierno.
  - Impulsar la educación ambiental como eje fundamental para la mejora de la calidad del aire basado en las estrategias del ProAire.
  - Reducir los impactos a la salud de la población provocados por la contaminación atmosférica.
  - Difundir y evaluar los alcances y logros del presente ProAire.

## 7.1

### ESTRATEGIAS

Para el cumplimiento de los objetivos del ProAire, se proponen cuatro ejes estratégicos y 23 medidas que contribuirán a mejorar la calidad del aire en el estado, según se observa en el siguiente listado.

#### ESTRATEGIA 1. REDUCCIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES MÓVILES

1. Fortalecer el Programa Obligatorio de Verificación Vehicular (POVV).
2. Implementar un Programa Integral de Diagnóstico Ambiental Automotriz.
3. Fortalecer el programa de vehículos contaminantes y vehículos sin verificar (PVC).
4. Impulsar la movilidad integral en Hidalgo.

## **ESTRATEGIA 2. REDUCCIÓN EMISIONES DE FUENTES FIJAS**

5. Modernizar la Central Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de Tula Hidalgo.
6. Aprovechamiento de residuales en la refinería Miguel Hidalgo.
7. Establecer un plan de emisiones de la industria cementera.
8. Establecer un plan de reducción de las emisiones de la industria calera.
9. Instrumentar el Registro Estatal de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
10. Diagnosticar y fortalecer la regulación de las actividades en bancos de materiales pétreos.
11. Fomentar los esquemas de certificaciones ambientales de empresas en el Estado de Hidalgo.
12. Elaborar y fomentar el programa de autorregulación en giros de competencia estatal.
13. Actualización de instrumentos normativos.

## **ESTRATEGIA 3. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA**

14. Apoyar al sector productor ladrillero con la implementación de nuevas tecnologías y alternativas para reducir las emisiones generadas en el proceso de cocción y sus impactos asociados.
15. Reducir las emisiones generadas por el manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
16. Reducir las emisiones generadas por quemas agrícolas.
17. Reducir las emisiones generadas por incendios forestales.
18. Fortalecer el programa de ecotecnologías en zonas remotas del estado, fomentando el uso del recurso solar en los sectores residencial, comercial, de servicios, industrial y gubernamental.

## **ESTRATEGIA 4. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL**

19. Fortalecer el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH).
20. Actualizar el Inventario de Emisiones.
21. Fortalecer el Programa de Educación Ambiental de la SEMARNATH en términos de la Gestión de la Calidad del Aire.
22. Actualizar y fortalecer el Programa de Difusión Ambiental de la SEMARNATH.
23. Proporcionar información epidemiológica, realizar promoción de la salud, evaluar riesgos a la salud de la población y emitir recomendaciones a los sectores.

## **7.2**

### **EJE ESTRATÉGICO 1: REDUCCIÓN DE EMISIONES PROVENIENTES DE FUENTES MÓVILES**

#### **MEDIDA 1. FORTALECER EL PROGRAMA OBLIGATORIO DE VERIFICACIÓN VEHICULAR (POVV)**

Objetivo: Incrementar el cumplimiento al programa obligatorio de verificación vehicular mediante campañas permanentes de difusión y sensibilización, así como vigilar el desempeño de la Red Estatal de Centros de Verificación Vehicular.

Justificación: La Red de Centros de Verificación Vehicular (CVV) en Hidalgo se compone de 62 Centros distribuidos en 24 municipios, con cobertura regional para los municipios que forman parte de la Megalópolis.

El Programa Obligatorio de Verificación Vehicular (POVV) de Hidalgo es obligatorio desde 1996 para todos los vehículos automotores particulares y de uso intensivo

que estén registrados en el estado. En 2013, la Secretaría de Finanzas y Administración registró 905,544 vehículos en el estado (SFyA, 2014). Sin embargo, de este total sólo el 25% de la flota se verificó, considerando las principales causas, a) la falta de inspección por parte de las autoridades municipales

y estatales y, b) la no vinculación de los trámites vehiculares.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: % verificación = (No. autos verificados /No. total de autos)\*100.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Concentrar la base de datos de vehículos verificados	Semarnath	Actualización semestral	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Actualizar el padrón vehicular estatal	SFyA	Padrón actualizado anualmente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Establecer y mantener convenios para vincular de forma permanente los trámites vehiculares del estado con el POVV	Semarnath SFyA	No. Convenios y trámites vinculados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Fortalecer el sistema de vigilancia de la Red Estatal de CVV	Semarnath	Sistema implementado; Reportes de operación de la red estatal No. de CVV incorporados/ número total de CVV	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					
5	Armonizar el POVV, conforme a los acuerdos del Órgano de Gobierno de la CAME	Semarnath CAME	Programa de Verificación Vehicular Armonizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Fortalecer las campañas informativas del POVV	Semarnath	Porcentaje de incremento de vehículos verificados; No. de campañas por semestre	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Estudio de factibilidad de ampliación de la cobertura del servicio del POVV	Semarnath	Estudios de factibilidad. No.de nuevos centros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Evaluación del POVV	Semarnath	Reporte de evaluación			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>



- Actores involucrados: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (Semarnath), Secretaría de Finanzas y Administración (SFyA), Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME), Centros de Verificación Vehicular (CVV).

## **MEDIDA 2. IMPLEMENTAR UN PROGRAMA INTEGRAL DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL AUTOMOTRIZ.**

Objetivo: Implementar un programa de integral de reducción de emisiones provenientes de fuentes vehiculares, enfocado en el diagnóstico y mantenimiento de las unidades automotoras que apoye de forma transversal al Programa Obligatorio de Verificación Vehicular.

### **POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES**

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

- COSTO APROXIMADO: Sin estimar

Justificación. Es bien sabido que la concentración de contaminantes provenientes de las emisiones de vehículos con 14 o más años de antigüedad son más altas que aquellas de modelos recientes; de acuerdo al INE-CTS México (2011)<sup>3</sup> estas pueden ser con respecto al CO entre 3 y 4 veces más altas; hidrocarburos totales, entre 4 y 6 veces, y óxido nítrico (NO), hasta 3 veces mayor. Aunado a lo anterior, el motor y los componentes vehiculares que previenen y/o controlan la emisión de contaminantes, disminuyen su eficiencia por el uso, lo cual provoca un incremento gradual en las emisiones del vehículo.

<sup>3</sup> INE-CTS México, Instituto Nacional de Ecología-Centro de Transporte Sustentable de México A.C. Estudio de emisiones y características vehiculares en ciudades mexicanas. Fase IV: medición de emisiones en cinco ciudades y análisis de resultados globales, Informe final. Octubre, 2011. México.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Diseñar e implementar el Programa	Semarnath	Programa implementado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
2	Vincular el Programa al Sistema de Verificación Vehicular	Semarnath y Red Estatal de Centros de Verificación Vehicular (RECVV)	Número de unidades diagnosticadas y verificadas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Implementar un Programa de capacitación y actualización permanente a talleres autorizados	Semarnath	Número de talleres mecánicos y No. de personas capacitadas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Autorizar y difundir la red de talleres	Semarnath	Número de talleres autorizados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Elaborar un esquema de certificación de convertidores catalíticos	Semarnath	Documento de esquema de certificación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
6	Dar seguimiento a los talleres autorizados	Semarnath	Actas de verificación		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Gestionar esquemas de financiamiento para la adquisición de convertidores catalíticos	Semarnath	Financiamiento anual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Armonizar el programa con el esquema de CAME	Semarnath CAME	Programa homologado por semestre		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores involucrados: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Semarnath, Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME).
- Costo aproximado: Sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

### MEDIDA 3. FORTALECER EL PROGRAMA DE VEHÍCULOS CONTAMINANTES Y VEHÍCULOS SIN VERIFICAR (PVC).

Objetivo: Retirar de circulación y sancionar a los vehículos contaminantes y sin verificar, a través del programa de vigilancia a vehículos altamente contaminantes y si verificar (PVC).

Justificación. En 2001, el Programa Obligatorio de Verificación Vehicular de Hidalgo incluyó el Programa de Vehículos Contaminantes y Vehículos sin Verificar (PVC) aplicado a unidades particulares y de uso intensivo. Sin embargo, dada la falta de recursos materiales y humanos, se ha limitado la aplicación del Programa, lo que ha originado una baja tasa de verificación vehicular, por lo que se requiere una mejor inspección por parte de las autoridades.

Cabe mencionar, que con la entrada en vigencia en julio de 2013 de la Ley de Transporte para el Estado de Hidalgo de fecha 29 de julio de 2013, en su artículo 24 tercer párrafo señala que no está permitido el tránsito y la operación del servicio sin contar con certificado de verificación de anticontaminantes vigente. De igual forma, la Secretaría y la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA), tiene facultades para inspeccionar, limitar la circulación y sancionar a los propietarios de vehículos ostensiblemente contaminantes, de conformidad con los artículos 137 y 139 de la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: Número de vehículos sancionados por año.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Convenios de coordinación con autoridades de tránsito, vialidad y seguridad pública	SSP, Semarnath, PROESPA y municipios	No. de convenios	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
2	Realizar operativos de inspección para la detención y sanción de vehículos contaminantes	Semarnath y PROESPA	No. de operativos realizados	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
3	Desarrollar capacidades institucionales para la aplicación del Programa	Semarnath y PROESPA	No. de supervisores capacitados y acreditados	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
4	Fortalecer a la Semarnath y PROESPA con recursos humanos y materiales	Semarnath y PROESPA	No. de personal y equipamiento	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
5	Incrementar la difusión para promover los medios de denuncia ciudadana para reportar vehículos ostensiblemente contaminantes y no verificados	Semarnath, PROESPA y Subsecretaría de Transporte	No. de denuncias recibidas	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑
6	Implementar el sistema de vigilancia por sensor remoto	Semarnath	Sensor remoto operando			☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

- Actores involucrados: Secretaría de Gobierno, Subsecretaría de Transporte, Semarnath, Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA), Secretaría de Seguridad Pública (SSP).

- Costo aproximado: Sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

### MEDIDA 4. IMPULSAR LA MOVILIDAD INTEGRAL EN HIDALGO.

Objetivo: contar con un sistema integral de transporte para la movilidad sustentable, buscando reducir el uso del automóvil y con ello promover un transporte más eficiente y con menos emisión de contaminantes.

Justificación. La planificación de la movilidad urbana, con fines de sustentabilidad y mejora de la calidad de vida de la población, se ha considerado indispensable en las sociedades actuales, esta tiene por objetivo consumir menos combustibles fósiles y producir menos afectaciones al medio ambiente, generando alternativas al uso del automóvil y promoviendo los viajes no motorizados en transporte (ITDP, 2012)<sup>4</sup>.

El Proyecto Regional de Movilidad Urbana para la zona metropolitana de Pachuca, mismo que impulsa al denominado transporte Tuzobús, prevé la construcción de 6 corredores; siendo el Corredor 1 Centro-Télliz el que conecta el sur de Pachuca con el centro de la ciudad y tiene una longitud de 16.5 kilómetros.

Adicionalmente, el municipio de Pachuca cuenta con 10 kilómetros de ciclovías.<sup>5</sup>

Zona de aplicación: estatal.

Indicador de cumplimiento: número de personas trasladadas por sistema integral de transporte.

<sup>4</sup> Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo México, 2012.

<sup>5</sup> Página oficial del Municipio de Pachuca (<http://www.pachuca.gob.mx/>).

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Establecer e implementar un convenio de coordinación para realizar acciones conjuntas	Semarnath y Sistema Integrado de Transporte Masivo de Hidalgo	Convenio firmado	☐								
2	Evaluar el impacto vial de nuevos desarrollos urbanos	Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial	Dictámenes de evaluación	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	Realizar y actualizar estudios de movilidad urbana para zonas metropolitanas	Sistema Integrado de Transporte Masivo de Hidalgo	Estudio		☐	☐						
4	Actualizar los indicadores de movilidad urbana en el estado (Aforos vehiculares, porcentaje de viajes en automóvil y transporte público)	Sistema de Transporte Convencional y municipios	Indicadores de movilidad urbana actualizados.		☐			☐				
5	Realizar un diagnóstico de las rutas y bases de transporte público e implementar acciones concretas en base al diagnóstico	Sistema de Transporte Convencional	Diagnóstico		☐	☐						
6	Realizar un diagnóstico de la infraestructura peatonal, estacionamientos y ciclistas	Municipios	Diagnóstico		☐	☐						
7	Elaborar y ejecutar un Programa de Movilidad no Motorizada en el Estado	Municipios	Programa		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



- Actores involucrados: Semarnath, Secretaría de Obras Publicas y Ordenamiento Territorial (SOPOT) y Municipios del estado.
- Costo aproximado: Sin estimar

### **POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES**

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO ☑	NO <sub>x</sub> ☑	COV ☑	Tóxicos	GEI

## **7.3**

### **EJE ESTRATÉGICO 2: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS**

#### **MEDIDA 5. MODERNIZAR LA CENTRAL TERMOELÉCTRICA FRANCISCO PÉREZ RÍOS DE TULA HIDALGO.**

Objetivo: Modernización de la Central Termoeléctrica Francisco Pérez Ríos de Tula, para disminuir las emisiones de contaminantes atmosféricos generados por su operación.

Justificación. La Central Termoeléctrica es una de las plantas con mayor capacidad instalada de generación de electricidad en el país (CFE, 2012), la cual es generada principalmente mediante la quema de combustibles fósiles. En su operación, la Central Termoeléctrica utiliza principalmente combustóleo y gas natural.

De acuerdo con el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo de 2011, la Central Termoeléctrica genera el 72% de las emisiones de SO<sub>2</sub> y 23% de las PM<sub>10</sub> del total de las fuentes fijas a nivel estatal, equivalentes a 155 mil año y 8,071 año, respectivamente. Dichas

emisiones no sólo pueden tener un efecto en el incremento de las concentraciones de estos contaminantes registradas a nivel local, sino también a escala regional, como se ha demostrado en diversos estudios (Rivera, et.al. 2009<sup>6</sup>). En este sentido, es necesario el establecimiento de compromisos para la reducción de emisiones, mediante la sustitución gradual del combustóleo pesado por gas natural.

- Zona de aplicación: municipio de Tula.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de avance en la modernización.

<sup>6</sup> Rivera, C., Sosa, G., Wöhrnschimmel, H., de Foy, B., Johansson, M., Galle, B. Tula industrial complex (Mexico) emissions of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> during the MCMA 2006 field campaign using a Mini-DOAS system. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions, 9, 1, pp.5153-5176, 2009.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Conversión de la Termoeléctrica convencional a dual	CFE	COA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
2	Rehabilitación y modernización de la Central de Ciclo Combinado Tula	CFE	COA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
3	Retiro de la Termoeléctrica Convencional Francisco Pérez Ríos	CFE	Inspección PROFEPA						<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
4	Operación de la Central de Ciclo Combinado "Central I"	CFE	LAU						<input checked="" type="checkbox"/>			
5	Retiro de la Central de Ciclo Combinado Tula	CFE	Inspección PROFEPA									<input checked="" type="checkbox"/>
6	Operación de la Central de Ciclo Combinado "Central II"	CFE	LAU									<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores involucrados: Comisión Federal de Electricidad (CFE), PROFEPA, SEMARNAT.
- Costo aproximado: Sin estimar.

Justificación: En el estado, la industria del petróleo y petroquímica tiene una importante contribución en el procesamiento de crudo y la elaboración de productos petrolíferos.

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

La refinería Miguel Hidalgo procesa el 24% del crudo total que se refina en México, sin embargo, en los últimos años, la capacidad de procesamiento se ha reducido por la necesidad de almacenamiento del combustóleo y la reducción constante del uso de este combustible en el mercado nacional.

### MEDIDA 6. APROVECHAMIENTO DE RESIDUALES EN LA REFINERÍA MIGUEL HIDALGO

Objetivo: modernizar el esquema de procesamiento de la refinería para incrementar su eficiencia mediante el aprovechamiento de residuales, la generación de productos de mayor valor, la disminución de la producción de combustóleo y mayor utilización de gas combustible.

La refinación es un proceso intensivo que deriva en la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera. Conforme al IEEH-2011, este proceso representó el 25% de las emisiones de SO<sub>2</sub> proveniente de las fuentes puntuales en el estado, siendo una de las causas principales, el uso de combustóleo pesado, dentro de sus procesos de combustión.

- 
- Zona de aplicación: municipio de Tula.
  - Indicador de cumplimiento:
  - Porcentaje de avance del proyecto, aprovechamiento de residuales en la refinería Miguel Hidalgo.
  - Eficiencia de producción.



*Refinería Miguel Hidalgo, ubicada en el municipio de Tula de Allende, Hidalgo.*

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Construcción de la planta de coquización retardada	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
2	Construcción de la planta hidrotrotadora de naftas de coquización	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
3	Construcción de la planta reformadora de naftas CCR	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
4	Construcción de la planta de alquilación de C4 ALKY	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
5	Construcción de la planta isomerizadora de butano ISOC4	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
6	Construcción de la planta hidrotrotadora de diésel (DUBA) HDD	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
7	Construcción de la planta hidrotrotadora de gasóleos	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
8	Construcción de la planta de desintegración catalítica FCC3	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
9	Construcción de la planta de isomerización de pentanos y hexanos C5/C6	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
10	Modernización de la planta combinada 1	Refinería Miguel Hidalgo	COA	☐	☐	☐						
11	Modernización de la planta primaria 2 y planta de alto vacío 2	Refinería Miguel Hidalgo	COA	☐	☐	☐						
12	Construcción de la planta de tratamiento de aguas amargas	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
13	Construcción de la planta regeneradora de amina	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
14	Construcción de la planta generadora de hidrógeno	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
15	Programa para la reducción de emisiones			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15.1	Construcción de una nueva Planta recuperadora de azufre de 780 T/D	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐	☐	☐	☐					
15.2	Mantener la operación de la planta recuperadora de azufre.	Refinería Miguel Hidalgo	COA				☐	☐	☐	☐	☐	☐
15.3	Realizar un estudio para la instalación de unidades recuperadoras de gas.	Refinería Miguel Hidalgo	Informe		☐	☐						
15.4	Construcción de una nueva planta de Gasolinas Ultra Bajo Azufre (ULSG) de 30,000 barriles/día.	Refinería Miguel Hidalgo	LAU	☐								
15.5	Mantener la operación de la planta de Gasolinas Ultra Bajo Azufre (ULSG).	Refinería Miguel Hidalgo	COA	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

NOTA: Estas acciones están sujetas a la asignación en tiempo y forma del presupuesto anual, por lo que, pueden presentar cambios durante el proceso de ejecución.

- Actores involucrados: PEMEX, SEMARNAT, ASEA.
- Costo aproximado: Sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### MEDIDA 7. ESTABLECER UN PLAN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA INDUSTRIA CEMENTERA

Objetivo: reducir las emisiones provenientes de la operación y los procesos de la industria cementera localizada en el estado.

Justificación. De acuerdo con el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, IEEH-2011, la producción del cemento es la tercera industria que más emisiones genera, por lo que es importante reducirlas en este sector, lo cual tendrá como consecuencia una reducción de las enfermedades respiratorias en la población.

- Indicador de cumplimiento: Plan de reducción de emisiones implementado.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Establecer un convenio de reducción de emisiones	CANACEM y SEMARNAT	Convenio implementado		<input checked="" type="checkbox"/>							
2	Desarrollar e implementar un plan de reducción de emisiones	CANACEM y SEMARNAT	Plan implementado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores involucrados: CANACEM, SEMARNAT.
- Costo aproximado: Sin estimar.

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



## MEDIDA 8. ESTABLECER UN PLAN DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE LA INDUSTRIA CALERA

Objetivo: reducir las emisiones provenientes de la operación y los procesos de la industria calera localizada en el estado.

Justificación. De acuerdo con el Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo, IEEH-2011, la

producción de la cal es la cuarta industria que más emisiones genera, por lo que es importante reducirlas en este sector, lo cual tendrá como consecuencia una reducción de las enfermedades respiratorias en la población.

- Indicador de cumplimiento: plan de reducción de emisiones implementado.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Establecer un convenio de reducción de emisiones	Industria de la cal SEMARNAT	Convenio implementado		☐							
2	Desarrollar e implementar un plan de reducción de emisiones	Industria de la cal SEMARNAT	Plan implementado		☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

- Actores involucrados: industria de la cal, SEMARNAT.
- Costo aproximado: sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

## MEDIDA 9. INSTRUMENTAR EL REGISTRO ESTATAL DE EMISIONES Y TRANSFERENCIA DE CONTAMINANTES

Objetivo: generar información de calidad actualizada y confiable de las sustancias contaminantes emitidas por el sector industrial y de servicios de competencia estatal, lo que permitirá incidir en el establecimiento de políticas públicas.

Justificación. Mediante la instrumentación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) Estatal se podrá dar cumplimiento a convenios internacionales aplicando políticas eficaces para preservar y proteger el medio ambiente mejorando la regulación industrial y de servicios en el estado de Hidalgo, requiriendo fortalecer las capacidades institucionales de las autoridades estatales.

- Zona de aplicación: estatal
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de establecimientos generadores de información = (establecimientos con registro/total de establecimientos de competencia estatal)\*100

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Firmar Convenio entre SEMARNAT y Gobierno de Hidalgo	SEMARNAT Semarnath	Convenio firmado	<input checked="" type="checkbox"/>								
2	Implementar la plataforma informática	Semarnath	Plataforma en funcionamiento		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Capacitar a funcionarios de Semarnath por parte de la SEMARNAT	SEMARNAT	Talleres de capacitación		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Impulsar la capacidad de los municipios para la integración del RETC a nivel municipal	Semarnath	Talleres de capacitación			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Capacitar al sector industrial y de servicios para la integración de datos a la plataforma informática	Semarnath	Talleres de capacitación		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Integrar el RETC	Semarnath	Registro de datos		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Análisis y reporte de la información contenida en la plataforma informática	Semarnath	Reporte			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores involucrados: SEMARNAT, Semarnath, sector industrial y de servicios del estado, municipios.
- Costo estimado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no aplica.

Observaciones: contar con información de las fuentes emisoras de contaminantes de jurisdicción estatal, y en su caso municipal que permita la elaboración del inventario de emisiones e implementar el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

### MEDIDA 10. DIAGNOSTICAR Y FORTALECER LA REGULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN BANCOS DE MATERIALES PÉTREOS

Objetivo: disminuir la emisión de partículas a la atmósfera generadas por las actividades de preparación, extracción y transporte de material en bancos pétreos y en su

caso rehabilitación de los mismos que se encuentren fuera de operación o abandonados.

Justificación. En el estado existen un gran número de bancos pétreos no identificados, por lo que es necesario contar con un diagnóstico actualizado para su regulación en materia ambiental ya que genera efectos ambientales adversos.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de bancos regulados = (bancos de explotación autorizados/bancos de explotación existentes)\*100
- Actores involucrados: Semarnath, PROESPA, municipios, responsables/propietarios de bancos pétreos.
- Costo aproximado: Sin estimar

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Actualizar el padrón de bancos pétreos	Semarnath PROESPA MUNICIPIO	Inventario actualizado en activos y fuera de operación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Fortalecer el programa de inspección y vigilancia de bancos activos	PROESPA	Número de bancos regularizados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Fomentar la implementación de medidas y uso de equipos de reducción de emisiones	Semarnath	Medidas implementadas		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Promover la elaboración e implementación de programas de rehabilitación de bancos pétreos en etapa de abandono	Semarnath PROESPA Municipios Responsables/ propietarios de bancos pétreos	Sitios en proceso de rehabilitación		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

### MEDIDA 11. FOMENTAR LOS ESQUEMAS DE CERTIFICACIONES AMBIENTALES DE EMPRESAS EN EL ESTADO DE HIDALGO

Objetivo: mejorar las capacidades institucionales, formativas, de operación y equipamiento de la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo (PROESPA) por medio del fortalecimiento de las actividades del Programa Estatal de Auditoría Ambiental (PEAA).

Justificación. En el estado de Hidalgo se encuentran alrededor de 323 industrias (228 estatales y 95 federales), las cuales conforme

al IEEH de 2011, contribuyen con más del 99% de las emisiones de SO<sub>2</sub>, más del 40% de las emisiones de PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y el 36% de los NO<sub>x</sub>. El PEAA consiste en una serie ordenada de actividades necesarias para fomentar la realización de auditorías ambientales.

El ingreso al programa es de carácter voluntario; pueden adherirse las organizaciones productivas que así lo deseen con la finalidad no sólo de ayudarse a garantizar el cumplimiento efectivo de la legislación, sino mejorar la eficiencia de sus procesos de producción, su desempeño ambiental y su competitividad.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje empresas inspeccionadas = (Número total de empresas certificadas/ Número total de empresas)\*100.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Implementar un programa de certificación ambiental estatal	PROESPA	Programa implementado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Promover el ingreso de las empresas locales asentadas en el estado al Programa estatal	PROESPA	No. de empresas de jurisdicción local inscritas en el programa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Identificar y promover esquemas de financiamiento para las acciones que se comprometan en los convenios	PROESPA	Esquemas de financiamiento identificados	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Establecer convenios de colaboración con centros de investigación e instituciones de Educación Superior para desarrollar proyectos de producción más limpia en el estado	SEMARNAT PROFEPA SEMARNATH PROESPA	No. de convenios de colaboración firmados y vigentes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
5	Implementar programas de capacitación dirigido a industriales sobre métodos de producción más limpia	SEMARNAT PROFEPA SEMARNATH PROESPA	Programas de capacitación implementados. No. de industriales capacitados en métodos de producción más limpia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Difusión de la inclusión voluntaria al Programa de Certificación Ambiental	SEMARNATH PROESPA	Registro de participantes	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Actores relevantes: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (Semarnath), Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente (PROESPA), Centros de investigación e instituciones de Educación Superior.

- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no estimado.

## MEDIDA 12. ELABORAR Y FOMENTAR EL PROGRAMA DE AUTORREGULACIÓN EN GIROS DE COMPETENCIA ESTATAL

Objetivo: mejorar el desempeño ambiental en obras y actividades de competencia estatal a través de la aplicación del programa de autorregulación.

Justificación. El estado de Hidalgo se caracteriza por tener diversas actividades industriales y de servicio que contribuyen a la generación de emisiones contaminantes a la atmosfera, las cuales mejoraran su desempeño ecológico a través de la inclusión voluntaria de sus procesos al Programa de Autorregulación.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de obras o actividades autorreguladas = (obras o actividades autorreguladas realizadas / obras o actividades autorreguladas programadas)\*100
- Actores relevantes: Semarnath, PROESPA, municipios, Cámaras, Asociaciones, propietarios o responsables de obras y/o actividades.
- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no estimado.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Elaborar el Programa de Autorregulación	SEMARNATH	Publicación del Programa	☐	☐							
2	Promover que las obras o actividades de jurisdicción estatal ingresen al Programa de Autorregulación	SEMARNATH municipios, Cámaras, Asociaciones, propietarios o responsables de obras y/o actividades	Talleres, foros	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	Ejecutar Programa de Autorregulación	SEMARNATH	Dictámenes de autorregulación	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	Verificar el cumplimiento de los dictámenes de autorregulación	PROESPA	Resolución	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



### MEDIDA 13. ACTUALIZACIÓN DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS

Objetivo: contar con un marco normativo actualizado que atienda las necesidades de regulación de fuentes de jurisdicción estatal.

Justificación. El marco normativo actual ha sido rebasado, por lo que es necesario fortalecer las medidas de control establecidas para las fuentes de jurisdicción estatal, a fin de contribuir de manera eficaz en la reducción de la generación de emisiones contaminantes.

- Zona de aplicación: estatal.

- Indicador de cumplimiento: porcentaje de instrumentos normativos actualizados = (Número instrumentos legales realizados / instrumentos legales programados)\*100.
- Actores involucrados: Semarnath, PROESPA.
- Costo aproximado: Sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Elaborar el Programa Estatal de Normalización	SEMARNATH	Programa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
2	Actualización de la norma NTEE-COEDE001/2000	SEMARNATH Y PROESPA	Norma actualizada	<input type="checkbox"/>								
3	Actualizar la norma. NTEE-COEDE002/2000	SEMARNATH Y PROESPA	Norma actualizada		<input type="checkbox"/>							
4	Elaborar norma técnica ecológica estatal para manejo de lacto suero	SEMARNATH Y PROESPA	Norma publicada			<input type="checkbox"/>						
5	Elaborar Reglamento de Autorregulación Ambiental	SEMARNATH	Reglamento publicado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
6	Apoyo a los municipios en la elaboración y actualización de su marco normativo ambiental	SEMARNATH	Número de asesorías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 7.4

### EJE ESTRATÉGICO 3: REDUCCIÓN DE EMISIONES DE FUENTES DE ÁREA

#### MEDIDA 14. APOYAR AL SECTOR PRODUCTOR LADRILLERO CON LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LAS EMISIONES GENERADAS EN EL PROCESO DE COCCIÓN Y SUS IMPACTOS ASOCIADOS

Objetivo: mitigar las emisiones contaminantes a la atmosfera mediante el cumplimiento normativo, aplicando tecnificación y capacitación sobre buenas prácticas en sus procesos de fabricación.

Justificación: La Semarnath ha elaborado proyectos para gestionar recursos que beneficien al sector productor ladrillero para operar equipos dosificadores, obteniendo en una primera etapa 46 dosificadores para los municipios de Actopan, El Arenal, Mineral

de la Reforma, Tizayuca y Tulancingo. En una segunda etapa se entregaron 25 dosificadores para ser distribuidos en los municipios de Tepeji, Almoloya, El Arenal, Huichapan y Tulancingo de Bravo. En una tercera etapa se prevé gestionar recursos para continuar en el fortalecimiento de ese sector e integrar al Municipio de Santiago Tulantepec, así como considerar zonas prioritarias para ser atendidas en etapas subsecuentes.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje ladrilleras con tecnología eficiente = (No. ladrilleras con tecnología eficiente/No. total de ladrilleras en la entidad)\*100.
- Actores involucrados: Semarnath, PROESPA, SEMARNAT, sector ladrillero, universidades e instituciones de investigación.
- Costo aproximado: Sin estimar

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Elaborar el padrón del sector productor ladrillero que incluya datos de georeferenciación de los establecimientos	SEMARNATH	Listado y mapa	☐		☐		☐		☐		☐
2	Gestionar y aplicar recursos para la adquisición de tecnología que reduzca emisiones a la atmósfera	SEMARNATH	Proyecto	☐		☐		☐		☐		☐
3	Evaluación de alternativas para la reducción de emisiones a la atmosfera	SEMARNATH	Estudios		☐		☐		☐			
4	Fortalecer la verificación e inspección	SEMARNATH PROESPA	Número de visitas de inspección realizadas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

## POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### MEDIDA 15. REDUCIR LAS EMISIONES GENERADAS POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL

Objetivo: establecer acciones que integren el aprovechamiento o valorización de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, promoviendo la participación corresponsable con todos los sectores involucrados, en las acciones tendientes a prevenir la generación de los residuos, lo que permitirá reducir los impactos ambientales y sociales generados por las emisiones provenientes del manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el estado.

Justificación. De los 84 municipios que conforman el estado de Hidalgo, 55 cuentan como mínimo con un sitio de disposición final; en su mayoría con características de tiraderos a cielo abierto. Los municipios con mayor densidad poblacional así como la zonas metropolitanas (Tula y Pachuca) han construido rellenos sanitarios regionales tipo A; para 2014 se contabilizaron aproximadamente 2,626 t/día de residuos de los cuales aproximadamente el 45% son residuos de manejo especial siendo la mayor parte de ellos depositados en el sitio de disposición final (relleno sanitario o tiradero a cielo abierto). El resolver la problemática ambiental y social por la disposición inadecuada de los residuos; así como adquirir los predios para la instalación de los rellenos sanitarios, será reducido ampliamente por la instalación de plantas con tecnología para el aprovechamiento de los residuos, evitando que estos terminen en sitios que no cumplen la normatividad ambiental.

Por lo anterior, se implementarán a futuro, estrategias que permitan a través de acciones de reciclaje y reutilización de los mismos, obtener beneficios como la reducción en el volumen de residuos generados, incrementando la vida útil de los sitios de disposición final, permitiendo un manejo integral de los residuos tanto sólidos urbanos como de manejo especial; ayudando con esto a disminuir el impacto generado por la quema de residuos cuando se manejan inadecuadamente, mejorando con ello la calidad del aire.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de reducción = (total residuos aprovechados / total residuos generados)\*100.
- Actores relevantes: SAYF, Secretaría de Planeación y Desarrollo Metropolitano (SEPLADER y M), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Semarnath, municipios.
- Costo aproximado: Sin estimar

## POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
			<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Diseñar e implementar proyectos para el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como aprovechamiento de biogás	SEMARNATH	Número de proyectos elaborados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Desarrollar infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial	SEMARNATH	Número de proyectos elaborados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Elaborar proyectos de saneamiento de los sitios actuales de disposición final y tiraderos a cielo abierto	SEMARNATH	Número de proyectos elaborados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Dar seguimiento a la reducción de emisiones	SEMARNATH	Actualizar el Inventario Estatal de Emisiones		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
5	Diseño e implementación de estrategias de aprovechamiento de residuos valorizables en el estado a través de la implementación de planes de manejo	SEMARNATH	Total de residuos aprovechados/Total de residuos generados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## MEDIDA 16. REDUCIR LAS EMISIONES GENERADAS POR QUEMAS AGRÍCOLAS

Objetivo: disminuir la práctica de quemas agrícolas para reducir las emisiones de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .

Justificación. En la región Huasteca y Sierra Otomí-Tepehua presenta 80% del territorio estatal deforestado o erosionado, esto causado por el cambio inducido de uso de suelo y de prácticas innecesarias de quemas de residuos agrícolas que consecuentemente reducen la cobertura vegetal. En adición, la no ejecución de la NOM-015-SAGARPA/SEMARNAT-2007 fomenta la práctica de la quema que trae como consecuencia el incremento de emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero, que según el IEEH-2011 se emitieron 220 t/año de CO.

Respecto a los contaminantes criterios se emitieron 60 t/año de  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ .

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de reducción de quemas =  $(\text{Número total de quemas agrícolas controladas} / \text{Número total de quemas agrícolas}) * 100$ .

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Promover campañas de buenas prácticas para evitar quemas agrícolas	CONAFOR SEDAGROH SAGARPA municipios	Número de personas capacitadas por año	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Elaborar un Programa de capacitación e incentivos	CONAFOR SEDAGROH SAGARPA municipios	Programa elaborado. Incentivos creados por año		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
3	Implementar y dar seguimiento a un Programa de buenas prácticas para evitar las quemas agrícolas	CONAFOR, SEDAGROH, SEMARNAT, SAGARPA, Semarnath, municipios, comisariados municipales y Comités Pro Campo	Programa de capacitación e incentivos evaluado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Dar cumplimiento a la NOM-015-SAGARPA/SEMARNAT-2007	SAGARPA SEMARNAT CONAFOR Semarnath SEDAGROH	Número de reuniones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores relevantes: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), SEMARNAT, Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Semarnath, Secretaría de Desarrollo Agropecuario de Hidalgo (SEDAGROH), municipios de Hidalgo, comisariados municipales, Comités Pro Campo.
- Costo aproximado: Sin estimar

## MEDIDA 17. REDUCIR LAS EMISIONES GENERADAS POR INCENDIOS FORESTALES

Objetivo: evitar la pérdida de cobertura vegetal en el estado y reducir las emisiones de gases contaminantes mediante la prevención de incendios forestales.

Justificación. Conforme datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Hidalgo es considerado como un estado de mediana frecuencia de incidencia de incendios forestales. De acuerdo a registros de la Semarnath se tiene un promedio de 211 incendios por año.

Entre otras, se puede mencionar como una consecuencia importante de los incendios forestales a la pérdida de riqueza forestal (fauna, flora, ecosistemas endémicos, etc.) que es invaluable y por lo cual, es importante la protección del recurso forestal, además

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>



de reducir las emisiones de partículas y la absorción de CO<sub>2</sub>,

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: reducción de superficie afectada promedio; reducción de tiempo de respuesta.

Actores relevantes: SEMARNAT, CONAFOR, Semarnath, municipios de Hidalgo, comisariados municipales, asociaciones de silvicultores, brigadas comunitarias.

- Costo aproximado: Sin estimar.

## POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Ampliar la cobertura con cámaras de video vigilancia en el Centro de Monitoreo de Incendios Forestales	Semarnath y CONAFOR	Número de cámaras instaladas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
2	Fortalecer la operación de las brigadas contra incendios forestales	Semarnath	Numero de capacitaciones Equipamiento adquirido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Capacitación en el manejo de fuego	Semarnath, municipios, asociaciones de silvicultores y brigadas comunitarias	Numero de capacitaciones impartidas. Personal capacitado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Fortalecer la coordinación interinstitucional para la prevención y combate de incendios forestales	CONAFOR y Semarnath	Reporte de combate de incendios forestales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### MEDIDA 18. FORTALECER EL PROGRAMA DE ECOTECNOLOGÍAS EN ZONAS REMOTAS DEL ESTADO, FOMENTANDO EL USO DEL RECURSO SOLAR EN LOS SECTORES RESIDENCIAL, COMERCIAL, DE SERVICIOS, INDUSTRIAL Y GUBERNAMENTAL

Objetivo: contribuir con el cumplimiento de la estrategia y el programa estatal contra el cambio climático a fin de promover el uso de ecotecnologías en zonas urbanas y remotas del estado, así como fomentar

el uso de la energía solar en los diferentes sectores de consumo para disminuir las emisiones a la atmósfera derivadas del uso de combustibles fósiles.

Justificación. México cuenta con un elevado potencial solar cuyo aprovechamiento puede incidir en una disminución considerable en el consumo predominante de combustibles fósiles que son usados en la generación de energía eléctrica, el fomentar en las políticas públicas el uso de energías renovables es importante.

Del mismo modo, la aplicación de un Programa de ecotecnologías en zonas rurales que considere el uso de biodigestores, puede contribuir a la disminución del uso de leña cuando se sustituye esta por biogás producido en un biodigestor. En zonas urbanas e industriales, esta tecnología puede contribuir a aprovechar el biogás que se genera en diferentes sectores como el ganadero; del mismo modo, el reemplazo de focos por luminarias eficientes reducen el uso de energía eléctrica con lo se dejan de emitir a la atmosfera gases de efecto invernadero y dióxido de azufre. En cuanto al beneficio que implica el uso de estufas ecológicas es de importancia dado que reduce la contaminación intramuros para el sector de la población que dependen del uso de leña.

- Zona de aplicación: regional
- Indicador de cumplimiento: porcentaje cobertura=(Número Ecotecnologías instaladas/ Número ecotecnologías requeridas)\*100.

- Actores relevantes: Secretaría de Energía (SENER), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (FOVISSTE), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), CFE, Semarnath, distribuidores de los sistemas alternos (calentadores y celdas solares).
- Costo aproximado: Sin estimar

### POTENCIAL DE REDUCCIÓN DE EMISIONES

BENEFICIO EN LA REDUCCIÓN DE LOS GASES Y/O CONTAMINANTES							
PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	Tóxicos	GEI
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Promoción de sistemas alternos de energía (calentadores solares y celdas solares)	Semarnath, Cámaras de industriales, desarrolladores de vivienda	Número de campañas generadas y realizadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Promover el uso de biodigestores en el sector industrial	Semarnath e INECC	Número de industrias con biodigestores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Implementar estufas ecológicas en zonas rurales	SEDESOL	Número de estufas instaladas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Promover el uso de calentadores solares de agua	INFONAVIT, FOVISSTE, Cámaras de industriales	Número de calentadores instalados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Fortalecer los programas de cambio de luminarias	Semarnath, INECC y municipios	Número de luminarias instaladas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Promover el uso de focos ahorradores	FIDE y SENER	Número de acciones para promover el cambio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Dar capacitación en el uso de ecotecnologías en zonas remotas	ONGs	Número de familias capacitadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 7.5

### EJE ESTRATÉGICO 4: FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL

#### MEDIDA 19. FORTALECER EL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE HIDALGO (SIMAEH).

Objetivo: garantizar la generación continua de información confiable sobre calidad del aire y la publicación de las concentraciones de contaminantes en tiempo real, a través del buen funcionamiento de las estaciones de monitoreo, la ampliación de la cobertura del SIMAEH y del cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012.

Justificación. El objetivo del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Hidalgo (SIMAEH) es generar datos confiables de monitoreo atmosférico e informar a la población los índices de contaminación en el estado, para lo cual se realiza vigilancia y mantenimiento preventivo y correctivo a las estaciones, sin embargo, la calidad del suministro de energía eléctrica reduce la vida útil de los equipos e instrumentos en las estaciones, por lo que se requiere de un constante reemplazo de equipos.

El SIMAEH de la Semarnath, actualmente consta de 9 estaciones fijas automáticas de monitoreo atmosférico.

Para el cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012 es necesario garantizar la trazabilidad de las lecturas a través de la implementación del estándar de transferencia de ozono, de la operación adecuada de los laboratorios y procedimientos relacionados con la generación de datos válidos de calidad del aire que permitan la publicación de su índice en tiempo real.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: porcentaje de Información valida =  $(\text{Número de días con información valida}/365)*100$ .
- Actores relevantes: Secretaría de Gobierno (SEGOB), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (Semarnath), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no aplica

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Evaluar la representatividad y cobertura del SIMAEH	Semarnath	Reporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
2	Ampliar la cobertura del SIMAEH	Semarnath	Número de equipos instalados		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Gestionar la evaluación el desempeño del SIMAEH	Semarnath e INECC	Reportes		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Asegurar la trazabilidad de los patrones de medición del SIMAEH	Semarnath	Reportes				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Consolidar y mantener la correcta operación de los laboratorios del SIMAEH	Semarnath	Procedimientos y reportes (bitácoras)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Publicar y difundir el índice de calidad del aire en tiempo real	Semarnath	Publicación en página web	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Incrementar el número de contaminantes a determinar	Semarnath	Número de parámetros incorporados			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Actualizar y validar los programas de aseguramiento y control de calidad para la operación del SIMAEH	Semarnath	Programa de aseguramiento y control de calidad actualizado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Apoyar la realización del análisis gravimétrico a solicitud de la CAME	Semarnath y CAME	Número de filtros		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Incorporar personal al área de monitoreo	Semarnath	Número de personas integradas			<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

## MEDIDA 20. ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES

Objetivo: contar con la información actualizada sobre las fuentes de contaminación del aire, para la actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Hidalgo.

Justificación: El Inventario de Emisiones es una herramienta indispensable para la gestión de la calidad del aire del estado, ya que permite identificar las fuentes contaminantes, localización y contribución; lo que permitirá el desarrollo y la aplicación de medidas de control y disminución de emisiones. También coadyuva en la estimación de la efectividad de las medidas de reducción de emisiones y proporciona

las bases para llevar a cabo el pronóstico de escenarios de calidad del aire.

El Inventario de Emisiones más reciente en el estado de Hidalgo se estimó para el año base 2011.

Dicho inventario requiere una actualización periódica.

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de cumplimiento: inventario publicado.
- Actores involucrados: Semarnath, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), SEMARNAT, municipios de Hidalgo, dependencias gubernamentales, Cámaras de industriales.
- Costo aproximado: Sin estimar

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Identificar áreas de oportunidad de mejora para la actualización del Inventario	Semarnath	Reporte		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Gestión, validación y análisis de información	Semarnath	Información obtenida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Incorporar personal al área de inventarios	Semarnath	No personas integradas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							
4	Actualización y publicación del Inventario	Semarnath	Inventario actualizado	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Promover convenios de colaboración con los municipios para desarrollo de capacidades en términos de mayor desagregación del inventario	Semarnath	Convenios realizados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### **MEDIDA 21. FORTALECER EL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL DE LA SEMARNATH EN TÉRMINOS DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE**

Objetivo: incluir en el Programa de Educación Ambiental que la Semarnath ejecuta, temas relacionados con la calidad del aire, en base a los requerimientos de las acciones del ProAire.

Justificación. Sensibilizar y concientizar a los diferentes sectores de la población hidalguense, mediante acciones de educación ambiental formal y no formal, enfocadas al mejoramiento de la calidad del aire, generando en ellos una cultura de cuidado al mismo.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Incluir temas de calidad del aire en la agenda de Educación Ambiental de la SEMARNATH	Semarnath	Programa implementado		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Impartir pláticas a los niveles educativos sobre contaminación del aire	Semarnath	Número de pláticas		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Dar a conocer a los diferentes sectores de la población el programa ProAire.	Semarnath	Número de talleres implementados		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de Cumplimiento: porcentaje decumplimiento = (Número de eventos efectuados/Número de eventos programados)\*100Actores involucrados: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (Semarnath), escuelas e institutos de investigación.
- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no aplica

específicas el tema de calidad del aire, así como los logros del ProAire.

Justificación. La Semarnath ejecuta el Programa de Difusión cuya periodicidad, objetivo y alcance de la información que se quiere difundir está definida por la necesidades de cada una de las áreas. En el caso de ProAire, se propone incluir en el programa de difusión de manera programada y específica, los temas de calidad del aire inversos en el presente ProAire, así como sus metas y logros para sensibilizar a la población de realizar acciones que beneficien y mejoren la calidad del aire en el estado.

### MEDIDA 22. ACTUALIZAR Y FORTALECER EL PROGRAMA DE DIFUSIÓN AMBIENTAL DE LA SEMARNATH

Objetivo: incluir en el Programa de Difusión de la SEMARNATH, acciones periódicas y

- Zona de aplicación: estatal.
- Indicador de Cumplimiento: porcentaje de cumplimiento = (Número campañas efectuadas/ Número campañas programadas)\*100.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Incluir temas de calidad del aire en el Programa de Difusión de la SEMARNATH	Semarnath	Programa implementado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Diseñar y distribuir en sitios estratégicos material impreso referente a ProAire	Semarnath	Número de material distribuido	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Implementar información de ProAire y calidad del aire en redes sociales oficiales	Semarnath	Número de publicaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Realizar campañas de difusión de ProAire en los medios masivos del estado	Semarnath	Número de campañas implementadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

- Actores involucrados: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo (Semarnath).
- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no aplica

### MEDIDA 23. PROPORCIONAR INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA, REALIZAR PROMOCIÓN DE LA SALUD, EVALUAR RIESGOS A LA SALUD DE LA POBLACIÓN Y EMITIR RECOMENDACIONES A LOS SECTORES

Objetivos:

- Proporcionar información epidemiológica de padecimientos seleccionados a través de fuentes normadas por la Dirección General de Epidemiología.

- Realizar una campaña de marketing social en salud que promueva las recomendaciones a la población hidalguense por contaminación atmosférica, de las zonas de riesgo.
- Realizar evaluación de riesgos a la salud de la población, derivada de la calidad del aire en municipios con monitoreo de contaminantes criterio y emitir recomendaciones técnicas a los sectores.

Justificación. Los contaminantes atmosféricos pueden estar asociados a enfermedades respiratorias, pulmonares y cardiovasculares; y afectar principalmente a personas dentro de grupos de riesgo más vulnerables (niños, enfermos crónicos y adultos mayores).

- Zona de aplicación: regional y municipal.
- Indicador de cumplimiento: numero de informes realizados.
- Actores relevantes: Secretaría de Salud de Hidalgo, Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios Hidalgo (COPRISEH),

Subdirección de Investigación en Salud de la Secretaría de Salud de Hidalgo (Semarnath), SEMARNAT, CAME, Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), universidades y centros de investigación.

- Costo aproximado: Sin estimar
- Potencial de reducción de emisiones: no aplica



Talleres de difusión con diferentes sectores.

ID	ACCIONES	RESPONSABLE PRINCIPAL	EVIDENCIA DE CUMPLIMIENTO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1	Diseñar Programa de Vigilancia Epidemiológica	CAMe, COFEPRIS, e instancias federales	Programa diseñado	<input checked="" type="checkbox"/>								
2	Proporcionar análisis de información epidemiológica de padecimientos seleccionados y de hospitales centinela a COPRISEH y SEMARNATH	Subsecretaría De Salud Pública	Información proporcionada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Proporcionar análisis de información epidemiológica, egresos hospitalarios de patologías seleccionadas en Hospitales centinelas y de monitoreo atmosférico y de monitoreo atmosférico mensual	Secretaría De Salud y Semarnath	Información recolectada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Realizar la evaluación de riesgos a la salud de la población, derivada de la calidad del aire en los municipios con monitoreo de contaminantes criterio	COPRISEH y Semarnath	Reporte de evaluación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Emitir recomendaciones técnicas a los sectores que aportan contaminantes de riesgo a la salud de la población	COPRISEH		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Diseñar, implementar y evaluar un Programa para contingencias ambientales atmosféricas	Semarnath	Programa diseñado, implementado y evaluado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Fortalecer en la población las medidas de promoción de la salud tendientes a limitar los daños a la salud producidos por contaminación ambiental	Sector salud de Hidalgo	Se realizarán lineamientos específicos de campaña con una temporalidad de 1 año. Se trabajará en ajustes anuales, en materia de mercadotecnia no se debe programar planes de medios derivado de la constante actualización de los mismos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Registro y fortalecimiento de investigaciones sobre salud ambiental y contaminación del aire	Subdirección de Investigación en Salud, de la Secretaría de Salud de Hidalgo,  COPRISEH, SEMARNATH, COCYTEH, Universidades y centros de investigación	Estudios realizados, Base de datos de investigaciones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## 8.1

### CONSIDERACIONES GENERALES

El éxito del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de Hidalgo 2016-2024, dependerá en gran medida de definir los mecanismos de evaluación y seguimiento. Para ello, se establecerán convenios de apoyo con todos los sectores involucrados, en los cuales se definirán los responsables de llevar a cabo dichas acciones.

Se prevé la conformación de un Comité Núcleo (CN), que se encargará de la supervisión general y cumplimiento de las estrategias del Programa.

Dicho Comité Núcleo estará coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (Semarnath) y se conformará por representantes de los tres órdenes de Gobierno, así como representantes del sector académico, la iniciativa privada, las instituciones de investigación y representantes de la sociedad civil organizada.

## 8.2

### FINANCIAMIENTO

Es claro que los beneficios ambientales recibidos de la naturaleza no son gratuitos y que conservarlos tiene un costo, el cual debe asumirse. 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. No admitir y disponer de esos recursos, tendrá costos cada vez más elevados para la sociedad. Por ello, se plantea la necesidad de atraer financiamientos existentes en los diferentes fondos ambientales para el cumplimiento de las medidas.

Actualmente en México se conocen diversos esquemas de financiamiento que permiten el desarrollo de proyectos para mejorar el ambiente, por ejemplo el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Japonés de Cooperación Internacional (JBIC) y el Banco Mundial (BM), los cuales cooperan con las autoridades mexicanas apoyando programas y prestando asistencia técnica para la preparación de los proyectos en materia ambiental, siendo una de las condicionantes para el uso de estos recursos crediticios la recuperación de las inversiones.

Para aquellos programas ambientales donde no es posible lograr una recuperación total de la inversión requerida para su instrumentación, se debe estudiar la posibilidad de ejecutar una parte del financiamiento mediante donación, esto es posible mediante la realización de estudios de factibilidad.

A continuación se muestra en resumen la descripción y condiciones de financiamiento de las agencias más importantes.

## 8.3

### INTERNACIONALES

#### 8.3.1 BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID)

Institución que apoya en el diseño de proyectos, provee asistencia financiera, técnica y servicios de conocimiento para el desarrollo. Algunos proyectos del BID buscan abordar y mitigar los impactos del cambio climático en áreas de energía renovable, eficiencia energética, reciclaje y biocombustibles, además de invertir en proyectos de educación, salud, vivienda, capacitación laboral y fortalecimiento de capacidades e infraestructura. Otorga también subsidios a organizaciones sin fines de lucro y del ámbito académico para desarrollar y mejorar tecnologías específicas y modelos de negocios que puedan beneficiar a proyectos apoyados por el BID.

---

### 8.3.2 BANCO MUNDIAL

Es uno de los organismos especializados del sistema de las Naciones Unidas, que se define como una fuente de asistencia financiera y técnica para los llamados países en desarrollo. Otorga préstamos con bajo interés, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo, que invierten en educación, salud, administración pública, infraestructura, desarrollo del sector privado y financiero, agricultura y gestión ambiental y de recursos naturales. Algunos de estos proyectos se cofinancian con Gobiernos, otras instituciones multilaterales, bancos comerciales, organismos de créditos para la exportación e inversionistas del sector privado.

### 8.3.3 AGENCIA DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (USAID)

Brinda apoyo a diferentes instancias nacionales e internacionales por medio de proyectos de desarrollo, asistencia técnica y financiamiento. Entre ellos está el estímulo en el sector ambiental a través de la promoción del desarrollo de un crecimiento económico basado en actividades que resultan en menores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuyan a reducir los impactos del cambio climático.

Colabora con una gama de organizaciones mexicanas y norteamericanas incluyendo gobierno federal, estatal y local, ONGs, y el sector privado.

### 8.3.4 AGENCIA DE COOPERACIÓN DE ALEMANIA (GIZ)

Contribuye al desarrollo político, económico, ecológico y social sostenible de los países en desarrollo. En el caso de México, el aspecto fundamental al cual se enfoca la GIZ es la protección del medio ambiente. Sus áreas prioritarias en este sentido son: manejo de agua potable y aguas residuales; minimización,

reuso y manejo de residuos, y suelos contaminados; transferencia de tecnología ambiental; protección de la calidad del aire, energía sustentable (energías renovables) y eficiencia.

### 8.3.5 AGENCIA INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN DEL JAPÓN (JICA)

Contribuye a la promoción de la cooperación internacional dando apoyo al desarrollo socioeconómico, la recuperación y estabilidad económica de los países en desarrollo, con estudios académicamente sólidos, orientados a la formación de políticas de medio ambiente, cooperación y capacitación técnica. Proporciona fondos en condiciones favorables con intereses reducidos a largo plazo.

Los préstamos de Asistencia Oficial para el Desarrollo (AOD) se utilizan para infraestructura de gran escala y otras formas de desarrollo que requieren fondos considerables. Los préstamos de AOD son de bajo interés y a largo plazo, además se ofertan fondos concesionales para financiar los esfuerzos de desarrollo en cada país.

### 8.3.6 COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL (CCA)

Contribuye a la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente de América del Norte, en el contexto de los crecientes vínculos económicos, comerciales y sociales entre Canadá, México y Estados Unidos.

Se centra en prioridades ambientales de la región, en especial: legislación, comunidades y ecosistemas saludables, cambio climático, economías bajas en carbono, y sustentabilidad ambiental.



---

### **8.3.7 FONDO AMBIENTAL GLOBAL (GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY “GEF”)**

Es un fondo provisional creado en 1990 para canalizar financiamientos con el fin de enfrentar los llamados “problemas ambientales globales”: el del cambio climático, la destrucción de biodiversidad, el agujero en la capa de ozono y la contaminación de aguas internacionales. En su manejo intervienen tres agencias: 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. Ofrece financiamiento para proyectos dentro de las áreas de: biodiversidad, cambio climático, aguas internacionales, degradación del suelo, capa de ozono y contaminantes orgánicos persistentes.

## **8.4 NACIONALES**

### **8.4.1 PRESUPUESTO DE EGRESOS DE LA FEDERACIÓN (PEF - SEMARNAT)**

La Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados (COMARNAT) a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales brinda apoyo financiero a todas las entidades federativas de la República Mexicana, los municipios y delegaciones de la Ciudad de México cuyos proyectos sean aprobados de acuerdo al mecanismo establecido por dicha Comisión. Estos proyectos se integran en un Anexo Presupuestal del Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación de cada ejercicio fiscal.

### **8.4.2 PROGRAMA FEDERAL DE APOYO AL TRANSPORTE URBANO MASIVO**

Es un instrumento del Fondo Nacional de Infraestructura, para apoyar el financiamiento de proyectos de inversión en transporte urbano masivo. Impulsa el desarrollo de las ciudades contribuyendo a solucionar el crónico deterioro de la movilidad urbana, promueve la planeación del desarrollo urbano y metropolitano atendiendo a políticas y proyectos de vialidad y transporte urbano sustentable, respalda políticas de uso eficiente de la energía y moviliza el capital privado en proyectos de inversión en transporte, mejorando la calidad de vida de sus habitantes e incrementando su productividad y competitividad.

Los proyectos comprenden la inversión en: infraestructura con sus instalaciones fijas, derechos de vía, obra pública o concesionada de las vías férreas o carriles exclusivos, paraderos, estaciones y terminales, y electrificación, sistemas de señales y comunicaciones y control. Contempla también la atención a la problemática de los residuos sólidos, apoyando y participando en todo el proceso de los proyectos, desde la recolección hasta la disposición final y la clausura de tiraderos a cielo abierto.

### **8.4.3 NACIONAL FINANCIERA (NAFIN)**

Impulsa proyectos que están enfocados a atender el problema de contaminación ambiental de una forma integral, tal es el caso del Programa de Apoyo a Proyectos Sustentables, el cual es un producto que brinda apoyo financiero a largo plazo a empresas que promuevan proyectos orientados al uso y conservación sustentable de los recursos naturales, a fin de disminuir la contaminación de la atmósfera, aire, agua y fomento del ahorro y uso eficiente de energía.

Este producto da cumplimiento al Plan Nacional de Desarrollo, que establece que se promoverá una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto a fin de que la sustentabilidad sea un criterio rector en el fomento de las actividades productivas y en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, que se incorporen consideraciones de impacto y riesgos ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales.

#### **8.4.4** COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)

Organismo Público descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas de conservación y restauración en materia forestal. Cuenta con programas de apoyo orientados a la preservación, cuidado y protección de las

áreas boscosas. A través del Programa Nacional Forestal (PRONAFOR) reciben apoyo las actividades de estudios y proyectos; desarrollo de capacidades, restauración forestal y reconversión productiva; silvicultura, abasto y transformación y servicios ambientales. Los montos varían de acuerdo al concepto.

Se reitera que el resultado exitoso de este Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire del Estado de Hidalgo "ProAire 2016 - 2024" depende del compromiso de todos los involucrados, así como la aplicación correcta y transparente de los recursos gestionados para ejecutar cada una de las acciones establecidas y del sentido de urgencia por crear conciencia a efecto de prevenir la contaminación del aire, y no tener pérdida de productividad y gastos de salud que cada vez son mayores asociados a este rubro.



*Aplicación del programa Nacional de reforestación.*

## ANEXO A INVENTARIO DE EMISIONES DE LA REGIÓN TULA-TEPEJI, 2002

En el año 2006, el Gobierno del Estado de Hidalgo, a través del Consejo Estatal de Ecología (COEDE, 2006), llevó a cabo la publicación del Inventario de Emisiones de la Región Tula-Tepeji, año base 2002, en atención a una demanda social sentida de los habitantes de dicha región por conocer el grado de contaminación del aire en sus comunidades y municipios.

Aunque la Región Tula-Tepeji está conformada por diez municipios, en el inventario fueron considerados solamente los municipios de Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tepeji del Río y Tula de Allende, debido a que son los municipios en donde se desarrolla la mayor actividad industrial y el crecimiento demográfico más acelerado. En dicho documento se dieron a conocer las emisiones de los siguientes contaminantes: partículas menores a diez micras ( $PM_{10}$ ), dióxido de azufre ( $SO_2$ ), monóxido de carbono (CO), óxido de nitrógeno ( $NO_x$ ) e hidrocarburos totales (HC).

Como parte de los resultados obtenidos del Inventario de Emisiones de la Región Tula-Tepeji, 2002, se observó que la principal fuente generadora de  $PM_{10}$ ,  $SO_2$  y  $NO_x$  eran las fuentes fijas aportando el 97, 99.9 y 88% del total respectivamente de dichos contaminantes, mientras que la principal emisión de CO fue proveniente de las fuentes móviles.

En cuanto a los HC, se determinó que tenían dos principales fuentes emisoras: las móviles (44%) y las de área (31%). En la Tabla A.1 y Figura A.1 se describen las emisiones totales de contaminantes, así como la contribución porcentual por tipo de fuente.

**Tabla A.1** Emisión total por tipo de fuente en la Región Tula-Tepeji, año base 2002.

Fuente	Emisiones (t/año)				
	$PM_{10}$	$SO_2$	CO	$NO_x$	HC
fijas	16,565	346,205	5,694	35,644	173
móviles	150	97	60,455	4,407	5,743
área	390	25	2,024	240	4,117
naturales	0	0	0	85	3,108
<b>Total</b>	<b>17,105</b>	<b>346,327</b>	<b>68,173</b>	<b>40,376</b>	<b>13,141</b>

Fuente: Inventario de Emisiones de la Región Tula-Tepeji, 2002.

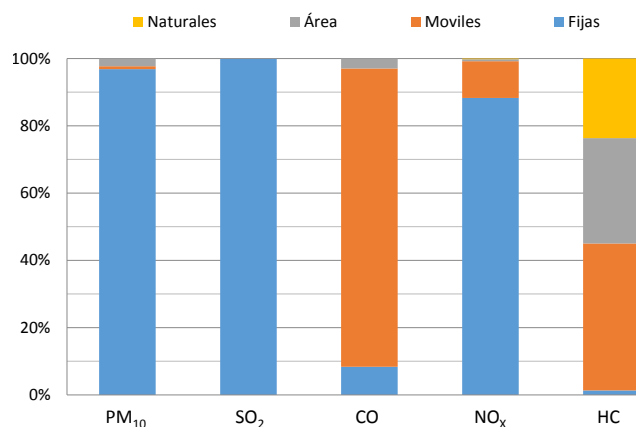


Figura A.1 Contribución porcentual por tipo de fuente en la Región Tula-Tepeji, año base 2002.

La industria del petróleo y petroquímica representó el mayor aporte de  $PM_{10}$ , con emisiones de 8,159 toneladas al año, lo que equivale al 47% del total de dicho contaminante (COEDE, 2006). La generación de energía eléctrica tuvo una estimación de 7115 toneladas al año, representando el 42% aproximadamente del total (COEDE, 2006).

Las emisiones de  $SO_2$ , como se comentó anteriormente, fueron emitidas casi en su totalidad por fuentes fijas, dentro de las cuales destacan: la industria del petróleo y petroquímica (173, 428 t/año), generación de energía eléctrica (150,700 t/año) y la industria del cemento y cal (22,055 t/año) (COEDE, 2006).

Las emisiones de CO, fueron generadas principalmente por el sector de autos particulares y pick up los cuales emitieron 45,469 t/año aproximadamente, representando con ello alrededor del 66% del total de las emisiones (COEDE, 2006). En 2002, se estima que hubo una emisión de 40,376 toneladas de NO<sub>x</sub>, de las cuales el 42% (16,937 t/año) fueron generadas por la industria del petróleo y petroquímica y el 40% por generación de energía eléctrica (16,362 t/año) (COEDE, 2006).

Por último, de las 13,141 t/año generadas de hidrocarburos, el 31% fue proveniente de autos particulares y pick up; el 23% por fuentes naturales (biogénicas) y el 15% por el consumo comercial de solventes y tiraderos a cielo abierto (COEDE, 2006). En la Figura A.2 se pueden observar el aporte de emisiones por sector a los diversos contaminantes analizados en la Región Tula-Tepeji, durante el año 2002.

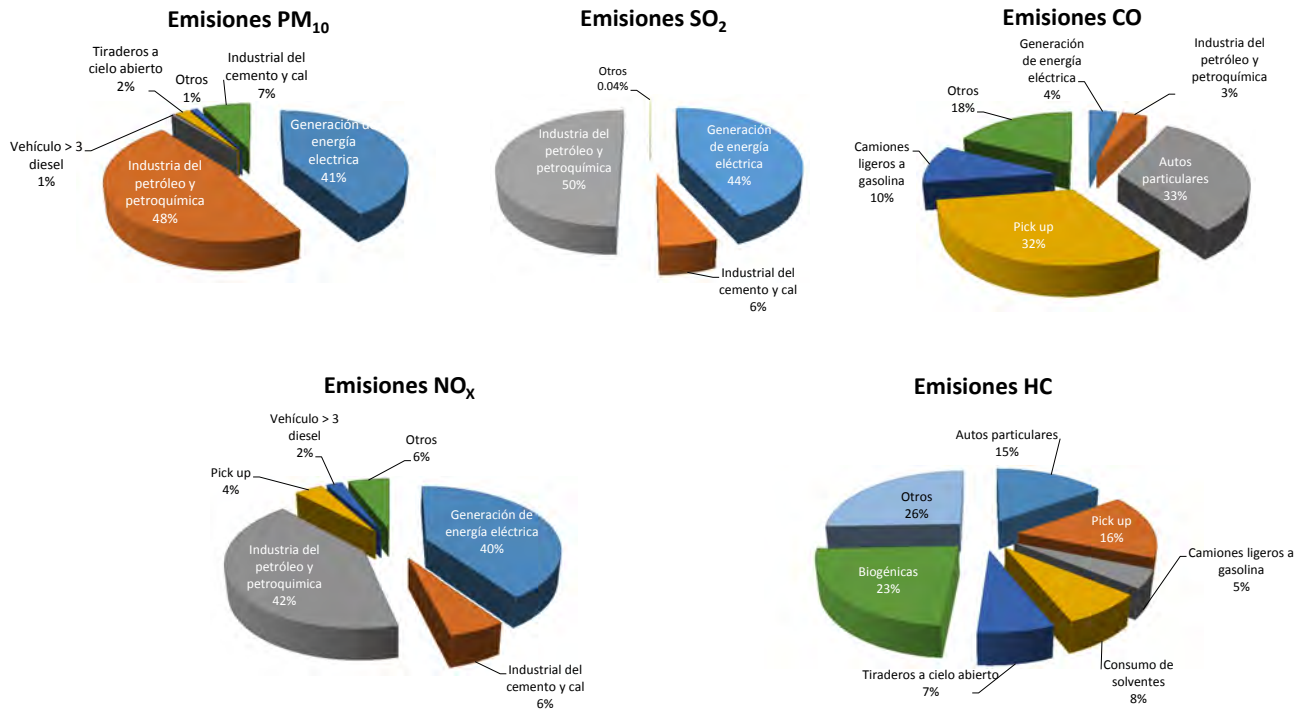


Figura A.2 Emisiones por sector para cada tipo de contaminante en la Región Tula-Tepeji, para el año 2002.



---

## EN LA ELABORACIÓN, INTEGRACIÓN Y COORDINACIÓN DEL PRESENTE PROGRAMA PARTICIPARON:

- Sandy Edith Benítez García
- Mario Arellano García (SEMARNATH)
- Irma Juárez González (SEMARNATH)
- Alison Mercado Luna (SEMARNATH)
- Rodrigo Gasca Hernández (SEMARNATH)
- Daniel López Vicuña (SEMARNAT)
- Gloria Yáñez Rodríguez (SEMARNAT)
- Hugo Landa Fonseca (SEMARNAT)
- Pedro Miguel Ramírez Ramírez (SEMARNAT)
- Cinthia Vélez González (SEMARNAT)
- Samantha Karina Navarro Apolonio (SEMARNAT)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Dirección General del Sistema Integrado de Transporte Masivo de Hidalgo
- Dirección General del Sistema de Transporte Convencional de Hidalgo
- Dirección de Movilidad e Ingeniería del Sistema de Transporte Convencional de Hidalgo
- Molina Center for Energy and Environment, MCE2
- Direcciones de Normatividad Ambiental, Verificación Vehicular, Jurídico, Desarrollo Sustentable, Recursos Naturales, Calidad del Suelo, Educación Ambiental, Comunicación Social y Subsecretaría de la SEMARNATH.

## AGRADECIMIENTOS

- Agradecemos a las autoridades, técnicos e investigadores de las siguientes instituciones, los cuales participaron en las reuniones de trabajo y revisiones del ProAire Hidalgo 2016-2024, aportando su conocimiento y experiencia para la formulación de este programa.
- Dirección de Calidad del Aire de la DGGCA-RECTC, SEMARNAT
- Coordinación General de Contaminación y Salud Ambiental del INECC
- Coordinación Ejecutiva de la Comisión Ambiental de la Megalópolis
- Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Hidalgo
- Secretaría de Salud del estado de Hidalgo
- Comisión para la Protección Contra Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo

## MUNICIPIOS PARTICIPANTES

- Atitalaquia
- Atotonilco de Tula
- Huichapan
- Mineral de la Reforma
- Pachuca de Soto
- Tepeapulco
- Tepeji del Río de Ocampo
- Tizayuca
- Tula de Allende
- Tulancingo de Bravo



