

# **Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012**

---

## **Informe de Evaluación Periodo 2009-2011**

---

**Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y  
Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes**

**Dirección de Calidad del Aire**

**Subdirección de Programas de Calidad del Aire**

**Diciembre del 2012**

# Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012

## Informe de Evaluación

### Contenido

---

Introducción .....	4
1. Descripción del ProAire Cuernavaca 2009-2012.....	7
1.1. Antecedentes .....	7
1.2. Calidad del aire antes del ProAire Cuernavaca 2009-2012 .....	8
1.3. Estructura y contenido del ProAire Cuernavaca 2009-2012 .....	8
1.4. Sistema de administración .....	11
2. Evolución de la Zona Metropolitana de Cuernavaca .....	13
2.1. Expansión territorial.....	13
2.2. Crecimiento de la población .....	14
2.3. Sector primario.....	15
2.4. Sector industrial.....	15
2.5. Comercio y Servicios.....	16
2.6. Parque vehicular .....	17
3. Evolución de la Calidad del Aire y Emisiones a la Atmósfera.....	19
3.1. Evolución del sistema de monitoreo atmosférico .....	19
3.2. Indicadores de la calidad del aire .....	20
3.2.1. Partículas PM <sub>10</sub> .....	20
3.2.2. Ozono (O <sub>3</sub> ).....	21
3.2.3. Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) .....	22
3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) .....	23
3.2.5. Monóxido de carbono (CO).....	24
3.3. Evolución de las emisiones contaminantes a la atmósfera .....	24
4. Metodología de Evaluación.....	26

4.1. Evaluación cualitativa .....	27
4.2. Evaluación cuantitativa .....	30
5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2009-2012 .....	33
5.1. Estrategia 1. Prevención y control de la contaminación .....	33
5.2. Estrategia 2. Medición, estimación e investigación .....	37
5.3. Estrategia 3. Planeación.....	40
5.4. Estrategia 4. Fortalecimiento institucional.....	41
5.5. Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental.....	43
6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones .....	46
6.1. Tendencias de la calidad del aire .....	46
6.2. Evaluación en la reducción de emisiones .....	47
7. Conclusiones y Recomendaciones .....	49
Bibliografía.....	52
Siglas y Acrónimos .....	55

# Introducción

---

Como respuesta al problema de la contaminación del aire en las principales ciudades del país, el gobierno federal, por conducto de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, y la participación de los distintos sectores de la sociedad, ha desarrollado programas de gestión para mejorar la calidad del aire, también conocidos como ProAire. Estos programas representan una de las principales herramientas de la política ambiental en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica para revertir las tendencias de deterioro.

Los ProAire proponen una serie de acciones concretas para la reducción y control de las emisiones provenientes de las fuentes que tienen una mayor contribución en la carga de contaminantes.

Los ProAire se aplican a escala municipal, o como en el caso de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, Morelos, a escala regional, cuando por sus características económicas, demográficas, urbanas, climáticas y geográficas, entre otras, las ciudades presentan problemas de contaminación del aire, por consiguiente la alteración del ecosistema urbano.

Este es el caso de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, fue en 1996 cuando se comenzaron a detectar altas concentraciones de ozono y que para 1998 éstas ya rebasaban el límite establecido en la norma de calidad del aire. Por esta razón, tomando en consideración el crecimiento de la población, la expansión de la zona metropolitana, el incremento en el consumo de combustible por el aumento de vehículos automotores locales y la afluencia de foráneos en fines de semana, el Programa Estatal de Desarrollo de Morelos contempló las estrategias que dieron origen a la elaboración del Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012, objeto de la presente evaluación.

Así como la SEMARNAT participa en la elaboración de los ProAire, también actúa en las evaluaciones periódicas a cada uno de éstos, a fin de conocer el grado de avance logrado, la reducción de emisiones, el impacto en la calidad del aire, las fortalezas y

debilidades tanto en la instrumentación del programa como en la coordinación institucional. Los resultados de estas evaluaciones se utilizan para aportar al proceso metas más ambiciosas de reducción de emisiones, nuevas directrices, o bien, el replanteamiento de las estrategias. De esta forma se establece un círculo de mejora continua para la elaboración y ejecución de los subsiguientes ProAire.

El presente *Informe de Evaluación, del periodo 2009-2011*, tiene como objetivos: a) dar a conocer los resultados del seguimiento y evaluación realizado en el periodo de referencia; incorporando para ello la información más reciente y accesible; b) evaluar el grado de avance en la instrumentación del Programa; y c) conocer los cambios en la calidad del aire y cantidad de emisión. Cabe señalar que la información que aquí se presenta corresponde a la más relevante y que se ajusta a los indicadores aplicados, por lo que no es de carácter exhaustivo.

El documento está conformado por siete capítulos.

El Capítulo 1 contiene una breve descripción de los antecedentes y estructura del ProAire Cuernavaca 2009-2012

El *Capítulo 2* describe información sobre el crecimiento de la Zona Metropolitana de Cuernavaca respecto a su población, industria, comercios y transporte, importantes fuerzas de presión del recurso aire.

En el *Capítulo 3* se presenta, por una parte, el estado que guarda la calidad del aire en la metrópoli respecto a las normas de calidad del aire ambiente; por otra, la evolución de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

El *Capítulo 4* describe la metodología aplicada para la evaluación cualitativa y cuantitativa.

El *Capítulo 5* presenta los resultados del seguimiento de las actividades realizada en cada una de las acciones y medidas, así como un cuadro resumen de la evaluación cualitativa (calificación del grado de avance).

El *Capítulo 6* consiste en la presentación de las tendencias de los contaminantes atmosféricos mediante el uso del *índice de la media anual relativa*, y algunas consideraciones respecto a los objetivos de reducción de emisiones.

Finalmente, en el *Capítulo 7* se aportan las conclusiones y se realizan las recomendaciones que resultan de la presente evaluación.

# 1. Descripción del ProAire Cuernavaca 2009-2012

---

## 1.1. Antecedentes

La más importante de las zonas conurbadas del Estado de Morelos es la de Cuernavaca, ya que concentra el mayor número de actividades económicas, productivas, educativas y comerciales, además de ser la sede de los tres poderes del gobierno estatal. Por tal situación y al contar con los mejores niveles de infraestructura, equipamiento y servicios se ha facilitado el incremento en la población, lo cual, en su proceso de crecimiento ha generado altos índices de utilización y de ocupación del suelo, así como de densidad de población y de extensión física de la mancha urbana. Aunado a ello, Cuernavaca constituye un importante centro de atracción turística, lo que ha provocado un incremento en la afluencia de visitantes durante los fines de semana y periodos vacacionales provenientes de los estados circunvecinos.

En la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC) hay presencia de industria de alto impacto en la calidad del aire como son la industria de la celulosa y el papel, la industria química, y la industria del cemento y la cal, las cuales contribuyen de manera importante en la emisión de óxidos de azufre y partículas suspendidas. Por otra parte los vehículos automotores son la principal fuente de monóxido de carbono, óxidos nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles.

Para controlar y prevenir la contaminación atmosférica, el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 estableció las acciones necesarias de prevención y control de la contaminación atmosférica en los ámbitos local, regional y global. Es así que surge el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012 el cual representa una herramienta de gestión ambiental para implementar una serie de acciones a nivel intermunicipal para reducir y controlar las emisiones contaminantes para proteger el ecosistema urbano y la salud de la población de esta región.

## **1.2. Calidad del aire antes del ProAire Cuernavaca 2009-2012**

La campaña de monitoreo realizada en mayo de 1996 encontró que las concentraciones de partículas suspendidas totales (PST), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) cumplían el límite de la norma en más del 50% de los días al año. En el caso del ozono (O<sub>3</sub>), las mayores concentraciones se registraron en el centro de la ciudad, con valores promedio horarios de 0.090 partes por millón (ppm), valores muy cercanos al límite normado de 0.110 ppm.

Entre marzo y agosto de 1997 se llevó a cabo una segunda campaña de monitoreo. Los resultados obtenidos respecto al SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> y CO fueron muy similares a los del año anterior, no así para el caso del O<sub>3</sub> que presentó 24 excedencias a la norma horaria, en un periodo de seis meses.

Durante la campaña de 1998 se registraron cinco máximos horarios de O<sub>3</sub> por encima de la norma, con valores comprendidos entre 0.122 ppm y 0.132 ppm. En 1999, solamente se obtuvieron dos valores en el límite de la norma (0.110 ppm y 0.109 ppm). Posteriormente, en el año 2000, se registraron cuatro excedencias a la norma con un valor máximo de 0.128 ppm.

Mediante estas campañas se observó que el O<sub>3</sub> representa el principal problema de calidad del aire, y que conforme aumenta el crecimiento de la zona urbana, y que la frecuencia del número de días que se rebasa la norma de calidad del aire, también se va incrementando.

## **1.3. Estructura y contenido del ProAire Cuernavaca 2009-2012**

El Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012 (ProAire Cuernavaca), fue dado a conocer al público en general en octubre del 2009. Este Programa establece acciones integrales para prevenir y controlar la contaminación atmosférica causada por el transporte, la industria, los comercios y los servicios e incluye acciones relativas al desarrollo urbano, rural y ecológico para favorecer el desarrollo de esta región mediante la incorporación de criterios para el uso y la conservación de los recursos naturales.



El ProAire Cuernavaca 2009-2012 parte del análisis del inventario de emisiones año base 2005 y de la información recabada durante las diferentes campañas de monitoreo realizadas entre los años 1996 y 2000.

El objetivo del ProAire consiste en mejorar la calidad del aire a partir de la implementación de medidas y acciones por parte de los sectores público, privado, académico y sociedad en general para lograr una reducción efectiva de las emisiones de contaminantes del aire que tienen lugar en la metrópoli.

La meta que se plantea en este Programa está orientada a lograr la reducción de por lo menos 15% de las emisiones de cada uno de los contaminantes criterio (COV, CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>) teniendo como horizonte el año 2012.

Para alcanzar los objetivos y metas planteadas se establecen cinco estrategias dirigidas a los principales sectores involucrados. Cada estrategia está conformada por una serie de medida y acciones. En total son 18 medidas y 75 acciones específicas. En la tabla 1.1 se describen las estrategias y sus componentes.

**Tabla 1.1. Estrategias y medidas establecidas en el ProAire Cuernavaca 2009-2012**

<i>Estrategia</i>	<i>Medida</i>
I. Prevención y control de la contaminación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles.</li> <li>2. Mejorar la estructura vial y el transporte público privado.</li> <li>3. Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel del transporte federal, de carga local y pasajeros</li> <li>4. Fortalecer el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios.</li> <li>5. Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas.</li> <li>6. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos.</li> <li>7. Reducir las emisiones por fuentes de área.</li> </ol>
II. Medición, estimación e investigación	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Actualizar el inventario de emisiones.</li> <li>9. Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de calidad del aire.</li> <li>10. Modelar la dinámica atmosférica, la dispersión y reacción de los contaminantes en la ZMC.</li> <li>11. Diagnosticar los efectos de la contaminación del aire de la ZMC en la salud de la población.</li> <li>12. Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicios en la ZMC.</li> </ol>
III. Planeación	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire</li> <li>14. Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación.</li> </ol>
IV. Fortalecimiento institucional	<ol style="list-style-type: none"> <li>15. Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA.</li> <li>16. Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas.</li> </ol>
V. Comunicación y educación ambiental	<ol style="list-style-type: none"> <li>17. Desarrollar un índice de calidad del aire y de un código de colores.</li> <li>18. Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental.</li> </ol>

Las estrategias, medidas y acciones que integran este Programa fueron desarrolladas de manera conjunta por las autoridades ambientales de los tres órdenes de gobierno, quienes contaron con la colaboración y apoyo de los funcionarios estatales y municipales del sector transporte, salud, desarrollo social y desarrollo urbano. De igual forma, se contó con la participación del sector académico y organizaciones de la sociedad civil.

## 1.4. Sistema de administración

Para coordinar la instrumentación de las 18 medidas establecidas en el ProAire Cuernavaca 2009-2012, así como para realizar el seguimiento y evaluación de cada una de éstas, se creó un Comité de Seguimiento y Evaluación (CSE). Este Comité, de carácter interinstitucional e interestatal, es responsable de analizar la ejecución de las medidas y el cumplimiento de las obligaciones de los actores involucrados para identificar los componentes que limitan o fortalecen el cumplimiento de los objetivos planteados en el programa de gestión para mejorar la calidad del aire.

Dicho Comité está coordinado por la Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente del Estado de Morelos (CEAMA) y se conformó con representantes de los siguientes organismos, instituciones y dependencias:

- Gobiernos de los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec
- Secretaría de Gobierno del Estado
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas
- Secretaría de Salud del Estado
- Secretaría de Educación del Estado
- Instituto de Educación Básica del Estado de Morelos
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)
- Cámaras y asociaciones industriales
- Universidades y centro de investigación
- Organizaciones de la sociedad civil de Morelos

Para garantizar la operatividad del CSE se planteó la integración de siete grupos de trabajo, que coordinaran la implementación de las estrategias establecidas a través del

cumplimiento de las acciones identificadas en el programa. Cada grupo se contempló bajo la dirección de una institución responsable, quedando de la siguiente manera:

**Tabla 1.2. Grupos de Trabajo para la instrumentación, seguimiento y evaluación del ProAire Cuernavaca 2009-2012**

<i>Grupo</i>	<i>Responsable</i>
1. Prevención y control de la contaminación por fuentes móviles	CEAMA
2. Prevención y control de la contaminación por fuentes fijas	SEMARNAT
3. Prevención y control de la contaminación por fuentes de área	Municipios
4. Medición, estimación e investigación	CEAMA
5. Planeación	CEAMA y Municipios
6 Fortalecimiento institucional	CEAMA
7. Comunicación y educación ambiental	CEAMA

## 2. Evolución de la Zona Metropolitana de Cuernavaca

---

La Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC) se localiza en la porción norponiente del estado de Morelos. Está conformada por los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec; abarca una extensión territorial de 593.24 km<sup>2</sup>; lo que representa 11.9% de la superficie estatal y concentra el 46% de la población estatal; la ciudad capital, Cuernavaca, tiene una altura de 1,510 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas corresponden a los 18° 42' y 19° 1' de latitud norte y los 99° 7' y 99° 21' longitud oeste. La ZMC colinda hacia el norte con el Distrito Federal y el Estado de México; al este con los municipios de Tepoztlán y Yautepec y al sur y suroeste con Miacatlán.

El estado de Morelos representa propiamente una cuenca atmosférica prácticamente cerrada ubicada al sur de la cuenca atmosférica de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), siendo su principal ventilación por el oriente con la cuenca atmosférica del valle Puebla–Tlaxcala. En este sentido, la ZMC puede considerarse como una subcuenca atmosférica delimitada por la Sierra de las Cruces al norte, la Sierra de Zempoala al noroeste y la Sierra de Tepetzingo al oriente y por su ubicación geográfica es muy probable que dicha subcuenca sea receptora de contaminantes al aire provenientes de la ZMVM, toda vez que el patrón de vientos de la ZMC es predominantemente de nor-noroeste (NNE) a sur-suroeste (SSW).

### 2.1. Expansión territorial

Entre 1970 y 1980 Cuernavaca entrelazó una continuidad física con los municipios de Jiutepec y Emiliano Zapata, fundando a su vez una dependencia funcional con Temixco y Xochitepec, lo que permitió consolidar la Zona Conurbada de Cuernavaca. En 1982 se formularon los Planes de Desarrollo Urbano de las cuatro zonas conurbadas estatales, entre éstas la de Cuernavaca.

La ciudad de Cuernavaca cubre prácticamente la mitad oriental del municipio y debido a su propia dinámica de crecimiento, así como a la expansión de núcleos urbanos de los municipios vecinos, el crecimiento urbano de la ciudad se ha expandido hacia el sur y

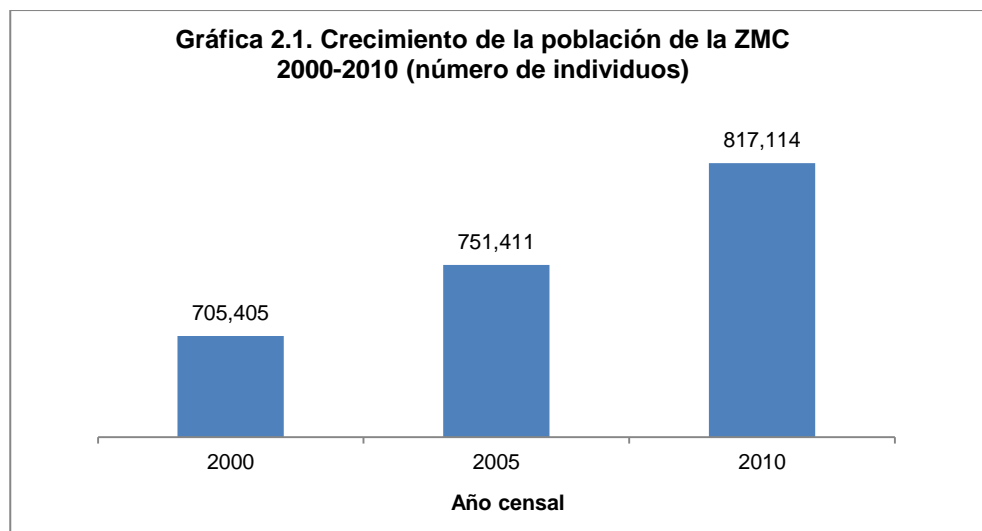
sureste, en los municipios de Jiutepec, Emiliano Zapata, Temixco y Xochitepec. Exceptuando las zonas de relieve abrupto localizadas al oeste y una franja estrecha al norte, así como el núcleo central de la ZMC, la población tiene una distribución relativamente homogénea en el resto de la región.

La expansión de la zona metropolitana hacia el norte y noreste incluye otros dos municipios: Huitzilac (200.66 km<sup>2</sup>) y Tepoztlán (242.65 km<sup>2</sup>), con lo cual la superficie incrementa en 443.31 km<sup>2</sup> para llegar a 1,036.55 km<sup>2</sup>.

## 2.2. Crecimiento de la población

En el periodo 1990-1995 la población creció a una tasa anual de 4.76%. En el siguiente lustro la tasa se redujo drásticamente a 1.78%, esta reducción se acentuó un poco más en el periodo del 2000-2005, al presentar una tasa de 1.27%. Aun cuando la tendencia de la tasa de crecimiento es a la baja, en términos absolutos se estima que en los próximos 25 años la población de la ZMC se incremente en poco más de 200 mil individuos, lo que sin duda representará un factor de presión sobre el uso, disponibilidad y aprovechamiento de los recursos naturales y la dinámica del ecosistema.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, en la ZMC habitan 817,114 individuos que corresponde al 46% de la población estatal. El crecimiento poblacional de acuerdo a los últimos tres censos se observan en la gráfica 2.1.

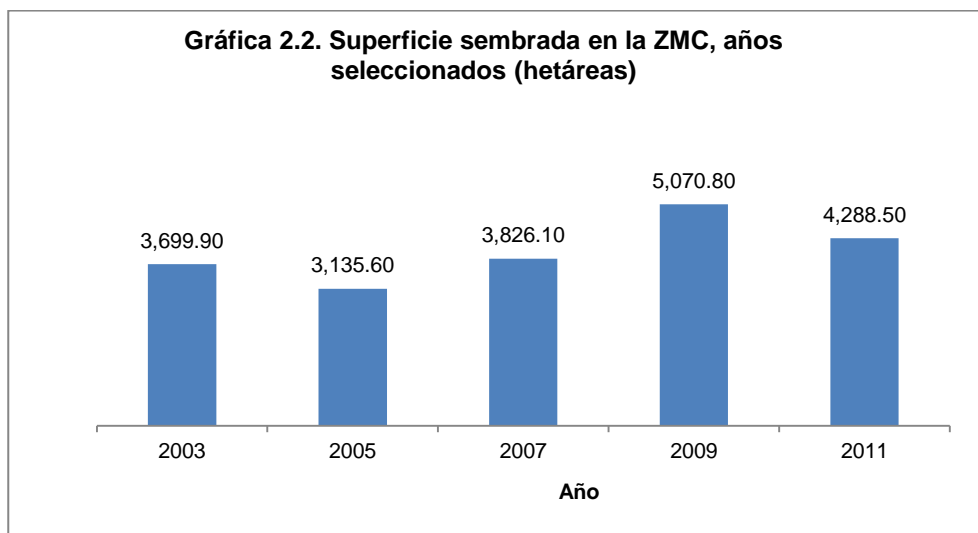


Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2000 y 2010, y II Conteo de Población y Vivienda 2005

### 2.3. Sector primario

Las actividades primarias más importantes son la agricultura y la ganadería. Amplias zonas de los municipios de Emiliano Zapata, Jiutepec y Xochitepec son destinadas a la agricultura de riego, en tanto que la agricultura de temporal se ubica básicamente en Cuernavaca.

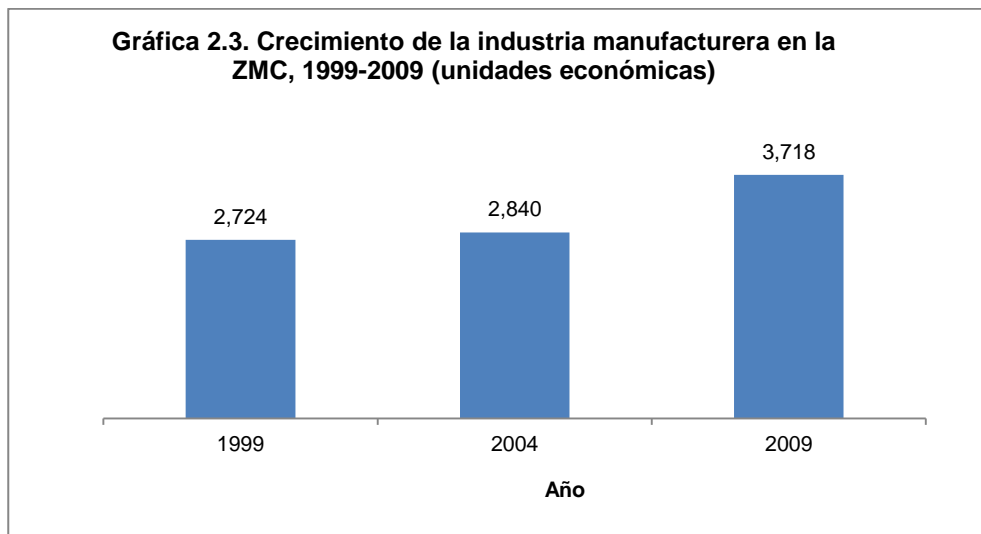
En el estado de Morelos, la economía de los centros urbanos tiende a la disminución progresiva de las actividades primarias y hacia el impulso de actividades secundarias y terciarias. No obstante, aún en la ZMC es aun importante. En la gráfica 2.2 se presenta la superficie sembrada en la ZMC para años seleccionados dentro del periodo 2003-2011, en la cual destaca que la superficie sembrada experimentó un crecimiento, 15.9%, aunque con altibajos.



Fuente: SAGARPA-SIAP

### 2.4. Sector industrial

La industria manufacturera es de las actividades económicas de mayor auge en la ZMC, debido principalmente a su cercanía con la capital del país, y con las zonas metropolitanas de Toluca y Puebla, entre otras ciudades con los que ha establecido cadenas productivas y comerciales importantes. En la gráfica 2.3 se presenta el crecimiento que ha tenido este sector dentro del periodo 1999 al 2009. Como se puede apreciar, hubo un crecimiento del 8.9%.



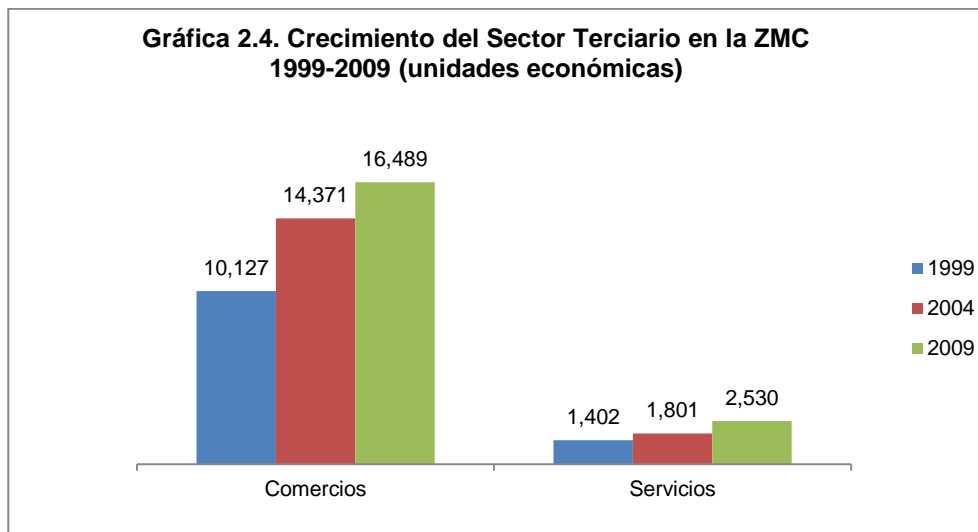
Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009

## 2.5. Comercio y Servicios

Las actividades económicas de la ZMC presentan una fuerte orientación hacia el sector terciario, prácticamente en todos los municipios más de la mitad de población ocupada labora en este sector. El comercio al mayoreo y al menudeo y los servicios son actividades de amplio desarrollo con una fuerte vocación turística. Adicionalmente, otras áreas de ocupación importantes son los servicios financieros, de gobierno, establecimientos de alimentos y bebidas, servicios profesionales, entre otras.

En la gráfica 2.4 se presenta el crecimiento del sector terciario en la ZMC dentro del periodo 1999-2009. Este sector ha tenido un crecimiento del orden del 62.8% y 80.5% en comercios y servicios, respectivamente.





Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009.

El dinamismo económico presente se prevé pueda ser incrementado a partir de la apertura de nuevas vías de comunicación terrestres como es el proyecto de conectar el Valle de Toluca con la Ciudad de Cuernavaca a través de una carretera de cuota. La mejora en las conexiones urbano- regionales podría conllevar a la instalación de nuevos centros industriales, comerciales y de servicio por lo que debe ponerse especial atención en su ubicación geográfica, tipo de industrias, normas ambientales existentes y requeridas, con el propósito de llevar a cabo la gestión óptima de la calidad del aire de la ZMC.

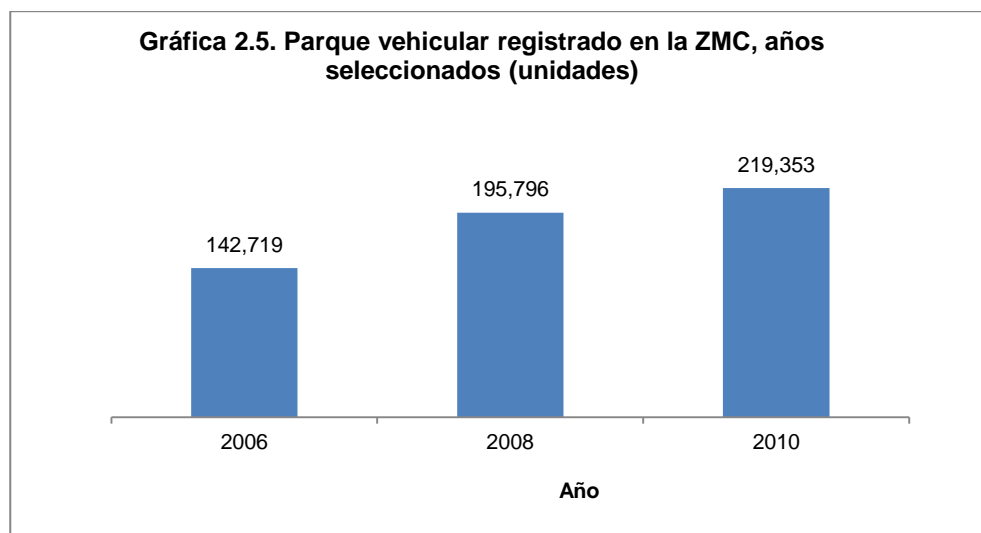
## 2.6. Parque vehicular

El parque vehicular registrado en la ZMC representó en el año 2010 el 55.8% del total estatal, esto es 219,353 vehículos. Se calcula que el índice de motorización es de 268 vehículos por cada mil habitantes. En la tabla 2.1 se presenta el parque vehicular registrado por tipo de servicio. Como se puede apreciar el tipo de servicio que domina es el de los automóviles y los camiones de carga, le sigue en importancia las motocicletas y en cuarto lugar está el servicio de pasajeros. En cuatro años, del 2006 al 2010, el parque vehicular experimentó un incremento del 53.7% (gráfica 2.5).

**Tabla 2.1. Parque vehicular registrado en la ZMC por año según tipo de servicio**

<i>Año</i>	<i>Automóviles</i>	<i>Camiones de pasajeros</i>	<i>Camiones de carga</i>	<i>Motocicletas</i>	<i>Total</i>
2006	107,658	1,831	28,602	4,628	142,719
2008	146,637	1,869	38,321	8,969	195,796
2010	164,410	2,016	41,662	11,265	219,353

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del estado de Morelos, varios años.



Fuente: Tabla 2.1.

## 3. Evolución de la Calidad del Aire y Emisiones a la Atmósfera

---

El presente capítulo se refiere a los antecedentes y situación actual del sistema de monitoreo atmosférico en la ZMC; a los indicadores de la calidad del aire respecto a los cinco contaminantes criterio; y a los cambios en la cantidad de emisión, tomando en cuenta los inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

### 3.1. Evolución del sistema de monitoreo atmosférico

Los primeros esfuerzos para conocer la situación de la calidad del aire en la ZMC se realizaron durante las campañas de monitoreo de 1996. En razón de la actividad del volcán Popocatepetl y ante la necesidad de implementar trabajos y estudios especiales, en 1997 el Instituto Nacional de Ecología (INE) apoyó a las autoridades ambientales del Estado con equipo móvil de monitoreo y materiales para el muestreo de material particulado.

En abril de 1997, se instaló e inició operaciones la Red piloto de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (RAMAMOR), constituida por dos estaciones manuales de medición de gases; una instalada en Cuernavaca que registra  $O_3$  y  $CO$ ; y la otra en Juitepec que monitorea  $SO_2$  y  $NO_x$ .

Las estaciones manuales suspendieron su operación y a partir del 2000 inició el funcionamiento de dos estaciones automáticas fijas de monitoreo, una instalada en Cuernavaca y la otra en Ocuituco, por ser zona de influencia del volcán Popocatepetl. A estas dos estaciones de monitoreo automático se han añadido dos más, una en Cuautla, y otra en Zacatepec, que iniciaron operaciones en septiembre 2006 y en mayo de 2008, respectivamente.

En el segundo semestre del 2005 la RAMAMOR se integró al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA). Asimismo, se realizaron evaluaciones de la infraestructura operativa e informática.

**Tabla 3.1 Características de la RAMAMOR**

<i>Clave</i>	<i>Estación</i>	<i>Municipio</i>	<i>Contaminante</i>
OCU	Ocuituco	Ocuituco	O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO
CUA	Cuautla	Cuautla	O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO
ZAC	Zacatepec	Zacatepec	O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO
CEC	Palacio de Gobierno	Cuernavaca	O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , CO

Fuente: ProAire Cuernavaca 2009-2012

Es importante señalar que de las cuatro estaciones fijas de monitoreo con que cuenta el Estado de Morelos, solo una está ubicada dentro de la ZMC (Palacio de Gobierno, Cuernavaca), por lo que la representatividad de esta estación de monitoreo es limitada.

## 3.2. Indicadores de la calidad del aire

En los siguientes apartados se presenta la información de la calidad del aire proporcionada por la Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos correspondiente a la estación Cuernavaca para los años 2010 y 2011. Es importante aclarar que dicha información difiere en cuanto a las características de los indicadores de la calidad del aire considerados en la metodología por lo cual el análisis del comportamiento, tendencia y cumplimiento de las normas de calidad del aire está limitado. Asimismo, no se proporcionó información respecto a la frecuencia de los días fuera de norma.

Cabe señalar que previamente se realizó la búsqueda de información en el Segundo, Tercer y Cuarto Almanagues de Datos y Tendencias de la Calidad del Aire en Ciudades Mexicanas, así como el Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) no encontrándose información ni datos para la ZMC.

### 3.2.1. Partículas PM<sub>10</sub>

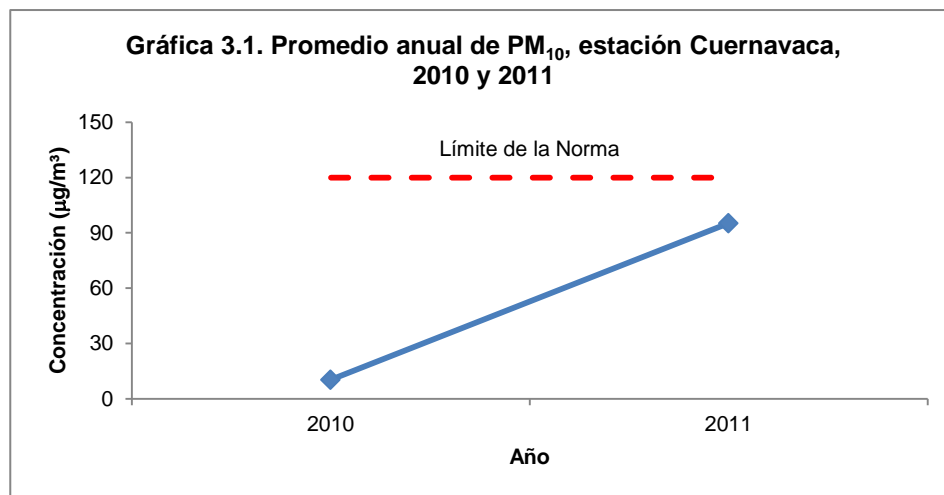
La modificación a la NOM-025-SSA1-1993 de este contaminante establece dos criterios o límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de 120 µg/m<sup>3</sup> promedio de 24 horas; y el segundo, de 50 µg/m<sup>3</sup> promedio anual.

En la tabla 3.2 y gráfica 3.1 se presenta el promedio anual de PM<sub>10</sub> para dos años de referencia. De acuerdo con estos datos las partículas se encuentra dentro de norma.

**Tabla 3.2. Promedio anual de PM<sub>10</sub>, Estación Cuernavaca.**

Año	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
2010	10.3250
2011	95.2427

Fuente: Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos



Fuente: Tabla 3.2.

### 3.2.2. Ozono (O<sub>3</sub>)

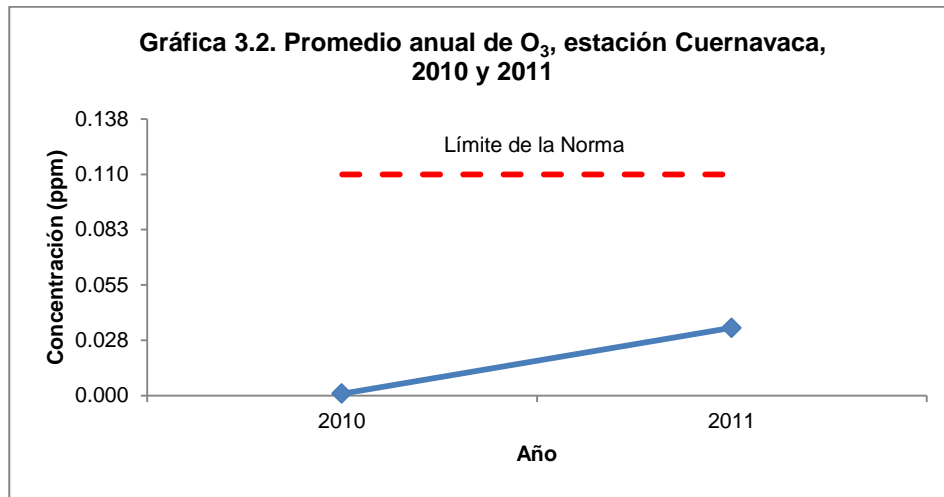
La modificación a la NOM-020-SSA1-1993 de este contaminante establece dos criterios de exposición para la protección a la salud, el primero, de 0.110 ppm de O<sub>3</sub> promedio de una hora; y el segundo, de 0.080 ppm en el quinto máximo anual del promedio de 8 horas.

En la tabla 3.3 y gráfica 3.2 se presenta el promedio anual de O<sub>3</sub> para dos años de referencia. De acuerdo con estos datos el O<sub>3</sub> se encuentra dentro de norma.

**Tabla 3.3. Promedio anual de O<sub>3</sub>, Estación Cuernavaca.**

Año	O <sub>3</sub> (ppm)
2010	0.0010
2011	0.0337

Fuente: Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos



Fuente: Tabla 3.3.

### 3.2.3. Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

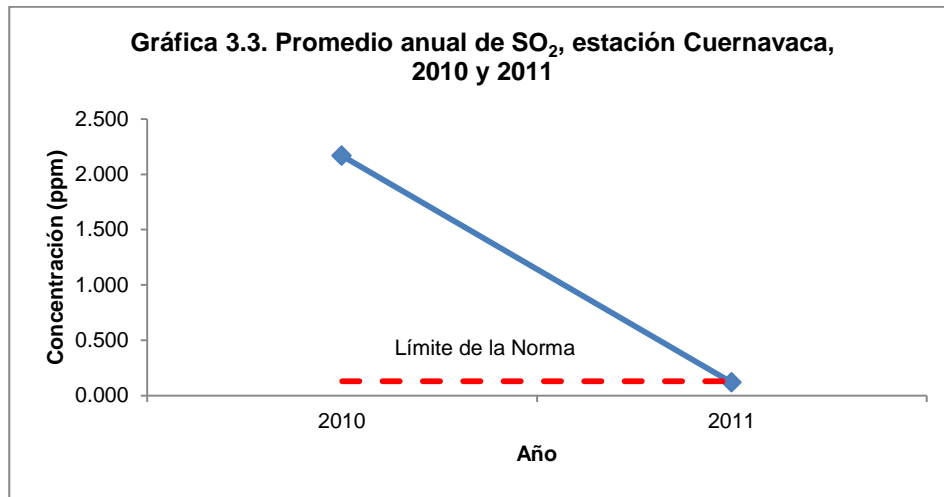
La NOM-022-SSA1-1993 de este contaminante establece dos criterios o límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de 0.130 ppm de SO<sub>2</sub> promedio de 24 horas; y el segundo, de 0.030 ppm promedio anual.

En la tabla 3.4 y gráfica 3.3 se presenta el promedio anual de SO<sub>2</sub> para dos años de referencia. Al respecto se puede inferir que no hubo un proceso de validación de datos previo, razón por la cual el valor para el 2010 es muy alto, y por tanto no es representativo de la ZMC ni tampoco comparativo con otras zonas metropolitanas.

**Tabla 3.4. Promedio anual de SO<sub>2</sub>, Estación Cuernavaca.**

Año	SO <sub>2</sub> (ppm)
2010	2.1667
2011	0.1187

Fuente: Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos



Fuente: Tabla 3.4.

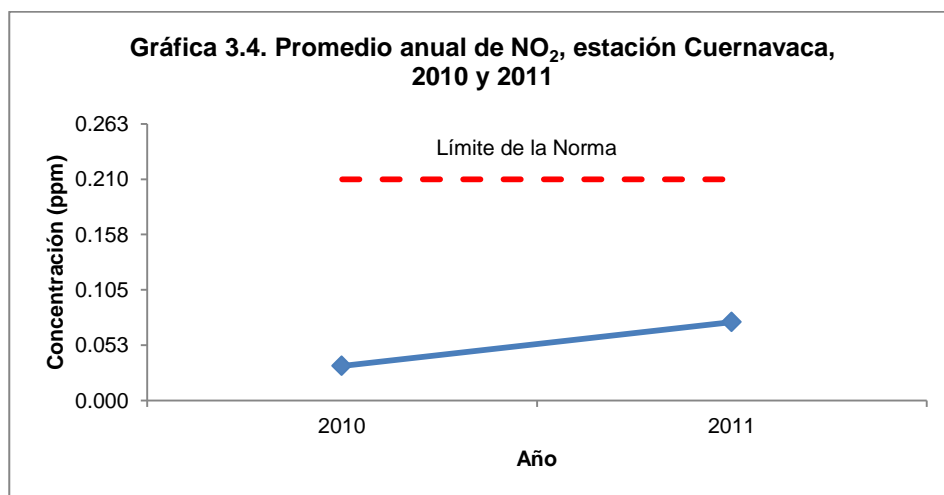
### 3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>)

La NOM-23-SSA1-1993 para el NO<sub>2</sub> establece un límite máximo de 0.210 ppm promedio horario. En la tabla 3.5 y gráfica 3.4 se presenta el promedio anual de NO<sub>2</sub> para dos años de referencia. Al respecto, este contaminante se encuentra dentro de norma.

**Tabla 3.5. Promedio anual de NO<sub>2</sub>, Estación Cuernavaca.**

Año	SO <sub>2</sub> (ppm)
2010	0.0328
2011	0.0745

Fuente: Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos



Fuente: Tabla 3.5.

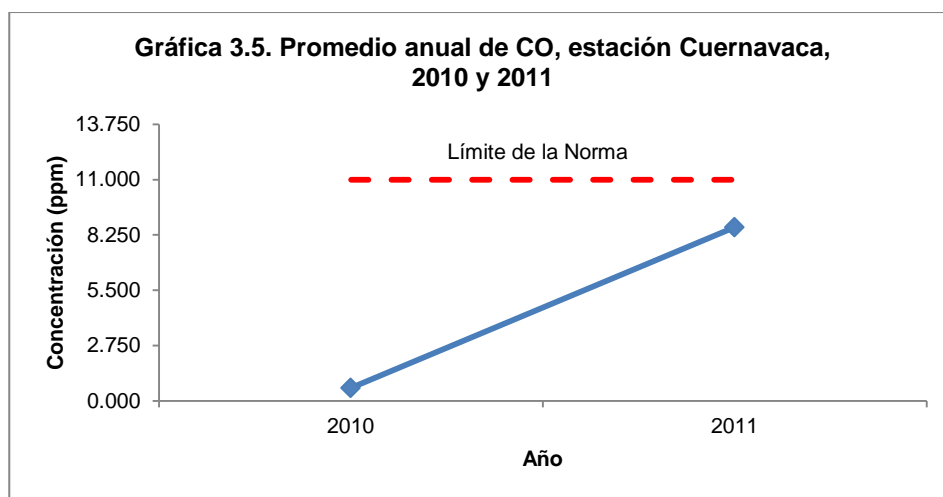
### 3.2.5. Monóxido de carbono (CO)

La NOM-021-SSA1-1993 de CO establece un límite máximo de 11.0 ppm en promedio móvil de 8 horas. En la tabla 3.6 y gráfica 3.5 se presenta el promedio anual de CO para dos años de referencia. Este contaminante cumple con la norma.

**Tabla 3.6. Promedio anual de NO<sub>2</sub>, Estación Cuernavaca.**

Año	SO <sub>2</sub> (ppm)
2010	0.6467
2011	8.6325

Fuente: Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos



Fuente: Tabla 3.6.

### 3.3. Evolución de las emisiones contaminantes a la atmósfera

En el 2006, la SEMARNAT integró el inventario de emisiones del estado de Morelos como parte de la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones año base 1999, a partir del cual se obtuvo una emisión de 79,676.4 toneladas de contaminantes al año en la ZMC, siendo Cuernavaca y Jiutepec los municipios que aportan mayor cantidad de contaminantes (tabla 3.7)



**Tabla 3.7. Emisiones totales para los municipios de la ZMC, 1999**

Municipio	Contaminante (toneladas/año)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>x</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Cuernavaca	412.3	354.0	1,699.5	22,983.9	2,902.9	8,688.6	723.8
Emiliano Z.	173.3	126.5	727.3	3,205.7	768.9	1,086.7	791.4
Jiutepec	375.7	292.4	2,073.1	10,807.2	1,779.9	6,334.7	364.0
Temixco	193.5	163.9	79.1	6,771.8	744.2	1,767.4	317.1
Xochitepec	134.3	106.1	26.2	2,344.8	268.3	903.5	227.3
<b>Total</b>	<b>1,289.1</b>	<b>1,042.9</b>	<b>4,605.2</b>	<b>46,113.4</b>	<b>6,464.2</b>	<b>18,780.9</b>	<b>2,423.6</b>

Fuente: INE (2006)

Como parte de los trabajos de actualización y seguimiento al Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México (SINEA), la SEMARNAT integró el inventario de emisiones de la ZMC correspondiente al año base 2005. Dicho inventario se tomó como base para la elaboración del ProAire Cuernavaca 2009-2012. En la tabla 3.8 se presenta el resumen por tipo de fuente según contaminante.

**Tabla 3.8. Inventario de emisiones de la ZMC, 2005**

Fuente:	Contaminante (toneladas/año)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Puntuales	469	400	2,019	1,524	2,873	1,567	4
Área	448	174	3	426	605	8,678	4,485
Móviles	57	41	90	138,299	5,778	9,936	81
Móvil no carretera	445	434	35	1,769	2,610	336	1
Naturales	< 1	< 1	< 1	< 1	657	4,221	1
<b>Total</b>	<b>1,419</b>	<b>1,049</b>	<b>2,146</b>	<b>142,018</b>	<b>12,524</b>	<b>24,737</b>	<b>4,571</b>

Fuente: ProAire Cuernavaca 2009-2012

En el marco de la integración y elaboración de Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 por parte de la SEMARNAT, se cuentan con datos preliminares de inventario de la ZMC el cual se muestra en la tabla 3.9.

**Tabla 3.9. Inventario de emisiones de la ZMC 2008**

Fuente	Contaminante (toneladas/año)						
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV	NH <sub>3</sub>
Puntuales	375.0	247.7	2,597.1	844.0	1,552.1	1,571.2	5.7
Área	2,198.2	2,014.5	28.3	14,830.4	494.5	24,290.4	1,269.6
Móviles	126.0	89.1	223.5	253,028.3	18,555.6	18,378.9	541.8
Móvil no carretera	12.5	11.9	0.9	113.8	130.5	12.7	NA
Naturales	NE	NE	NA	NA	659.4	2,383.7	NA
<b>Total</b>	<b>2,711.6</b>	<b>2,363.2</b>	<b>2,849.8</b>	<b>268,816.5</b>	<b>21,392.2</b>	<b>46,637.0</b>	<b>1,817.1</b>

NE = no estimado; NA = no aplica

Fuente: SEMARNAT (2012). Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 (datos preliminares)

## 4. Metodología de Evaluación

---

La Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) conforme a sus atribuciones establecidas en el Reglamento Interior tiene las siguientes tareas:

1. Participar y apoyar a los gobiernos locales en la elaboración de los programas de gestión para mejorar la calidad del aire y en la gestión del monitoreo ambiental;
2. Planear y organizar el seguimiento y evaluación de los avances en el abatimiento de emisiones de contaminantes a la atmósfera, con la colaboración de las autoridades federales, estatales y municipales competentes;
3. Coordinar el diseño e instrumentación de estrategias integrales de gestión de la calidad del aire y su relación con la agenda nacional de energía y los programas de transporte y desarrollo urbano, entre otros, representando a la SEMARNAT en las diferentes actividades regionales y metropolitanas relacionadas con el manejo sustentable de las cuencas atmosféricas.

Dentro de la Dirección de Calidad del Aire de la SEMARNAT, el seguimiento y evaluación de los ProAire en las distintas ciudades mexicanas está a cargo de la Subdirección de Programas de Calidad del Aire, en donde se desarrolló la metodología y herramientas que permiten, en principio ayudar a los estados a sistematizar la información, identificar oportunidades de mejora, cuantificar el avance de cada una de las acciones, medidas y estrategias, pero sobre todo, permite conocer el grado de cumplimiento respecto a la reducción de emisiones y cumplimiento de las normas de calidad del aire ambiente. Además permite estandarizar la forma de reportar y presentar la información de cada uno de los ProAire vigentes en el país, con la evidencia documental respectiva.

Las evaluaciones de los ProAire sirven de base para la mejora continua tanto de las estrategias y medidas, como de los procesos de coordinación. En este sentido, la evaluación se convierte en un instrumento mediante el cual se logra identificar tanto oportunidades de mejora como las barreras que dificultan o impiden el cumplimiento de las metas, de tal suerte que se llega a determinar cuáles son las medidas que deben ser

replanteadas, reforzadas, o bien, deben continuar. Otro tipo de evaluaciones como la evaluación ambiental estratégica y la de vías de impacto permiten conocer el grado de eficiencia con base a estudios de costo-beneficio, costo-eficiencia y evaluación de impactos.

La evaluación y seguimiento del ProAire Cuernavaca 2009-2012 se realiza desde dos enfoques: cualitativo y cuantitativo, los cuales se describen a continuación.

#### **4.1. Evaluación cualitativa**

La evaluación cualitativa consiste en el seguimiento de las acciones realizadas en las medidas para verificar su cumplimiento. Con la información recabada es posible conocer el estatus de avance, es decir, si la medida inició, se encuentra en proceso de instrumentación, está por concluir o bien si está terminada. Esta actividad considera los siguientes pasos:

1. Solicitud de información. La SEMARNAT a través de la DGGCARETC solicita al responsable del seguimiento del ProAire Cuernavaca en el estado de Morelos la información referente a las acciones realizadas y avance logrado mediante el llenado del Formato de Seguimiento y Evaluación (SyE).
2. Recopilación de información. Adicionalmente, se realiza una consulta y recopilación de información en diversas fuentes que incluyen informes de gobierno, anuarios estadísticos, reportes y estudios técnicos, leyes, reglamentos, normas y artículos científicos, así como sitios web en Internet de los gobiernos de los estados, dependencias gubernamentales, universidades y centros de investigación, entre otros.
3. Depuración de la información. Una vez que se cuenta con el formato SyE llenado por el responsable del ProAire Cuernavaca, las evidencias de las acciones realizadas y el material bibliográfico, se revisa que la información corresponda a las acciones establecidas en el ProAire y que sea clara, consistente y representativa.
4. Análisis e interpretación. Este paso corresponde propiamente al seguimiento de avances de las acciones y al llenado de la Matriz de Evaluación y Ponderación (EyP), de manera que permite obtener información del cumplimiento y grado de avance de los objetivos y metas establecidas en el ProAire.
5. Presentación de resultados. Las acciones realizadas en cada una de las medidas y estrategias se describen de forma resumida.

Es importante señalar que el proceso de seguimiento de avances tiene fundamento en la información que proporciona cada una de las autoridades municipales, estatales y federales que participan. Además, se cuenta con el soporte documental correspondiente que, según sea el caso, consiste en informes, estudios técnicos, publicaciones oficiales, gacetas o periódicos oficiales, normas, reglamentos, fotos, entre otros.

Asimismo, para fortalecer el desarrollo del proyecto y solicitar información adicional de calidad del aire y de las acciones realizadas en el ProAire, se mantuvo comunicación con el responsable del programa y con el área técnica de la Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos.

Como se mencionó, para sistematizar la información se utilizan dos formatos de trabajo desarrollados por la SEMARNAT:

1. Formato de seguimiento y evaluación 2011 (SyE). El cual consiste en una hoja de cálculo de Excel en la que se registran los avances obtenidos y soporte documental (evidencia) a partir del año de inicio del ProAire y hasta el 2011 para cada una de las acciones establecidas en el Programa. Así mismo, cada acción va acompañada de uno o más indicadores y de un código de colores que denota el grado de avance (tabla 4.1). Tanto los indicadores como el código se utilizan posteriormente en la ponderación del grado de avance del ProAire. Un indicador es una herramienta que consiste en una estadística o parámetro para describir el estado de un evento a través del tiempo, por ejemplo, metros cuadrados a pavimentar anualmente, hectáreas reforestadas al año, vehículos verificados por semestre, entre otros más.

Este formato es llenado por el responsable del seguimiento del ProAire Cuernavaca, con información de las áreas correspondientes y enviado a la DGGCARETC para su revisión y análisis.

2. La matriz de Evaluación y Ponderación de Avance 2011 (EyP) es un formato de Excel que permite evaluar las acciones desarrolladas en la planificación del ProAire y establece las ponderaciones teórica y real, con el fin de obtener el porcentaje de avance ponderado de cumplimiento del programa en su conjunto.

Se entiende por ponderación teórica al valor porcentual asignado por la SEMARNAT para el ProAire Cuernavaca de acuerdo con la importancia relativa por acción, medida y estrategia.

Se entiende por ponderación anual programada al valor teórico de avance que asignó la SEMARNAT, con base en la programación establecida en el ProAire Cuernavaca 2009-2012.

Se entiende por ponderación real anual al valor porcentual obtenido en el presente ejercicio de evaluación, correspondiente al avance en la instrumentación de las acciones del ProAire Cuernavaca al año 2011, tomando como base las actividades realizadas y los indicadores reportados en el Formato SyE para cada acción establecida en el programa, así como las evidencias reportadas e información documental obtenida de fuentes oficiales.

Para conocer el grado total de avance ponderado, la matriz EyP realiza cálculos aritméticos básicos para generar el valor porcentual de cumplimiento que ha tenido la aplicación del ProAire Cuernavaca.

Finalmente se obtiene el grado total de avance ponderado de cumplimiento y se clasifica de acuerdo con la siguiente escala cromática (tabla 4.1). Dentro de las mejoras realizadas a la escala cromática se encuentra el ajuste de la escala porcentual y por consecuencia de los criterios de cumplimiento que establece dicha tabla.

**Tabla 4.1. Código de colores, escala de avance ponderado y criterio de cumplimiento**

<i>Color</i>	<i>Avance</i>	<i>Clave</i>	<i>Escala</i>	<i>Cumplimiento</i>
Rojo	No Iniciada	(NI)	0%	Insuficiente

Naranja	Iniciada	(I)	01-25%	Regular
Amarillo	En proceso	(P)	26-75%	Moderado
Verde	Por Terminar	(PT)	76-99%	Bueno
Verde oscuro	Terminada	(T)	100%	Óptimo

Nota: la escala porcentual es diferente a la utilizada en la evaluación 2009, pero la escala de color es la misma.

## 4.2. Evaluación cuantitativa

La evaluación cuantitativa se refiere al impacto que tienen en su conjunto las medidas y estrategias del ProAire Cuernavaca 2009-2012 en la calidad del aire y reducción de emisiones contaminantes a la atmosfera y se realiza desde dos puntos de vista:

1. Respecto al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente y el análisis de las tendencias de los contaminantes de interés; y
2. Respecto al cumplimiento de las metas de reducción de emisiones propuestas en el ProAire. Dicha reducción se ve reflejada con la comparación del inventario de emisiones año base inicial (2005) contra el inventario más reciente, el cual corresponde al Inventario Nacional de Emisiones de México 2008, (SEMARNAT, 2012, datos preliminares).

Para este tipo de evaluación es indispensable contar con la información suficiente y actualizada respecto a indicadores de calidad del aire e inventarios de emisiones. Solo entonces se puede conocer la magnitud de los cambios o variaciones a través del tiempo de las emisiones y la calidad del aire.

Con la finalidad de complementar la información de la calidad del aire al 2011, y que además ésta fuera consistente y uniforme, se preparó el formato de Indicadores de Calidad del Aire (ICA), el cual fue proporcionado al responsable del ProAire Cuernavaca para que recopilara la información generada por la Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos.

En la tabla 4.2 se enlistan los indicadores de la calidad del aire utilizados con base en las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente de cinco contaminantes atmosféricos.

**Tabla 4.2. Normas oficiales mexicanas de salud ambiental e indicadores de la calidad del aire**

<i>Contaminante</i>	<i>Norma</i>	<i>Valor normado</i>	<i>Indicador</i>
O <sub>3</sub>	Modificación a la NOM-020-SSA1-1993	0.11 ppm	Máximo horario
		0.08 ppm	Quinto máximo de los promedios móviles de 8 horas
CO	NOM-021-SSA1-1993	11.00 ppm	Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas
SO <sub>2</sub>	NOM-022-SSA1-1993 <sup>a/</sup>	0.13 ppm	Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas
		0.030 ppm	Promedio anual de las concentraciones horarias
SO <sub>2</sub>	NOM-022-SSA1-2010	0.11 ppm	Segundo máximo de los promedios de 24 horas
		0.025 ppm	Promedio anual de las concentraciones horarias
NO <sub>2</sub>	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm	Segundo máximo de las concentraciones horarias
PM <sub>10</sub>	Modificación a la NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m <sup>3</sup>	Percentil 98 de los promedios de 24 horas
		50 µg/m <sup>3</sup>	Promedio anual de los promedios de 24 horas

Nota: <sup>a/</sup> Norma de referencia para el análisis realizado en el presente Proyecto.

Asimismo se utilizó la frecuencia de los días del año que se rebasa el límite de la norma según contaminante por intervalos de concentración y el índice de la media anual relativa.

Respecto al índice de la media anual relativa, éste representa la variación porcentual de las concentraciones máximas del contaminante de interés con respecto a un año base, en este caso, 2006. La tendencia se observa como una serie de tiempo, donde el punto de partida corresponde a la concentración inicial a la cual se le asigna un valor de 100%. Cualquier punto de la línea de tendencia mayor a 100 indica un aumento en la concentración, mientras que un valor menor representa una disminución.

Es importante mencionar que el valor de concentración base (100%) puede o no estar dentro del límite permisible establecido en la norma de la calidad del aire correspondiente. Los datos de calidad del aire tomados en cuenta para la construcción del índice son los valores anuales para el O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>, así como los valores horarios para el CO y NO<sub>2</sub>.

En el capítulo 3, se presentan una serie de indicadores de la calidad del aire que dan cuenta del comportamiento y tendencias de los contaminantes criterio respecto a las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente.

Asimismo, en el capítulo 6, se presenta la evaluación respecto a los objetivos de reducción de emisiones.



# 5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2009-2012

---

## 5.1. Estrategia 1. Prevención y control de la contaminación

### Medida 1. Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles.

En el año 2009 y 2010 se realizaron campañas de regularización para el padrón vehicular registrado en el Estado.

Para garantizar el cumplimiento de la normatividad y correcto funcionamiento de los equipos de verificación se efectuaron 204 visitas técnicas a los centros de verificación a fin de supervisar la calibración de los equipos. Se detectaron irregularidades en 9 centros.

Se llevó a cabo un curso de capacitación al personal Técnico de los Centros de Verificación Vehicular, así mismo se les aplicaron exámenes de conocimiento sobre el uso de equipos y los procedimientos a seguir durante el servicio de verificación vehicular.

Derivado de los convenios firmados con los gobiernos del Distrito Federal y del Estado de México para la homologación del Programa de Verificación Vehicular en el otorgamiento de los hologramas "0" y "00" en el estado de Morelos, se realizó un estudio para modernizar y fortalecer dicho Programa. Este estudio brindó elementos técnicos para lograr la transición de sistemas de verificación estática a dinámica. Dicho cambio tecnológico se incorporó en el Programa de Verificación Vehicular 2011, publicado en el *Periódico Oficial* el 7 de septiembre del 2011. Está en proceso la modernización todos los centros de verificación vehicular para migrar la verificación estática a verificación dinámica, acción que permitirá la posibilidad de que dichos centros otorguen los hologramas "0", "00" y "2".

Respecto al número de verificaciones realizadas por el programa y sanciones, en el 2009 se efectuaron en total 349,789 verificaciones y se aplicaron 25,595 multas por falta de verificación. En el 2010 el número de vehículos verificados fue de 351,401 y se aplicaron 17,890.

Con las acciones realizadas se logró incrementar la verificación vehicular en 35% al pasar de 40% al 75% del parque vehicular, del 2006 al 2011.

## **Medida 2. Mejorar la estructura vial y el transporte público y privado.**

En mayo de 2011 se crea la Comisión para la Vigilancia del Transporte Público del Ayuntamiento de Cuernavaca.

En cumplimiento de los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo 2007-2012 se elaboró el Programa Estatal de Desarrollo del Transporte. En su elaboración participaron los usuarios del transporte, instituciones académicas, organizaciones transportistas, así como el Consejo Consultivo del Transporte.

Con el fin de vigilar la aplicación de Reglamento de Transporte Público y regular la prestación del servicio de transporte en el estado de Morelos, en el periodo 2010-2011 se realizaron 1,601 operativos con un resultado de 495 vehículos detenidos y 1,107 actas de infracciones aplicadas.

En el tema de modernización del transporte, hasta el 2011 se registró un avance del 77.8% en la realización de la Revista Mecánica en sus diferentes modalidades. Se realizan operativos permanentes para revisar que los vehículos cumplan con la edad establecida en el Reglamento de Transporte. Al respecto, el 98% de la flota registrada del servicio público de transporte sin itinerario fijo (taxis) y el 92% de transporte con itinerario fijo (ruta) cumplen con la edad reglamentada.

Con el fin de fomentar la cultura de un servicio de transporte de calidad, se lleva a cabo el Programa de Capacitación de Operadores del Servicio Público. Durante el 2011 se capacitaron a 929 operarios de la ZMC, entregando igual número de gafetes.

Con relación a la infraestructura vial, se construyó el entronque carretero de Xochitepec con un paso a desnivel en el tramo Acatipla-Alpuyeca, es una obra de ampliación a cuatro carriles de la carretera Cuernavaca-Chilpancingo. Esta obra reduce el tiempo de recorrido de 45 minutos a 20 minutos. Asimismo, se entregó el distribuidor vial Emiliano Zapata que conecta a los municipios de Temixco, Emiliano Zapata y Xochitepec a la Autopista de Sol.

Se realizan campañas en los medios masivos de comunicación para concientizar a la ciudadanía del uso colectivo de vehículos particulares, la verificación de los mismos y en el uso de vehículos no motorizados. Así por ejemplo, se invitó a los morelenses a participar en el Día Mundial Sin Auto con el fin de disminuir el uso del automóvil y promover el uso del transporte público de pasajeros.

### **Medida 3. Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y pasajeros.**

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Gobierno Federal, suscribieron las Bases de Colaboración en materia de calidad del aire, para implementar el programa Transporte Limpio, en octubre del 2010. El objetivo del programa es que el transporte de carga y de pasajeros que circula por las carreteras del país, reduzca:

- El consumo de combustible;
- Las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio; y
- Los costos de operación del transporte.

Entre los participantes en este Programa se encuentra Transportistas Unidos de Morelos S.A. de C.V.

### **Medida 4. Fortalecer el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios.**

Con los municipios de Cuernavaca y Xochitepec se renovaron los convenios referentes al “Programa de detección de vehículos que no hayan verificado y aquellos ostensiblemente contaminantes”. Asimismo se logró incorporar a los municipios de Yautepec, Jiutepec y Puente de Ixtla a dicho programa mediante la firma de convenios respectivos. El Programa cuenta con el apoyo de siete patrullas ecológicas y personal de tránsito de los municipios participantes.

### **Medida 5. Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas.**

Se realizaron inspecciones a diversos establecimientos tanto de jurisdicción estatal como federal para verificar el cumplimiento de los mismos en lo que se refiere a la legislación y normatividad ambiental vigente en el Estado de Morelos y en el País.

En el 2009 las autoridades ambientales recibieron 46 denuncias de las cuales 4 fueron en materia de atmósfera, mientras que en el 2010 recibieron 109 denuncias, 15 de éstas en materia de atmósfera.

En el 2009 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente realizó 38 visitas de inspección a industrias manufactureras de jurisdicción federal, de las cuales 10 fueron en materia de atmósfera; en tanto que en el 2010 realizó 36 visitas, 16 correspondieron al tema de atmósfera.

En el 2011 las autoridades estatales y federales entregaron nueve Certificados de Industria Limpia y Calidad Ambiental del Programa Nacional de Auditorías Ambiental, entre las que destacan Industrias Químicas Falcón de México, Planta Cuernavaca Nissan Mexicana, Bridgestone de México, planta Cuernavaca, Laboratorios dermatológicos Darier, Fomento Hotelero Morelense, y el Departamento de Talleres Gráficos y la Subdirección de Señalamiento Vehicular del Gobierno del Estado de Morelos.

En el 2011 el gobierno estatal firmó el convenio de colaboración con Ejecutivos en Relaciones Industriales de Morelos (ERIEM) y la empresa AVE Conservación para la realización conjunta de acciones, obras y actividades en beneficio a la conservación del medio ambiente. Por medio de este convenio se busca promover acciones y actividades ambientales en las 130 empresas afiliadas al ERIEM y sumar a este sector de la sociedad a los programas ambientales y campañas de difusión y prevención como los de "Recopila", Recolección de Aceite Quemado Vegetal y grasa animal, Reciclado y Clasificación de Papel y Cartón.

#### **Medida 6. Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos.**

Se elaboró el Programa de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de Morelos el cual fue publicado en el *Periódico Oficial* el 21 de julio de 2010.

Se encuentra en proceso de construcción de la estación de transferencia y la planta de separación de residuos sólidos urbanos para la Región Centro con 65% de avance. Asimismo, se concluyeron los planes de regularización para sitios de disposición final de la Región Centro Sur.

En el estado existían 38 tiraderos a cielo abierto de los cuales se clausuraron 20 conforme a la norma, en siete ya no se dispone residuos y en la ZMC se clausuró el de Tetlama ubicado en Temixco.

El estado de Morelos inició la elaboración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático en el 2010, coordinado conjuntamente por la Universidad Autónoma de Morelos y la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente. Cuentan con una versión preliminar del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero y realizan las evaluaciones de impactos y vulnerabilidad por sectores.

#### **Medida 7. Reducir las emisiones por fuentes de área.**

En junio del 2011 la CEAMA firmó un convenio de colaboración con la Cámara Nacional de la Industria Restaurantera y Alimentos Condimentados (CANIRAC) delegación Morelos y la empresa AVE Conservación, para la realización de actividades en beneficio de la difusión de la cultura y cuidado del medio ambiente. A partir de la firma de este convenio, se impulsarán programas ambientales y campañas de difusión o prevención como la recolección del aceite quemado vegetal y grasa animal, reciclado y clasificación de papel y cartón, el reciclado de celulares y la captación de pilas y baterías, además de seguir fomentando los proyectos de educación, capacitación e investigación ambiental, entre otros. Al cierre del 2011 se cuenteaba con más de 400 establecimientos agremiados a la CANIRAC.

Con el fin de coadyuvar en la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero, el gobierno estatal cuenta con el programa Uso Eficiente de Energía, el cual consiste en proporcionar asistencia técnica en materia de uso eficiente de energía a través de la realización de diagnósticos energéticos y cursos especializados con el propósito de detectar oportunidades de ahorro de energía. El Programa está dirigido a empresas legalmente constituidas en la entidad.

## **5.2. Estrategia 2. Medición, estimación e investigación**

#### **Medida 8. Actualizar el inventario de emisiones.**

Durante el 2011 se colaboró con el gobierno federal en la integración y actualización del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera año base 2005 y 2008, éste último se encuentra en proceso de revisión.

### **Medida 9. Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de calidad del aire.**

En el 2009 se realizó la tercera etapa del estudio de caracterización de estaciones de monitoreo atmosférico del país, en el cual se incluyen las estaciones que conforman el sistema de monitoreo atmosférico del estado de Morelos.

Se reactivó el sistema de monitoreo de Cuernavaca al SINAICA para lo cual se realizaron varias actividades de gestión, capacitación y apoyo técnico, algunas de éstas fueron: Convenio de Colaboración entre la CEAMA y el Instituto Nacional de Ecología (INE), a fin de fortalecer el monitoreo atmosférico del Estado de Morelos e integrar su red estatal al SINAICA. La CEAMA en el último trimestre de 2009 realizó acciones para disponer de servicio de Internet en las estaciones citadas, como paso previo a la incorporación a SINAICA.

Respecto a elaborar y aplicar protocolos y procedimientos para el manejo, validación y análisis de la información de monitoreo atmosférico generada, el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA) se encuentra elaborando dicho protocolo para estandarizar la operación de las casetas de monitoreo a nivel nacional.

Se participó en los talleres de capacitación organizados por el CENICA, dichos talleres son dirigidos al personal técnico que opera las casetas de monitoreo en los Estados.

Se lleva a cabo un estudio para determinar los radios de acción de las casetas de monitoreo, así como identificar los sitios probables de crecimiento de la red e incluso la pertinencia de reubicar algún punto de muestreo, dicho estudio es realizado por la UAEM y financiado por el Fondo Mixto de CONACYT.

### **Medida 10. Modelar la dinámica atmosférica, la dispersión y reacción de contaminantes en la ZMC.**

Desde el 2007, el Instituto Nacional de Ecología y el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM trabajan para diseñar una metodología que permita determinar cuencas atmosféricas en México. Se contempla la aplicación de dicha metodología en la definición de algunas cuencas en el país. Durante el 2009 se desarrolló un estudio de caso para definir la extensión geográfica de la cuenca atmosférica del Valle de México.

Estos trabajos también serán de gran utilidad para definir la cuenca atmosférica de la ZMC.

En 20120 se realizó el Taller sobre el comportamiento de los contaminantes en una cuenca atmosférica: Metodología y caso de estudio. El objetivo de este taller fue presentar a las autoridades ambientales de los estados y del Distrito Federal la propuesta metodológica final. Entre los primeros resultados destaca que tanto las ciudades de Toluca y Puebla tienen influencia en las emisiones de la cuenca atmosférica de Cuernavaca.

El INE participó con la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en un proyecto de investigación sobre la calidad del aire de la ciudad de Cuernavaca. El análisis de los resultados y la elaboración del informe de las mediciones se encuentran en desarrollo.

#### **Medida 11. Diagnosticar los efectos de la contaminación del aire en la ZMC en la salud pública.**

La información obtenida por la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Morelos se le proporciona a la Secretaría de Salud estatal a fin de determinar la posible incidencia de enfermedades o afecciones por la presencia de contaminantes en la atmósfera. Caso similar es con la Dirección Estatal de Protección Civil, dentro del Programa Fuerza Tarea Popocatépetl.

En el marco del XIII Congreso de Investigación en Salud Pública titulado “Promoción y Prevención evidencia científica, política y acción”, organizado por el Instituto Nacional de Salud Pública en marzo del 2009, se presentó el trabajo “La evaluación de riesgos y la normatividad ambiental” en la mesa temática Evaluación de Riesgos Ambientales y Toma de Decisiones.

#### **Medida 12. Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicios en la ZMC.**

Se actualizó el padrón industrial de jurisdicción estatal.

### 5.3. Estrategia 3. Planeación

#### **Medida 13. Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire.**

El 19 de septiembre del 2007 se publicó en el *Periódico Oficial* el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012.

El 28 de octubre del 2009 se publicó en el *Periódico Oficial* el Programa de Ordenación de Zona Conurbada Intermunicipal en su Modalidad de Centro de Población de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec.

Durante el 2010 y 2011 se firmaron cuatro convenios de regularización de uso de suelo y destino del suelo con igual número de municipios.

En el 2008 iniciaron los trabajos para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Cuernavaca el cual fue publicado el 1 de mayo de 2009. El 31 de agosto de 2011 se dio a conocer en el *Periódico Oficial* el acuerdo por el que se modifican, adicionan y derogan diversos Criterios, Lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca.

En el 2010 iniciaron los trabajos para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del municipio de Jiutepec. El Comité de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Jiutepec concluyó dichos trabajos y aprobó el Programa en diciembre de 2011 quedando pendiente su publicación.

Con el objetivo de rescatar y revertir los daños ocasionados en las barrancas, el gobierno del estado a través de la CEAMA participó en la publicación del libro electrónico “Agenda Local 21 de las Barrancas de Cuernavaca”, estudio realizado por la Universidad para la Cooperación Internacional (UCI) y el gobierno municipal de Cuernavaca, proyecto que coadyuva en el tema del medio ambiente y a los programas de Ordenamiento Ecológico Territorial así como al Rescate Integral de la Cuenca del Río Apatlaco.

#### **Medida 14. Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación.**



En el Programa Nacional de Normalización 2011, apartado II Normas vigentes a ser modificadas, se incluyó el proyecto de modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994.

El 26 de agosto del 2009 se publicó en el *Periódico Oficial* la nueva Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sustentable del Estado De Morelos. Asimismo, el 11 marzo del 2011 se publicó el Reglamento de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Morelos en materia de Ordenamiento Territorial.

El 31 de agosto del 2011 se publicó en el *Periódico Oficial* el decreto por el que se emite el Programa Estatal de Protección al Medio Ambiente.

El 20 de octubre del 2011 se publicó en el *Periódico Oficial* el decreto por el que se reforman diversas disposiciones del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, en materia de Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental.

En el 2011 el gobierno del estado emitió una convocatoria a la sociedad en general participar en la elaboración y análisis del anteproyecto de Código Ambiental para el Estado Libre y Soberano de Morelos, que sustituirá a la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Morelos. Para ello se realizaron tres foros abiertos en los municipios de Zacatepec, Cuautla y Cuernavaca. En estos trabajos participa la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Congreso del Estado.

Respecto a las acciones para instrumentar el RETC, se implementó el uso de la COA en formato estatal desde 2009; se asistió al Sexto Taller nacional de la calidad del aire y RETC; se firmó el convenio de colaboración entre el Estado y la Federación para la instrumentación del RETC estatal; y se están revisando y validando datos de la COAS, para publicar el RETC estatal.

## **5.4. Estrategia 4. Fortalecimiento institucional**

### **Medida 15. Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA.**

En el 2009 el INE organizó el Taller sobre análisis y validación de datos, el cual tuvo como sede la ciudad de Cuernavaca, Morelos y contó con el apoyo de la Comisión de

Cooperación Ambiental de Norte América. Al evento asistieron autoridades del estado de Morelos.

**Medida 16. Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas del Programa.**

El Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal puso a disposición un catálogo de programas federales para los municipios a partir del cual se tienen identificadas fuentes de financiamiento para realizar proyectos sobre carreteras, vialidades, puentes y obras de urbanización; adquisición de vehículos, maquinaria y equipo; proyectos de generación y ahorro de energía; equipamiento e imagen urbana (áreas verdes); y la recolección, disposición y tratamiento de residuos sólidos urbanos e industriales.

Otra de las fuentes de financiamiento identificadas son las adiciones a la Ley de Coordinación Fiscal y las reformas a la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (DOF, 21 de diciembre del 2007), mismo que aborda el impuesto a la venta final de combustibles y su destino a entidades federativas y municipios para la aplicación a programas ambientales, movilidad urbana, infraestructura urbana y rural, entre otros.

De acuerdo con lo establecido por la Ley de Coordinación para el Desarrollo Metropolitano del Estado de Morelos, se instaló el Comité Técnico del Fideicomiso para la ZMC. Durante las sesiones de trabajo se obtuvieron recursos para financiar nuevo proyectos, entre éstos:

- Estudio sectorial de movilidad urbana de la ZMC;
- Programa Sectorial de la Agenda XXI en su aspecto ambiental;
- Programa de ordenamiento territorial y desarrollo urbano sustentable de la ZMC;
- Plan estratégico para la recuperación ambiental de las barrancas urbanas del norponiente de Cuernavaca; y
- Proyecto ejecutivo para la ampliación de la carretera Cuernavaca-Tepozotlán (tramo Villa Santiago-Tepozotlán).

## **5.5. Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental.**

### **Medida 17. Desarrollar un índice de calidad del aire y de un código de colores.**

Como parte del diseño e implementación de una estrategia de comunicación, la CEAMA de desarrolló una página en su sitio web en internet en la cual se pueden consultar las concentraciones de los contaminantes así como parámetros meteorológicos.

No se reportan avances sobre el objetivo de desarrollar y aplicar un índice de la calidad del aire para la ZMC.

### **Medida 18. Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental.**

El gobierno estatal en forma conjunta con la SEMARNAT, durante 2010 y 2011 realizó eventos de formación en diversos tópicos de educación ambiental dirigidos a los profesores de los niveles preescolar, primaria y secundaria, tales como: cambio climático; escuela limpia, manejo de residuos sólidos, y estrategias para incorporar la perspectiva ambiental a la práctica educativa.

En el 2011 se realizó el II Congreso Nacional de Investigación en Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable y la Reunión Nacional para el Desarrollo del Estado del Conocimiento de la Investigación en Educación Ambiental para la Sustentabilidad en México 2002-2012, en ambos eventos se contó con la participación de investigadores y educadores ambientales provenientes del estado de Morelos.

Se han realizado Cumbres Infantiles desde el 2000 al 2011. Las efectuadas en los años 2000 y 2001 contaron con la coordinación del Ayuntamiento de Cuernavaca y las siguientes estuvieron a cargo de la CEAMA.

En el programa de educación de nivel básico es obligatoria la asignación de educación ambiental en el Estado y se incluye el tema de calidad del aire.

La CEAMA tiene un programa de talleres ambientales, los cuales son impartidos a todos los niveles educativos. Se ha entregado material impreso en los diversos talleres impartidos por la CEAMA, dichos materiales contienen temas ambientales.



**Tabla 5.1. ProAire Cuernavaca, avance ponderado 2009-2011**

No.	Medida	Estatus y Avance (%)				
		NI	I	P	PT	T
<b>1. Prevención y control de la contaminación</b>						
1.1	Reducción de emisiones generadas por fuentes móviles			64		
1.2	Mejorar la estructura vial y el transporte público privado			53		
1.3	Reducir las emisiones generadas por vehículos pesados con motores a diesel de transporte federal, de carga local y pasajeros			30		
1.4	Fortalecer el programa de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes del transporte público y privado de los municipios			38		
1.5	Reducir las emisiones provenientes de fuentes fijas		25			
1.6	Reducir emisiones de gases de efecto invernadero por el manejo y disposición final de residuos				81	
1.7	Reducir las emisiones por fuentes de área		11			
<b>2. Medición, estimación e investigación</b>						
2.1	Actualizar el inventario de emisiones			45		
2.2	Fortalecer y ampliar la red de monitoreo de calidad del aire			55		
2.3	Modelar la dinámica atmosférica, la dispersión y reacción de los contaminantes en la ZMC				88	
2.4	Diagnosticar los efectos de la contaminación del aire en la ZMC en la salud de la población		23			
2.5	Actualizar el inventario de fuentes industriales, comerciales y de servicios en la ZMC		15			
<b>3. Planeación</b>						
3.1	Articular los planes y programas de gestión territorial con el tema de calidad del aire			28		
3.2	Actualizar la legislación y la normatividad existentes e impulsar la creación de nuevas normas y procedimientos de regulación			32		
<b>4. Fortalecimiento institucional</b>						
4.1	Fortalecer el área de calidad del aire de la CEAMA	0				
4.2	Promover la creación de fuentes de financiamiento alternativas que permitan el cumplimiento de las medidas					100
<b>5. Comunicación y educación ambiental</b>						
	Desarrollar un índice de calidad del aire y de un código de colores			26		
	Desarrollar e implementar una estrategia integral de educación ambiental			75		

Claves: NI = No iniciada, I= iniciada, P= en proceso, PT= por terminar, T= terminada

# 6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones

---

## 6.1. Tendencias de la calidad del aire

Para determinar la tendencia de los contaminantes atmosféricos respecto al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente se consideró utilizar como referencia el *Índice de la media anual relativa*<sup>1</sup>, el cual representa la tasa porcentual de cambio de las concentraciones respecto a un año base dentro de un periodo determinado. De acuerdo con la Propuesta Técnica del Proyecto Seguimiento y Evaluación a Programas para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) este periodo consiste al menos de cinco años, es decir, de 2006 al 2011.

Para el caso de la ZMC se realizó una búsqueda inicial de indicadores de la calidad del aire para los años 2006 al 2009 en el *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas 2000-2009* (INE, 2011) y en la página del Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA), sin embargo, no se encontró información ni datos para la zona de estudio.

En una segunda etapa se solicitó información a la Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos para los años 2006-2011. En respuesta se obtuvo información únicamente para los años 2010 y 2011 (la información de la calidad del aire se presenta en la sección 3.2 del Capítulo 3), en la cual se detectó que requiere un proceso de validación previa. La información disponible de dos años se considera insuficiente para construir la línea de tendencia del comportamiento de los contaminantes respecto a las normas de la calidad del aire ambiente. En este sentido será necesario continuar generando datos anuales al menos tres años más para definir una tendencia clara de los contaminantes.

---

<sup>1</sup> Utilizado por el Gobierno del Distrito Federal (2009) en sus informes de calidad del aire; y retomado en la elaboración del Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2012-2020.

## 6.2. Evaluación en la reducción de emisiones

Para la evaluación del cumplimiento en la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera conforme a las metas señaladas en el ProAire Cuernavaca 2009-2012, se tomaron en cuenta los inventarios de emisiones año base 2005 y 2008.

La meta en cuanto a reducción de emisiones consiste en:

- Reducir en 15% las emisiones de cada uno de los siguientes contaminantes COV, CO, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub> y SO<sub>2</sub>.

Para la presente evaluación se procede a determinar si hay una variación, ya sea positiva (incremento) o negativa (reducción), de las emisiones de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>, CO y NO<sub>x</sub>, la cual se verifica con la meta del Programa.

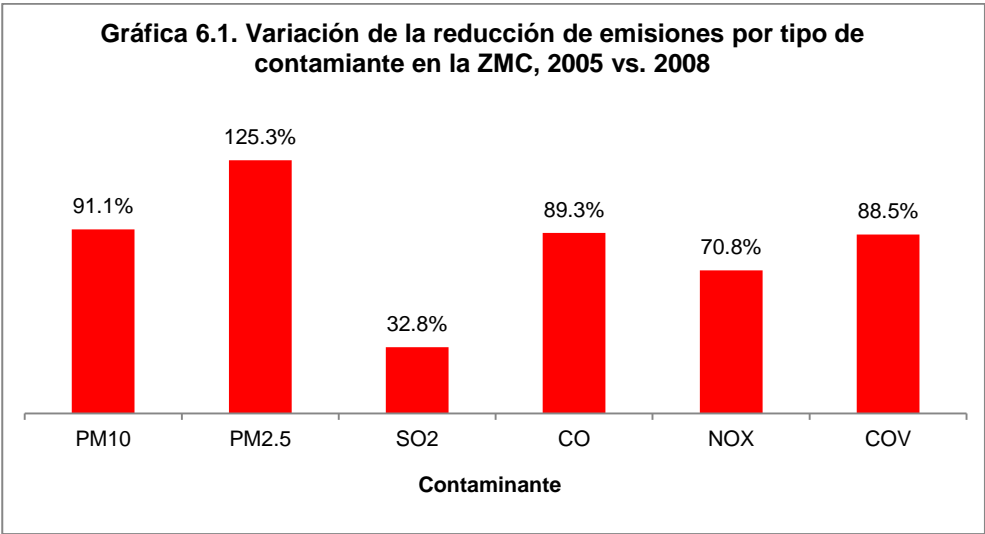
En la tabla 6.1 se presentan las emisiones totales por tipo de contaminante para los años 2005 y 2008. A partir de esas cantidades se obtuvo la diferencia de emisión en toneladas por año y la variación porcentual.

**Tabla 6.1. Reducción de las emisiones totales por tipo de contaminante en la ZMC (toneladas/año)**

Característica	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	COV
Año base 2005 <sup>a/</sup>	1,419	1,049	2,146	142,018	12,524	24,737
Año base 2008 <sup>b/</sup>	2,712	2,363	2,850	268,816	21,392	46,637
Variación	1,293	1,314	704	126,798	8,868	21,900
Porcentaje	91.1%	125.3%	32.8%	89.3%	70.8%	88.5%
Meta	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%	-15%
¿Se cumple la meta?	No	No	No	No	No	No

Fuente: Elaboración propia con datos de: <sup>a/</sup> ProAire Cuernavaca 2009-2012 y <sup>b/</sup> SEMARNAT (2012) Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 (Datos preliminares)

La gráfica 6.1 muestra que en ninguno de los seis contaminantes hay una variación negativa por lo que no se cumple la meta del 15% de reducción. Es de llamar la atención el caso de las partículas PM<sub>2.5</sub> ya que su variación porcentual rebasa los 100 puntos porcentuales, los cinco contaminantes restantes están en rango de entre 32% y 91% de variación positiva.



Fuente: Tabla 6.1.



## 7. Conclusiones y Recomendaciones

La ZMC, se encuentra en un proceso de consolidación y expansión urbana, así como del crecimiento de la población, del número de industria, comercios, servicios y del parque vehicular, que a su vez constituyen fuerzas de presión a los recursos naturales.

De acuerdo con los resultados de la evaluación el ProAire Cuernavaca al 2011, obtuvo un promedio total de cumplimiento del 44.3% en la instrumentación de las 18 medidas establecidas, de las cuales 1 está terminada, 2 por concluir, 10 en proceso de instrumentación, 4 iniciadas y 1 aún no iniciada. El avance por estrategia que se obtuvo es el siguiente:

<i>Estrategia</i>	<i>% de avance real</i>	<i>% de avance ponderado</i>
1. Prevención y control de la contaminación	42.8%	12.8%
2. Medición, estimación e investigación	43.0%	10.8%
3. Planeación	34.6%	5.2%
4. Fortalecimiento institucional	50.0%	7.5%
5. Comunicación y educación ambiental	53.6%	8.0%

De conformidad con los datos proporcionados por la Red de Monitoreo de Atmosférico del Estado de Morelos, las partículas  $PM_{10}$ ,  $O_3$ ,  $NO_2$  y  $CO$  se encuentran dentro de norma. No obstante se considera que la estación Cuernavaca no es representativa de la zona metropolitana.

Por el momento no se puede definir una tendencia de las concentraciones de los contaminantes debido a la insuficiencia de información.

El ProAire Cuernavaca establece una meta de reducir 15% las emisiones de cada uno de los siguientes contaminantes  $COV$ ,  $CO$ ,  $NO_x$ ,  $PM_{10}$  y  $SO_2$ . Tomando en cuenta los inventarios de emisiones 2005 y 2008, por el momento no se observa una reducción. Son las partículas tanto  $PM_{2.5}$  como  $PM_{10}$  las que presentan un mayor incremento; le siguen en importancia el  $CO$ , los  $COV$  y los  $NO_x$ . Con el menor incremento está el  $SO_2$ .

# Recomendaciones

- Fortalecer la infraestructura de la red de monitoreo atmosférico en la zona metropolitana con más estaciones de monitoreo. Ya que se considera que la estación Cuernavaca no es representativa para la zona metropolitana.
- Se detectó que la red de monitoreo no cuenta con un proceso de validación adecuada de los datos de calidad del aire, por lo que se recomienda iniciar un programa de capacitación con apoyo del Instituto Nacional de Ecología para homologar los procedimientos metodológicos de generación de información y su calidad.
- Con el fin de facilitar el cumplimiento de los objetivos y las metas establecidas en el ProAire, es necesario fortalecer los mecanismos de participación de las autoridades de los tres niveles de gobierno, así como de los esquemas de coordinación interinstitucional.
- Diseñar un sistema de comunicación de riesgos a la población sobre los daños en salud por la exposición a la contaminación del aire.
- Impulsar la implementación de sistemas de vigilancia epidemiológica con el fin de generar información sobre impactos y costos en salud por la contaminación atmosférica.
- Promover la participación de la sociedad civil organizada para lograr sinergias en la implementación de acciones en el mejoramiento de la calidad del aire. Asimismo, se requiere impulsar una efectiva colaboración de la iniciativa privada y la academia.
- Fomentar la coordinación interinstitucional entre los tres niveles de gobierno con la participación principalmente de las áreas de salud, medio ambiente, hacienda y transporte.
- Fortalecer los mecanismos de vigilancia para el cumplimiento de la normatividad ambiental tanto a nivel federal como local.
- Impulsar los programas de fortalecimiento en la capacitación y sensibilización de los temas de calidad del aire a autoridades locales, que permitan priorizar el tema en la agenda gubernamental.

- Fortalecer las estrategias dirigidas a programas de movilidad y desarrollo urbano.
- Intensificar los esfuerzos en la instrumentación de las siguientes acciones con el fin de alcanzar los objetivos y mejorar el desempeño en la instrumentación del ProAire:
  - Implementar y promover el programa de verificación vehicular del transporte federal, de carga local y de pasajeros.
  - Regular el 100% de las fuentes fijas federales, estatales y municipales.
  - Modelar la información generada por el Sistema de Vigilancia Epidemiológica y diseñar programas de prevención en materia de salud.
  - Informar sistemáticamente a la población las condiciones de calidad del aire a través del código de colores.

# Bibliografía

---

- Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (2011). Decreto por el que se emite el Programa Estatal de Protección al Ambiente. *Periódico Oficial*, No. 4915, 31 de agosto de 2011.
- Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (2011). Programa de Verificación Vehicular Obligatoria 2011 para el Estado de Morelos. *Periódico Oficial*, No. 4917, 7 de septiembre de 2011.
- Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (2011). Convocatoria para todos los interesados en participar en la elaboración y análisis del Anteproyecto de Código Ambiental para el Estado Libre y Soberano de Morelos. *Periódico Oficial*, No. 4921, 21 de septiembre de 2011.
- Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (2011). Decreto por el que se reforman diversas disposiciones del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, en materia de evaluación del Impacto y Riesgo Ambiental. *Periódico Oficial*, No. 4927, 26 de octubre de 2011.
- Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente. Comunicación Social <http://www.ceamamorelos.gob.mx/secciones/comunicación/index.html> (30-octubre-2012)
- Congreso General de los Estados Unidos Mexicanos (2007). Decreto por el que se reforman, adicionan, derogan y abrogan diversas disposiciones de la Ley de Coordinación Fiscal, de la Ley del Impuesto sobre Tenencia o Uso de Vehículos y de la Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios. *Diario Oficial de la Federación*, 21 de diciembre del 2007.
- Gobierno del Estado de Morelos (2009). Decreto por el que se publica el Programa de Ordenación de Zona Conurbada Intermunicipal en su modalidad de Centro de Población de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco y Xochitepec. *Periódico Oficial*. No. 4751. 28 de octubre del 2009
- Gobierno del Estado de Morelos (2007). Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012. Secretaría de Desarrollo Urbano y Obras Públicas. México.

- Gobierno del Estado de Morelos (2011). *Quinto Informe de Gobierno 2006-2012*, disponible en <http://quintoinforme.morelos.gob.mx/informe.html> (29-octubre-2012)
- Gobierno del Estado de Morelos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2009). *Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012*. México. Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente. Morelos, México.
- Gobierno del Municipio de Cuernavaca (2009). Resumen del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca. *Periódico Oficial*, No. 4704, 1 de mayo de 2011.
- Gobierno Federal (2009). *Tercer informe de ejecución del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. México
- Gobierno Federal (2011). *Quinto Informe de Gobierno 2006-2012*. México.
- Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sustentable del Estado de Morelos (2009). *Periódico Oficial*, 26 de agosto de 2009.
- Instituto Nacional de Ecología (2006). *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*. INE-SEMARNAT, México, D. F.
- Instituto Nacional de Ecología (2009). *Informe final categorización de estaciones de monitoreo atmosférico del país*. Informe preparado para el CENICA-INE, México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología (2010). *Informe de labores 2009*. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología (2012). *Informe de labores 2010*. INE-SEMARNAT. México, D.F.
- Instituto Nacional de Ecología. Sistema Nacional de Información sobre la Calidad del Aire (SINAICA) Consulta en línea de la Red de Monitoreo Ambiental del estado de Morelos, en: [http://sinaica.ine.gob.mx/rama\\_morelos.html](http://sinaica.ine.gob.mx/rama_morelos.html) (8-septiembre-2012)
- Instituto Nacional de Ecología (2012) Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático. Estado de Morelos. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/mor/index.html> (30-octubre-2012)

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010, Censo de Población y Vivienda 2005. Consulta interactiva de datos para el estado de Morelos: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cubos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009. Consulta interactiva de datos para el estado de Morelos: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico del estado de Morelos, años 2004 al 2011. Consultado desde la Biblioteca Digital del INEGI, en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Programa Nacional de Auditoría Ambiental. Certificados vigentes por estado; disponible en: [http://www.profepa.gob.mx/profepa/listado\\_ecertificadas.jsp](http://www.profepa.gob.mx/profepa/listado_ecertificadas.jsp) (30-octubre-2012)
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Consulta en línea de la producción anualizada, cierre de la producción agrícola por estado, periodo 2003-2011 en: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10&Itemid=15](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=15)
- Secretaría de Gobernación (2008). *Catálogo de Programas Federales para los Municipios*. SEGOB, México.
- Secretaría de Desarrollo Social, Consejo Nacional de Población, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2008). *Delimitación de zonas metropolitanas de México 2005*. Autores. México.
- Secretaría de Economía (2011). Programa Nacional de Normalización 2011. *Diario Oficial de la Federación*. 8 de abril del 2011
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (2010). *Coordinará UAEM Plan Estatal de Cambio Climático*. Oficina de Prensa de la Rectoría. 22 de junio de 2010

# Siglas y Acrónimos

---

CEAMA	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente del estado de Morelos
CO	Monóxido de carbono
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrados
µg/m <sup>3</sup>	Microgramo por metro cúbico
NH <sub>3</sub>	Amoniaco
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrógeno
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
O <sub>3</sub>	Ozono
PM <sub>2.5</sub>	Partículas menores a 2.5 micrómetros
PM <sub>10</sub>	Partículas menores a 10 micrómetros
ppm	Partes por millón
ProAire	Programa de gestión para mejorar la calidad del aire
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SO <sub>2</sub>	Dióxido de azufre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre
ZMC	Zona Metropolitana de Cuernavaca