

Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011

Informe de Evaluación Periodo 2006-2011

**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 de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011

Informe de Evaluación

Contenido

Introducción	4
1. Descripción del ProAire Puebla 2006-2012	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Calidad del aire antes del ProAire Puebla 2006-2011.....	8
1.3. Estructura y contenido del ProAire Puebla 2006-2011.....	9
1.4. Sistema de administración	12
2. Evolución de la Zona Metropolitana del Valle de Puebla	14
2.1. Expansión territorial.....	14
2.2. Crecimiento de la población	15
2.3. Sector primario.....	15
2.4. Sector industrial.....	16
2.5. Comercio y servicios	17
2.6. Parque vehicular	18
3. Evolución de la Calidad del Aire y Emisiones a la Atmósfera	20
3.1. Evolución del sistema de monitoreo atmosférico	20
3.2. Indicadores de la calidad del aire	21
3.2.1. Partículas PM ₁₀	21
3.2.2. Ozono (O ₃).....	24
3.2.3. Dióxido de azufre (SO ₂)	27
3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	29
3.2.5. Monóxido de carbono (CO).....	30
3.3. Evolución de las emisiones contaminantes a la atmosfera	31
4. Metodología de Evaluación.....	34

4.1. Evaluación cualitativa	35
4.2. Evaluación cuantitativa	38
5. Avances en la Aplicación de las Medidas, Periodo 2006-2011.....	41
5.1. Estrategia 1. Medidas para Fuentes Fijas.....	41
5.2. Estrategia 2. Medidas para Fuentes de Área.....	45
5.3. Estrategia 3. Medidas para Fuentes Móviles	48
5.4. Estrategia 4. Medidas para Fuentes Naturales	52
5.5. Estrategia 5. Medidas para la Protección de la Salud.....	54
5.6. Estrategia 6. Medidas para el Fortalecimiento Institucional	56
6. Evaluación de la Calidad del Aire y de la Reducción de Emisiones	62
6.1. Tendencias de la calidad del aire	62
6.2. Evaluación en la reducción de emisiones	64
7. Conclusiones y Recomendaciones.....	66
Bibliografía.....	69
Siglas y Acrónimos.....	71

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. Dichas medidas toman en cuenta la factibilidad económica (costo) y el beneficio en la calidad del aire y la salud humana.

Los ProAire se aplican a escala municipal, o como en el caso de la Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP), 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 ZMVP, la cual está inmersa en un proceso de expansión urbana, crecimiento poblacional y económico con la consiguiente demanda de servicios y satisfactores a costa de los recursos naturales, provocando como consecuencia diversos problemas ambientales. Tanto las fuentes fijas como móviles cubren su demanda energética, mediante el consumo de combustibles fósiles, lo cual implica la emisión de contaminantes y un impacto adverso al ambiente. Tomando en cuenta el comportamiento y tendencias de los índices de la calidad del aire, así como la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera, en el Plan Estatal de Desarrollo de Puebla 2005-2011 se establecieron directrices para desarrollar el Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011, 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 Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011 (ProAire Puebla 2006-2011), se puso en marcha en el año 2006. Posteriormente, en el 2010 la SEMARNAT y la Red de Monitoreo Atmosférico del Estado de Puebla (REMA-Puebla) realizaron una primera evaluación que comprendió los avances logrados hasta el 2009, obteniendo un grado de avance del 73.71%, calificado como bueno.

El presente *Informe de Evaluación del periodo 2006-2011*, tiene como objetivos: a) dar continuidad al esfuerzo de seguimiento realizado en el 2010, incorporando para ello la información más reciente y accesible; b) actualizar la evaluación del grado de avance; y c) conocer los cambios en la calidad del aire y la cantidad de emisiones. 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 Puebla 2006-2011.

El *Capítulo 2* describe información sobre el crecimiento de la ZMVP en 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 detallan las conclusiones y señalan algunas recomendaciones como resultado de la presente evaluación.

1. Descripción del ProAire Puebla 2006-2012

1.1. Antecedentes

El crecimiento urbano, la demanda de bienes y servicios, la sobre explotación de los recursos naturales, el transporte, la industrialización y el excesivo uso de combustibles han generado un significativo impacto en el ambiente el cual se ha visto reflejado en la calidad del aire principalmente en las zonas metropolitanas, como es el caso de la Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP).

En materia de calidad del aire, en la ZMVP los niveles de contaminación se encuentran por debajo de muchas ciudades del país y en general la calidad del aire es favorable. Sin embargo, las normas de la calidad del aire ambiente se rebasan con una frecuencia de hasta 20 días al año.

Aunque en la zona conurbada de la Ciudad de Puebla se concentra el 80 por ciento de las industrias manufactureras de la entidad, éstas contribuyen con menos del 10% de las emisiones contaminantes; la principal fuente de emisiones corresponde a los vehículos automotores. En total, la cuenca atmosférica del Valle de Puebla recibe una carga de contaminantes de 379,409 toneladas al año.

Aunado a ello está lo relativo a los cambios de uso de suelo, los incendios forestales y la tala clandestina, lo que ha derivado en la pérdida del 37% de las zonas con aptitud forestal en la entidad; la existencia de poco más de cuatro mil ladrilleras que contribuyen con las emisiones de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno; y la situación del sector transporte (baja velocidad de circulación, edad del parque vehicular, vehículos en mal estado mecánico, alto consumo de combustibles fósiles, entre otros).

Tomando en cuenta esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2005-2011 definió las siguientes acciones prioritarias:

- Elaborar el inventario de emisiones de fuentes de jurisdicción estatal.

- Ampliar la red de monitoreo atmosférico y adquirir una estación móvil de monitoreo.
- Impulsar la modernización del programa de verificación vehicular.
- Hacer más estrictas las disposiciones relativas a la emisión de contaminantes por automotores y fuentes fijas estatales.
- Adecuar y hacer efectivos los programas de inspección y vigilancia de industrias y negocios de servicios.
- Elaboración de un programa de gestión para mejorar la calidad del aire en el área conurbada de Puebla.

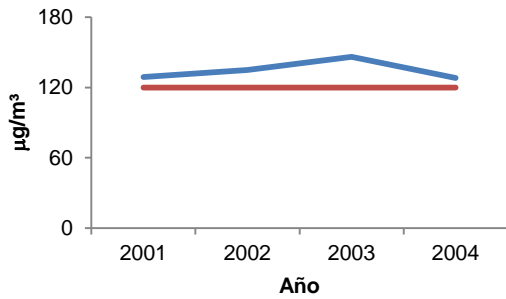
Con estas líneas estratégicas estatales se elabora el Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-2011, el cual establece medidas de mitigación, prevención y control de las emisiones provenientes de las diferentes fuentes generadoras de contaminantes.

1.2. Calidad del aire antes del ProAire Puebla 2006-2011

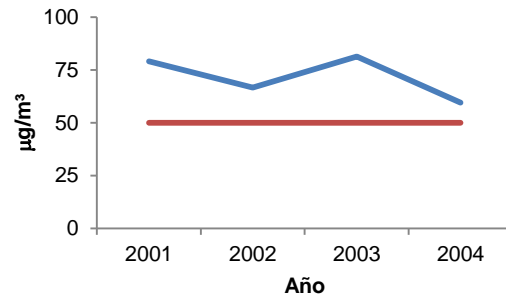
El análisis del monitoreo atmosférico realizado por la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla durante los años 2001-2005 encontró que las partículas suspendidas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) excedieron la norma con una frecuencia de uno a siete días al año, principalmente en la zona sur de la ZMVP, mientras que en caso del ozono (O_3) la frecuencia fue de 1 a 22 días en la zona norte.

En las gráficas 1.1 y 1.2 se muestran los indicadores correspondientes a las partículas PM_{10} , en las cuales se puede observar que los promedios de concentración en el periodo 2001-2004 se encontraron por arriba tanto de la norma diaria como de la anual.

Gráfica 1.1. Comportamiento de la norma diaria de PM₁₀ en la ZMVP, 2001-2004



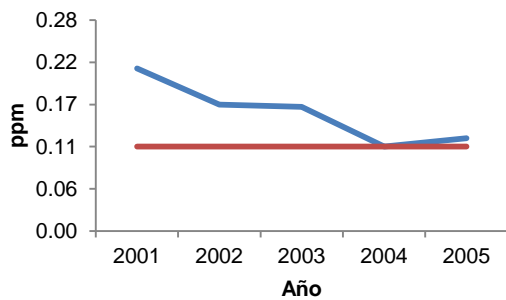
Gráfica 1.2. Comportamiento de la norma anual de PM₁₀ en la ZMVP, 2001-2004



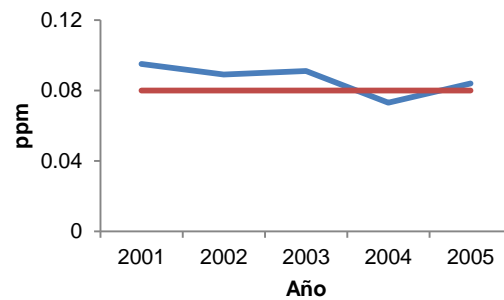
Fuente: INE (2011)

Los indicadores de la norma de la calidad del aire respecto a ozono se muestran en las gráficas 1.3 y 1.4. Los promedios de las concentraciones de este contaminante muestran una tendencia que ha venido de más a menos. No obstante este comportamiento favorable, las concentraciones horarias aún están por arriba de la norma, solamente en el año 2004 se cumplieron los criterios de protección a la salud.

Gráfica 1.3. Comportamiento de la norma horaria de O₃ en la ZMVP, 2001-2005



Gráfica 1.4. Comportamiento de la norma anual de O₃ en la ZMVP, 2001-2005



Fuente: INE (2011)

1.3. Estructura y contenido del ProAire Puebla 2006-2011

El ProAire Puebla 2006-2011 parte de un diagnóstico de la calidad del aire tomando como herramientas el monitoreo de las concentraciones de los contaminantes criterio durante un periodo de observación comprendido entre 2001 y 2005, así como el análisis del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera año base 2004, el cual permite identificar a las principales fuentes de emisión y la cantidad de emisión de cada contaminante. En este ProAire se considera la reducción de gases de efecto invernadero

(GEI) generado por la descomposición de los residuos sólidos urbanos; mecanismos de desarrollo limpio y la venta de bonos de carbono.

Los objetivos y las metas del ProAire se centran en la reducción de las concentraciones de PM_{10} y O_3 , sin descuidar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente para los demás contaminantes criterio.

Este Programa presenta líneas de acción con el objetivo de mejorar la calidad del aire en esta ciudad, a través de la adecuada gestión y regulación de las fuentes móviles, fijas, de área y fuentes naturales (erosión del suelo y vegetación), accediendo a la adecuada aplicación de políticas ambientales en materia de contaminación del aire.

Para alcanzar los objetivos y metas planteadas se establecen seis estrategias y 39 medidas dirigidas a los principales sectores involucrados. En la tabla 1.1 se describen las estrategias y sus componentes.

Tabla 1.1. Estrategias y medidas establecidas en el ProAire Puebla 2006-2011

<i>Estrategia</i>	<i>Medida</i>
I. Fuentes Fijas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar la incorporación de equipos de control en el sector industrial 2. Fomentar la instrumentación de programas de producción limpia y de auditoría ambiental en industria de competencia estatal 3. Promover mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y la venta de bonos de carbono 4. Involucrar la participación de cámaras, consejos industriales y empresariales 5. Instrumentación de la cédula de operación anual estatal (COA estatal), la mejora regulatoria y la simplificación administrativa 6. Fortalecer la inspección y vigilancia en el Estado de Puebla
II. Fuentes de Área	<ol style="list-style-type: none"> 7. Reducción de emisiones de hidrocarburos en comercios y servicios 8. Mecanismos de autorregulación y gestión ambiental en pequeños y medianos establecimientos 9. Control de combustión en establecimientos comerciales y de servicio 10. Reducción de emisiones por fugas de gas LP y gas natural en instalaciones domésticas 11. Gestionar la incorporación de equipos para la recuperación de vapores en gasolineras 12. implementación de mecanismos para el control de las emisiones en ladrilleras 13. implementación de mecanismos para el control de emisiones en baños públicos 14. Reducción de GEI generados por la descomposición de residuos sólidos urbanos generados en la ZMVP
III. Fuentes Móviles	<ol style="list-style-type: none"> 15. Fortalecimiento del programa de verificación vehicular 16. Mejoramiento de los sistemas de vialidad e instrumentación de movilidad sustentable 17. Promover la modernización del parque vehicular, principalmente la del transporte público 18. Mejoramiento de los combustibles utilizados en los vehículos 19. Establecer un programa de movilidad del transporte pesado en el centro histórico del municipio de Puebla 20. Plan de Mejoramiento del Sistema de Transporte Público 21. Promoción de la gestión y coordinación para la pavimentación de vialidades en zonas marginadas en la ZMVP
IV. Fuentes Naturales	<ol style="list-style-type: none"> 22. Promover la conclusión del programa de ordenamiento de la región centro-poniente 23. Revisar y fortalecer los programas de desarrollo urbano en materia ambiental en los municipios 24. Fortalecer los programas de colaboración para la protección, inspección y vigilancia de los recursos naturales 25. Fomentar la prevención, detección y combate de incendios forestales y de áreas con cubierta vegetal urbana dentro de la ZMVP 26. Recuperación de la cubierta vegetal nativa de la ZMVP 27. Recuperación, restauración, conservación y ampliación de las áreas verdes urbanas y de amortiguamiento de la ZMVP
V. Protección de la Salud	<ol style="list-style-type: none"> 28. Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica pasiva 29. Estimación de exposición personal a contaminantes atmosféricos en la población de la ZMVP 30. Establecer un sistema de contingencias ambientales para la protección de la salud humana 31. Comunicación de riesgos asociados con la contaminación atmosférica en población sensible
VI. Fortalecimiento Institucional	<ol style="list-style-type: none"> 32. Fortalecer la red de monitoreo atmosférico 33. Actualización anual de los inventarios de emisiones 34. Fomentar la investigación en materia de calidad del aire en la ZMVP 35. Revisar el marco jurídico en materia de atmósfera en los tres niveles de gobierno 36. Promover incentivos ambientales, así como crear un fideicomiso ambiental en materia de calidad de aire 37. Fomentar el uso de combustibles limpios 38. Fortalecer el sistema de información atmosférica en la ZMVP (IMECA-Puebla), así como la elaborar el programa de contingencias ambientales 39. Establecer un comité de seguimiento, revisión y evaluación del ProAire Puebla

1.4. Sistema de administración

Para coordinar la instrumentación de las 39 medidas establecidas en el ProAire Puebla 2006-2011, así como para realizar el seguimiento y evaluación de éstas, se creó un Comité el cual fue presidido por la entonces Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla, quien a través de la REMA Puebla fue la encargada de dar seguimiento al ProAire hasta el año 2010 y es en el año 2011 cuando la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno Estado de Puebla (SSAOT) preside dicho Comité.

El Comité es de carácter interinstitucional y 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 este Comité están involucrados los siguientes organismos, instituciones y dependencias:

- Gobierno Municipal de Amozoc
- Gobierno Municipal de Coronango
- Gobierno Municipal de Cuautlancingo
- Gobierno Municipal de Puebla
- Gobierno Municipal de San Andrés Cholula
- Gobierno Municipal de San Pedro Cholula
- Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial
- Secretaría de Finanzas
- Secretaría de Competitividad, Trabajo y Desarrollo Económico
- Secretaría de Desarrollo Rural
- Secretaría de Infraestructura
- Secretaría de Transportes
- Secretaría de Salud
- Secretaría de Educación Pública
- Secretaría de Desarrollo Social
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
- Secretaría de Salud
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social
- Secretaría de Educación Pública (SEP)
- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
- Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)
- Comisión Fedra para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Petróleos Mexicanos (PEMEX)
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
- Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Cámaras y asociaciones industriales
- Asociación y gremios de gasolineras
- Asociación de Bañeros
- Centro Mexicano para la Producción más Limpia
- Distribuidores de gas LP y de gas natural
- Asociaciones de colonos
- Universidades e institutos de investigación

2. Evolución de la Zona Metropolitana del Valle de Puebla

La Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP) está conformada por seis municipios, que por su dinámica e interacción socioeconómica contribuyen de manera significativa al problema de la contaminación atmosférica. La ZMVP se ubica en el centro del Valle de Puebla-Tlaxcala. Los seis municipios metropolitanos del estado de Puebla que la integran son: Amozoc, Coronago, Cuautlancingo, San Andrés Cholula, San Pedro Cholula y Puebla. Este grupo de municipios comprenden una extensión territorial de 898.11 km²; lo que representa el 2.6% de la superficie estatal (34,251 km²). La ZMVP presenta una altitud promedio de 2,140 metros sobre el nivel del mar.

La posición geográfica de la ZMVP está sujeta a diversos fenómenos naturales a lo largo del año, que influyen en la acumulación y dispersión de contaminantes. Así por ejemplo, los sistemas anticiclónicos, frecuentes en la región centro del país generan estabilidad atmosférica, es decir vientos débiles, también favorecen días con cielo despejado facilitando la recepción de una intensa radiación solar, lo que a su vez, acelera las reacciones fotoquímicas que dan origen a contaminantes secundarios como el ozono y aerosoles. También es importante señalar la presencia de barreras físicas para la dispersión de los contaminantes como es el caso de la Sierra Volcánica Transversal, donde se encuentran los edificios volcánicos de mayor altura del país (Pico de Orizaba, Popocatepetl, Iztaccíhuatl y la Malinche).

2.1. Expansión territorial

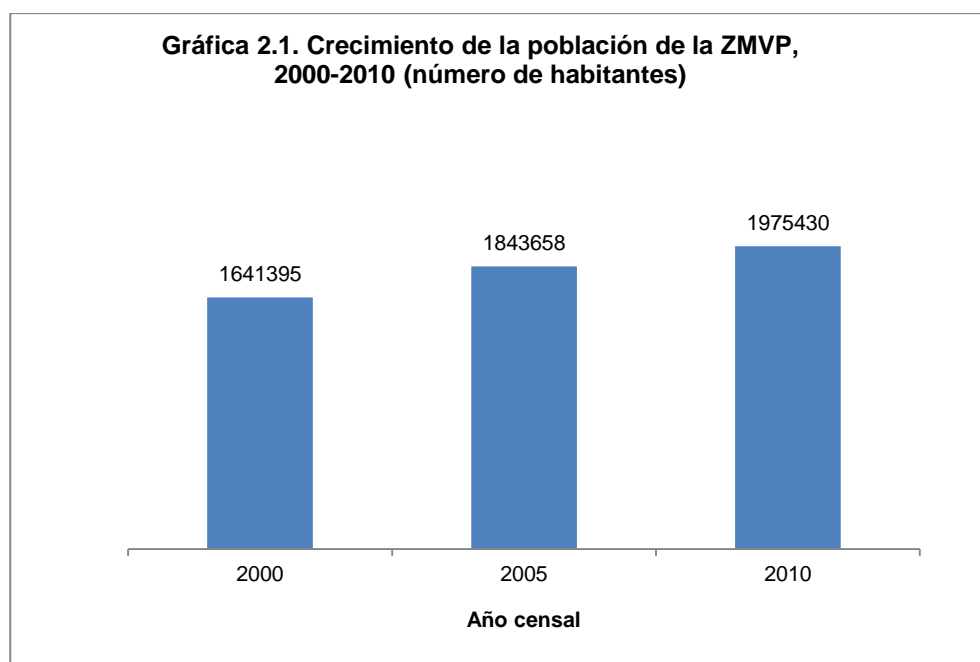
Durante el período 1970-1980, la Ciudad de Puebla experimentó un gran crecimiento demográfico y por ende, expansión urbana; asimismo, se observó una recomposición en cuanto al uso del suelo y de sus actividades económicas, ya que las unidades industriales se desplazaron hacia el exterior de la Ciudad, con ello propiciando que el espacio desocupado fuera utilizado por establecimientos comerciales y de servicios. Fue así que inició el proceso de metropolización.

En 1976 se emitió la declaratoria de conurbación de la zona Puebla-Tlaxcala. Actualmente esta zona se encuentra entre las cuatro grandes metrópolis del país. De acuerdo a la

Delimitación de Zonas Metropolitanas del INEGI-CONAPO-SEDESOL, la de Puebla-Tlaxcala está conformada por 38 municipios, 18 del estado de Puebla y 20 del estado de Tlaxcala, con una población conjunta de más de 2.6 millones de habitantes y una extensión de 2, 223 km². Sin embargo, para efectos de la elaboración e instrumentación del Programa de calidad del aire se consideraron los seis mencionados en el apartado anterior.

2.2. Crecimiento de la población

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, la ZMVP tiene 1'975,430 habitantes que corresponde al 34.2% de la población estatal. El crecimiento de la población con respecto al 2005 fue de 131,772 habitantes, lo que significa un incremento del 7.1%. En la gráfica 2.1 se muestra el crecimiento poblacional de la ZMVP para tres años censales.



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

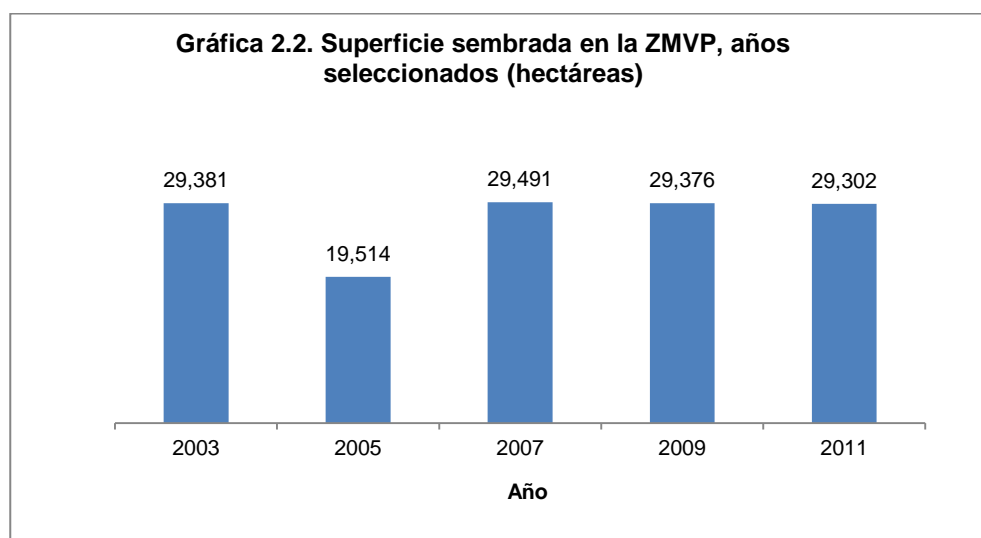
2.3. Sector primario

Gran parte de la superficie agrícola es de temporal, en la cual sobresalen los cultivos de maíz, frijol y calabaza, le siguen en orden de importancia los perennes, hortalizas, oleaginosas, forrajes y flores. El impulso a la actividad agrícola ha permitido que la

entidad ocupe el octavo lugar en el país por la producción de maíz, frijol y naranja, así como el primer lugar en producción de flores a cielo abierto.

Respecto a la producción ganadera, destaca la producción de huevo, carne de cerdo y ovino, carne de caprino, miel y leche.

En la gráfica 2.2 se presenta la superficie sembrada en la ZMVP para años seleccionados dentro del periodo 2003-2011. Como se puede observar, la superficie sembrada se ha mantenido constante, en alrededor de 29,300 hectáreas, solamente en el año 2005 se aprecia una disminución de poco menos diez mil hectáreas.



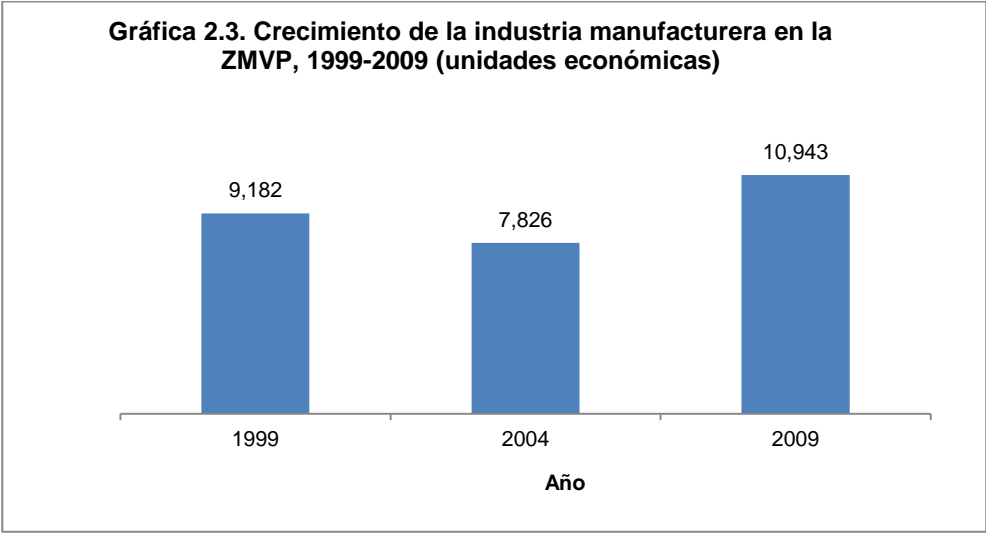
Fuente: SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

2.4. Sector industrial

El sector manufacturero es de gran importancia por su peso económico y diversificación de actividades productivas. En los últimos 25 años su aportación a la riqueza del estado ha sido de alrededor de la cuarta parte del PIB, y da empleo a la quinta parte de los trabajadores poblanos.

Entre las principales actividades productivas dentro de este sector están la siderúrgica, la petroquímica, la automotriz, la de autopartes, textil, alimentos y bebidas.

En la gráfica 2.3 se presenta el crecimiento que ha tenido este sector dentro del periodo 1999 al 2009. Como se puede apreciar, el sector ha tenido altibajos, de 1999 al 2004 hubo un decremento de 14.7%, luego, dentro de los cinco años siguientes, presentó una recuperación, al crecer 39.8%. La industria manufacturera, aunque aún es importante, está cediendo espacio a una economía de comercios y servicios.



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

2.5. Comercio y servicios

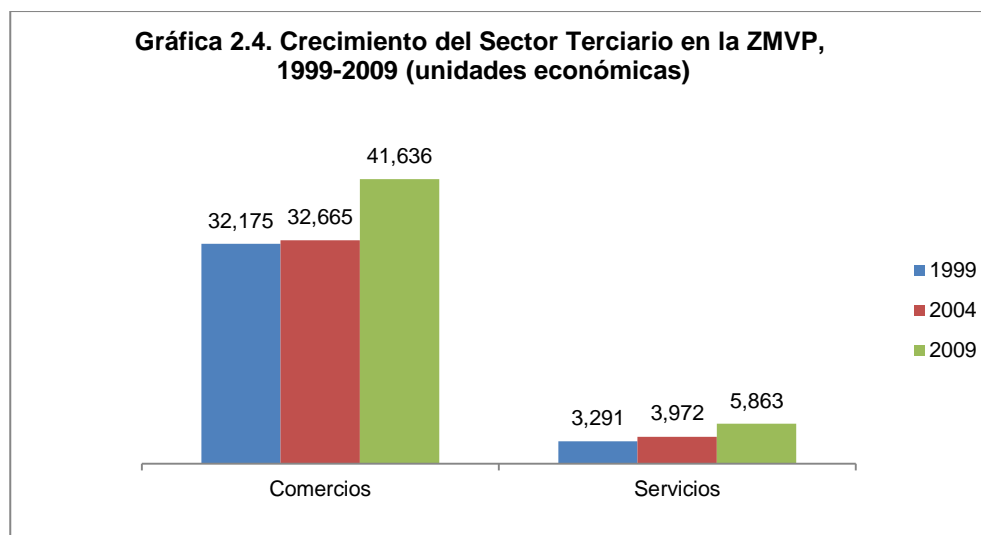
La ubicación de la ZMVP en la región centro del país le ofrece ventajas, ya que es el punto de cruce hacia el Golfo de México y sureste del país. Además, su cercanía a la Ciudad de México ha favorecido la intensificación de sus lazos comerciales, de manera que constituye una región con grandes perspectivas de desarrollo.

Las actividades comerciales y de servicios tienen un importante arraigo y representan el sector más importante de la economía poblana. En la actualidad, ambas actividades representan tres quintas partes del producto interno bruto y dan empleo a dos quintas partes de la población ocupada.

En el comercio al mayoreo, destaca la compra-venta de maquinaria y equipo de transporte y refacciones, comercialización de alimentos, bebidas y tabaco. En el comercio al por menor, la actividad predominante es el comercio de productos no alimenticios. Los

servicios más importantes proporcionados en el estado de Puebla tienen que ver con el alquiler de inmuebles, educación, salud y los servicios financieros.

En la gráfica 2.4 se presenta el crecimiento del sector terciario en la ZMVP dentro del periodo 1999-2009. Este sector ha tenido un crecimiento sostenido del orden del 29.4% y 78.1% en comercios y servicios, respectivamente.



Fuente: INEGI. Censos Económicos 1999, 2004 y 2009

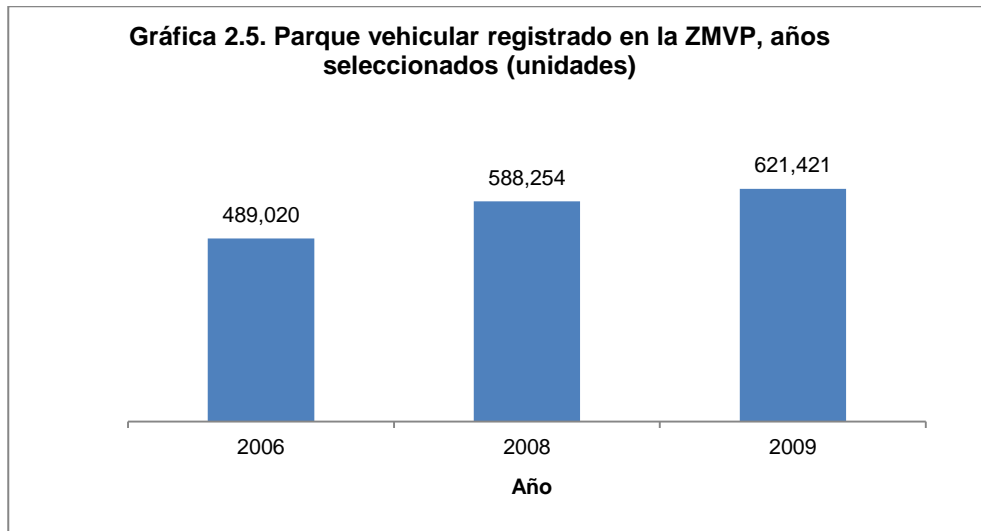
2.6. Parque vehicular

El parque vehicular registrado en la ZMVP representó en el año 2009 el 54.6% del total estatal, esto es 621,421 vehículos. Se calcula que el índice de motorización es de 315 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 tres años, del 2006 al 2009, el parque vehicular experimentó un incremento del 27.1% (gráfica 2.5).

Tabla 2.1. Parque vehicular registrado en la ZMVP 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	353,936	5,722	116,714	12,648	489,020
2008	427,073	5,898	136,840	18,443	588,254
2009	450,975	5,936	144,064	20,446	621,421

Fuente: INEGI, Anuario estadístico del Estado de Puebla, varios años. Consulta en línea.



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 ZMVP; 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 respecto al monitoreo de la calidad del aire en la ZMVP se realizaron entre 1987 y 1992 utilizando una red manual. Dicha red se utilizó para evaluar la calidad del aire respecto a partículas suspendidas totales mediante siete muestreadores de alto volumen.

En 1996 se dieron los primeros pasos para poner en operación un sistema automático de monitoreo al realizar distintas campañas de monitoreo y así determinar la ubicación de las estaciones. El proyecto se concretó en el año 2000 con la puesta en marcha de la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico (REMA) conformada por cuatro estaciones para la medición de cinco contaminantes criterio: partículas PM_{10} , ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO_2), además de parámetros meteorológicos.

A finales de 2008, la REMA amplió su capacidad y cobertura de medición con la incorporación de partículas $PM_{2.5}$ y dióxido de carbono (CO_2) en todas sus estaciones, además de la adquisición de una unidad móvil de monitoreo.

Actualmente la REMA es operada por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Puebla y está conformada por 4 estaciones automáticas, un centro de control y una unidad móvil. La red de monitoreo abarca la ZMVP, conformada por seis municipios, abarcando una extensión aproximada de 546 km².

Tabla 3.1. Estaciones que conforman la REMA de la ZMVP

Clave	Estación	Municipio	Zona de monitoreo
UTP	Universidad Tecnológica de Puebla	Puebla	Norte
NIN	Las Ninfas	Puebla	Centro-poniente
HES	Hermanos Serdán	Puebla	Noreste
AGS	Agua Santa	Puebla	Sur

Fuente: INE (20011); SINAICA, consulta en línea

En el 2003 la REMA se integró al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire (SINAICA) y desde entonces transmite sus datos a dicho sistema en tiempo casi real, lo que permite conocer rápidamente valoraciones y episodios de la contaminación del aire en una ciudad o región en particular.

3.2. Indicadores de la calidad del aire

A continuación se presentan los indicadores de la calidad del aire para los contaminantes criterio monitoreados en la ZMVP durante el periodo 2001-2011. Estos indicadores se presentan a modo de tablas y gráficas y se relacionan con el cumplimiento de los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas (NOM) de salud ambiental en materia de calidad del aire ambiente a través del tiempo, y con el número de días al año que se rebasa la norma.

3.2.1. Partículas PM_{10}

La modificación a la NOM-025-SSA1-1993 de este contaminante establece dos límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio de 24 horas; y el segundo, de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ promedio anual.

A lo largo del periodo, las estaciones Ninfas (NIN) y Serdán (HES) presentaron valores dentro de norma; la estación Tecnológico (UTP) rebasó el criterio de la norma únicamente en el 2002. La estación Agua Santa presentó durante cuatro años consecutivos rebases a la norma. A partir del 2006 las cuatro estaciones reportan concentraciones dentro de norma (tabla 3.2 y gráfica 3.1).

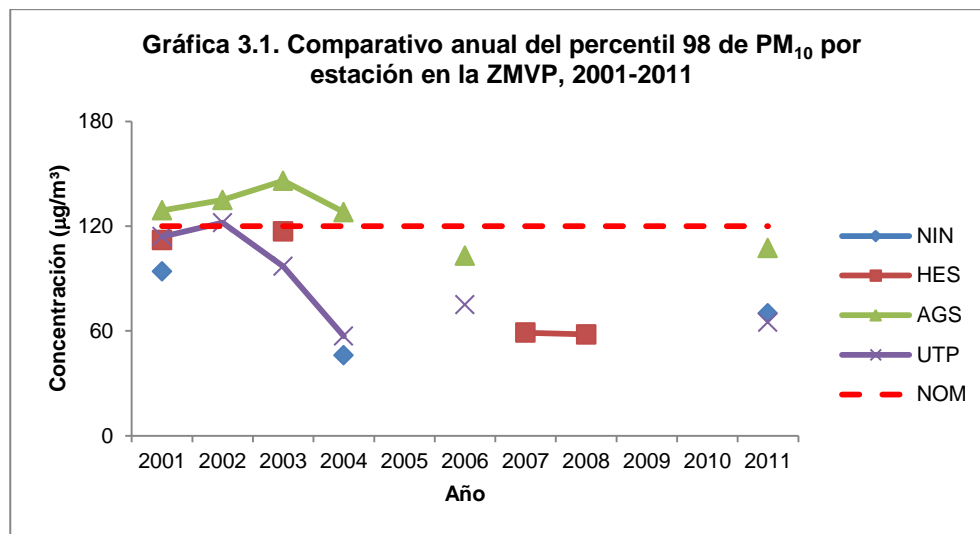
Tabla 3.2. Cumplimiento de la norma diaria de PM_{10} ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en la ZMVP

Percentil 98 de los promedios de 24 horas, 2001-2011

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	94	112	129	114
2002	DI	DI	135	122
2003	DI	117	146	97
2004	46	DI	128	57
2005	DI	DI	DI	DI
2006	DI	DI	103	75
2007	DI	59	DI	DI
2008	SM	58	DI	DI
2009	SM	DI	SM	DI
2010	SM	DI	DI	DI
2011	70.1	SM	107.5	64.9

DI = datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.2

El valor del indicador anual de la norma de PM₁₀ muestra un comportamiento inconsistente en tres de las cuatro estaciones. En al menos cinco años se rebasó el límite establecido por la norma. La falta de continuidad de los datos limita definir una tendencia de este indicador aunque se observa una reducción al término del periodo (tabla 3.3 y gráfica 3.2).

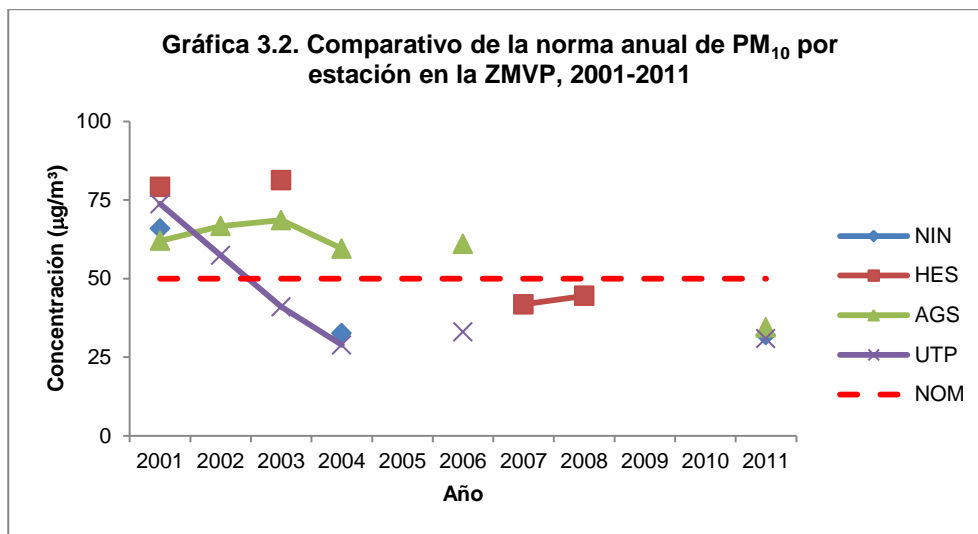
Tabla 3.3. Cumplimiento de la norma anual de PM₁₀ (50 µg/m³) en la ZMVP

Promedio anual de los promedios de 24 horas, 2001-2011

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	65.9	79.1	62	73.8
2002	DI	DI	66.7	57.4
2003	DI	81.3	68.6	41.0
2004	32.6	DI	59.5	28.9
2005	DI	DI	DI	DI
2006	DI	DI	61.0	33.0
2007	DI	41.8	DI	DI
2008	SM	44.5	DI	DI
2009	SM	DI	SM	DI
2010	SM	DI	DI	DI
2011	32.0	SM	34.5	30.9

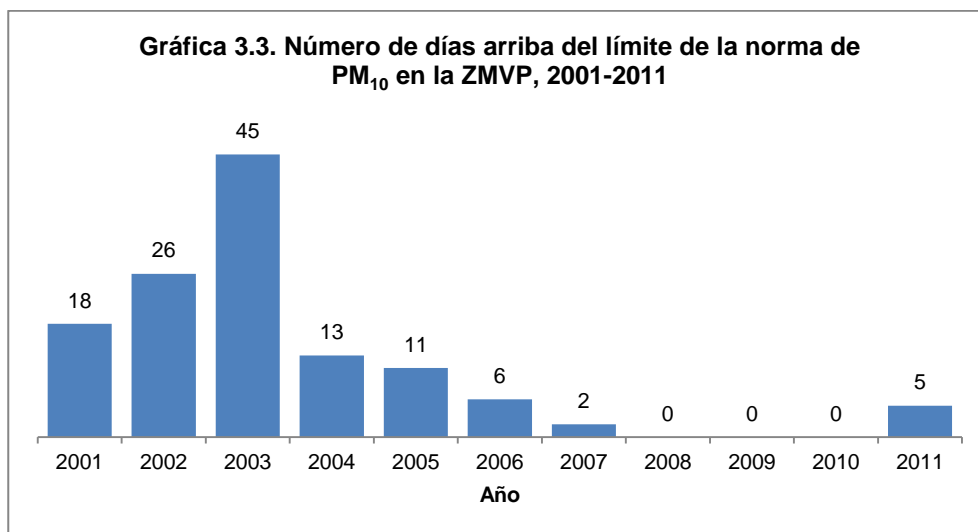
DI = datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.3.

En la gráfica 3.3 se presenta la frecuencia de los días al año fuera de norma de PM₁₀. Al inicio del periodo hubo un notable incremento del número de días con rebases a la norma, al pasar de 18 días en el año 2001, a 45 días en el 2003. Posteriormente, la frecuencia disminuye a llegar a cero días en el 2008 y los dos años siguientes, pero en 2011 vuelve a presentarse días fuera de norma.



Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)

3.2.2. Ozono (O₃)

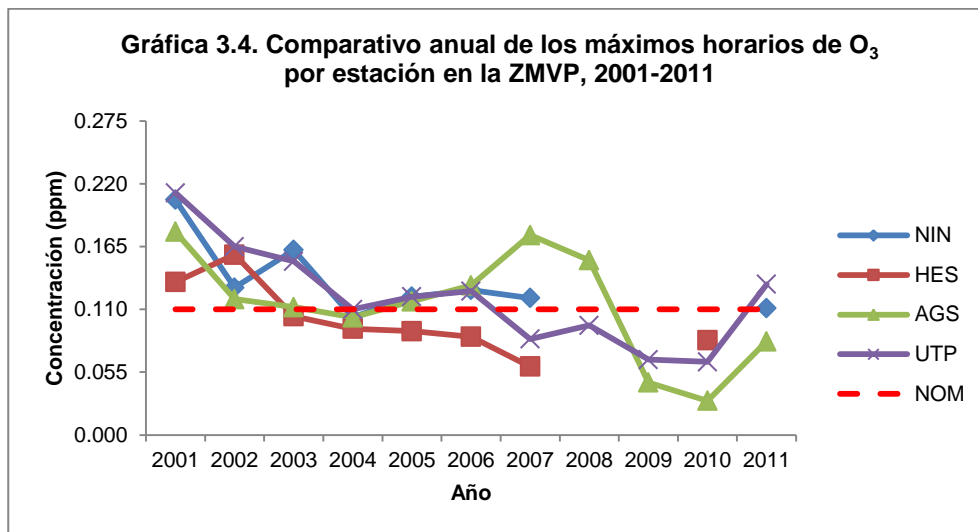
La modificación a la NOM-020-SSA1-1993 de este contaminante establece dos criterios de exposición para la protección a la salud, el primero, de 0.110 ppm de O₃ promedio de una hora; y el segundo, de 0.080 ppm en el quinto máximo anual del promedio de 8 horas. Respecto al criterio horario, al inicio del periodo las concentraciones estaban fuera de norma en las cuatro estaciones. Conforme transcurre los años se observa una mejora de la calidad del aire al reducir las concentraciones. En el 2009 y 2010 en las cuatro estaciones se cumplió la norma horaria (tabla 3.4 y gráfica 3.4).

**Tabla 3.4. Cumplimiento de la norma horaria de O₃ (0.11 ppm) en la ZMVP
Máximo horario, 2001-2011**

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	0.206	0.134	0.178	0.212
2002	0.129	0.158	0.119	0.165
2003	0.162	0.104	0.112	0.152
2004	0.103	0.093	0.103	0.110
2005	0.121	0.091	0.117	0.121
2006	0.127	0.086	0.131	0.126
2007	0.120	0.060	0.175	0.084
2008	SM	DI	0.153	0.096
2009	SM	DI	0.046	0.066
2010	SM	0.083	0.030	0.064
2011	0.111	SM	0.082	0.132

DI = datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.4.

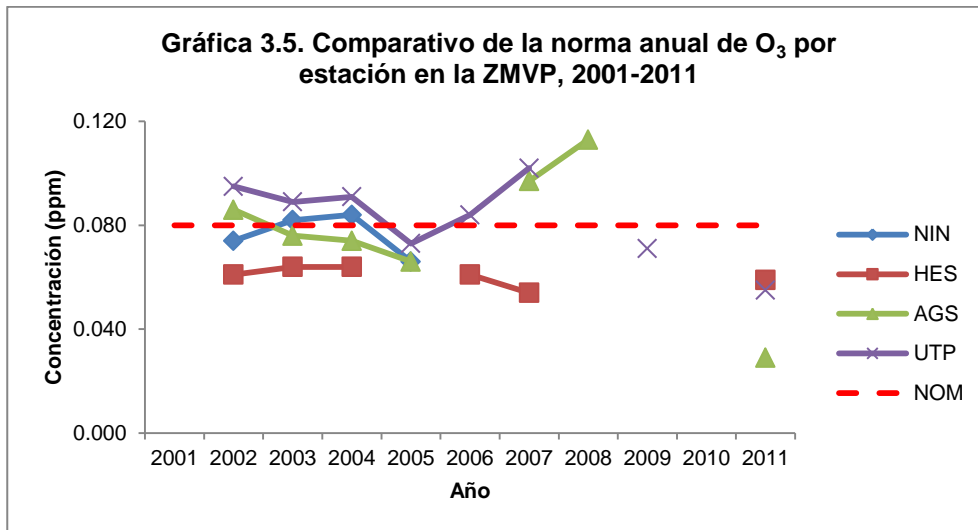
Con relación al indicador de la norma anual del O₃, a lo largo del periodo únicamente en la estación Serdán (HES) se cumplió el criterio de la norma. La estación Agua Santa (AGS) y Tecnológico (UTP) mostraron un comportamiento atípico en los años 2007 y 2008, mostrando picos de concentración. La falta de continuidad en los datos no permite identificar una tendencia, no obstante, al final del periodo las concentraciones se encuentran dentro de norma en tres estaciones que contaron con datos (tabla 3.5 y gráfica 3.5).

Tabla 3.5. Cumplimiento de la norma anual de O₃ (0.08 ppm) en la ZMVP. Quinto máximo de los promedios móviles de ocho horas, 2001-2011

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	DI	DI	DI	DI
2002	0.074	0.061	0.086	0.095
2003	0.082	0.064	0.076	0.089
2004	0.084	0.064	0.074	0.091
2005	0.066	DI	0.066	0.073
2006	DI	0.061	DI	0.084
2007	DI	0.054	0.097	0.102
2008	DI	DI	0.113	DI
2009	SM	SM	DI	0.071
2010	SM	SM	DI	DI
2011	SM	0.059	0.029	0.055

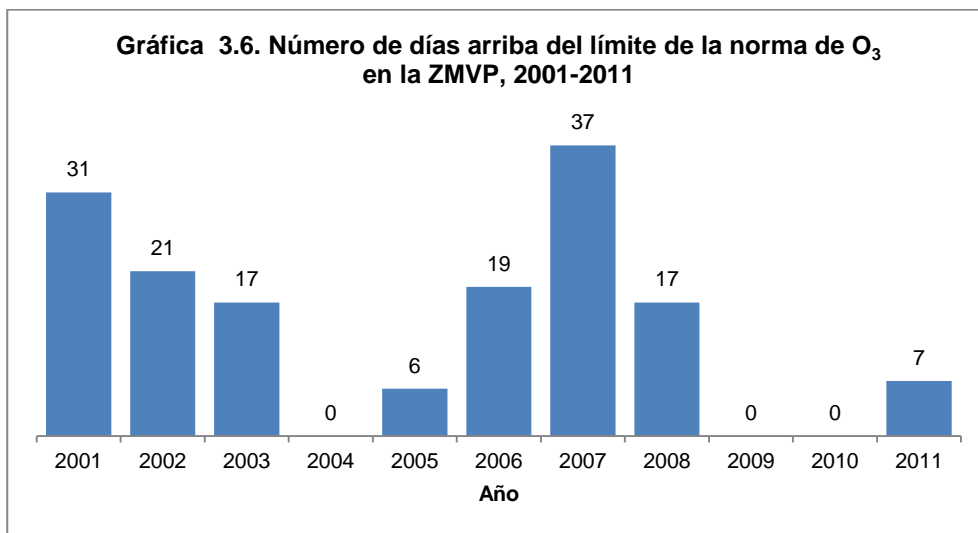
DI = datos insuficientes; SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.5

La frecuencia del número de días del año en que se rebasó la norma de O₃ a lo largo del periodo mostró altibajos. Al inicio del periodo hay una disminución gradual del número de días, al pasar de 31 en el 2001 a cero en el 2004, pero en los siguientes tres años nuevamente aumenta hasta llegar a un máximo de 37 días en el 2007. Sin embargo, disminuye en número de excedencias en los años siguientes (gráfica 3.6).



Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)

3.2.3. Dióxido de azufre (SO₂)

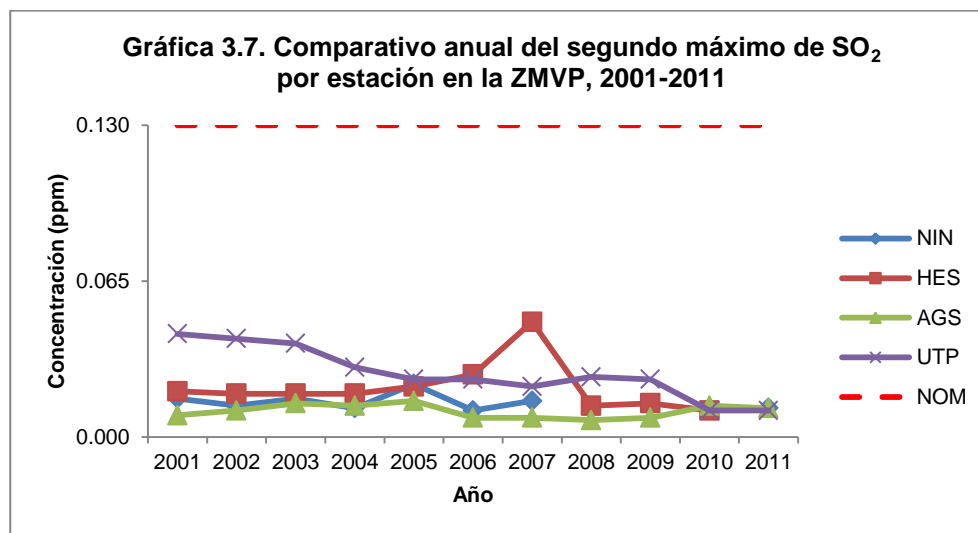
La NOM-022-SSA1-1993 de este contaminante establece dos límites máximos permisibles para la protección a la salud, el primero, de 0.130 ppm de SO₂ promedio de 24 horas; y el segundo, de 0.030 ppm promedio anual. El criterio de 24 horas se cumplió en todas las estaciones ampliamente. Las concentraciones estuvieron por debajo del 50% del valor límite. El patrón de comportamiento de las cuatro estaciones se mantuvo similar al inicio del periodo y hasta el 2007, cuando la estación HES presentó un pico en la concentración (tabla 3.6 y gráfica 3.7).

**Tabla 3.6. Cumplimiento de la norma de 24 horas de SO₂ (0.13 ppm) en la ZMVP
Segundo máximo de los promedios de 24 horas, 2001-2011**

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	0.016	0.019	0.009	0.043
2002	0.013	0.018	0.011	0.041
2003	0.016	0.018	0.014	0.039
2004	0.012	0.018	0.013	0.029
2005	0.022	0.021	0.015	0.024
2006	0.011	0.026	0.008	0.024
2007	0.015	0.048	0.008	0.021
2008	SM	0.013	0.007	0.025
2009	SM	0.014	0.008	0.024
2010	SM	0.011	0.013	0.011
2011	0.012	SM	0.012	0.011

SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: 3.6.

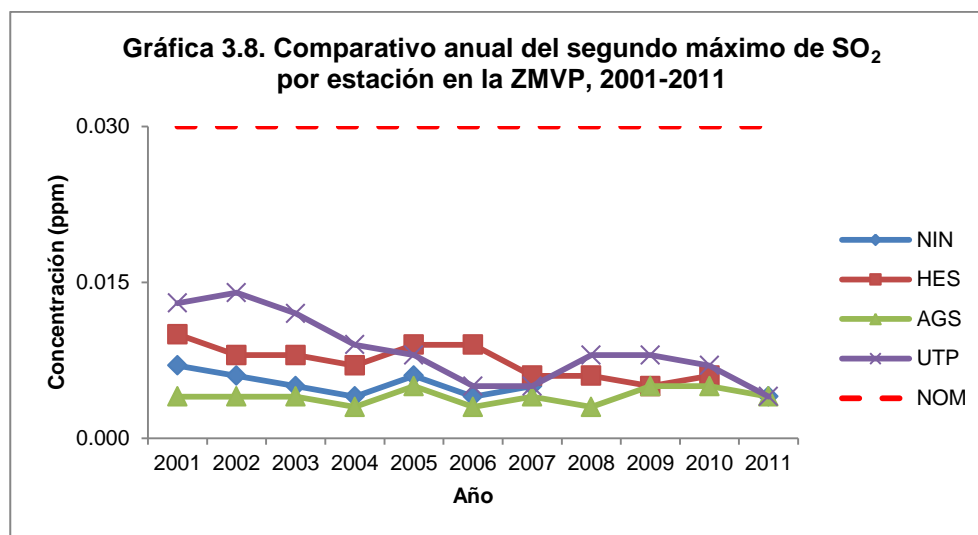
La norma anual de SO₂ se cumplió en las cuatro estaciones durante el periodo de análisis. Asimismo, el patrón de comportamiento de las cuatro estaciones fue similar mostrando en algunos casos una tendencia a la baja y en otros una tendencia estable (tabla 3.7 y gráfica 3.8).

Tabla 3.7. Cumplimiento de la norma anual de SO₂ (0.03 ppm) en la ZMVP
Promedio anual de las concentraciones horarias, 2001-2011

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	0.007	0.010	0.004	0.013
2002	0.006	0.008	0.004	0.014
2003	0.005	0.008	0.004	0.012
2004	0.004	0.007	0.003	0.009
2005	0.006	0.009	0.005	0.008
2006	0.004	0.009	0.003	0.005
2007	0.005	0.006	0.004	0.005
2008	SM	0.006	0.003	0.008
2009	SM	0.005	0.005	0.008
2010	SM	0.006	0.005	0.007
2011	0.004	SM	0.004	0.004

SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.7.

Con relación a la frecuencia del número de días fuera de norma de SO₂, durante el periodo de análisis no se presentó esta situación.

3.2.4. Dióxido de nitrógeno (NO₂)

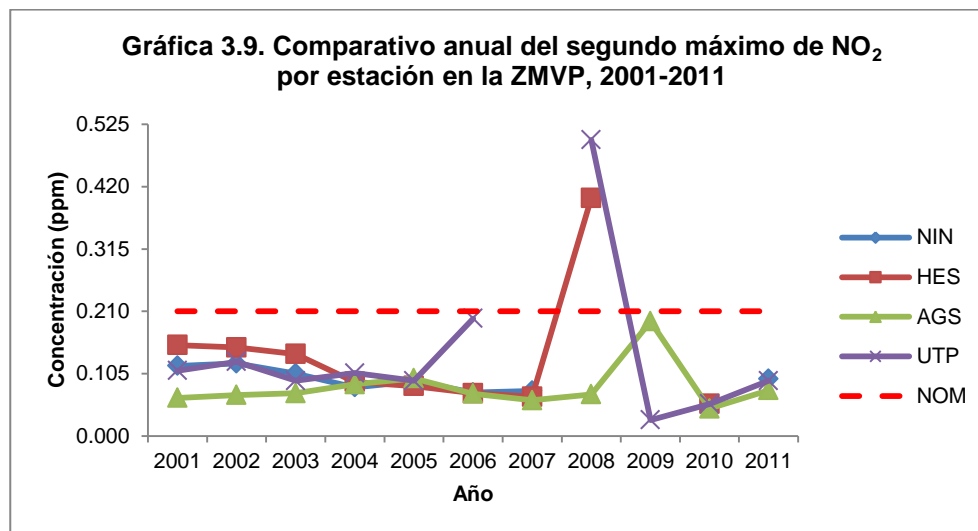
La NOM-023-SSA1-1993 para el NO₂ establece un límite máximo de 0.210 ppm promedio horario. Al respecto, se observa que las concentraciones de este contaminante se mantuvieron dentro de norma en diez de los once años que comprende el periodo de análisis. En el 2008 las estaciones UTP y HES obtuvieron picos de concentración de 0.499 ppm y 0.401 ppm, respectivamente (tabla 3.8 y gráfica 3.9).

**Tabla 3.8. Cumplimiento de la norma horaria de NO₂ (0.21 ppm) en la ZMVP
Segundo máximo de las concentraciones horarias, 2001-2011**

Año	Estación			
	NIN	HES	AGS	UTP
2001	0.118	0.153	0.064	0.11
2002	0.122	0.149	0.069	0.125
2003	0.105	0.138	0.072	0.093
2004	0.082	0.091	0.087	0.106
2005	0.092	0.084	0.097	0.093
2006	0.073	0.072	0.071	0.198
2007	0.076	0.066	0.06	SM
2008	SM	0.401	0.07	0.499
2009	SM	SM	0.193	0.027
2010	SM	0.054	0.046	0.054
2011	0.096	SM	0.077	0.093

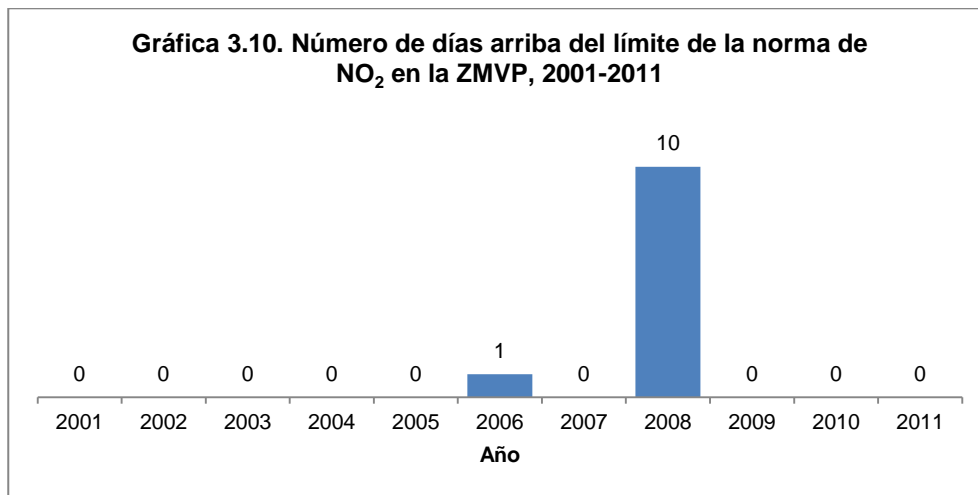
SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: INE (2011)

En la gráfica 3.10, se muestra la frecuencia de los días fuera de norma de NO₂. De los once años del periodo de análisis únicamente en dos años se rebasó la norma, en el 2006 la frecuencia fue de un día, mientras que en el 2008 fue de 10 días.



Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)

3.2.5. Monóxido de carbono (CO)

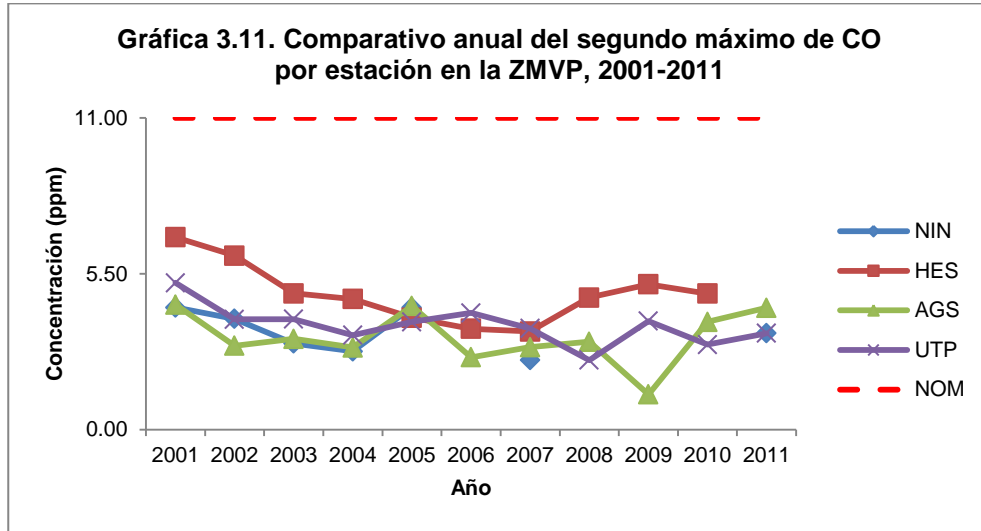
La NOM-021-SSA1-1993 de CO establece un límite máximo de 11.0 ppm en promedio móvil de 8 horas. Durante el periodo de análisis, este contaminante se mantuvo por debajo del criterio normado en todas las estaciones. También se observa que el patrón de comportamiento de cada una de las estaciones fue similar, presentando una tendencia a la baja (tabla 3.9 y gráfica 3.11).

Tabla 3.9. Cumplimiento de la norma de 8 horas de CO (11 ppm) en la ZMVP Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas, 2001-2011

Año	Estación			
	Ninfas	Serdán	Agua Santa	Tecnológico
2001	4.31	6.79	4.41	5.18
2002	3.91	6.14	2.96	3.89
2003	3.04	4.81	3.20	3.90
2004	2.76	4.61	2.90	3.33
2005	4.31	3.95	4.36	3.80
2006	SM	3.56	2.55	4.12
2007	2.45	3.46	2.91	3.57
2008	SM	4.66	3.10	2.45
2009	SM	5.13	1.24	3.83
2010	SM	4.8	3.8	3.0
2011	3.4	SM	4.3	3.4

SM = sin medición

Fuente: INE (2011); SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla (2012)



Fuente: Tabla 3.9.

Con relación a la frecuencia del número de días fuera de norma de CO, durante el periodo de análisis no se presentó esta situación.

3.3. Evolución de las emisiones contaminantes a la atmosfera

El primer esfuerzo para integrar un inventario de emisiones de la ZMVP se llevó a cabo en 1993. Dicho inventario únicamente consideró las emisiones generadas por las fuentes fijas en la Ciudad de Puebla (tabla 3.10).

Tabla 3.10. Inventario de emisiones de la Ciudad de Puebla, 1993

Fuente	Contaminante (toneladas/año)						Suma
	PST	SO ₂	CO	NO _x	HC	Pb	
Puntuales	121	1755	42	468	5	NE	2,391

NE= no estimado

Fuente: INE-SEDESOL (1994). Programa Regional de Administración de la Calidad del Aire en Zonas Críticas

Con la información recopilada para el año 2004 la entonces Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Puebla integró un inventario de emisiones mucho más completo, el cual sirvió de base para la elaboración del ProAire Puebla 2006-2011. Este inventario consideró como área de estudio seis municipios y se estimó la cantidad de 380,991 toneladas al año de contaminantes (tabla 3.11).

Tabla 3.11. Inventario de emisiones de la ZMVP, 2004

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PST	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO _x	COT
Puntuales	1581.62	480.61	4,197.32	948.20	1,249.98	5,172.89
Área	NE	3,548.42	13,140.47	9,603.57	2,133.23	27,656.20
Naturales	NE	4.69	NA	16.38	2.02	27.52
Móviles	NE	195.20	496.70	260,847.00	14,863.00	34,826.00
Total	1581.62	4,228.92	17,834.49	271,415.15	18,248.23	67,682.61

NE= no estimado; NA= no aplica
Fuente: ProAire Puebla 2006-2011

En el 2006, la SEMARNAT integró el inventario de emisiones del estado de Puebla como parte de la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones año base 1999, a partir del cual se obtuvo una emisión de 198,326 toneladas de contaminantes al año en la ZMVP (tabla 3.12). Cabe mencionar que en este inventario se estimaron las emisiones provenientes de la actividad volcánica, en este caso, del volcán Popocatepetl.

Tabla 3.12. Emisiones totales para los municipios de la ZMVP, 1999

Municipio	Contaminante (toneladas/año)				
	PM ₁₀	SO _x	CO	No _x	COV
Amozoc	198.5	191.5	4,720.30	534.9	1,250.50
Coronango	98	16.9	1,950.40	168.9	547.6
Cuatlancingo	509	2,299.20	2,385.90	1,665.10	7,244.20
Puebla	3,146.30	3,775.10	106,536.20	11,909.40	37,733.10
San Andrés Cholula	117.2	61.4	3,394.50	394.5	1,113.20
San Pedro Cholula	245.8	158.7	3,534.40	473.3	1,952.00
Total	4314.8	6502.8	122521.7	15146.1	49840.6

Fuente: INE (2006)

Dentro de los trabajos de actualización y seguimiento al Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México (SINEA), la SEMARNAT actualizó el inventario de emisiones del estado de Puebla tomando como año base el 2005. Las emisiones generadas por tipo de fuente en la ZMVP comprenden las 406,093.75 toneladas al año (tabla 3.13).

Tabla 3.13. Inventario de Emisiones de la ZMVP, 2005

Fuente	Contaminante (toneladas/año)				
	PM ₁₀	SO _x	CO	NO _x	COV
Área	887.43	4,474.15	3,631.58	2,755.11	23,389.05
Fijas	104.78	116.78	62.14	153.51	335.50
Móviles	510.06	579.95	301,772.71	37,006.60	25,387.22
Naturales	NE	NA	NA	1,527.80	3,399.38
Total	1,502.27	5,170.88	305,466.43	41,443.02	52,511.15

NE= no estimado; NA= no aplica

Fuente: Cálculos propios con datos del SINEA.

En 2012 la SEMARNAT, en el marco del Inventario Nacional de Emisiones de México 2008, llevó a cabo la actualización de las emisiones del estado de Puebla con la colaboración del gobierno del estado. En la tabla 3.14 se muestra los datos preliminares del inventario de emisiones correspondientes a la ZMVP.

Tabla 3.14. Inventario de emisiones de la ZMVP 2008

Fuente	Contaminante (toneladas/año)					
	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	COV
Puntuales	362.21	221.99	1,030.89	194.20	380.31	3,466.01
Área	5,371.52	4,975.91	75.61	36,782.28	1,873.51	58,761.94
Móviles	1,002.60	849.58	485.21	361,581.07	75,737.47	36,233.04
Móvil no carretera	12.19	11.50	3.20	63.27	244.88	14.41
Naturales	NE	NE	NA	NA	928.08	1,596.92
Total	6,748.52	6,058.97	1,594.92	398,620.82	79,164.25	100,072.32

NE = no estimado; NA = no aplica

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

Es importante mencionar que los inventarios de emisiones aquí presentados no son del todo comparables debido a las diferencias metodológicas usadas en su elaboración, cobertura del área de estudio y al tipo de fuentes consideradas.

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 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 Puebla 2006-2011 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 Puebla en el estado de Puebla 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 Puebla, 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.

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 Puebla, 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 Puebla 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 Puebla 2006-2011.

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 Puebla para los años 2010 y 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 el presente Proyecto de Seguimiento y Evaluación a Programas para Mejorar la Calidad del Aire, se retomó la matriz (EyP) del primer ejercicio de evaluación 2009 realizado por la SEMARNAT que incluye el porcentaje de avance real por acción, medida y estrategia correspondiente desde el año de inicio del ProAire Puebla hasta el 2009. Dicha información fue actualizada al año 2011.

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 Puebla.

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

Color	Avance	Clave	Escala	Cumplimiento
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 Puebla 2006-2011 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. Para el presente Proyecto se tomó como base la información del *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009)*¹, así como con información de la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla para los años 2010 y 2011.
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 (2004) 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

¹ Instituto Nacional de Ecología (2011).

Calidad del Aire (ICA), el cual fue proporcionado al responsable del ProAire Puebla para que recopilara la información generada por la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico.

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 ₃	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 ₂	NOM-022-SSA1-1993 ^{al}	0.13 ppm	Segundo máximo de los promedios móviles de 8 horas
		0.030 ppm	Promedio anual de las concentraciones horarias
SO ₂	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 ₂	NOM-023-SSA1-1993	0.21 ppm	Segundo máximo de las concentraciones horarias
PM ₁₀	Modificación a la NOM-025-SSA1-1993	120 µg/m ³	Percentil 98 de los promedios de 24 horas
		50 µg/m ³	Promedio anual de los promedios de 24 horas

Nota: ^{al} 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_3 , PM_{10} y SO_2 , así como los valores horarios para el CO y NO_2 .

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 2006-2011

5.1. Estrategia 1. Medidas para Fuentes Fijas

Medida 1. Fomentar la incorporación de equipos de control en el sector industrial

En 2007 se elaboró un padrón de empresas a partir del cruce de bases de datos de distintas dependencias estatales. A partir de este ejercicio, se encontró un total de 485 empresas potencialmente contaminantes a la atmósfera, de las cuales el 42% están al corriente en la entrega de la cédula de operación anual.

Al año 2011, se continúa con el fomento permanente de la instalación de equipo de control en empresas, a través de cursos para la selección de equipo, lo cual se establece como una condicionante ambiental de la licencia de funcionamiento.

En el proceso de gestión con fuentes fijas se realiza la recomendación de utilizar tecnología para control de emisiones ciclones, casas de bolsas, precipitadores electrostáticos y lavadores de gases.

A las plantas asfaltadoras se les solicita la reducción de emisiones como parte de la normatividad aplicable. Se les solicita mantenimiento una vez al año tanto del generador como del equipo de control de la emisión.

Medida 2. Fomentar la instrumentación de programas de producción limpia y de auditoría ambiental en industrias de competencia estatal.

Existe la Licencia de Funcionamiento, dentro de la cual se pide a las industrias se apliquen programas para llevar a cabo la reducción de emisiones.

Existe además, un reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en Materia de Auditoría Ambiental, publicado el 15 de abril de 2009

Se monitorearon 261 industrias de jurisdicción estatal, lo que permitió establecer programas de reducción de emisiones y de eficiencia energética.

Se implementó el Programa de Excelencia Ambiental en la Administración Pública Estatal (ECOJOB) el cual está enfocado a reducir los patrones de consumo de recursos y energía, así como generar ahorros en los gastos de operación.

En 2008 se otorgaron 33 certificados de industria limpia a igual número de empresas, en 2009 fueron 29 y en 2010, 37. Entre las industrias de este programa se encuentran la planta armadora de camiones de la Volkswagen de México, Cementos y Concretos Nacionales de Oriente, Cervecería Cuauhtémoc-Moctezuma, ocho instalaciones de la Comisión Federal de Electricidad, varias terminales de distribución de Pemex y la planta en Texmelucan de Crisoba Industrial.

La Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial de Puebla está por concluir el proceso para instaurarse como unidad certificadora a fin de poder otorgar el certificado de industria limpia a empresas de jurisdicción estatal.

Medida 3. Promover mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y la venta de bonos de carbono.

Se conformó un área de cambio climático en la SSAOT para atender los compromisos adquiridos con la comunidad internacional e impulsar así políticas ambientales que mitiguen los efectos del cambio climático.

Se elaboró el Programa de Contingencias, Riesgo e Información Asociados a los Efectos del Cambio Climático en el Estado de Puebla.

Se actualizó la Estrategia de Mitigación y Adaptación del Estado de Puebla ante el Cambio Climático.

Se constituyó el Subcomité de Calidad del Aire y Cambio Climático dentro del Comité de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla.

Existen en el estado de Puebla poco más de 17 proyectos en proceso de generación de energía eléctrica a base de gas metano que se desprende de biodigestores. El primer biodigestor que empezó a producir electricidad está en Tenextepec Atlixco y pertenece al grupo RYC. En 2007 entraron en funcionamiento 5 centros más de producción de energía en base a biodigestores que producen metano llegando a 6 en operación y para el 2008 entraron en operación 10 más.

La cartera de proyectos del Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), en el estado de Puebla se consideran los siguientes proyectos mexicanos de MDL con Cartas de Aprobación: a) Manejo de residuos en granjas porcícolas; y b) Manejo de residuos en establos de ganado vacuno.

Se cuenta con el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero, año base 2005.

Actualmente se realiza la línea base para el proyecto del Metrobús de Puebla.

Medida 4. Involucrar la participación de cámaras, consejos industriales y empresariales.

Se mantiene una activa participación de Volkswagen de México en actividades ambientales, en sus sistemas industriales, como son el rehúso del agua en los procesos, inyección a acuíferos y protección de áreas naturales mediante el programa “Por amor al planeta”.

En coordinación con las diferentes secretarías del Estado se trabaja de manera conjunta con el centro Pymexporta.

Como resultado del programa de inspección y vigilancia industrial se logró que 14 consorcios afiliados a la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda se regularizaran en materia ambiental.

La SSAOT suscribió un convenio con la Cámara de la Industria Textil de Puebla. Dicho convenio abarca la regularización en materia de impacto ambiental, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos, residuos de manejo especial y valorización de residuos.

Medida 5. Instrumentación de la Cédula de Operación Anual Estatal (COA estatal), la mejora regulatoria y la simplificación administrativa.

Se cuenta con un formato de licencia de funcionamiento el cual incluye la licencia y el seguimiento a la misma en un solo formato. Esta licencia únicamente regula la sección de atmósfera.

Tabla 5.1. Estado de las Licencias de funcionamiento y de ambiental púnica (LAU) en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla

<i>Año</i>	<i>Licencias de Funcionamiento vigentes</i>	<i>LAU expedidas durante el año</i>	<i>LAU vigentes</i>
2006	35	2	28
2007	29	7	31
2008	26	5	34
2009	24	2	34
2010	24	1	37
2011	ND	ND	ND

ND = no disponible. Fuente: SSAOT en INEGI. Anuarios Estadísticos, varios años.

A partir de 2008 se comenzó con la gestión implementación del registro de emisiones y transferencia de contaminantes (RETC) donde se viene trabajando la parte legal para la introducción de este instrumento.

Durante 2009 se llevó a cabo en Puebla el cuarto taller de gestión de la calidad del aire y RETC.

En los últimos dos años, se implementó la Cédula de Operación Anual vía electrónica, se instaló una ventanilla única de atención y se incluyó en la Ley de Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla la obligatoriedad del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC).

Asimismo, se incrementó el número de empresas reguladas pasando del 33% al 66%.

Medida 6. Fortalecer la inspección y vigilancia en el Estado de Puebla

Se fortaleció la inspección y vigilancia ambiental, asimismo, se han emitido los siguientes reglamentos: Impacto Ambiental y Riesgo, Ruido y Auditoria Ambiental, Residuos, Atmósfera y Ordenamiento Ecológico

Para vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental se llevan a cabo Operativos de Inspección en los cuales se realiza una estricta observación en materia de emisiones a la atmósfera.

En 2011 se realizaron 1,022 inspecciones y se emitieron 612 dictámenes.

De acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) en el año 2010, el Estado de Puebla pasó del lugar 13 al 8 en cuanto a competitividad ambiental.

5.2. Estrategia 2. Medidas para Fuentes de Área

Medida 7. Reducción de emisiones de hidrocarburos en comercios y servicios.

Para reducir las emisiones de hidrocarburos en comercios y servicios, varios negocios están migrando al uso de gas natural, gas LP y energía solar como combustible dando incentivos en la adquisición de equipos.

En el marco del Programa para la Disminución del Uso de Leña en el Consumo Doméstico 2011, se beneficiaron 43 municipios con la entrega de estufas ecológicas. Entre los beneficiados están los pobladores de Amozoc, Puebla y San Pedro Cholula.

Se realizan estudios de eficiencia energética en comercios, con el objetivo de fomentar las buenas prácticas en este tipo de establecimientos, así como la determinación de factores de emisión

Medida 8. Mecanismos de autorregulación y gestión ambiental en pequeños y medianos establecimientos.

En el municipio de Puebla se aplica un programa de supervisión en inspección a pequeños y medianos establecimientos, el cual tiene como finalidad garantizar el debido cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, solicitando a los mismos, la implementación de mecanismos de autorregulación para observar y mejorar sus procesos de cumplimiento.

Se realiza un diagnóstico de emisiones contaminantes a pequeños y medianos establecimientos en el cual se han visitado ferreterías, tlapalerías, panaderías, tortillerías, entre otros. Este proceso contempla la emisión de recomendaciones para implementar sistemas de eficiencia energética, además de informarles los lineamientos a los que están sujetos en materia de gestión ambiental.

Se realizan operativos de inspección y vigilancia de manera conjunta entre el área de inspección y la dirección de calidad del aire, para la regulación de baños públicos y ladrilleras.

Medida 9. Control de la combustión en establecimientos comerciales y de servicios

En referencia al mejoramiento de la combustión en calderas y hornos se ha trabajado con el Ayuntamiento de Puebla para migrar las emisiones mediante el uso de combustibles más limpios (gas natural) y con el uso de energías alternativas (Solar), esto implica la reingeniería de los quemadores.

El personal que opera las calderas y hornos recibe por parte de la Secretaría del Trabajo y Competitividad un curso de manejo y mantenimiento de recipientes sujetos a presión contando con una licencia para ello.

Medida 10. Reducción de emisiones por fugas de gas LP y gas natural en instalaciones domésticas.

La empresa Gas Central de Puebla SA de CV, con el apoyo y reconocimiento del gobierno del estado, imparte la plática "Manejo de instalaciones domésticas de gas LP", llegando a más de 50 desarrollos habitacionales, con más de 40 mil hogares.

Medida 11. Gestionar la incorporación de equipos para la recuperación de vapores en gasolineras.

Por medio de los dictámenes de impacto ambiental se solicita la instalación de equipos para la captura de vapores como medida de mitigación por la construcción de estaciones de servicio, apoyándose en los lineamientos que se establecen por parte de PEMEX en la Superintendencia General de Asistencia Técnica, la cual solicita a las nuevas estaciones de servicio de manera obligatoria la instalación de estos equipos.

Por medio de las visitas de inspección se da seguimiento a las medidas de mitigación establecidas en los dictámenes de los estudios de impacto ambiental.

Medida 12. Implementación de mecanismos para el control de las emisiones en ladrilleras.

En el 2007 se inauguró el primer Horno Ecológico de ladrillo, en la Comunidad de San Diego Cuachayotla, Municipio de San Pedro Cholula, el cual sustituye a 25 hornos tradicionales.

Se realizaron monitoreos en ladrilleras de la ZMVP, se están buscando alternativas de prototipos de hornos para su implementación en la entidad.

Medida 13. Implementación de mecanismos para el control de las emisiones en baños públicos.

En el 2009 en el municipio de Puebla se llevó a cabo el proyecto “Sistemas de administración y reconversión energética en baños públicos”. Al inicio del proyecto participaron cinco establecimientos.

Se cuenta con baños públicos que trabajan con celdas solares y eficiencia energética.

Medida 14. Reducción de gases de efecto invernadero generados por la descomposición de residuos sólidos urbanos generados en la ZMVP.

Se amplió la cobertura en infraestructura para el confinamiento de residuos sólidos con la construcción de los rellenos sanitarios intermunicipales para las regiones de Huejotzingo, Tepeaca, Huehuetla y Cuyoaco.

Se construyó un relleno sanitario tipo D en el municipio de Acteopan, así como los rellenos sanitarios intermunicipales de Eloxochitlán y Ahuacatlán con capacidad conjunta para captar 273 toneladas.

Se han ejecutado acciones para capturar el gas metano del “Relleno Sanitario de Chiltepeque” el cual recibe todos los residuos sólidos del municipio de Puebla. Se espera que en unos años más, se pueda generar energía eléctrica para usarla en el alumbrado público de la ciudad.

El estado de Puebla destaca a nivel nacional por contar con un Sistema Integral de Manejo de Residuos Sólidos, mediante el cual se obtiene una cobertura del 93% de los residuos sólidos confinados en rellenos sanitarios ya que el 83% de los municipios cuentan con infraestructura para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos.

El Gobierno de Estado incremento la infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos, de un 80.52% a 93%. Se logró el reciclaje del 16.9% de los residuos, que anteriormente era del 3%, lo que representó un incremento del 533% de residuos valorizados.

Creación del Subcomité de Calidad del Aire, Cambio Climático y REDD+, como instrumento para trabajar de manera coordinada acciones de mitigación de contaminantes en la atmosfera.

5.3. Estrategia 3. Medidas para Fuentes Móviles

Medida 15. Fortalecimiento del programa de verificación vehicular.

Puebla firmó un convenio en 2008 con autoridades del Gobierno del Distrito Federal y el Estado de México para homologar el programa de verificación vehicular y para implementar la verificación dinámica “Cero” y “Doble Cero”. A través de 16 centros de verificación autorizados se otorgan estos hologramas, permitiendo integrar a las exigencias ambientales de la Zona Metropolitana del Valle de México a más de 100 mil vehículos registrados en Puebla.

Desde febrero del 2008 se cuenta con el SIVEEP, que es el Sistema de Verificación Vehicular del Estado de Puebla que permite el control, monitoreo, supervisión, planeación, acceso a la información y transparencia informativa en el proceso de verificación vehicular. Se genera una base de datos que tiene las emisiones por cada vehículo.

En 2011 se realizaron 159 visitas a los 95 centros de verificación con el fin de supervisar el correcto funcionamiento de los equipos, el cumplimiento de la legislación en la materia y evitar actos de corrupción. Al respecto, se clausuraron 10 centros de verificación.

Tabla 5.2. Verificaciones realizadas por año en la ZMVP

<i>Año</i>	<i>Centros de verificación vehicular</i>	<i>Vehículos verificados</i>	<i>Multas por incumplimiento a verificar</i>
2006	90	803,958	428,651
2007	90	866,172	483,722
2008	90	1,253,000	828,371
2009	95	1,338,722	714,305
2010	95	1,344,548	55,205
2011	95	1,000,014	4,955

Nota: La verificación vehicular es semestral

Fuente: SSAOT en INEGI. Anuarios Estadísticos, varios años

Se concientiza a la ciudadanía de verificar sus vehículos con el fin de reducir las emisiones a través de la afinación y la reparación de los vehículos por medio de campañas permanentes de radio y televisión a través del Sistema de Comunicación de Puebla (SICOM) y visuales como son lonas, postres y folletos.

El servicio público y mercantil está incorporado al programa de verificación vehicular. Se verifica por flotillas por medio de la firma de convenios.

El 45% del transporte público cumple con el PVVO.

A través del PVVO se estableció dar un estímulo si se presentan a verificar los primeros 15 días.

Medida 16. Mejoramiento de los sistemas de vialidad e instrumentación de movilidad sustentable.

Se puso en marcha el Primer Centro Evaluador para Operadores, que permitirá capacitar y certificar a los conductores del servicio público mercantil.

Se desarrolló el proyecto de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) la cual estará conformada por un sistema de corredores troncales y ejes complementarios por donde circularán autobuses articulados (BRT por sus siglas en inglés).

Se constituyeron y ampliaron nuevos circuitos como las Sendas de Ángeles, la del Saber, de la Revolución, Mesones, la segunda etapa de Epopeyas y de la Mujer. Dichas obras se realizaron a través de los programas Hábitat Vertiente Centro Histórico, Rescate de Espacios Públicos, Ciudades Patrimonio y de fondos de reasignación para el turismo.

Se llevó a cabo la modernización del Distribuidor Vial de la autopista México-Puebla, hasta la calzada Ignacio Zaragoza, así como el tramo que cruza la Diagonal Defensores de la República.

Se realizó la construcción del Paso a Desnivel del Viaducto de la Calzada Ignacio Zaragoza al Boulevard 5 de Mayo.

Se continúa con el programa de reingeniería de las principales calles del estado.

Está por concluir la construcción de 18.5 km de la primera línea de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA-Metrobús), la cual remplazará a 711 unidades de transporte público de modelos 1998 a 2011 por 45 autobuses articulados de última tecnología.

Medida 17. Promover la modernización del parque vehicular, principalmente del transporte público.

Para promover el desarrollo tecnológico y la actualización del parque vehicular se efectuó la “2ª Expo Transporte 2008”, donde se presentó una amplia gama de vehículos y créditos accesibles de las principales marcas existentes en el mercado.

Se firmó el convenio de colaboración con la Unión de Crédito General, determinando como garantía crediticia referente a transporte público la concesión y para el servicio mercantil modalidad de taxi, el permiso.

Medida 18. Mejoramiento de los combustibles usados por los vehículos.

Se realizarán estudios de laboratorio de la calidad de las gasolinas en coordinación con la Procuraduría Federal del Consumidor y Volkswagen.

Se realizaron gestiones para solicitar a PEMEX la distribución de combustibles de mejor calidad en cuanto a su contenido de azufre en la entidad poblana.

Medida 19. Establecer un programa de movilidad del transporte pesado en el centro histórico del municipio de Puebla.

Se estableció desde el año 2006 el horario de carga y descarga del transporte mercantil en el Centro Histórico de la ciudad de Puebla, en los horarios de 12 de la noche a 6 de la mañana. Se instaló señal ética en los sitios prohibidos para descargar fuera de los horarios establecidos.

Se firmó convenio en el año 2007 con la Cámara Nacional de Comercio (CANACO) para que el horario para la labor sea de 9:00 PM a 10:00 AM. Las calles en las cuales aplica el convenio van de la 18 Poniente-Oriente y 13 Norte-Sur al Boulevard 5 de Mayo, lo que permitirá mayor fluidez durante el día sobre esta zona. Al año 2011, se continúa con el mismo horario y las mismas vialidades.

Medida 20. Plan de Mejoramiento del Sistema de Transporte Público.

El gobierno ha realizado estudios de movilidad identificando la oferta y la demanda, a fin de adecuar los recorridos del sistema existente y gestionar la infraestructura vial necesaria para introducir nuevos modos de transporte.

En 2011 se atendieron 453 peticiones ciudadanas para la realización de estudios técnicos para reordenar, ampliar o instalar rutas de servicio público. Se reordenaron 266 del servicio público y 23 del servicio mercantil; se ampliaron o instalaron 33 nuevas rutas.

Inició la construcción de la Red Urbana de Transporte Articulado "RUTA". Con una longitud de 18.5 kilómetros y una inversión total de mil 684 millones de pesos.

La Secretaría de Transporte del estado de Puebla ha realizado los estudios de movilidad debido a la introducción de las 4 rutas del Metrobús. Asimismo ha realizado la reingeniería de todos los paraderos en las principales vialidades de la ZMVP.

Medida 21. Promoción de la gestión y coordinación para la pavimentación de vialidades en zonas marginadas de la ZMVP.

Se realizó un convenio del Gobierno del Estado de Puebla y el H. Ayuntamiento de Puebla para obras de pavimentación, mediante el cual se cubrió 52.5 kilómetros de

longitud de vialidades pavimentadas, por lo que en el 2008 y 2009 se ha cubierto un total de 697,500 metros cuadrados de pavimentación.

En 2011, en coordinación con el gobierno municipal de Puebla, se inició la pavimentación con concreto hidráulico, de la Calzada Ignacio Zaragoza y del Boulevard Esteban de Antuñano.

Se realizó la pavimentación de 1000 calles por parte del gobierno municipal durante 2011.

5.4. Estrategia 4. Medidas para Fuentes Naturales

Medida 22. Promover la conclusión del programa de ordenamiento ecológico de la región centro-poniente.

Con relación a continuar con los instrumentos sobre el ordenamiento ecológico en la ZMVP, se concluyó el ordenamiento de la región centro poniente y está en proceso su publicación.

Se realizó la recuperación de predios de la reserva territorial Quetzalcóatl – Atlixayotl.

Medida 23. Revisar y fortalecer los programas de desarrollo urbano en materia ambiental en los municipios.

Se modificó el programa subregional de desarrollo urbano para los municipios de San Andrés Cholula, San Pedro Cholula y Puebla incrementando el porcentaje de áreas verdes dentro de la ZMVP. Asimismo, se implementó el programa temporal de regulación y se crearon mecanismos de certidumbre jurídica.

Medida 24. Fortalecer los programas de colaboración para la protección, inspección y vigilancia de los recursos naturales.

Se continúa con el programa de inspección y vigilancia de los recursos naturales con un total de 1,022 inspecciones en los últimos dos años. Asimismo, se cuenta con brigadas para el control de incendios forestales en la ZMVP.

Se incrementó 24 veces la superficie de áreas naturales protegidas de jurisdicción estatal.

El parque estatal General Lázaro Cárdenas se certificó como centro de educación y capacitación para el desarrollo sustentable con el nivel más alto de acreditación, siendo el primer estado con un centro de este tipo.

Medida 25. Fomentar la prevención, detección y combate de incendios forestales y de áreas con cubierta vegetal urbana dentro de la ZMVP.

Para el control y combate de incendios forestales, se cuenta con el centro de monitoreo y control de incendios, el cual es un sistema telemático que cuenta con 16 cámaras de video y fotografía que permiten detectar en su inicio los incendios registrados en las áreas naturales protegidas de la ZMVP, con el fin de combatirlos de forma oportuna. Durante 2011 se combatieron 646 incendios forestales.

En el último año, se realizó la capacitación a 18 brigadas oficiales para el combate y control de incendios. Se capacitaron 14 brigadas de la SSAOT, 4 de CONAFOR y a voluntarios.

Se realizaron acciones de apoyo a dueños y poseedores de los recursos naturales a través de la construcción de brechas contrafuego, prendas de protección y herramientas.

Medida 26. Recuperación de la cubierta vegetal nativa de la ZMVP.

Los avances de esta medida se relacionan con la reforestación y recuperación de áreas verdes. En el año 2011, se reforestaron de manera conjunta con la Comisión Nacional Forestal 27,400 hectáreas, con 30 millones de plantas.

La producción de plantas durante 2011 fue de 11.5 millones, a través de 45 viveros ubicados en la ZMVP.

Medida 27. Recuperación, restauración, conservación y ampliación de las áreas verdes urbanas y de amortiguamiento de la ZMVP.

Se incrementó la dotación de áreas verdes por habitante en un 11 %, en la ZMVP con la construcción del Paseo del Río Atoyac de 5.2 kilómetros de longitud, y con el rescate, reforestación y construcción del Parque Metropolitano 5 de Mayo. Cada proyecto tuvo una inversión cercana a los 200 millones de pesos.

De igual manera se reforestó en coordinación con Volkswagen de México el Parque Bicentenario.

5.5. Estrategia 5. Medidas para la Protección de la Salud

Medida 28. Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica pasiva.

Con relación al objetivo de evaluar de manera continua el efecto de los contaminantes atmosféricos sobre la salud de los habitantes de la ZMVP, de acuerdo con el análisis realizado por la COFEPRIS durante 2010, el costo de la contaminación atmosférica sobre la salud de la población de la ZMVP es de 813 millones de pesos.

La base de datos de calidad del aire de la ZMVP se envía de manera mensual a la Secretaría de Salud estatal, quien a su vez la hace llegar a la COFEPRIS para continuar con el análisis de correspondiente. Se recopilaron las bases de datos de salud para el periodo 2009 y 2010.

Al respecto, se está evaluando el rediseño de la plataforma de seguimiento epidemiológico.

Medida 29. Estimación de exposición personal a contaminantes atmosféricos en la población de la ZMVP.

Respecto a realizar estudios sobre efectos crónicos de los contaminantes atmosféricos, se cuenta con los siguientes en los últimos años:

- Efectos sobre la morbilidad y mortalidad de la reducción de los niveles de partículas menores a 10 micras en la ZMVP
- Caracterización de metales en partículas
- Determinación de contaminantes tóxicos en los sitios de monitoreo fijo
- Dispersión de parcelas de aire

En el seno del Subcomité de Calidad del Aire, Cambio Climático y REDD+ se conformó el grupo de salud ambiental, el cual determinó los temas a trabajar durante los próximos años.

Medida 30. Establecer un sistema de contingencias ambientales para la protección de la salud humana.

Referente a la implementación de un sistema de contingencias ambientales, se cuenta con un Programa de Contingencias Ambientales. Mediante el grupo de trabajo de salud ambiental se determinaron las fases, los niveles y las acciones a implementar en el programa de contingencias.

Actualmente, se encuentra en proceso de elaboración el Manual de Aplicación del Programa de Contingencias Ambientales. Se está trabajando en el grupo de salud ambiental el manual de aplicación de dicho programa, con la finalidad de identificar el procedimiento para la aplicación del mismo.

Medida 31. Comunicación de riesgos asociados con la contaminación atmosférica en población sensible.

Como parte de las acciones para la comunicación de riesgos asociados a la contaminación atmosférica en población sensible, se emite el reporte IMECA en radio, televisión, página web y twitter.

Se realizaron programas de televisión (Ecoaventura) con temas de monitoreo y calidad del aire. Se elaboraron imanes con los 10 Ecorretos para combatir el cambio climático.

Se atendió a estudiantes en visitas a estaciones de monitoreo y se dieron diferentes pláticas en centros de verificación y universidades.

5.6. Estrategia 6. Medidas para el Fortalecimiento Institucional

Medida 32. Fortalecer la red de monitoreo atmosférico.

En los últimos dos años, se realizaron esfuerzos que permitieron la ampliación y actualización de la Red Estatal de Monitoreo Atmosférico. Se realiza el monitoreo en el municipio de Atlixco, Santa Ana Xalmimilulco y Amozoc.

Se instaló en la estación Ninfas un equipo analizador de Benceno, Tolueno y Xileno AMA (BTX) que permite conocer la aportación de estos contaminantes en la calidad del aire de la ZMVP.

Como parte del fortalecimiento de la REMA, se encuentra en proceso la elaboración del manual de calidad de dicha red que incluye auditorías internas, manejo de datos y difusión de los mismos.

Con apoyo de la unidad móvil se realizan monitoreos de la calidad del aire en el Zócalo de Puebla.

Medida 33. Actualización anual de los inventarios de emisiones.

Con apoyo de la DGGCARETC de la SEMARNAT y de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, se realizó el inventario de emisiones año base 2008, que tiene una

cobertura para todo el Estado de Puebla, a diferencia del 2006 que se elaboró para la ZMVP.

Se contó con información detallada para la elaboración de fuentes de área, como son ladrilleras, tortillerías, panaderías, tintorerías y baños públicos, lo cual le da mayor certidumbre a los resultados obtenidos por el inventario de emisiones.

Se solicitó a las diferentes entidades, la información anual correspondiente por tipo de fuente, con el fin de mantener actualizada las bases de datos para el inventario de emisiones y de esta forma estar en posibilidad de realizar su actualización.

Medida 34. Fomentar la investigación en materia de calidad del aire en la ZMVP

Derivado de diferentes estudios sobre contaminantes tóxicos realizados en el Puebla, se solicitó e instaló en la estación de monitoreo atmosférico Ninfas un equipo analizador AMA (BTX) que permite conocer la aportación de Benceno, Tolueno y Xileno en la calidad del aire en parte de la ZMVP.

Se han realizado diferentes talleres y cursos en materia de gestión de la calidad del aire como el Taller de instrumentación de la Observancia Nacional de la Normatividad y Fomento de la Verificación Vehicular Obligatoria Estatal, el Taller de consulta pública ProAire y la sesión de implementación de la RUTA.

Medida 35. Revisar el marco jurídico en materia de atmósfera en los tres niveles de gobierno

A nivel federal, se participó en la elaboración de la NOM-156-SEMARNAT-2012 que refiere al establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

Se presentaron reformas al reglamento de atmósfera del Estado de Puebla, se logró la inclusión del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes en dicho reglamento.

Se realizaron algunas propuestas de reforma al reglamento de atmósfera estatal, especialmente en materia de industria.

Medida 36. Promover incentivos ambientales, así como crear un fideicomiso ambiental en materia de calidad del aire.

Para incentivar la verificación vehicular en la entidad, se aprobaron descuentos del 10% si se realiza en los primeros 10 días del periodo correspondiente y del 50% en pago de la multa si solamente tiene un periodo vencido.

Se creó un fideicomiso para los parques ecológicos del estado de Puebla.

En relación con el fideicomiso ambiental para apoyar proyectos en materia de calidad del aire, se continúa trabajando con la Secretaría de Finanzas del Estado con la finalidad de crear un fondo para acciones de mejora ambiental, a partir del programa de verificación vehicular.

Medida 37. Fomento del uso de combustibles limpios.

Está por concluir la construcción de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA).

Se construye con cemento hidráulico el corredor de la RUTA que inicia en Cholula y termina en Amozoc de Mota cuya longitud es de 11 kilómetros.

Se construyeron 12,800 estufas ahorradoras de leña en el interior del Estado de Puebla, para disminuir la exposición directa de contaminantes.

Medida 38. Fortalecer el sistema de información atmosférica en la ZMVP (IMECA-Puebla). Así como la elaboración del programa de contingencias atmosféricas.

Se aportaron las bases de datos del monitoreo en la ZMVP para realizar el Cuarto Almanaque de calidad del aire.

Con la incorporación del equipo analizador de Benceno, Tolueno y Xileno se pretende conocer la aportación cuantitativa de estos contaminantes en la ZMVP para posteriormente realizar los estudios y acciones pertinentes con la finalidad de crear un índice para el Estado de Puebla.

Se concluyó la elaboración del programa de contingencias atmosféricas y está en proceso la elaboración del manual de aplicación respectiva.

Medida 39. Establecer un comité de seguimiento, revisión y evaluación del PROAIRE Puebla.

Se creó el Subcomité de Calidad del Aire, Cambio Climático y REDD +, dicho Subcomité está integrado por personas de reconocido prestigio, principalmente del sector académico, los cuales dan seguimiento a las líneas de acción de calidad del aire y cambio climático.

Dicho Subcomité realiza estudios específicos que contribuyen al ProAire, así como reuniones en las cuales evalúan y dan seguimiento a los proyectos que en la materia se ejecutan.

Tabla 5.3. ProAire Puebla, avance ponderado 2006-2011

No.	Medida	Estatus y Avance (%)				
		NI	I	P	PT	T
1. Fuentes fijas						
1.1	Fomentar la incorporación de equipos de control en el sector industrial				93	
1.2	Fomentar la instrumentación de programas de producción limpia y de auditoría ambiental en industria de competencia estatal			73		
1.3	Promover mecanismos de desarrollo limpio (MDL) y la venta de bonos de carbono			69		
1.4	Involucrar la participación de cámaras, consejos industriales y empresariales			66		
1.5	Instrumentación de la cédula de operación anual estatal (COA estatal), la mejora regulatoria y la simplificación administrativa					100
1.6	Fortalecer la inspección y vigilancia en el Estado de Puebla				98	
2. Fuentes de área						
2.1	Reducción de emisiones de hidrocarburos en comercios y servicios			75		
2.2	Mecanismos de autorregulación y gestión ambiental en pequeños y medianos establecimientos				78	
2.3	Control de combustión en establecimientos comerciales y de servicio				90	
2.4	Reducción de emisiones por fugas de gas LP y gas natural en instalaciones domésticas				90	
2.5	Gestionar la incorporación de equipos para la recuperación de vapores en gasolineras			65		
2.6	implementación de mecanismos para el control de las emisiones en ladrilleras				93	
2.7	implementación de mecanismos para el control de emisiones en baños públicos				93	
2.8	Reducción de GEI generados por la descomposición de residuos sólidos urbanos generados en la ZMVP					100
3. Fuentes móviles						
3.1	Fortalecimiento del programa de verificación vehicular				92	
3.2	Mejoramiento de los sistemas de vialidad e instrumentación de movilidad sustentable				87	
3.3	Promover la modernización del parque vehicular, principalmente la del transporte público				95	
3.4	Mejoramiento de los combustibles utilizados en los vehículos					100
3.5	Establecer un programa de movilidad del transporte pesado en el centro histórico del municipio de Puebla			60		
3.6	Plan de Mejoramiento del Sistema de Transporte Público				86	
3.7	Promoción de la gestión y coordinación para la pavimentación de vialidades en zonas marginadas en la ZMVP					100
4. Fuentes naturales						
4.1	Promover la conclusión del programa de ordenamiento de la región centro-poniente				97	
4.2	Revisar y fortalecer los programas de desarrollo urbano en materia ambiental en los municipios					100
4.3	Fortalecer los programas de colaboración para la protección, inspección y vigilancia de los recursos naturales				94	
4.4	Fomentar la prevención, detección y combate de incendios forestales y de áreas con cubierta vegetal urbana dentro de la ZMVP					100
4.5	Recuperación de la cubierta vegetal nativa de la ZMVP					100
4.6	Recuperación, restauración, conservación y ampliación de las áreas verdes urbanas y de amortiguamiento de la ZMVP				80	
5. Protección a la salud						
5.1	Fortalecer el sistema de vigilancia epidemiológica pasiva				93	
5.2	Estimación de exposición personal a contaminantes atmosféricos en la población de la ZMVP				77	
5.3	Establecer un sistema de contingencias ambientales para la protección de la salud humana				86	
5.4	Comunicación de riesgos asociados con la contaminación atmosférica en			75		

No.	Medida	Estatus y Avance (%)				
		NI	I	P	PT	T
	población sensible					
6. Fortalecimiento Institucional						
6.1	Fortalecer la red de monitoreo atmosférico					100
6.2	Actualización anual de los inventarios de emisiones					100
6.3	Fomentar la investigación en materia de calidad del aire en la ZMVP				98	
6.4	Revisar el marco jurídico en materia de atmósfera en los tres niveles de gobierno				95	
6.5	Promover incentivos ambientales, así como crear un fideicomiso ambiental en materia de calidad de aire				90	
6.6	Fomentar el uso de combustibles limpios			55		
6.7	Fortalecer el sistema de información atmosférica en la ZMVP (IMECA-Puebla), así como la elaborar el programa de contingencias ambientales				97	
6.8	Establecer un comité de seguimiento, revisión y evaluación del ProAire Puebla				95	

Clave: 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

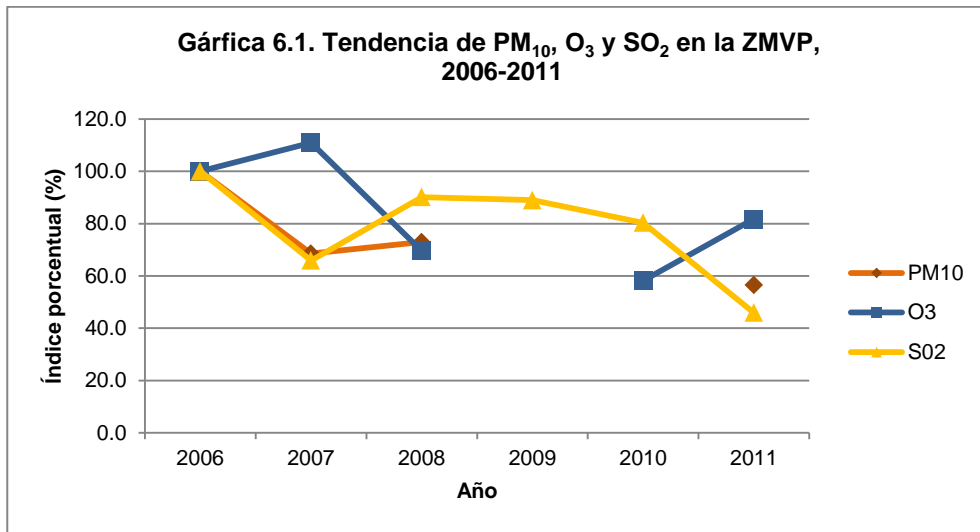
6.1. Tendencias de la calidad del aire

En el presente informe se evalúa la tendencia de cinco contaminantes criterio tomando como referencia el *índice de la media anual relativa*², el cual representa la tasa porcentual de cambio de las concentraciones respecto a un año determinado, en este caso, el 2006. La tendencia se representa como una serie de tiempo donde el punto de partida corresponde al valor de la concentración del año de referencia, ya sea que esté o no dentro de norma, y se le asigna el valor de 100%. En la evaluación, cualquier valor mayor a 100% indica un aumento en la concentración o una tendencia al alza, mientras que un valor menor representa una disminución o tendencia a la baja.

En el caso de las partículas PM₁₀, el SO₂ y el O₃, se utilizaron los datos de concentración de los criterios anuales de las normas respectivas, mientras que para el NO₂ y CO se utilizaron los datos de concentración de las normas horarias.

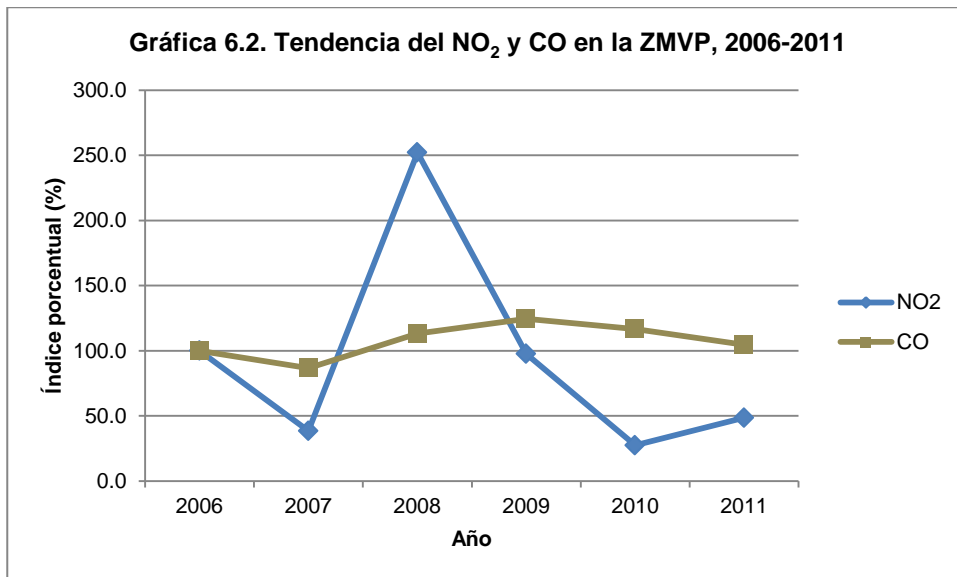
En la ZMVP, las PM₁₀, el SO₂ y el O₃ presentan una disminución en sus concentraciones. En el caso del O₃ se observa un ligero repunte en el 2011 aunque sin rebasar la norma. Por su parte la tendencia del SO₂, presenta un repunte a la alza en el 2008 el cual comienza a disminuir gradualmente (gráfica 6.1)

² 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.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla

En la gráfica 6.2 se presenta las tendencias tanto del NO₂ como del CO. Respecto al NO₂ presenta una tendencia a la baja pero con un pico importante en el 2008 el cual sobrepasó el criterio de la norma. Con relación a la tendencia del CO, ésta se muestra estable a lo largo del periodo. Al año 2011 ambos contaminantes se cumplen las normas de la calidad del aire respectivas.



Fuente: Elaboración propia con datos de la SSAOT-Red Estatal de Monitoreo Atmosférico de Puebla

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 Puebla 2006-2011, se tomaron en cuenta los inventarios de emisiones año base 2004 y 2008.

Los objetivos y las metas del ProAire se centran en la reducción de las concentraciones de PM_{10} y los precursores del O_3 , en este caso los NO_x y COV.

Como se puede observar los objetivos de reducción no están cuantificados ni tampoco se refieren a la reducción de emisiones por algún tipo de fuente en particular. Asimismo, tampoco consideran las emisiones de CO y SO_2 . Por lo que para la presente evaluación se procede a determinar si hay una variación, ya sea positiva (incremento) o negativa (reducción), de las emisiones de PM_{10} , $PM_{2.5}$, SO_2 , CO y NO_x .

En la tabla 6.1 se presentan las emisiones totales por tipo de contaminante para los años 2004 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 ZMVP (toneladas/año)

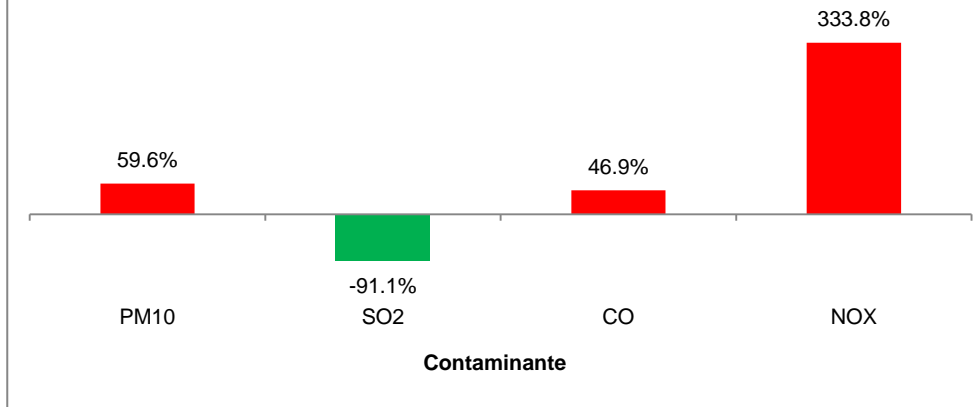
Característica	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_x	COV
Año base 2004 ^{a/}	4,229	NE	17,834	271,415	18,248	NE
Año base 2008 ^{b/}	6,749	6,059	1,595	398,621	79,164	100,072
Variación	2,520		-16,240	127,206	60,916	
Porcentaje	59.6%		-91.1%	46.9%	333.8%	
¿Hay reducción?	No		Sí	No	No	

NE= no estimado

Fuente: Elaboración propia con datos de: ^{a/} ProAire Puebla 2006-2011 y ^{b/} SEMARNAT (2012) Inventario Nacional de Emisiones de México 2008 (Datos preliminares)

La gráfica 6.3 muestra que únicamente el SO_2 tuvo una variación negativa, es decir, una reducción de emisiones, lo que favorece a los objetivos del ProAire. Sin embargo, en el caso de las partículas PM_{10} , CO, pero sobre todo de los NO_x , hay un incremento significativo, cuya variación sobre pasa los 300 puntos porcentuales.

Gráfica 6.3. Variación de la reducción de emisiones por tipo de contaminante en la ZMVP, 2004 vs. 2008



Fuente: Tabla 6.1.

7. Conclusiones y Recomendaciones

La Zona Metropolitana del Valle de Puebla (ZMVP) es una de las más importantes de la Región Centro del País. Esta zona continúa consolidando su desarrollo urbano y experimentando un crecimiento poblacional, industrial, comercial y de transporte, no obstante, aún mantiene constante la superficie dedicada a la agricultura a diferencia de otras zonas donde hay una clara reducción para este uso.

De acuerdo con los resultados de la evaluación, el ProAire Puebla al 2011, obtuvo un avance del 87.5% en la instrumentación de las 39 medidas establecidas, de las cuales 9 están concluidas, 22 están por terminar y 8 se encuentran en proceso de instrumentación. El avance por estrategia que se obtuvo es el siguiente:

<i>Estrategia</i>	<i>% de avance real</i>	<i>% de avance ponderado</i>
1. Fuentes Fijas	77.8 %	10.1%
2. Fuentes de Área	84.7 %	12.7%
3. Fuentes Móviles	88.6 %	35.5%
4. Fuentes Naturales	93.4 %	9.3%
5. Protección de la Salud	87.3 %	8.7%
6. Fortalecimiento Institucional	93.0%	11.2%

Se observa que la calidad del aire respecto a partículas mejoró a la largo del periodo 2001 al 2011 ya que el comportamiento de este contaminante y la frecuencia de los días fuera de norma presentan una tendencia la baja. A partir del 2006 este contaminante cumple con los criterios de la NOM-025-SSA1-1993.

El O₃ es el segundo contaminante de importancia en la ZMVP. Este contaminante presenta una tendencia a la baja aunque con rebases ocasionales a la NOM-020-SSA1-1993. La frecuencia de los días fuera de norma ha disminuido alcanzando durante 2009 y 2010 cero excedencias, pero en el 2011 hubo un repunto de 7 días fuera de norma.

Los contaminantes CO, SO₂ y NO₂, se encuentran dentro de norma, aunque en el caso del NO₂ este presentó picos de concentración que rebasaron la norma de manera ocasional.

De los cinco contaminantes considerados en la evaluación de reducción de emisiones únicamente el SO₂ tuvo una variación negativa, es decir, una reducción de emisiones. En el caso de las partículas PM₁₀, CO, pero sobre todo de los NO_x, se observa un incremento significativo.

Recomendaciones

- Reforzar las medidas que incidan en la reducción de emisiones de partículas PM₁₀, de monóxido de carbono, hidrocarburos, pero sobre todo de óxidos de nitrógeno.
- Impulsar el reordenamiento y la renovación del transporte público de pasajeros con tecnología Euro 5.
- Se requiere fortalecer las estrategias dirigidas a programas de movilidad sustentable y desarrollo urbano, que incluya transporte no motorizado.
- Incrementar la red de transporte articulado y sistemas troncales.
- Fomentar la autorregulación del transporte público con motor a diesel.
- Asegurar la regulación ambiental del 100% de los establecimientos comerciales y de servicio.
- Reducir el uso de compuestos orgánicos volátiles.
- Impulsar un programa para la instalación de sistemas de recuperación de vapores en estaciones de servicio.
- Impulsar un programa integral de eficiencia energética que incluya acciones para fuentes móviles y fijas.
- Fortalecer las acciones en materia de verificación vehicular para incrementar el porcentaje de vehículos que cumplen con la verificación en la ZMVP.
- Fortalecer la operación del programa ostensiblemente contaminante.
- Elaborar una norma técnica que establezca las especificaciones para la gestión integral de los residuos agrícolas, así como para la prevención y control de la contaminación generada por su manejo inadecuado.
- Fortalecer el marco legal del Estado de Puebla y orientar las políticas de calidad del aire las de cambio climático

- Fortalecer el sistema de comunicación de riesgos a la población sobre los daños en salud por la exposición a la contaminación del aire.
- Impulsar la participación de la sociedad civil organizada para lograr sinergias en la implementación de acciones en el mejoramiento de la calidad del aire.
- Fomentar la coordinación interinstitucional entre los tres niveles de gobierno, con la participación principalmente de las áreas de salud, medio ambiente, finanzas y transporte
- 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.
- Diseñar y consolidar un mecanismo de financiamiento que garantice la implementación de las medidas del siguiente ProAire.

Bibliografía

- Gobierno del Estado de Puebla (2005). *Plan Estatal de Desarrollo 2005-2011*. México
- Gobierno del Estado de Puebla, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2006). *Programa de Gestión de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de Puebla 2006-0011*. México.
- Gobierno del Municipio de Puebla (2011). *Plan Municipal de Desarrollo 2011-2012*. México.
- Instituto Nacional de Ecología (2006). *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*. INE-SEMARNAT, México, D. F.
- Instituto Nacional de Ecología (2011). *Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas*. INE-SEMARNAT. México, D. F.
- Instituto Nacional de Ecología. Sistema Nacional de Información sobre la Calidad del Aire (SINAICA) Consulta en línea el Sistema Estatal de Monitoreo Atmosférico (REMA) de Puebla, en:
 - http://sinaica.ine.gob.mx/rama_puebla.html (3 de septiembre del 2012)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censos de Población y Vivienda 2000 y 2010, Conteo de Población y Vivienda 2005. Consulta interactiva de datos para el Estado de Puebla: <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 Puebla: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/Default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuario estadístico del Estado de Puebla, años 2007, 2009 y 2011. Consultado desde la Biblioteca Digital del INEGI, en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/productos/>
- 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=1

- Secretaría de Desarrollo Social, CONAPO, INEGI, (2008). *Delimitación de zonas metropolitanas de México 2005*. México
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Subsistema del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera de México. Consulta especial, emisiones por municipio, Estado de Puebla, en: <http://sinea.semarnat.gob.mx/sinae.php?> (5 de septiembre del 2012)

Siglas y Acrónimos

CO	Monóxido de carbono
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COT	Compuestos orgánicos totales
COV	Compuestos orgánicos volátiles
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
HC	Hidrocarburos
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
km ²	Kilómetros cuadrados
µg/m ³	Microgramo por metro cúbico
NO ₂	Dióxido de nitrógeno
NOM	Norma oficial mexicana
NO _x	Óxidos de nitrógeno
O ₃	Ozono
PM ₁₀	Partículas menores a 10 micrómetros
ppm	Partes por millón
ProAire	Programa de gestión para mejorar la calidad del aire
REMA	Red Estatal de Monitoreo Atmosférico
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SO ₂	Dióxido de azufre
SO _x	Óxidos de azufre
SSAOT	Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Gobierno Estado de Puebla
ZMVP	Zona Metropolitana del Valle de Puebla