



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



Oaxaca
JUNTOS CONSTRUIMOS EL CAMBIO



SEMAEDES
Secretaría del Medio Ambiente, Energías
y Desarrollo Sustentable

PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DELAIRE PROAIRE

ZONA METROPOLITANA DE OAXACA



Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la Zona Metropolitana de Oaxaca.

INFORME FINAL

Elaborado por:

Tejeda Le Blanc & Cía., S.C.

Elaborado para:

**Instituto Estatal de Ecología y
Desarrollo Sustentable**

Bajo contrato:

DPMA/DVV/002/2013

Mayo de 2014



Resumen ejecutivo

En el estado de Oaxaca, como en otras zonas del país, la contaminación del aire es ocasionada por una gran cantidad y diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como fuentes móviles (vehículos automotores), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas y erosivas). Es debido a ello que resulta necesario contar con una herramienta fundamental para la gestión de la calidad del aire en el estado.

Esta herramienta se traduce en la elaboración del Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) de la Zona Metropolitana de Oaxaca, en donde se identifican y se fomenta la aplicación de medidas para la reducción y control de emisiones. Mediante el análisis de tendencias en la emisión de contaminantes de mayor importancia durante la elaboración del ProAire, se prioriza la atención a las fuentes; se generan elementos para la toma de decisiones y se actualiza la legislación en materia ambiental para la implementación de medidas de control de emisiones.

El ProAire de la Zona Metropolitana de Oaxaca se planteó con una vigencia de diez años, del 2014 al 2023, lo que representa un gran avance de la administración estatal para la implementación de medidas de control y gestión de la calidad del aire con la finalidad de mitigar la generación de emisiones contaminantes y partículas al aire provenientes de fuentes fijas, móviles, naturales y de área.

El ProAire cuenta con siete capítulos, a continuación se hace una breve descripción del contenido de cada uno ellos.

En el Capítulo 1, se describen las principales características de la Zona Metropolitana de Oaxaca, tales como sus condiciones geográficas, físicas, socioeconómicas, crecimiento poblacional, entre otras. Esta información es base para comprender la problemática que puede presentarse en materia de contaminación atmosférica debido a las condiciones naturales del lugar en conjunto con las actividades antropogénicas.

En el Capítulo 2, se realiza un diagnóstico referente al monitoreo atmosférico y Programa de Verificación Vehicular que opera en la zona de estudio. Cabe señalar que en la Ciudad de Oaxaca se encuentra operando desde abril del 2013 la primera estación de monitoreo atmosférica, requiriendo fortalecer el monitoreo con otras estaciones para integrar una red que permita obtener datos representativos de la calidad del aire de toda la Zona Metropolitana. Respecto al Programa de Verificación Vehicular, se describe la operación del mismo y se reflejan los puntos a mejorar para que el programa pueda ser funcional en su aplicación técnica.



En el Capítulo 3, se efectúa el diagnóstico del aporte de emisiones por las cuatro diferentes fuentes emisoras (móviles, fijas, área y naturales) de contaminantes criterio usando el inventario de emisiones, primero a nivel estatal, después distrital y finalmente el análisis de la contribución de emisiones por tipo de fuente para la Zona Metropolitana de Oaxaca. Este último análisis se realiza por contaminante y municipio, excluyendo las emisiones naturales en este último análisis para dar un mayor enfoque a las actividades antropogénicas.

En el Capítulo 4, se presenta la información sobre los efectos a la salud de la población por los principales contaminantes, tanto primarios como secundarios, así como la aplicación e importancia de las externalidades ambientales que se han desarrollado en México.

En el Capítulo 5, se muestra el diagnóstico sobre la situación actual de comunicación y educación en materia de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca, resumiendo los principales talleres, notas informativas y difusión que el entonces, Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable dio sobre el tema de calidad del aire entre la población del estado de Oaxaca. También se presentan los resultados de la aplicación de una encuesta de sensibilidad sobre el tema de calidad del aire a las autoridades municipales.

En el Capítulo 6, se definen las diversas estrategias, medidas y acciones que deben ser implementadas para reducir las emisiones a la atmósfera y proteger la salud de la población. Destacan las medidas diseñadas para la reducción de emisiones en vehículos automotores, ya que esta es la principal fuente aportadora de contaminantes a la atmósfera.

En el capítulo 7, se recopilan las principales fuentes de financiamiento a las cuales se podrá recurrir para poder implementar las medidas y ejecutar cada una de las acciones que integran dichas medidas



CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO | 1 |
| 1.1 DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA | 1 |
| 1.2 ASPECTOS FÍSIOGRÁFICOS | 5 |
| 1.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS..... | 5 |
| CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE | 10 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO | 10 |
| 2.1.1 <i>Sistema de monitoreo atmosférico</i> | 10 |
| 2.1.2 <i>El centro de control</i> | 11 |
| 2.1.3 <i>Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012</i> | 11 |
| 2.2 NORMAS OFICIALES MEXICANAS VIGENTES DE CALIDAD DEL AIRE | 12 |
| 2.3 INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE | 14 |
| 2.4 DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR (PVV) | 17 |
| CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE EMISIONES | 21 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2011 PARA EL ESTADO DE OAXACA | 21 |
| 3.2 EMISIONES 2011 PARA EL ESTADO DE OAXACA..... | 22 |
| 3.2.1 <i>Por fuente de emisión</i> | 22 |
| 3.2.2 <i>Por tipo de contaminante</i> | 24 |
| 3.2.3 <i>Por tipo de jurisdicción</i> | 25 |
| 3.3 EMISIONES 2011 PARA LA ZONA METROPOLITANA DE OAXACA | 26 |
| 3.3.1 <i>Por fuente de emisión</i> | 26 |
| 3.3.2 <i>Por tipo de contaminante</i> | 27 |
| 3.3.3 <i>Por categoría de emisión y contaminante</i> | 32 |
| CAPÍTULO 4. IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y EXTERNALIDADES | 37 |
| 4.1 EFECTOS NOCIVOS PARA LA SALUD | 37 |
| CAPÍTULO 5. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL | 42 |
| 5.1 PROCESO ACTUAL DE LA COMUNICACIÓN PÚBLICA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE A LA POBLACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO . | 42 |
| 5.2 INTERNET Y REDES SOCIALES | 42 |
| 5.3 ACTORES INVOLUCRADOS EN LA COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE | 42 |
| 5.4 PERCEPCIÓN GENERAL DE LA CIUDADANÍA SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE | 43 |
| 5.5 EDUCACIÓN AMBIENTAL..... | 44 |
| CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS | 48 |
| 6.1 OBJETIVOS | 49 |
| 6.1.1 <i>Objetivo general</i> | 49 |
| 6.1.2 <i>Objetivos particulares</i> | 49 |
| 6.2 METAS..... | 50 |



| | |
|--|------------|
| 6.3 ESTRATEGIAS | 50 |
| 6.3.1 <i>Estrategia 1. Reducción de emisiones en fuentes móviles</i> | 51 |
| Medida 1. Fortalecer el programa de verificación vehicular en la ZMO | 51 |
| Medida 2. Regular el autotransporte público y de carga que circula en la ZMO | 53 |
| Medida 3. Desarrollar un programa de movilidad urbana | 56 |
| 6.3.2 <i>Estrategia 2. Reducción de emisiones de fuentes fijas</i> | 58 |
| Medida 4. Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales y coordinar los programas de inspección y vigilancia con las fuentes fijas federales. | 58 |
| 6.3.3 <i>Estrategia 3. Reducción de emisiones en comercios y servicios</i> | 60 |
| Medida 5. Regular los establecimientos de jurisdicción municipal | 60 |
| Medida 6. Reducir el uso de leña y carbón para la cocción de alimentos en hogares y establecimientos comerciales. | 62 |
| Medida 7. Controlar las emisiones generadas por el sector ladrillero. | 64 |
| Medida 8. Controlar las emisiones generadas por el sector alfarero | 66 |
| 6.3.4 <i>Estrategia 4. Comunicación y educación ambiental</i> | 68 |
| Medida 9. Instrumentar una estrategia de comunicación de la calidad del aire. | 68 |
| Medida 10. Capacitar de forma continua a autoridades y empresarios en materia de calidad del aire. | 72 |
| Medida 11. Elaborar un programa de educación ambiental | 74 |
| 6.3.5 <i>Estrategia 5. Protección a la Salud</i> | 76 |
| Medida 12. Implementar el programa de contingencias atmosféricas | 76 |
| Medida 13. Implementar un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire. | 78 |
| 6.3.6 <i>Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento</i> | 80 |
| Medida 14. Conformar un Comité técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de la ZMO | 80 |
| Medida 15. Actualizar el inventario de emisiones | 82 |
| Medida 16. Fortalecer el monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana de Oaxaca | 84 |
| Medida 17. Realizar el diagnóstico de calidad del aire | 86 |
| CAPÍTULO 7. FUENTES DE FINANCIAMIENTO | 91 |
| 7.1.1 Banco Mundial (World Bank) | 91 |
| 7.1.2 Global Environment Facility (GEF) | 92 |
| 7.1.3 Banco Interamericano de Desarrollo (BID) | 92 |
| 7.1.4 Banco Europeo de Inversiones (BEI) | 93 |
| 7.1.5 Fondo Verde | 93 |
| 7.1.6 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Americanos (US EPA) | 94 |
| 7.2 FONDOS NACIONALES | 94 |
| 7.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) | 94 |
| 7.2.2 Banobras (FONADIN) | 94 |
| 7.2.3 Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo | 96 |
| 7.2.4 Nacional Financiera (NAFIN) | 97 |
| BIBLIOGRAFÍA | 98 |
| GLOSARIO | 103 |



CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Regiones y distritos que integran el estado de Oaxaca..... | 3 |
| Cuadro 2. Municipios que integran la Zona Metropolitana de Oaxaca. | 4 |
| Cuadro 3. Generalidades de las estaciones de monitoreo de calidad del aire del estado de Oaxaca. | 10 |
| Cuadro 4. Contaminantes y variables meteorológicas que miden las estaciones de monitoreo de calidad del aire del estado de Oaxaca. | 10 |
| Cuadro 5. Especificaciones Límites de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes al año 2013. | 13 |
| Cuadro 6. Centros de verificación vehicular que operan en el estado de Oaxaca. | 18 |
| Cuadro 7. Emisiones del Estado de Oaxaca por fuente. | 23 |
| Cuadro 8. Emisiones por contaminantes en el Estado de Oaxaca. | 24 |
| Cuadro 9. Emisión de contaminantes por fuente en la Zona Metropolitana de Oaxaca. | 26 |
| Cuadro 10. Porcentaje de CO generado por los principales municipios de la ZMO. | 28 |
| Cuadro 11. Porcentaje de COV generado por los principales municipios de la ZMO. | 28 |
| Cuadro 12. Porcentaje de NOx generado por los principales municipios de la ZMO. | 29 |
| Cuadro 13. Porcentaje de PM ₁₀ generado por los principales municipios de la ZMO. | 29 |
| Cuadro 14. Porcentaje de PM _{2.5} generado por los principales municipios de la ZMO. | 30 |
| Cuadro 15. Porcentaje de SO ₂ generado por los principales municipios de la ZMO. | 30 |
| Cuadro 16. Porcentaje de NH ₃ generado por los principales municipios de la ZMO. | 31 |
| Cuadro 17. Encuesta percepción temas ambientales en la Zona Metropolitana de Oaxaca. | 44 |
| Cuadro 18. Eventos realizados por el IEEDS de Oaxaca para capacitar en temas ambientales. | 44 |
| Cuadro 19. Difusión de problemática ambiental en el Estado. | 47 |



FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización geográfica del estado de Oaxaca. | 2 |
| Figura 2. Localización geográfica de la Zona Metropolitana de Oaxaca..... | 4 |
| Figura 3. Comportamiento de la concentración promedio mensual de PM_{10} | 15 |
| Figura 4. Comportamiento de la concentración promedio mensual de O_3 | 15 |
| Figura 5. Comportamiento de la concentración promedio mensual de CO | 16 |
| Figura 6. Comportamiento de la concentración promedio mensual de SO_2 | 16 |
| Figura 7. Emisiones en el Estado de Oaxaca por fuente. | 23 |
| Figura 8. Aporte de emisiones por contaminantes por tipo de jurisdicción..... | 25 |
| Figura 9. Porcentaje de emisión de contaminante por tipo de fuente en la ZMO. | 27 |
| Figura 10. Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes para la Zona Metropolitana de Oaxaca. | 34 |



Introducción

Un Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) integra instrumentos y herramientas de gestión, tales como el desarrollo de normas, convenios, participación de los sectores involucrados, educación ambiental, participación social, divulgación de la información y capacitación, entre otros. Es por ello que se considera como el principal instrumento desarrollado para revertir las tendencias de deterioro de la calidad del aire en las principales ciudades de México.

En el estado de Oaxaca la contaminación del aire es ocasionada por una gran cantidad y diversidad de fuentes de emisión, clasificadas convencionalmente como: fuentes móviles (vehículos automotores), fijas (establecimientos industriales), de área (comercios y servicios) y naturales (biogénicas y erosivas). Estas fuentes de emisión han sido cuantificadas mediante el denominado inventario de emisiones a la atmósfera de contaminantes criterio, con una estimación para el año 2005 como parte del Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM 2005, SEMARNAT)¹, así como para el 2008 (INEM 2008 SEMARNAT)², y recientemente para el 2011³.

De acuerdo al inventario de emisiones a la atmósfera realizado para el año 2008, la principal fuente aportadora de emisiones en la Zona Metropolitana de la ciudad de Oaxaca (ZMO) son los vehículos automotores, mientras que en los municipios de San Juan Bautista Tuxtepec y Salina Cruz, la fuente que destaca es la fuente fija, siendo en San Juan Bautista Tuxtepec las de jurisdicción local (sector alimenticio, ingenios) y en Salina Cruz las de jurisdicción federal (sector petroquímico), con un alto aporte en ambos municipios de dióxido de azufre (SO₂) y partículas menores a 10 micras (PM₁₀). Los resultados obtenidos durante este estudio señalan que en el estado de Oaxaca se generan anualmente 183,057.86 toneladas de hidrocarburos, 131,440.15 toneladas de monóxido de carbono (CO), 45,848.58 toneladas de óxidos de nitrógeno (NO_x), 7,551.26 toneladas de partículas PM₁₀ y 54,770.66 de SO₂.

Recientemente, en el año 2012 el entonces Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca (IEEDS), actualizó el Inventario de Emisiones a la Atmósfera al año 2011³, en el cual

¹ SEMARNAT, *Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005* [en línea]. México, [fecha de consulta: 10 de diciembre 2013]. Disponible en:

<<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>>

² SEMARNAT, *Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005* [en línea]. México, [fecha de consulta: 10 de diciembre 2013]. Disponible en:

<<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddelaire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>> ³ Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca, *Inventario de Emisiones de Gases Criterio del Estado de Oaxaca, 2011*, Oaxaca de Juárez, Oax., diciembre 2012.



las emisiones estimadas resultaron para la mayoría de los contaminantes casi el doble de lo estimado para el 2008, debido a la integración de algunas fuentes que no se habían considerado para el 2008, así como del mismo crecimiento en número de fuentes por la actividad antropogénica en el estado, como resultado del acelerado crecimiento poblacional del estado de Oaxaca. Por tal situación, el IEEDS decidió realizar el ProAire para controlar y reducir los niveles de emisiones contaminantes del aire, mediante el desarrollo e implementación de medidas y acciones que implican desde la regulación de una fuente emisora hasta la participación ciudadana mediante la concientización en materia de calidad del aire.

Con la implementación del ProAire, se da cumplimiento a las normas oficiales mexicanas vigentes en materia de calidad del aire que tienen como objetivo proteger la salud de la población, sobre todo la de los grupos más vulnerables como son niños menores a 5 años, adultos mayores y personas con enfermedades respiratorias crónicas.

Las zonas de estudio para el desarrollo del ProAire fueron establecidas de acuerdo al diagnóstico realizado en materia de calidad del aire, principalmente en el Inventario de Emisiones a la Atmósfera de Contaminantes Criterio, en donde se muestra que la Zona Metropolitana de Oaxaca es donde se genera el mayor aporte de emisiones a la atmósfera en el estado, debido a las fuentes móviles y a la actividad ladrillera

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO



Capítulo 1. Generalidades de la zona de estudio

En cuestiones de calidad del aire no solamente es la concentración de las actividades y personas lo que provoca que una región tenga problemas de contaminación atmosférica, las características geográficas de una zona juegan un papel importante en la dispersión de los contaminantes. Por ejemplo, la dispersión de los contaminantes que se generan en una ciudad rodeada por montañas es difícil, por lo que es muy probable que se tengan problemas de calidad del aire; sin embargo, si la ciudad está localizada en lugares abiertos, es decir, sin muchos cerros o montañas, es muy probable que el viento disperse los contaminantes y esto permita tener una buena calidad del aire.

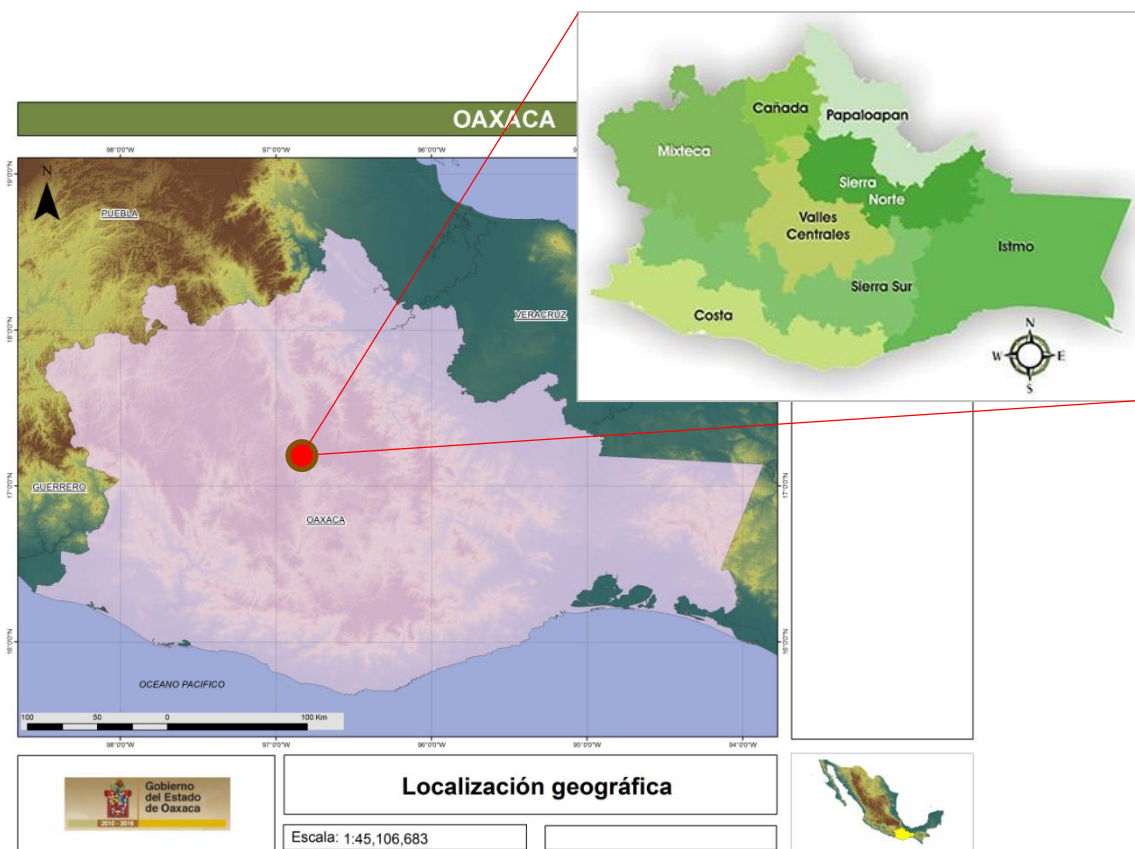
Por otra parte, la actividad económica es un indicador del tipo y cantidad de contaminantes que se pudieran estar liberando en una región de interés, ya que está íntimamente relacionada con el consumo de combustible.

En este sentido, a continuación se presentan las características fisiográficas de la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO), con la finalidad de tener elementos para entender la complejidad del problema en cuestiones de calidad del aire y estar en la posibilidad de proponer medidas y acciones factibles para mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta región del país.

1.1 Delimitación geográfica

Localización geográfica del Estado de Oaxaca

El estado de Oaxaca se localiza en la región sur-suroeste de la República Mexicana; y colinda al oeste con el estado de Guerrero, al noroeste con Puebla, al norte con el estado de Veracruz, y al este con Chiapas. Hacia la parte sur de su territorio, el estado de Oaxaca posee 600 kilómetros de costa con el Océano Pacífico. Las coordenadas extremas del estado de Oaxaca corresponden a 18°39' - 15°39' de latitud norte; y 93°52' – 98°32' de longitud oeste. Por su extensión territorial, 93,7934 kilómetros cuadrados, el estado de Oaxaca ocupa el 4.8% de la superficie del país, por lo que es el quinto lugar a nivel nacional en este aspecto



Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 1. Localización geográfica del estado de Oaxaca.

División regional del estado de Oaxaca

El estado de Oaxaca, como se observa en el Cuadro 1, se divide en 8 regiones y 30 distritos, los cuales contienen a los 570 municipios. La mayor cantidad de distritos se concentra en las regiones Mixteca y Valles Centrales, con 7 cada una; mientras que la región que tiene más municipios es la Mixteca con 155, seguida de la región Valles Centrales con 121.

⁴ INEGI, 2007. Información disponible en:

<http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/oax/default.aspx?tema=me&e=20>



Cuadro 1. Regiones y distritos que integran el estado de Oaxaca.

| Región | Distrito | Cantidad de municipios |
|-------------------------------|------------------|------------------------|
| I. Costa | Pochutla | 14 |
| | Juquila | 12 |
| | Jamiltepec | 24 |
| II. Sierra Sur | Putla | 10 |
| | Sola de Vega | 16 |
| | Miahuatlán | 32 |
| | Yautepec | 12 |
| III. Istmo | Tehuantepec | 19 |
| | Juchitán | 22 |
| IV. Sierra Norte | Mixe | 17 |
| | Villa Alta | 25 |
| | Ixtlán de Juárez | 26 |
| V. Papaloapan | Tuxtepec | 14 |
| | Choapan | 6 |
| VI. Cañada | Teotitlán | 25 |
| | Cuicatlán | 20 |
| VII. Mixteca | Nochixtlán | 32 |
| | Tlaxiaco | 35 |
| | Juxtlahuaca | 7 |
| | Silacayoápam | 19 |
| | Huajuapán | 28 |
| | Coixtlahuaca | 13 |
| | Teposcolula | 21 |
| VIII. Valles Centrales | Etla | 23 |
| | Zaachila | 6 |
| | Zimatlán | 13 |
| | Ejutla | 13 |
| | Ocotlán | 20 |
| | Tlacolula | 25 |
| | Centro | 21 |

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

En cuestiones de calidad del aire, este programa se enfoca en la región VII Valles Centrales, en particular en los municipios que integran la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO). Lo anterior, debido a que es precisamente en estos municipios es donde se concentra la mayor población y por consecuencia las principales actividades antropogénicas que generan emisión de contaminantes a la atmósfera, como por ejemplo las derivadas de las actividades comerciales y de servicios.

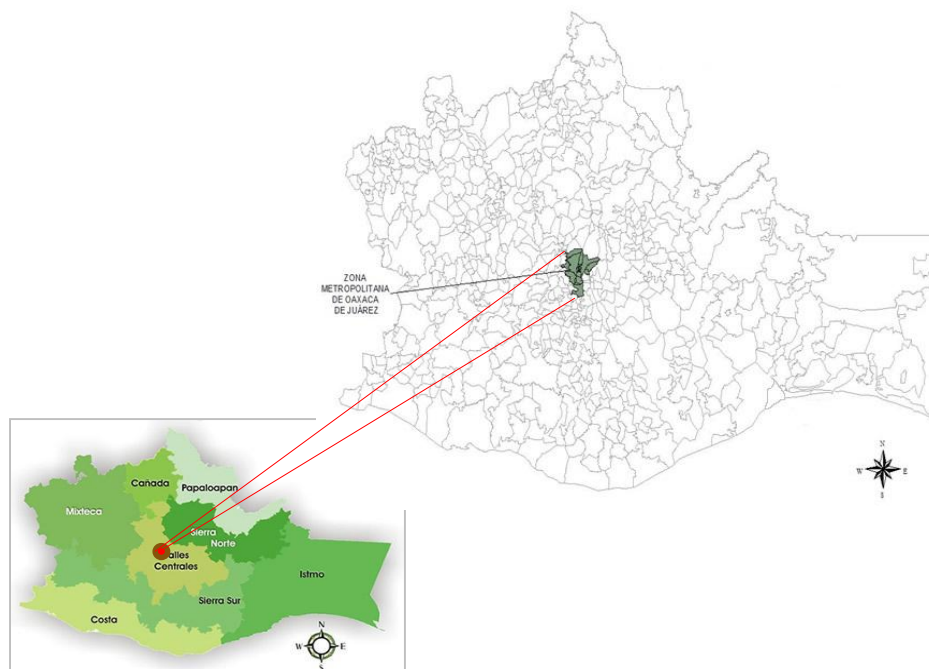


Además, es justamente en esta región del Estado de Oaxaca en donde se mueve la mayor cantidad de vehículos automotores, los cuales constituyen una de las principales fuentes de emisión de contaminantes al aire.

Cuadro 2. Municipios que integran la Zona Metropolitana de Oaxaca.

| Zona | Municipios |
|------------------------------|--|
| Zona Metropolitana de Oaxaca | Oaxaca de Juárez, San Agustín de las Juntas, San Agustín Yatareni, San Andrés Huayápam, San Antonio de la Cal, San Bartolo Coyotepec, San Jacinto Amilpas, Ánimas Trujano, San Lorenzo Cacaotepec, San Pablo ETLA, San Sebastián Tutla, Santa Cruz Amilpas, Santa Cruz Xoxocotlán, Santa Lucía del Camino, Santa María Atzompa, Santa María Coyotepec, Santa María del Tule, Santo Domingo Tomaltepec, Tlaxiáctac de Cabrera, Villa de Zaachila. |

Fuente: LT Consulting Group, 2013.



Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI.

Figura 2. Localización geográfica de la Zona Metropolitana de Oaxaca.



1.2 Aspectos fisiográficos

- **Integración.**- El estado de Oaxaca se divide en 570 municipios, los cuales representan el 25% del total de municipios que existen en todo el país. La ZMO está integrada por 20 municipios, los cuales concentran el 16% de la población total de esta entidad federativa.
- **Orografía.**- La orografía del estado de Oaxaca, en general, es accidentada, es decir, con una gran diversidad de sierras y cerros. Únicamente se pueden considerar como zonas planas a los Valles Centrales, sin embargo, aún en esta región existen cerros como el del Fortín, los cuales son importantes en la dispersión de contaminantes atmosféricos.
- **Clima.**- La Zona Metropolitana de Oaxaca posee entre un clima subtropical de tierras altas y un clima de montaña. La temperatura promedio anual es de 22°C. Los meses más calurosos son abril y mayo, los meses más fríos son diciembre, enero y febrero. Las temperaturas oscilan entre los 18°C en los meses más fríos y los 24°C en los meses más calientes.
- **Flora y fauna.**- La vegetación predominante en los valles corresponde a árboles (perennes y caducifolios) como el ahuehuete, casuarina, framboyán, salvia, hinojo, palo mulato, tomillo, huamúchil, cazahuate, laurel y huaje. Dentro de la fauna silvestre se encuentra el ceniztonle, el jilguero, el gorrión común, la calandria común, palomas, tortolitas, tlacuaches, ardillas, tejones y mapaches; entre la doméstica: el caballo, el gato, el perro, gallinas, entre otros.

1.3 Aspectos socioeconómicos

- **Población.**- Oaxaca cuenta con 3.8 millones de habitantes, los cuales representan el 3.4% de la población nacional. La densidad poblacional en esta entidad es de 41 habitantes por kilómetro cuadrado. En las últimas dos décadas (1990-2010) la población en el estado se incrementó en 782 mil personas; es decir, un promedio de 39 mil habitantes cada año. Referente a la ZMO, en el 2010 tenía 612,660 habitantes, lo que representa el 16% de la población estatal.
- **Sectores económicos.**- La actividad económica más practicada en Oaxaca es la agricultura. El segundo polo económico se encuentra en el sector terciario, en la ciudad de Oaxaca, específicamente en las actividades comerciales, servicios de restaurante, hoteles y transportes.



- **Vías de comunicación.**- El principal transporte de pasajeros y mercancías se realiza a través de camionetas, camiones y tráiler, así como el ferrocarril, llamado transístmico. En cuanto al transporte aéreo, Oaxaca cuenta con los aeropuertos internacionales en Oaxaca de Juárez, Huatulco y Puerto Escondido. El aeropuerto de la ciudad de Oaxaca cuenta con una longitud de pista de 2,450 metros, ubicada en una extensión total de 435 hectáreas y dispone de dos hangares.

CAPITULO II

DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE



Capítulo 2. Diagnóstico de la calidad del aire

2.1 Descripción del Sistema de Monitoreo Atmosférico

Las estaciones o campañas de monitoreo atmosférico proporcionan información acerca de las concentraciones de los contaminantes criterio en un tiempo determinado y en una zona específica, permitiendo su comparación con las Normas Oficiales Mexicanas, para establecer el estado que guarda la calidad del aire en una localidad. Los resultados de esta herramienta ayudan a generar políticas ambientales y programas encaminados a mejorar la calidad del aire de la región.

2.1.1 Sistema de monitoreo atmosférico

En el estado de Oaxaca se cuenta con 3 estaciones de monitoreo atmosférico, de las cuales dos son fijas y una móvil, que actualmente se encuentra fuera de servicio debido al desgaste normal de sus componentes y analizadores, ya que por los costos en energía e insumos es difícil su operación. El Cuadro 3 resume las generalidades de éstas, mientras que el Cuadro 4 contiene el tipo de contaminantes y variables meteorológicas que miden.

Cuadro 3. Generalidades de las estaciones de monitoreo de calidad del aire del estado de Oaxaca.

| Tipo de estación de monitoreo | Cantidad de estaciones | Ubicación | Fecha de inicio de operación |
|-------------------------------|------------------------|--|------------------------------|
| Móvil | 1 | Móvil | 2009 |
| Fija | 1 | Calle de doctor Pardo núm. 2, centro histórico, Oaxaca, Oax. | 2013 |
| Fija | 1 | Calle Rio Sena esquina Rio Usumacinta Fracc. Sauces, Col. Santa Rosa | 2014 |

Cuadro 4. Contaminantes y variables meteorológicas que miden las estaciones de monitoreo de calidad del aire del estado de Oaxaca.

| Tipo de estación de monitoreo | Contaminantes medidos | VARIABLES meteorológicas |
|-------------------------------|---|--|
| Fija | PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO | Dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar y presión atmosférica |
| Móvil | PM ₁₀ , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO, CO ₂ | Dirección y velocidad del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar y presión barométrica |



2.1.2 El centro de control

El área responsable de la estación o red de monitoreo debe contar con un procedimiento de evaluación de rutina de las estaciones de monitoreo y registrar en bitácora o formatos preestablecidos los resultados de dicha evaluación. La frecuencia de las evaluaciones y los formatos para su registro, son establecidos por cada Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire de acuerdo a sus objetivos y necesidades.

Como parte fundamental de la operación de las redes de monitoreo, se cuenta con un Centro de Control, mediante el cual se recolectan los datos de forma continua. Este proceso es de manera automática por medio de equipos telemétricos. Diariamente se realiza la recolección de datos promedio de una hora, en horarios establecidos.

Actualmente el Centro de Control de la estación fija de monitoreo se encuentra en las instalaciones que ocupa la actual Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable.

2.1.3 Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana *NOM-156-SEMARNAT-2012*: Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire, tiene como objetivo principal especificar las condiciones mínimas que deben ser observadas para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

El cumplimiento de esta norma está basado en los siguientes puntos:

1. Diseño de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
2. Características básicas de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
3. Instalación de estaciones, operación, mantenimiento y calibración de equipos.
4. Gestión, aseguramiento y control de la calidad en los sistemas de monitoreo de la calidad del aire.
5. Manejo de datos de la calidad del aire.
6. Procedimiento para la evaluación de la conformidad.
7. Grado de concordancia con normas y lineamientos internacionales y con las normas mexicanas tomadas como base para su elaboración.
8. Vigilancia. El procedimiento de verificación se llevará a cabo por las autoridades correspondientes o por las unidades de verificación acreditadas y aprobadas.



2.2 Normas oficiales mexicanas vigentes de calidad del aire

El Cuadro 5 muestra las especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) vigentes al 2013 para evaluar el cumplimiento de calidad del aire para la protección de la salud. Es de importancia mencionar que en el 2014 se presentaron actualizaciones de las NOM para partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y ozono (O_3), definiendo nuevos límites máximos permisibles.

Ozono (O_3). La NOM-020-SSA1-1993 fue actualizada a la NOM-020-SSA1-2014, donde el LMP del promedio horario de O_3 , pasó de 0.11 ppm a 0.095 ppm. Para promedio móvil de 8 horas de O_3 , el LMP pasó de 0.080 ppm a 0.070 ppm.

Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$). La NOM-025-SSA1-1993 fue actualizada a la NOM-025-SSA1-2014, estableciendo nuevos LMP.

Para $PM_{2.5}$

- Promedio de 24 horas, el LMP pasó de $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Promedio anual, el LMP pasó de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Para PM_{10}

- Promedio de 24 horas, el LMP pasó de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Promedio anual, el LMP pasó de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cuadro 5. Especificaciones Límites de las Normas Oficiales Mexicanas vigentes al año 2013.

| Contaminante | Valores límite | | | Normas Oficiales Mexicanas |
|---|---|-----------------------------|--|-------------------------------------|
| | Exposición aguda | | Exposición crónica | |
| | Concentración y tiempo promedio | Frecuencia máxima aceptable | Concentración y tiempo promedio | |
| Partículas suspendidas totales PST | 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas) | - | - | Modificación a la NOM-025-SSA1-1993 |
| Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10}) | 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas) | 2% de veces en un año | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio aritmético anual) | |
| Partículas menores de 2.5 micrómetros ($\text{PM}_{2.5}$) | 65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 horas) | 2% de veces en un año | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (promedio aritmético anual) | - |
| Ozono (O_3) | 0.11 ppm (1 hora) (216 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | No se permite | - | Modificación a la NOM-020-SSA1-1993 |
| | 0.08 ppm (8 horas) | 4 veces en un año | - | |
| Monóxido de carbono (CO) | 11 ppm (8 hora) (12595 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 vez al año | - | NOM-021-SSA1-1993 |
| Dióxido de azufre (SO_2) | 0.11 ppm (24 horas) (288 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2 veces al año | 0.025 (66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (promedio aritmético anual) | NOM-022-SSA1-2010 |
| | 0.200 ppm (8 hora) (524 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 vez al año | | |
| Bióxido de nitrógeno (NO_2) | 0.21 ppm (1 hora) | 1 vez al año | | NOM-023-SSA1-1993 |



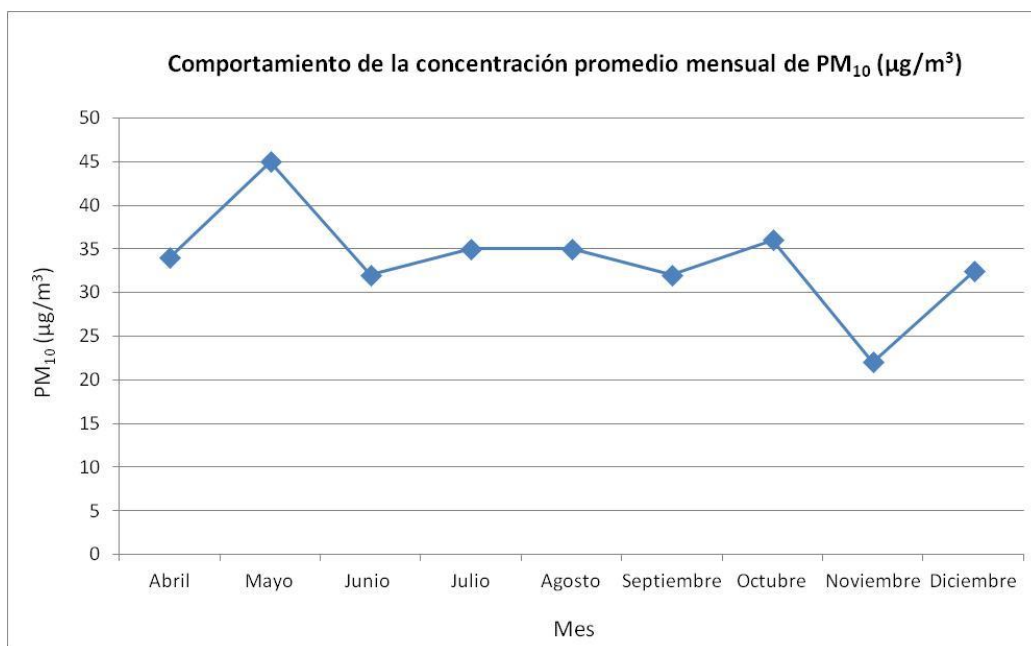
2.3 Indicadores de calidad del aire

La estación fija de monitoreo atmosférico tiene la capacidad de medir los principales contaminantes criterio como son el SO₂, CO, O₃, PM₁₀, NO₂ y variables meteorológicas, tales como son velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, radiación solar, precipitación fluvial y presión atmosférica. En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se muestran las concentraciones de partículas menores a 10 micras, ozono, monóxido de carbono y dióxido de azufre, respectivamente. Las concentraciones promedio presentadas en estas figuras son a partir del mes de abril (mes en que comenzó la operación de la estación) hasta el mes de diciembre del 2013.

Se realizó el análisis referente al número de veces que se excede el Límite Máximo Permisible (LMP) para cada uno de los contaminantes monitoreados, aplicando la normatividad vigente (ver cuadro 5 de este capítulo); sin embargo, para ninguno de los casos se excedió dicho límite, inclusive los valores máximos de los contaminantes monitoreados están muy lejanos a su LMP.

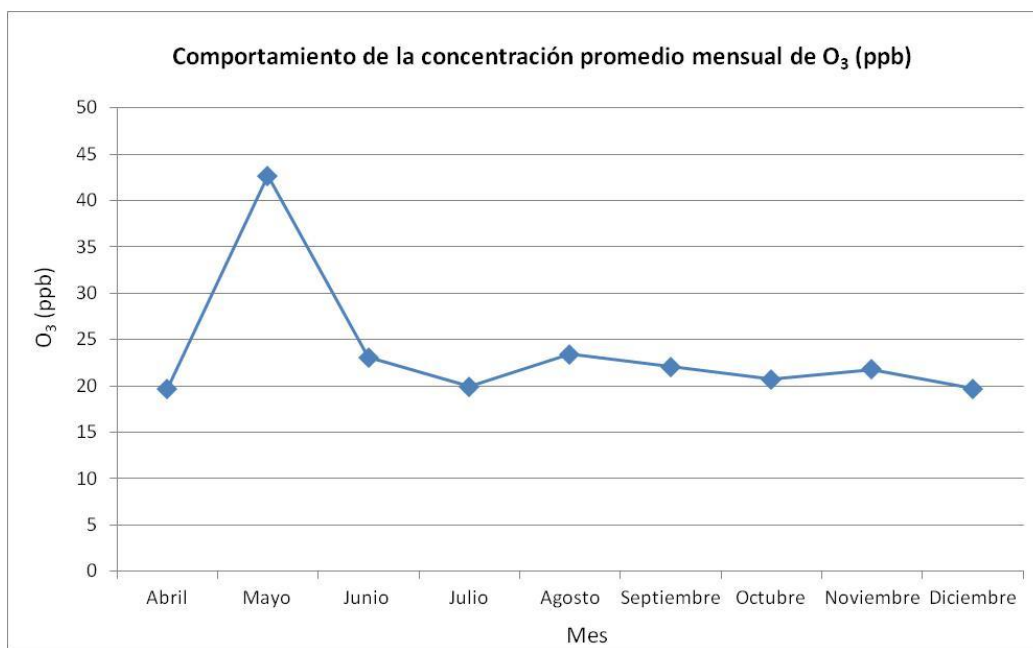
Los resultados mostrados en las Figuras 3, 4, 5 y 6 son promedios mensuales, los cuales se presentan con la finalidad de conocer la tendencia y comportamiento de los contaminantes monitoreados en los meses de abril a diciembre del 2013. Los promedios se obtuvieron a partir de la verificación y validación de los registros de cada contaminante bajo los procedimientos establecidos en las guías de monitoreo del Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA)⁵ del INECC en la validación de datos de monitoreo de calidad del aire. Los resultados presentados en estas figuras sólo pretenden mostrar la tendencia de las concentraciones medidas a lo largo de estos meses.

⁵ http://sinaica.ine.gob.mx/guias_monitoreo.html



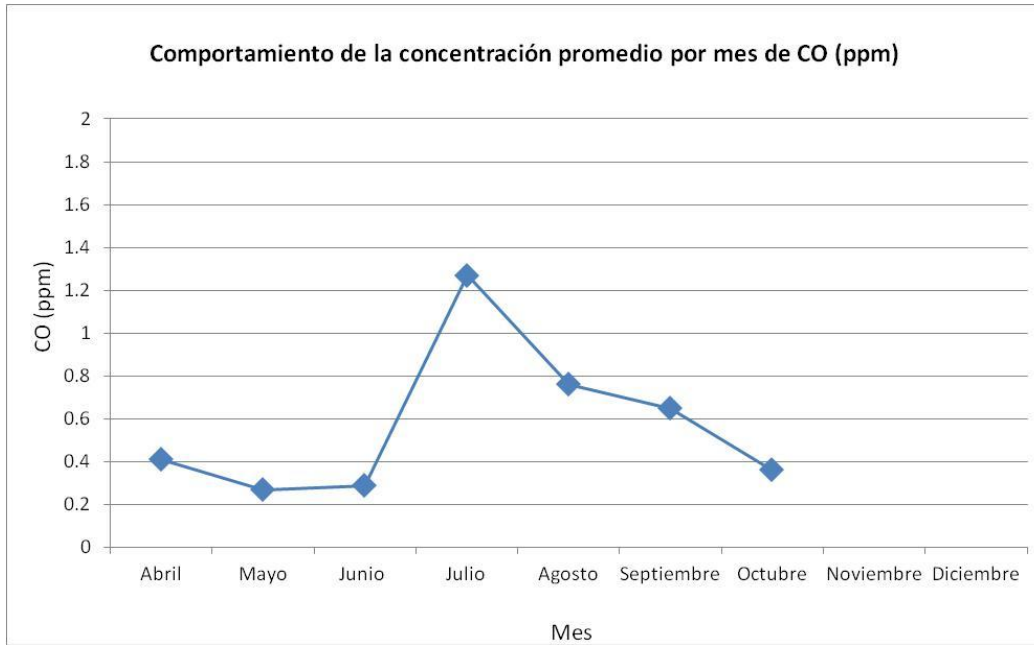
Fuente: LT Consulting con información de la estación de monitoreo del IEEDS de Oaxaca, 2013.

Figura 3. Comportamiento de la concentración promedio mensual de PM₁₀.



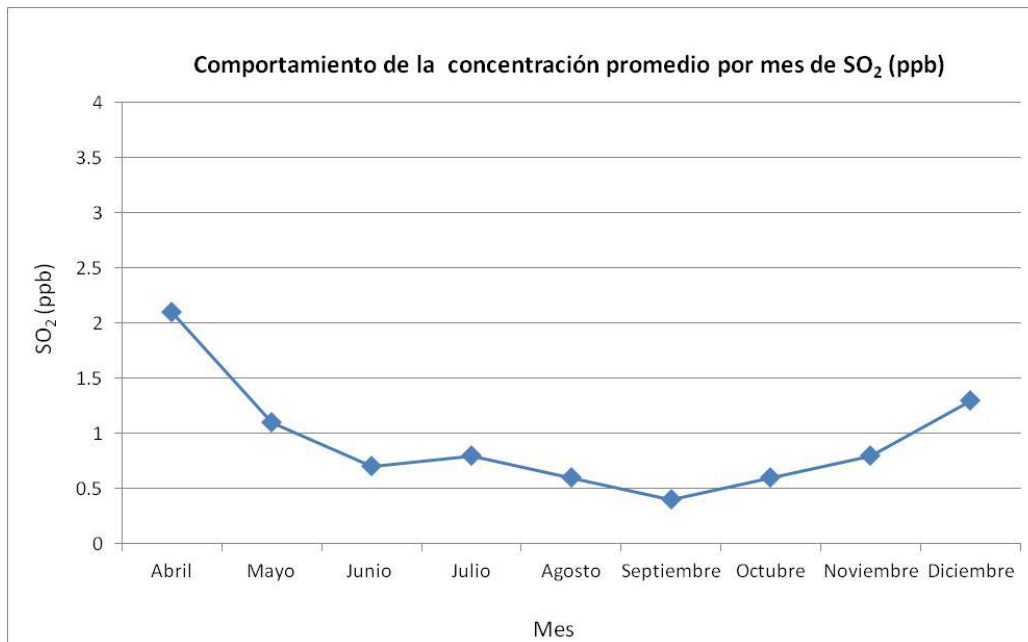
Fuente: LT Consulting con información de la estación de monitoreo del IEEDS de Oaxaca, 2013.

Figura 4. Comportamiento de la concentración promedio mensual de O₃.



Fuente: LT Consulting con información de la estación de monitoreo del IEEDS de Oaxaca, 2013.

Figura 5. Comportamiento de la concentración promedio mensual de CO.



Fuente: LT Consulting con información de la estación de monitoreo del IEEDS de Oaxaca, 2013.

Figura 6. Comportamiento de la concentración promedio mensual de SO₂.

2.4 Diagnóstico del Programa de Verificación Vehicular (PVV)

La verificación vehicular es una actividad de control de emisión de contaminantes a la atmósfera, a través de la inspección-mantenimiento de los vehículos automotores, y se realiza en diversos países del mundo.

En México, los programas de verificación vehicular tienen como meta principal certificar que los vehículos automotores en circulación no rebasen los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera, establecidos en las normas oficiales mexicanas aplicables, por ello, se ha constituido como una de las principales acciones de control de emisiones vehiculares a la atmósfera. Desde el año 2008 el entonces Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable implementó a nivel Estatal como política ambiental para regular las emisiones contaminantes por fuentes móviles el Programa de Verificación Vehicular (PVV).

Adicionalmente, estos programas generan algunos otros beneficios, tales como::

1. Inducir el mantenimiento vehicular periódico.
2. Fomentar la renovación del sector transporte.
3. Incentivar la introducción de tecnologías y combustibles más limpios.
4. Salvaguardar la salud y el bienestar de las personas.

El entonces Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable en el año 2008 implementó el Programa de Verificación Vehicular (PVV) a nivel estatal y de carácter obligatorio. Este programa no ha tenido el impacto esperado ya que la gran mayoría de los automovilistas se queda únicamente en el pago de la verificación, dado que éste va integrado en el costo de la tenencia, quedándoles la opción de acudir o no a los centros de verificación para realizar la prueba. Por este motivo, actualmente la SEMADESO ha buscado la colaboración de varias instituciones de gobierno como lo es la Secretaría de Finanzas y Tránsito del Estado para poder operar y cumplir la obligatoriedad de este programa

Actualmente el Estado cuenta con 16 verificentros y ocho unidades móviles de Verificación que ayudan a atender las necesidades y se implementan debido a las condiciones orográficas en diversos municipios.

La flota vehicular registrada en el Estado es de 513,339 vehículos, de los cuales en el año 2015 se verificaron 113,067 vehículos, lo que corresponde a un 22.6 % con respecto al parque vehicular registrado.

Cuadro 6. Centros de verificación vehicular que operan en el estado de Oaxaca.

| Núm. | Centro de verificación vehicular | Dirección | Número telefónico |
|------|--|---|----------------------------------|
| 1 | VS-01, COL. REFORMA | Azucenas no. 608, col. Reforma, Oaxaca de Juárez, Oax. | 513 94 33 |
| 2 | VS-02, SANTA ROSA | Carr. Cristóbal Colón km 539, Santa Rosa Panzacola, Oaxaca, de Juárez, Oax. | 512 72 10 |
| 3 | VS-03, VIGUERA | Prolongación Riveras del Río Atoyac, no. 42, Trinidad de Viguera, Oax. | 512 50 95 |
| 4 | VS-04, SAN JUAN CHAPULTEPEC | Calzada Valerio Trujano, no. 1308, San Juan Chapultepec, Oaxaca de Juárez, Oax. | 512 15 64 |
| 5 | VS-07, HUAJUAPAN | Avenida Paraíso esq. Jacarandas s/n, col. Santa Teresa, Huajuapán de León, Oax. | 01 953 503 44 05 |
| 6 | VS-08, IXTEPEC | Km 2 Carr. Ixtepec-Juchitán s/n, col. Arboledas, Ciudad Ixtepec, Oax. | Cel. 971 107 3190 |
| 7 | VS-09, PUERTO ESCONDIDO | Vértice suroriente de la manzana III, La soledad, Sector Reforma, Col. Centro Agencia de Puerto Escondido, San Pedro Mixtepec, Oaxaca | 01 954 104 2323 |
| 8 | SERVICIO PÚBLICO (TRANSPORTE) SP-01 | Prolongación Riveras de Río Atoyac no. 42, Trinidad de Viguera, Oax. | 513 00 82 CEL. 951 12 84 155 |
| 9 | VC-01, ETLA | Acueducto no. 108, Villa de ETLA, Oax. | 520 3259 Y 539 6118 |
| 10 | VC-01, MIAHUTLÁN | Calle 16 de Sept. s/n, Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oax. | 520 3259 Y 539 6118 |
| 11 | VC-01, OCOTLÁN | Carr. Oaxaca-Puerto Ángel, Km 32, lote 10, Ocotlán de Morelos, Oax. | 520 3259 Y 539 6118 |
| 12 | VC-01, ZIMATLÁN | Calle Ignacio López Rayón, no. 7, col. Centro, Zimatlán de Álvarez, Oax. | 520 3259 Y 539 6118 |
| 13 | VC-01, TLACOLULA | Prolongación Vicente Guerrero, esq. con Ferrocarril no. 1, 4ta. Sección, Tlacolula de Matamoros, Oax. | 520 3259 Y 539 6118 |
| 14 | VC-02, TEHUANTEPEC | Km 5.5 Carr. Tehuantepec-Salina Cruz s/n, Barrio Santa Cruz Tagolaba, Sto. Domingo Tehuantepec, Oax. | Cel. 971 104 1152 y 971 107 3190 |
| 15 | VC-02, TUXTEPEC | Carr. Tuxtepec-Loma Bonita Km 1 No. 42, col. La Esperanza, San Juan Bautista Tuxtepec, Oax. | Cel. 287 871 6591 y 287 109 9815 |
| 16 | VC-03, NOCHIXTLÁN | Carr. Cristóbal Colón s/n, Asunción Nochixtlán, Oax. | Cel. 951 125 8014 |
| 17 | VC-04, PINOTEPA | Carr. Pinotepa-Puerto Escondido Km 1 s/n, Santiago Pinotepa Nacional, Oax. | 01 954 543 33 54 |



Generalidades del Programa de Verificación en el Estado de Oaxaca.

Tipo de prueba. Prueba de tipo estática, no existe infraestructura en los centros de verificación para realizar la prueba dinámica.

Número de centros de verificación vehicular. Existen 16 centros de verificación en el estado (ver Cuadro 6) y 4 de estos centros se encuentran localizados en la Zona Metropolitana de Oaxaca, el resto está repartido en los principales municipios del estado.

También existen 4 unidades móviles que dan servicio a diferentes regiones del estado en las cuales no existen centros de verificación.

Dentro de las concesiones de los centros de verificación no se tiene contemplada la instalación de talleres mecánicos.

Concesiones de los centros de verificación. Las concesiones son válidas por 10 años y se otorgaron en el año 2008.

Sistema de control en el Programa de Verificación Vehicular. El sistema de control al programa se realiza mediante visitas de inspección y vigilancia a los mismos centros, éstas son una o dos veces por año y son realizadas por personal técnico capacitado de la Secretaría del Medio Ambiente.

Homologación del PVV con el de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). El programa de verificación vehicular del estado de Oaxaca por el momento no puede ser homologado con el de la ZMVM ya que las pruebas son diferentes, en el estado de Oaxaca es estática y en la ZMVM es dinámica.

CAPITULO III
INVENTARIO
DE EMISIONES



Capítulo 3. Inventario de emisiones

3.1 Características del Inventario de Emisiones 2011 para el Estado de Oaxaca

- **Año base.** El año para el que se estimó la emisión de contaminantes fue el 2011.
- **Zona de estudio.** Zona Metropolitana de Oaxaca.
- **Resolución.** El inventario fue integrado a nivel municipal.
- **Fuentes de emisión:**
 - a. Fuentes fijas o puntuales.- establecimientos industriales.
 - b. Fuentes móviles carreteras y no carreteras.- vehículos que circulan por carretera y aquellos utilizados en las actividades de la construcción y agrícola, además de la actividad aeroportuaria, marítima y recreativa.
 - c. Fuentes de área.- actividad habitacional, comercial y de servicios.
 - d. Fuentes naturales.- incluye las emisiones provenientes de las fuentes biogénicas y erosivas.
- **Contaminantes estudiados:**
 - a. Partículas menores a 10 micrómetros, PM₁₀.
 - b. Partículas menores a 2.5 micrómetros, PM_{2.5}.
 - c. Óxidos de azufre, SO₂.
 - d. Óxidos de nitrógeno, NO_x.
 - e. Monóxido de carbono, CO.
 - f. Compuestos orgánicos volátiles, COV.
 - g. Amoníaco, NH₃.
- **Metodologías de estimación utilizadas:**

Las metodologías que se utilizaron para la elaboración de este inventario, están basadas, principalmente, en la serie de “Manuales del Programa de Inventarios de Emisiones de México”¹, la “Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones”², el “Manual para la elaboración de inventario de emisiones de fuentes de área”³ y los procedimientos utilizados para la elaboración del “Inventario nacional de emisiones para México (INEM)-1999”. También se consideraron las metodologías e información actualizada por la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América (USEPA) para la elaboración de inventarios de emisiones. Además, se utilizaron metodologías y procedimientos propios desarrollados por LT

⁶ Radian International LLC, INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors’ Association. *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México*. Diciembre de 1997.

⁷ INE-SEMARNAT, Western Governors’ Association. *Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2005.

⁸ SEMARNAT. *Manual para la elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2008.



Consulting, para la recopilación de información y la estimación de emisiones, así como las actualizaciones de las metodologías utilizadas para la elaboración del INEM.

- **Resolución temporal:**

Los resultados de emisión de contaminantes, por tipo de fuente y categoría, se reportan en mega-gramos de contaminante por año (Mg/año).

- **Resolución espacial:**

La distribución espacial de las emisiones se realizó a nivel municipal por tipo de fuente de emisión y contaminante, a través de las siguientes metodologías:

- a) Fuentes puntuales. Asignación espacial de las emisiones a través de las coordenadas geográficas (latitud/longitud) de cada fuente de emisión.
- b) Fuentes de área. Distribución de las emisiones mediante municipios y las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). Las AGEBS son divisiones geográficas utilizadas en México con fines estadísticos y censales por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)⁴, las cuales son representadas por un número determinado de habitantes y viviendas, entre otros atributos.
- c) Fuentes móviles. La distribución geográfica de la emisión de contaminantes al aire proveniente de las fuentes móviles, se asignó a nivel municipal.
- d) Fuentes naturales. La distribución de la emisión de contaminantes provenientes de fuentes biogénicas se realizó a través de la georreferenciación de la cobertura vegetal y el uso de suelo de la zona de estudio.

3.2 Emisiones 2011 para el Estado de Oaxaca

3.2.1 Por fuente de emisión

El Cuadro 7 muestra la cantidad de emisiones generadas por contaminante para cada una de las fuentes en el Estado de Oaxaca. La Figura 7 resume por fuente el principal contaminante emitido y su porcentaje, así como la priorización de contribución con respecto al resto de las fuentes.

⁴ Instituto Nacional de Geoestadística Básica (INEGI). *Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*. Consultada el 27 de agosto de 2009 en:

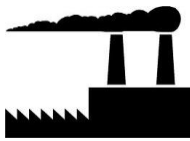
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/prodyserv/cartocen/cartocen.cfm?c=334>



Cuadro 7. Emisiones del Estado de Oaxaca por fuente.

| Fuente de emisión | Mg/año | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ |
| Fijas | 7,013.37 | 4,386.89 | 55,193.54 | 2,538.10 | 7,038.56 | 386.05 | 98.38 |
| Área | 29,202.96 | 20,973.04 | 987.70 | 166,577.97 | 5,430.68 | 116,168.92 | 34,332.14 |
| Móviles carreteras | 115.87 | 87.30 | 420.77 | 87,266.75 | 15,000.79 | 5,983.68 | 437.92 |
| Móviles no carreteras | 0.94 | 0.94 | 8.47 | 349.20 | 59.00 | 24.81 | NE |
| Naturales | 108,155.90 | NE | NA | NA | 53,731.50 | 700,491.50 | NA |
| Total | 144,489.04 | 25,448.17 | 56,610.49 | 256,732.02 | 81,260.53 | 823,054.96 | 34,868.44 |

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo.



Fijas

- Primera fuente de emisión de bióxido de azufre (SO₂), contribuye con el 97%.
- Segunda fuente de emisión de partículas PM_{2.5}, 17%.

Incendios forestales Tratamiento de aguas
 Quemadas agrícolas Uso de leña Panaderías
 Almacenamiento de combustibles Labranza
 Tintorerías Uso de fertilizantes Ladrilleras
 Emisiones ganaderas Corrales de engorda
 Uso de solventes Quema de combustibles

Área

- Principal emisor de amoníaco, 98% (actividad ganadera y uso de fertilizantes), partículas PM_{2.5}, 82% (quema de biomasa) y monóxido de carbono, 65% (quema de biomasa).
- Segundo emisor en importancia de compuestos orgánicos volátiles (uso de solventes y fertilizantes), 14% y PM₁₀, 20%.



Móviles

- Segunda fuente generadora de monóxido de carbono (CO), produce el 34% de este contaminante.
- Segunda fuente en importancia por la emisión de óxidos de nitrógeno con el 18%.



Naturales

- Principal fuente emisora de compuestos orgánicos volátiles (COV) con el 85%, partículas PM₁₀ (75% por erosión eólica) y óxidos de nitrógeno (NO_x), 66%.

Figura 7. Emisiones en el Estado de Oaxaca por fuente.

3.2.2 Por tipo de contaminante

Las emisiones reportadas para cada contaminante se muestran en el Cuadro 8, en el cual se destaca para cada contaminante el tipo de fuente y/o categoría que genera la mayor cantidad de emisión y su aporte porcentual.

Cuadro 8. Emisiones por contaminantes en el Estado de Oaxaca.

| | |
|---|--|
| <p>COV Compuestos orgánicos volátiles</p> | <ul style="list-style-type: none"> Emitidos principalmente por la actividad biogénica (85%), la combustión doméstica de leña (8%) y el uso doméstico de solventes (2%). |
| <p>CO Monóxido de carbono</p> | <ul style="list-style-type: none"> La principal categoría de emisión de este contaminante es la combustión doméstica de leña (28%), los incendios forestales (27%) y los autos de uso particular con el 12%. |
| <p>NOx Óxidos de nitrógeno</p> | <ul style="list-style-type: none"> La actividad natural, específicamente las emisiones biogénicas, contribuyen con el 65% de este contaminante, seguido por los autobuses de transporte urbano (7%) y la industria del petróleo y petroquímica (6%) |
| <p>SO₂ Bióxido de azufre</p> | <ul style="list-style-type: none"> Contaminante emitido principalmente por la industria del petróleo y petroquímica con el 83%, la industria alimenticia (8%) y de cemento y cal (4%). |
| <p>NH₃ Amoniaco</p> | <ul style="list-style-type: none"> El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas (61%) la aplicación de fertilizantes (21%) y las emisiones domésticas de amoniaco (14%). |
| <p>PM₁₀ Partículas menores a 10 micrómetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> Las emisiones erosivas se constituyen como la principal emisora de PM₁₀ (75%), seguida por la combustión doméstica de leña (7%) y la labranza agrícola (5%). |
| <p>PM_{2.5} Partículas menores a 2.5 micrómetros</p> | <ul style="list-style-type: none"> La combustión doméstica de leña es la principal fuente emisora con el 37% del total, le siguen los incendios forestales (24%) y las quemas agrícolas (10%). |

3.2.3 Por tipo de jurisdicción

La Figura 8 resume el aporte de emisiones por contaminantes por tipo de jurisdicción.

| | Región | Distrito | Municipio |
|---|---|--|---|
| COV Compuestos orgánicos volátiles | <ul style="list-style-type: none"> Mixteca, 27% y Valles Centrales, 22% Emisiones biogénicas, uso de leña en el hogar y uso doméstico de solventes. | <ul style="list-style-type: none"> Nochixtlán, 8% y Tlaxiaco, 8% Emisiones biogénicas, uso de leña en el hogar y uso doméstico de solventes. | <ul style="list-style-type: none"> Santa María Ozolotepec, 4% y San Pedro Comitancillo, 3% Emisiones biogénicas. |
| CO Monóxido de carbono | <ul style="list-style-type: none"> Valles Centrales, 31% y Papaloapan, 21% Uso de leña en el hogar, vehículos automotores, incendios forestales, quemas agrícolas. | <ul style="list-style-type: none"> Centro, 20%, Tuxtepec, 18% y Juchitán, 9% Vehículos automotores, uso de leña en el hogar, ladrilleras, quemas agrícolas, incendios forestales. | <ul style="list-style-type: none"> Oaxaca de Juárez, 11% y San Juan Bautista Tuxtepec, 5% Vehículos automotores, uso de leña en el hogar, quemas agrícolas, incendios forestales. |
| NOx Óxidos de nitrógeno | <ul style="list-style-type: none"> Valles Centrales, 25% y Mixteca, 18% Emisiones biogénicas, vehículos automotores, incendios forestales. | <ul style="list-style-type: none"> Centro, 12% y Tehuantepec, 10% Emisiones biogénicas, vehículos automotores, actividad industrial. | <ul style="list-style-type: none"> Salina Cruz, 7% y Oaxaca de Juárez, 6% Actividad industrial, vehículos automotores, : autobús urbano, auto de uso particular. |
| SO₂ Bióxido de azufre | <ul style="list-style-type: none"> Istmo, 87% y Papaloapan, 11% Actividad industrial | <ul style="list-style-type: none"> Tehuantepec, 81% y Tuxtepec, 11% Actividad industrial | <ul style="list-style-type: none"> Salina Cruz, 83% y San Juan Bautista Tuxtepec, 9% Actividad industrial |
| NH₃ Amoniaco | <ul style="list-style-type: none"> Mixteca, 17%, Valles Centrales, 17% y Costa, 17% Emisiones ganaderas, domésticas de NH₃ y uso de fertilizantes | <ul style="list-style-type: none"> Juchitán, 10%, Tuxtepec, 10% y Jamiltepec, 7% Emisiones domésticas y ganaderas de NH₃, uso de fertilizantes. | <ul style="list-style-type: none"> San Juan Bautista Tuxtepec, 3% y Matías Romero Avendaño, 2% Emisiones domésticas y ganaderas de NH₃ y uso de fertilizantes |
| PM₁₀ Partículas menores a 10 micrómetros | <ul style="list-style-type: none"> Istmo, 30% y Papaloapan, 15% Erosión eólica, actividad industrial, incendios forestales, uso de leña en el hogar y quemas agrícolas. | <ul style="list-style-type: none"> Juchitán, 20%, Tuxtepec, 13% y Tehuantepec, 10% Erosión eólica, actividad industrial, incendios forestales, uso de leña en el hogar y quemas agrícolas. | <ul style="list-style-type: none"> San Juan Bautista Tuxtepec, 4% y Acatlán de Pérez Figueroa, 3% Erosión eólica y actividad industrial |
| PM_{2.5} Partículas menores a 2.5 micrómetros | <ul style="list-style-type: none"> Papaloapan, 32% e Istmo, 19% Quemas agrícolas, actividad industrial, uso de leña en el hogar e incendios forestales. | <ul style="list-style-type: none"> Tuxtepec, 29% y Tehuantepec, 10% Quemas agrícolas, actividad industrial, incendios forestales, uso de leña en el hogar . | <ul style="list-style-type: none"> San Juan Bautista Tuxtepec, 10% y Salina Cruz, 7% Actividad industrial, quemas agrícolas y uso de leña en el hogar |

Figura 8. Aporte de emisiones por contaminantes por tipo de jurisdicción.

Como se puede observar en los resultados del inventario de emisiones general para el estado de Oaxaca, la fuente de emisión de cada uno de los contaminantes inventariados está muy bien definida. En este sentido, por ejemplo, las fuentes naturales contribuyen de manera importante en la emisión de compuestos orgánicos volátiles (COV), material particulado (PM10) y óxidos de nitrógeno (NOx). Sin embargo, con fines de regulación, de análisis de propuestas de política pública y medidas de control para reducir la emisión de contaminantes al aire, no es económicamente viable incidir sobre las fuentes naturales.

En este sentido, el análisis de emisiones para la Zona Metropolitana de Oaxaca se realiza únicamente considerando las fuentes antropogénicas, es decir, aquellas en donde se generan emisiones producto de las actividades humanas y sobre las cuales se propondrán las medidas de control para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera.

3.3 Emisiones 2011 para la Zona Metropolitana de Oaxaca

3.3.1 Por fuente de emisión

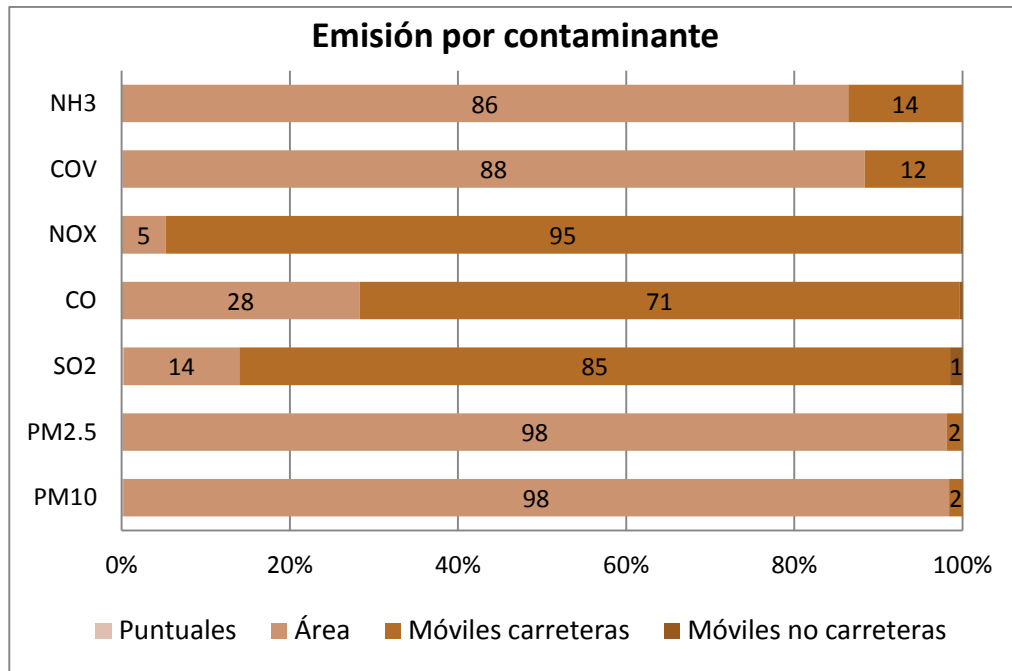
Las emisiones en la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO) por fuente, se presentan en el Cuadro 9 y en la Figura 9, de los cuales destaca el gran aporte de NOx, CO, SO2 en las fuentes móviles (73%, 71% y 59%, respectivamente), así como la contribución de fuentes de área en NH3, COV, PM2.5 y PM10 (86%, 88%, 98% y 98%, respectivamente). Por lo que se observa que en esta zona la principal contribución en contaminantes proviene de las fuentes móviles y de área.

Cuadro 9. Emisión de contaminantes por fuente en la Zona Metropolitana de Oaxaca.

| Fuente de emisión | Mg/año | | | | | | |
|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV | NH ₃ |
| Fijas | 5.38 | 3.46 | 0.44 | 0.84 | 2.53 | 27.17 | 0.06 |
| Área | 3,348.97 | 2,273.03 | 29.04 | 15,073.32 | 418.59 | 20,283.87 | 1,140.16 |
| Móviles carreteras | 54.12 | 42.65 | 178.03 | 37,993.66 | 7,616.35 | 2,661.04 | 179.36 |
| Móviles no carreteras | 0.24 | 0.23 | 3.07 | 192.48 | 21.23 | 11.69 | NE |
| Total | 3,408.71 | 2,319.37 | 210.58 | 53,260.30 | 8,058.70 | 22,983.76 | 1,319.59 |

NA = No aplica; NE = No estimado; NS = No significativo.

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.



Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Figura 9. Porcentaje de emisión de contaminante por tipo de fuente en la ZMO.

3.3.2 Por tipo de contaminante

El porcentaje de emisiones por tipo de contaminante se muestran en los Cuadros 10 al 16, en estos cuadros se destaca a los municipios en los que se genera la mayor cantidad del contaminante, indicando la categoría o fuente emisora.

Cuadro 10. Porcentaje de CO generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de CO |
|---|-------------------------------|----------------------|
| Oaxaca de Juárez | Automóviles | 20 |
| | Combustión doméstica con leña | 9 |
| | Pick up | 6 |
| | Veh. <3 Ton | 6 |
| | Motocicletas | 5 |
| | Autobuses | 4 |
| | Tractocamiones | 3 |
| Santa Lucía del Camino | Ladrilleras | 3 |
| | Automóviles | 2 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Automóviles | 2 |
| | Combustión doméstica de leña | 3 |
| San Agustín Yatareni | Ladrilleras | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de CO (% ≥ al 2%) | | |
| 4 municipios de los 20 de la ZMO generan el 65% de las emisiones de CO | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: móviles, combustión doméstica, leña y ladrilleras.</i> | | |
| Municipios con un % de aporte de CO < al 2% | | |
| 16 municipios de los 20 de la ZMO generan el 35% de las emisiones de CO | | |
| <i>Categorías con mayor aporte: combustión doméstica de leña, móviles, ladrillera y aeropuerto.</i> | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 11. Porcentaje de COV generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de COV |
|--|--|-----------------------|
| Oaxaca de Juárez | Combustión doméstica de leña | 19 |
| | Uso doméstico de solventes | 6 |
| | Recubrimiento de superficies arquitectónicas | 3 |
| | Automóviles | 2 |
| | Manejo y distribución de gas L.P. | 2 |
| San Agustín Yatareni | Ladrilleras | 5 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Combustión doméstica de leña | 6 |
| Santa Lucía del Camino | Ladrilleras | 6 |
| | Combustión doméstica de leña | 3 |
| Santa María Atzompa | Combustión doméstica de leña | 2 |
| Villa de Zaachila | Combustión doméstica de leña | 3 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de COV (% ≥ al 2%) | | |
| 6 municipios de los 20 de la ZMO generan el 57% de las emisiones de COV | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: combustión doméstica de leña, ladrilleras y uso doméstico de solventes.</i> | | |
| Municipios con un % de aporte de COV < al 2% | | |
| 14 municipios de los 20 de la ZMO generan el 43% de las emisiones de COV | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: combustión doméstica de leña y ladrilleras.</i> | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 12. Porcentaje de NOx generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de NOx |
|--|----------------|-----------------------|
| Oaxaca de Juárez | Autobuses | 28 |
| | Automóviles | 12 |
| | Tractocamiones | 10 |
| | Pick up | 3 |
| | Veh. <3 Ton | 3. |
| | Veh. >3 Ton | 3 |
| San Jacinto Amilpas | Autobuses | 7 |
| Santa Lucía del Camino | Autobuses | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de NOx (% ≥ al 2%) | | |
| 3 municipios de los 20 de la ZMO generan el 68% de las emisiones de NOx | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: fuentes móviles.</i> | | |
| Municipios con un % de aporte de NOx < al 2% | | |
| 17 municipios de los 20 de la ZMO generan el 32% de las emisiones de NOx | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: fuentes móviles.</i> | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 13. Porcentaje de PM₁₀ generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de PM ₁₀ |
|--|--------------------------------|------------------------------------|
| Oaxaca de Juárez | Actividades de la construcción | 35 |
| | Combustión doméstica de leña | 20 |
| Santa Lucía del Camino | Ladrilleras | 6 |
| | Combustión doméstica de leña | 4 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Combustión doméstica de leña | 6 |
| San Agustín Yatareni | Ladrilleras | 5 |
| Villa de Zaachila | Combustión doméstica de leña | 3 |
| Santa María Atzompa | Combustión doméstica de leña | 2 |
| San Antonio de la Cal | Combustión doméstica de leña | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de PM₁₀ (% ≥ al 2%) | | |
| 7 municipios de los 20 de la ZMO generan el 83% de las emisiones de PM ₁₀ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: actividades de la construcción, combustión doméstica de leña y ladrilleras.</i> | | |
| Municipios con un % de aporte de PM₁₀ < al 2% | | |
| 13 municipios de los 20 de la ZMO generan el 17% de las emisiones de PM ₁₀ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte: incendios forestales, labranza agrícola y combustión doméstica con leña.</i> | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 14. Porcentaje de PM_{2.5} generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de PM _{2.5} |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|
| Oaxaca de Juárez | Combustión doméstica de leña | 28 |
| | Actividades de la construcción | 11 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Combustión doméstica de leña | 8 |
| Santa Lucía del Camino | Ladrilleras | 8 |
| | Combustión doméstica de leña | 5 |
| San Agustín Yatareni | Ladrilleras | 7 |
| Villa de Zaachila | Combustión doméstica de leña | 4 |
| Santa María Atzompa | Combustión doméstica de leña | 3 |
| San Antonio de la Cal | Combustión doméstica de leña | 2 |
| San Sebastián Tutla | Ladrilleras | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de PM_{2.5} (% ≥ al 2%) | | |
| 8 municipios de los 20 de la ZMO generan el 78% de las emisiones de PM _{2.5} | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> combustión doméstica de leña, actividades de la construcción y ladrilleras | | |
| Municipios con un % de aporte de PM_{2.5} < al 2% | | |
| 12 municipios de los 20 de la ZMO generan el 22% de las emisiones de PM _{2.5} | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> combustión doméstica de leña, ladrilleras e incendios forestales. | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 15. Porcentaje de SO₂ generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de SO ₂ |
|---|------------------------------|-----------------------------------|
| Oaxaca de Juárez | Automóviles | 21 |
| | Pick up | 11 |
| | Autobuses | 8 |
| | Veh. < 3 Ton | 7 |
| | Combustión doméstica de leña | 4 |
| | Tractocamiones | 3 |
| | Veh. > 3 Ton | 2 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Automóviles | 3 |
| San Jacinto Amilpas | Autobuses | 2 |
| Santa Lucía del Camino | Automóviles | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de SO₂ (% ≥ al 2%) | | |
| 4 municipios de los 20 de la ZMO generan el 63% de las emisiones de SO ₂ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> fuentes móviles y combustión doméstica con leña. | | |
| Municipios con un % de aporte de SO₂ < al 2% | | |
| 16 municipios de los 20 de la ZMO generan el 37% de las emisiones de SO ₂ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> fuentes móviles, combustión doméstica de leña y ladrilleras. | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.



Cuadro 16. Porcentaje de NH₃ generado por los principales municipios de la ZMO.

| Municipio | Categoría | % de emisiones de NH ₃ |
|---|----------------------------------|-----------------------------------|
| Oaxaca de Juárez | Emisiones domésticas de amoníaco | 19 |
| | Emisiones ganaderas | 13 |
| | Pick up | 2 |
| | Automóviles | 5 |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Emisiones domésticas de amoníaco | 6 |
| | Emisiones ganaderas | 2 |
| San Lorenzo Cacaotepec | Emisiones ganaderas | 4 |
| Santa Lucía del Camino | Emisiones domésticas de amoníaco | 4 |
| Villa de Zaachila | Emisiones ganaderas | 3 |
| | Emisiones domésticas de amoníaco | 3 |
| San Bartolo Coyotepec | Emisiones ganaderas | 3 |
| Tlaxiáctac de Cabrera | Emisiones ganaderas | 2 |
| Santa María Atzompa | Emisiones domésticas de amoníaco | 2 |
| Cantidad de municipios con mayor aporte de NH₃ (% ≥ al 2%) | | |
| 8 municipios de los 20 de la ZMO generan el 68% de las emisiones de NH ₃ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> emisiones domésticas y ganaderas. | | |
| Municipios con un % de aporte de NH₃ < al 2% | | |
| 12 municipios de los 20 de la ZMO generan el 32% de las emisiones de NH ₃ | | |
| <i>Categoría con mayor aporte:</i> emisiones ganaderas, domésticas y aplicación de fertilizantes. | | |

Fuente: LT Consulting con información del inventario de contaminantes criterio para el Estado de Oaxaca, 2011.



3.3.3 Por categoría de emisión y contaminante

Uno de los objetivos de este diagnóstico es identificar las fuentes específicas de emisión de contaminantes al aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca. Para cada contaminante se colocan únicamente las principales categorías emisoras, es decir, aquellas categorías que mayormente contribuyen a la emisión; el resto de las categorías de emisión se agregaron con el título de “otros” (Figura 10).

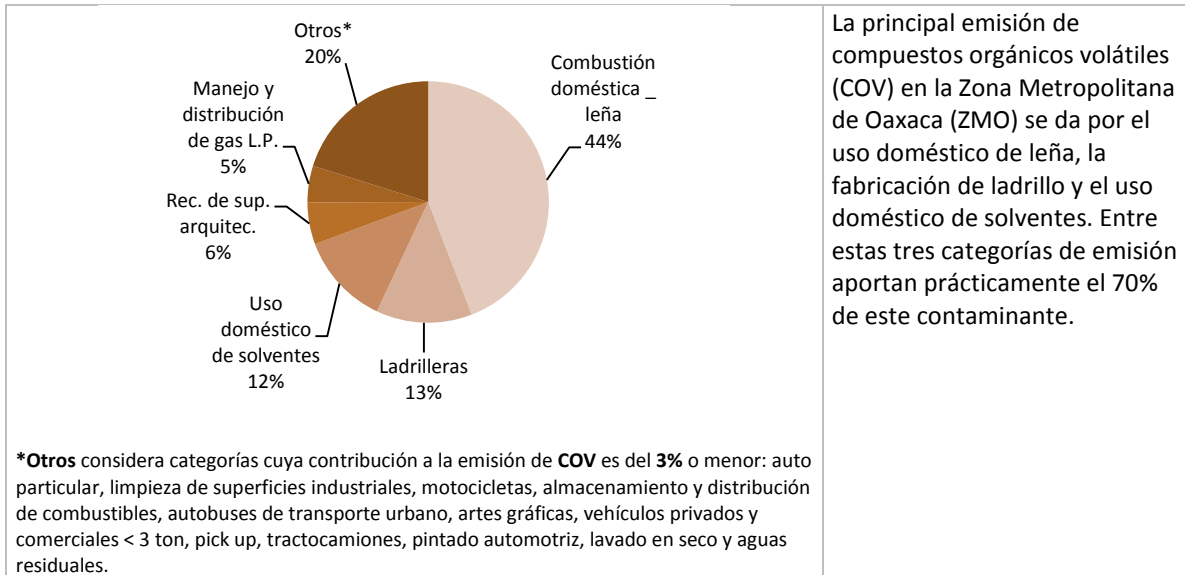


Figura 10a Emisión de COV

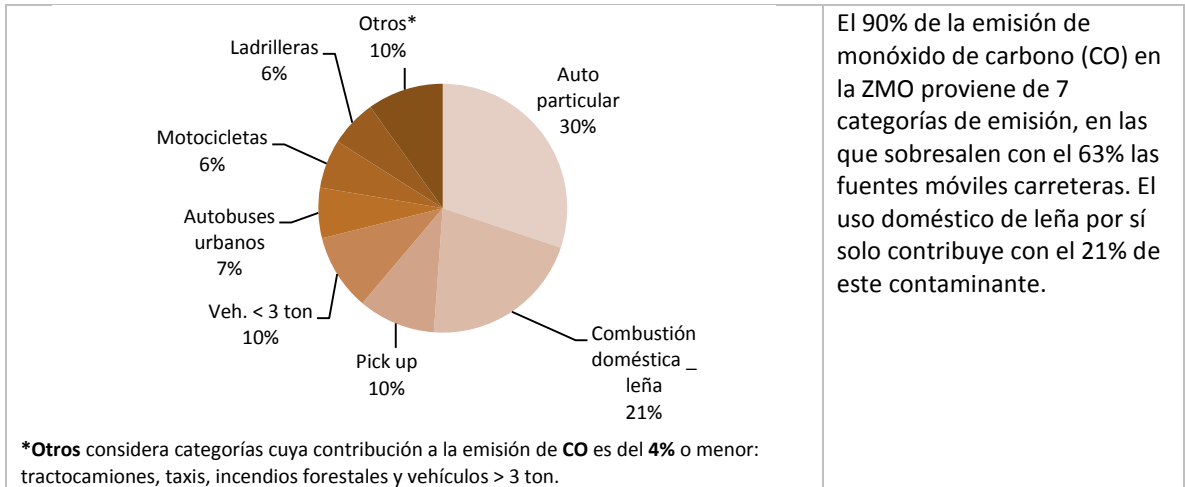
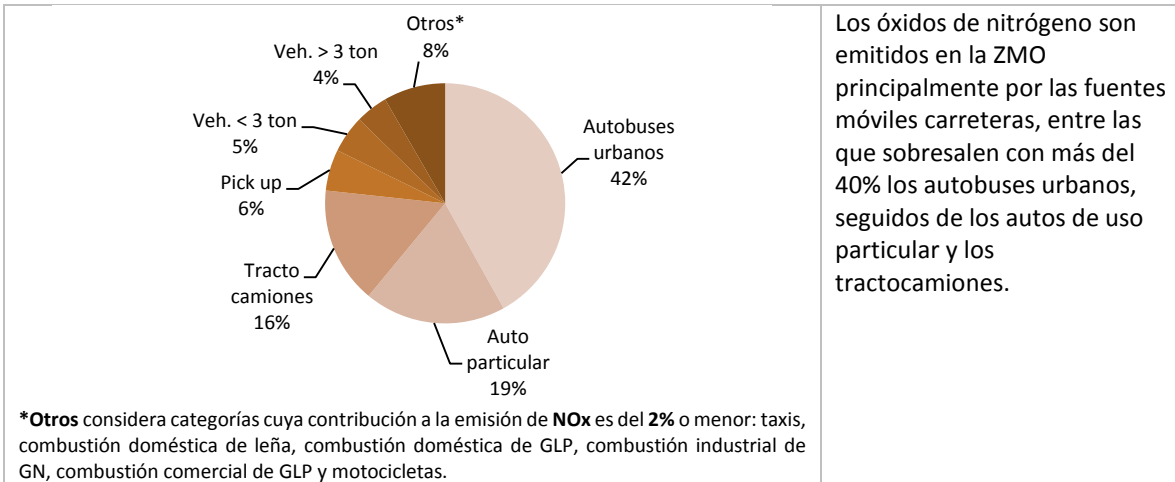
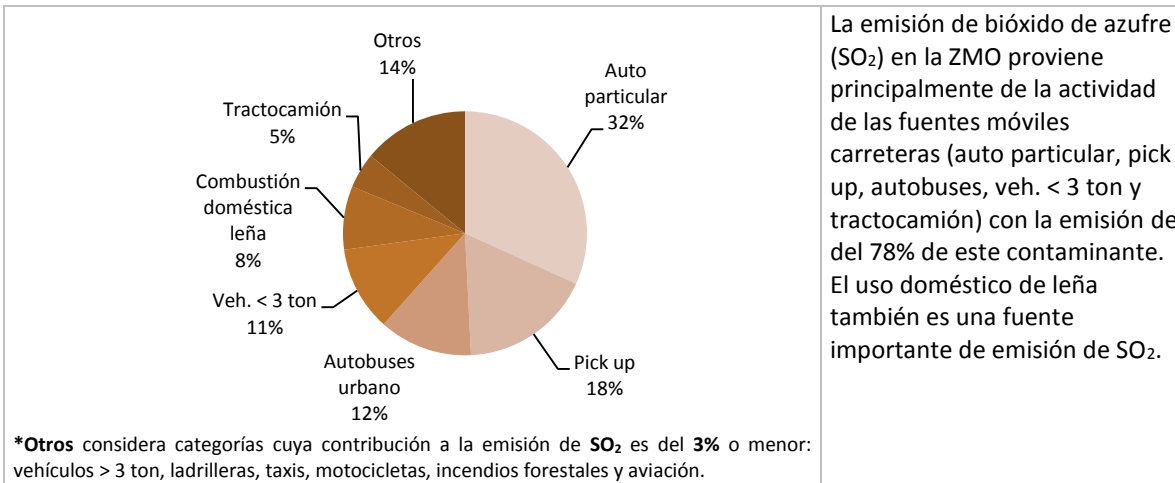


Figura 10b Emisión de CO



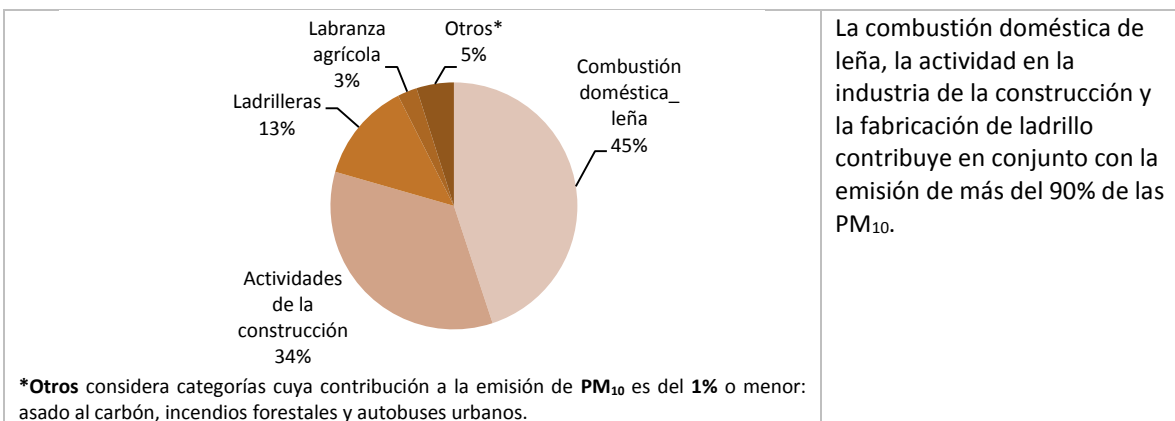
Los óxidos de nitrógeno son emitidos en la ZMO principalmente por las fuentes móviles carreteras, entre las que sobresalen con más del 40% los autobuses urbanos, seguidos de los autos de uso particular y los tractocamiones.

Figura 10c Emisión de NOx



La emisión de bióxido de azufre (SO₂) en la ZMO proviene principalmente de la actividad de las fuentes móviles carreteras (auto particular, pick up, autobuses, veh. < 3 ton y tractocamión) con la emisión de del 78% de este contaminante. El uso doméstico de leña también es una fuente importante de emisión de SO₂.

Figura 10d Emisión de SO2



La combustión doméstica de leña, la actividad en la industria de la construcción y la fabricación de ladrillo contribuye en conjunto con la emisión de más del 90% de las PM₁₀.

Figura 10e Emisión de PM10

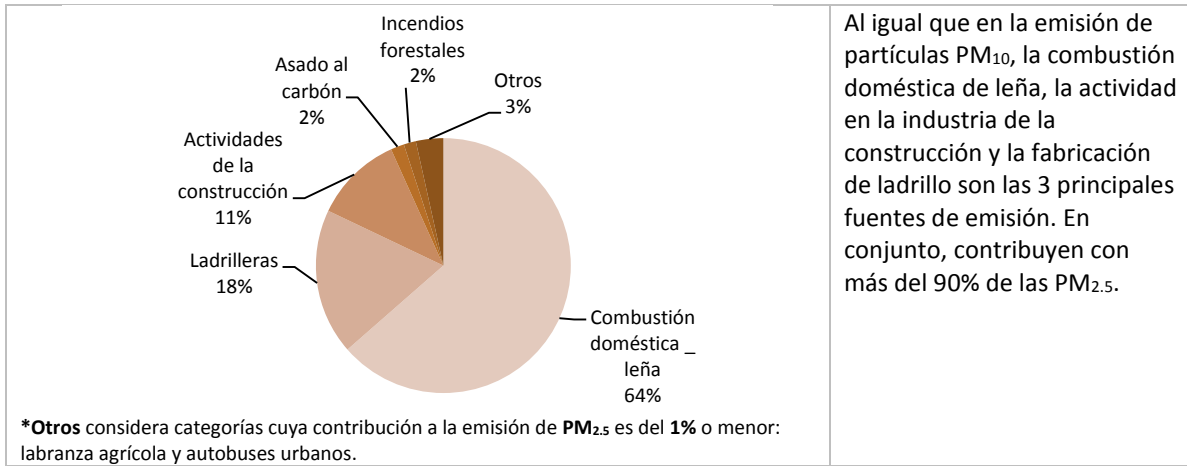


Figura 10f Emisión de $PM_{2.5}$

Al igual que en la emisión de partículas PM_{10} , la combustión doméstica de leña, la actividad en la industria de la construcción y la fabricación de ladrillo son las 3 principales fuentes de emisión. En conjunto, contribuyen con más del 90% de las $PM_{2.5}$.

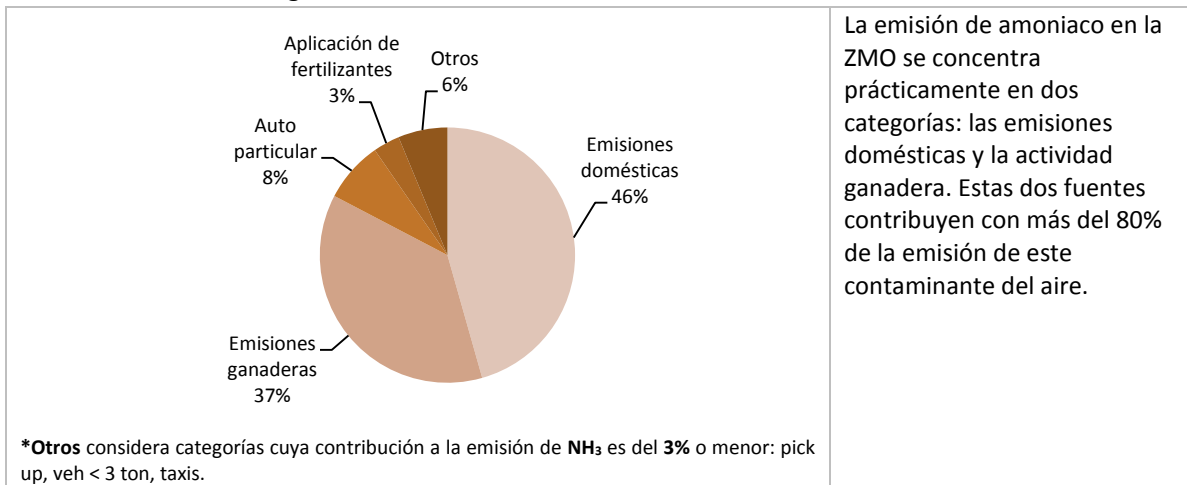


Figura 10g Emisión de NH_3

La emisión de amoníaco en la ZMO se concentra prácticamente en dos categorías: las emisiones domésticas y la actividad ganadera. Estas dos fuentes contribuyen con más del 80% de la emisión de este contaminante del aire.

Figura 10. Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes para la Zona Metropolitana de Oaxaca.

De acuerdo a lo observado en los resultados de emisión por tipo de contaminante y categoría de emisión, en la Zona Metropolitana de Oaxaca resalta la importancia de las fuentes móviles y de área en la contribución total a la emisión de contaminantes al aire. Dentro de las fuentes de área sobresalen las siguientes categorías: uso doméstico de leña, fabricación de ladrillo, la industria de la construcción, así como la actividad doméstica y ganadera. En cuanto a las fuentes móviles, destaca la contribución de los autos de uso particular, pick, autobuses urbanos y vehículos menores a 3 toneladas.

CAPITULO IV
IMPACTOS SOBRE LA SALUD Y
EXTERNALIDADES





Capítulo 4. Impactos sobre la salud y externalidades

4.1 Efectos nocivos para la salud

La contaminación en el aire puede llegar a dañar la salud de la población expuesta, lo que conlleva altos costos en el sistema de salud y en muchos de los casos se reduce la productividad de los trabajadores.

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), casi 355 mil oaxaqueños son vulnerables a padecer algún tipo de enfermedad respiratoria, esto alcanza a poco más del 10% de los habitantes del estado, siendo la región de los Valles Centrales, con 300 mil 959 casos, la que mayor número de enfermos por enfermedades respiratorias agudas reportó en el año 2011¹⁰.

El estado de Oaxaca no cuenta con registros de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire. Sin embargo, se han desarrollado algunos esfuerzos en generar estudios o datos en materia de salud que pueden ser la base para establecer estos registros. De estos estudios destaca el **Desarrollo de una calculadora para identificar los daños en salud provocados por partículas de 10 micras (PM₁₀)**¹¹.

En este estudio se han relacionado los daños en salud con sus costos, estimando las muertes atribuibles a la contaminación por PM₁₀, así como el número de consultas médicas y de hospitalizados debido a la exposición de PM₁₀. Este mismo estudio se realizó para 34 ciudades de México con más de 500,000 habitantes, incluyendo Oaxaca¹¹.

También destaca el esfuerzo realizado por el Instituto Nacional de Salud Pública con la aplicación de una encuesta por entidad federativa, en la que se registraron el número de enfermedades de respiración aguda, sin embargo, no se aplicó ninguna pregunta o análisis referente al origen de este tipo de enfermedades¹².

¹⁰ <http://www.noticiasnet.mx/portal/76239-van-783-mil-enfermos-de-males-respiratorios>

¹¹ Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. Impactos en salud y en productividad para 34 ciudades mexicanas, 24 de septiembre 2013.

http://imco.org.mx/medio_ambiente/la-contaminacion-del-aire-un-problema-que-dana-la-salud-y-la-economia/

¹² Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Oaxaca. Primera edición electrónica, 2013.



Material particulado¹³

Las partículas se forman por procesos naturales como la polinización de las plantas e incendios forestales y por fuentes antropogénicas que abarca, desde la quema de combustibles hasta la fertilización de campos agrícolas. El material particulado forma una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos suspendidos en el aire, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen.

Las partículas grandes son eliminadas normalmente por incrustarse en las vías respiratorias antes de llegar a la región traqueo bronquial. Por otro lado, las partículas PM10 o menores (fracción respirable) ingresan directamente al aparato respiratorio, lo que dificulta su expulsión natural. Lo anterior ocasiona afecciones pulmonares, bronquitis crónica. Entre más pequeñas sean las partículas pueden penetrar directamente hasta el interior de los pulmones con posibles efectos tóxicos debido a sus inherentes características fisicoquímicas. En varios estudios, llevados a cabo en Estados Unidos y en Europa, se ha encontrado que la exposición prolongada a partículas finas provenientes de la combustión es un factor importante de riesgo ambiental en casos de mortalidad por cáncer pulmonar y enfermedades cardio-pulmonares

Óxidos de nitrógeno¹³

La acumulación en el cuerpo humano de este contaminante es un riesgo para las vías respiratorias ya que puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio. Entre los efectos agudos se pueden mencionar los daños a las membranas de las células en el tejido pulmonar y la reducción del paso del aire. Algunos de los efectos crónicos por exposición prolongada a altas concentraciones son la necrosis y muerte celular.

Dióxidos de azufre¹³

Durante el proceso de oxidación del dióxido de azufre (SO₂) en la atmósfera, se forman sulfatos que son transportados a grandes distancias y en presencia de humedad forman ácidos, los cuales pueden ser parte de las PM_{2.5} e ingresar al sistema respiratorio o ser integrados en la llamada lluvia ácida. Se ha observado que el ácido sulfúrico, el dióxido de azufre y las sales de sulfato son irritantes de las membranas mucosas del tracto respiratorio.

Algunos de los efectos agudos sobre la salud humana incluyen la irritación y restricción del paso del aire acompañados de jadeos, sensación de falta de aire y tensión en el pecho en personas con asma. Los efectos crónicos por exposición al dióxido de azufre incluyen el aumento de la susceptibilidad a la bronquitis y supresión del sistema inmune.



Ozono¹³

El ozono es un contaminante secundario que se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar, es un compuesto gaseoso incoloro, que posee la capacidad de oxidar materiales y puede ocasionar inflamación pulmonar, depresión del sistema inmunológico frente a infecciones pulmonares, cambios agudos en la función, estructura y metabolismo pulmonar y efectos sistémicos en órganos blandos como el hígado. La exposición crónica al ozono compromete el funcionamiento del sistema inmune, acelera el proceso de envejecimiento y aumenta la susceptibilidad a otras infecciones

Compuestos Orgánicos Volátiles¹⁴

El ozono es un contaminante secundario que se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar, es un compuesto gaseoso incoloro, que posee la capacidad de oxidar materiales y puede ocasionar inflamación pulmonar, depresión del sistema inmunológico frente a infecciones pulmonares, cambios agudos en la función, estructura y metabolismo pulmonar y efectos sistémicos en órganos blandos como el hígado. La exposición crónica al ozono compromete el funcionamiento del sistema inmune, acelera el proceso de envejecimiento y aumenta la susceptibilidad a otras infecciones.

El benceno (C₆H₆) es un COV aromático que ha recibido mucha atención debido a su carcinogenicidad. El tolueno (C₆H₅CH₃) es un COV que actúa como importante precursor del ozono, además de ocasionar irritación de los ojos, nariz, piel y sistema respiratorio, fatiga, daño del riñón, hígado, entre otros. Si el tolueno tiene benceno como impureza, su inhalación continua o prolongada puede causar leucemia.

Exposiciones al etilbenceno ocasionan irritación de los ojos, piel, tracto respiratorio y mucosas, dolores de cabeza, dermatitis, narcosis, erosión corneal, quemaduras de la piel, ataca al sistema nervioso central, edema pulmonar, entre otros.

La exposición al xileno, al igual que el resto de los BTEX, ocasiona irritación de los ojos, piel, garganta, vértigo, además de dolor abdominal, falta de coordinación y efectos sobre la sangre.

La extensión y la naturaleza del efecto sobre la salud dependerán de muchos factores, incluyendo el nivel de exposición y la duración del tiempo de exposición. La irritación de ojos y vías respiratorias, dolores de cabeza, mareos, trastornos visuales y deterioro de la memoria son algunos de los síntomas inmediatos que algunas personas han experimentado poco después de la exposición a algunas sustancias orgánicas.

¹³Linderhoff, R. *Toxicología ambiental*. Ed. LIMUSA, 1999.

¹⁴http://geosalud.com/Ambiente/compuestos_organicos.html



4.2 Externalidades ambientales

Las externalidades o costos externos son todos aquellos que se producen cuando un grupo de personas generan un costo derivado de sus actividades a otro grupo de personas. Las externalidades pueden ser positivas o negativas, pueden ser recíprocas o unilaterales.

En las últimas décadas se ha presentado un avance en la estimación de externalidades. En México, se han realizado algunos estudios con la finalidad de estimar las externalidades derivadas de los ciclos de combustibles fósiles, también se han estimado los beneficios económicos por mejorar la calidad del aire en la ciudad de México. Los impactos evaluados han sido en la salud humana, el valor estadístico de la vida lo han obtenido a través del método de transferencia de beneficios.

En la metodología para estimar externalidades ambientales se utiliza la ruta de impacto que abarca diferentes etapas, desde la emisión de los contaminantes, dispersión y concentración, el cálculo de los impactos en unidades físicas y la valoración económica.

Entre las dificultades que se presentan en la estimación de externalidades ambientales se encuentra el cálculo de los impactos a la salud, debido a la sinergia que existe entre contaminantes.

El concepto de externalidades se estableció más de medio siglo en el área económica, sin embargo, en las dos últimas décadas varios estudios comenzaron a considerar la evaluación de las externalidades asociadas con el medio ambiente, sin embargo, sólo se cuenta con este tipo de estudios en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

CAPITULO V

COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL





Capítulo 5. Comunicación y educación ambiental

5.1 Proceso actual de la comunicación pública sobre la calidad del aire a la población de la zona de estudio

La Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable, cuenta con un área dedicada a temas relacionados con la educación y la difusión ambiental, ésta corresponde al Departamento de Capacitación, Cultura Ambiental y Comunicación Social. A través de este Departamento el IEEDS entabla comunicación con la población del Estado, a través de la realización de cursos y talleres a lo largo del año así como la difusión de los temas ambientales por diversos medios de comunicación, tales como: radio y televisión (locales) y medios impresos (trípticos, notas informativas o reportajes publicados en periódicos locales)

5.2 Internet y redes sociales

La SEMAEDESO mediante su página web <http://www.medioambiente.oaxaca.gob.mx/>, da a conocer los eventos próximos a realizarse sobre capacitación y difusión en materia de calidad del aire y que implican avances en áreas tales, el Programa de Verificación Vehicular, el Programa para Mejorar la Calidad del Aire, el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas, entre otros.

5.3 Actores involucrados en la comunicación y difusión de la calidad del aire

El Departamento de Capacitación, Cultura Ambiental y Comunicación Social tiene como objetivo planear, diseñar programas, dirigir, evaluar y mejorar continuamente las funciones relacionadas con la educación y capacitación ambiental en el Estado, conforme a los lineamientos y normatividad señalados en el Programa Estatal de Educación Ambiental, para lo cual promueve y acuerda acciones con el Gobierno Federal, Estatal y Municipal, así como con las instituciones académicas, Organizaciones No Gubernamentales, medios de comunicación y con la ciudadanía en general.

Este Departamento es el principal actor en la comunicación y difusión de la calidad del aire del Estado, sus principales actividades se mencionan a continuación:

1. Proponer las políticas en materia de Educación Ambiental.
2. Elaborar y operar el Programa Estatal de Educación Ambiental.
3. Impulsar el fortalecimiento de la Educación Ambiental, a través de la realización de acciones con la ciudadanía para el mejoramiento del ambiente.



4. Realizar la difusión y publicación de las actividades desarrolladas en el Instituto.
5. Elaborar, diseñar y editar la gaceta en que se publicarán las disposiciones jurídicas, normas oficiales, Decretos, Reglamentos, Acuerdos y demás actividades desarrolladas por el Instituto, como información de interés general en materia ambiental.
6. Promover contratos, convenios o acuerdos con la Federación, Entidades Federativas, Ayuntamientos, otras dependencias de Gobierno Estatal y con los sectores social y privado, para la ejecución de acciones de educación ambiental.
7. Impulsar la celebración de convenios con los diversos medios de comunicación para la difusión y promoción de acciones ambientales.
8. Proponer al Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca, previo acuerdo con el Director General, la celebración de convenios para fortalecer los contenidos ecológicos con los programas de educación formal a todos los niveles y promover programas especiales de educación ambiental para impulsar el desarrollo del Programa Estatal de Educación Ambiental.
9. Diseñar, promover y coordinar los programas y campañas de difusión que coadyuven en el logro de los objetivos de cada una de las Direcciones de Área y Delegaciones del Instituto.
10. Estructurar, organizar y operar el Centro de Información Elemental en Materia Ambiental y proporcionar servicios a las entidades públicas y privadas, instituciones educativas, organismos gubernamentales y al público en general que lo requiera.
11. Organizar reuniones de consulta y concertación con los diferentes sectores de la sociedad para el desarrollo del Programa Estatal de Educación Ambiental.
12. Apoyar a la Subdirección General en la elaboración de las convocatorias y anexos, así como en la Organización de las Sesiones del Consejo de Administración y Consejo Consultivo.
13. Elaborar el material didáctico que se requiera para la difusión de las actividades de protección de los recursos naturales y el ambiente.
14. Elaborar las propuestas del Programa Operativo Anual de la Dirección.
15. Organizar foros, cursos, talleres y demás que realice el Instituto para la participación ciudadana en actividades tendientes a la protección y conservación del ambiente.
16. Coordinar la logística en cada uno de los actos y eventos que realice el Instituto.

5.4 Percepción general de la ciudadanía sobre la calidad del aire

Con el fin de tener una percepción del conocimiento que se tiene en el concepto y tema de Calidad del Aire (Contaminación Atmosférica y Programas de Gestión para mejorar la Calidad del Aire -ProAire-), se realizó una encuesta telefónica en los municipios pertenecientes a la zona de estudio, los resultados de dicha encuesta se muestran en el Cuadro 17.



Cuadro 17. Encuesta percepción temas ambientales en la Zona Metropolitana de Oaxaca.

| ZONA METROPOLITANA DE OAXACA | | | |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|--|
| Municipio | ¿Conoce sobre Contaminación atmosférica? | ¿Conoce qué es un ProAire? | ¿Cuenta con área dedicada al Medio Ambiente? |
| Oaxaca de Juárez | Si | Si | Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable |
| San Agustín de las Juntas | No se pudo establecer comunicación | | |
| San Agustín Yatareni | Si | No | Regidor de Ecología |
| San Andrés Huayápam | No se pudo establecer comunicación | | |
| San Antonio de la Cal | Si | No | Regidor de Ecología |
| San Bartolo Coyotepec | Si | No | Regidor de Ecología |
| San Jacinto Amilpas | El número telefónico no existe | | |
| Ánimas Trujano | Si | No | Dirección de Ecología |
| San Lorenzo Cacaotepec | Si | No | Salud y Ecología |
| San Pablo Etla | Si | No | Regidor de Higiene |
| San Sebastián Tutla | Si | No | Regidor Sanidad |
| Santa Cruz Amilpas | Si | No | Dirección de Ecología |
| Santa Cruz Xoxocotlán | Si | No | Protección al Medio Ambiente |
| Santa Lucía del Camino | Número fuera de servicio | | |
| Santa María Atzompa | Si | No | Secretaría Municipal |
| Santa María Coyotepec | Si | No | Regidor de Ecología |
| Santa María del Tule | Si | No | Regidor de Ecología |
| Santo Domingo Tomaltepec | Si | No | Regidor de Salud |
| Tlaxiactac de Cabrera | Si | No | Regidor de Salud Pública y Ecología |
| Villa de Zaachila | Si | No | Medio Ambiente |

5.5 Educación Ambiental

Con el fin de concientizar sobre temas ambientales a la población de Oaxaca, el IEEDS, a través de su Departamento de Capacitación, Cultura Ambiental y Comunicación Social ha realizado diversos eventos en los últimos años, algunos de los cuales se resumen en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Eventos realizados por el IEEDS de Oaxaca para capacitar en temas ambientales.



| TALLER/PLÁTICA/ASESORÍA | OBJETIVO | DIRIGIDO A |
|---|--|---|
| Taller: Fortalecimiento de la Gestión Ambiental Municipal <ul style="list-style-type: none"> • Importancia de la autoridad municipal para el Desarrollo Sustentable del Municipio • Planeación y Gestión Ambiental del Desarrollo Municipal Sustentable • Amenazas a la biodiversidad y los Recursos Naturales • Instrumentos Jurídicos-Administrativos • El Bando de la Policía y Buen Gobierno como instrumento normativo municipal • Estrategias sociales • Herramientas de apoyo a la Gestión Ambiental | Que las autoridades municipales conozcan las herramientas básicas para la gestión ambiental hacia un municipio sustentable. | Autoridades Municipales: Presidente, Regidores de Ecología, Salud, Educación, Obras Públicas |
| Taller: Marco Jurídico para la Prevención y Control de la Contaminación Temas: agua, ruido, aire, suelo | Conocer el marco jurídico en materia ambiental para la protección al ambiente | Autoridades Municipales |
| Taller: Manejo Integral de Residuos Sólidos <ul style="list-style-type: none"> • Qué son los 3R's. • El problema de la contaminación por basura • Acciones para generar menos basura: las 3 R's • Separación de residuos • Centros de acopio • Rellenos sanitarios | Adquirir herramientas para solucionar la problemática generadas por la basura, su tratamiento, transformación y disposición final | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Instituciones Educativas • Público en general |
| Taller: Manejo de la vida silvestre <ul style="list-style-type: none"> • Importancia de la vida silvestre • Técnicas de muestreo • Mamíferos, reptiles, anfibios y aves • Legislación en el manejo de vida silvestre • Especies en peligro de extinción | Adquirir bases teóricas para proteger y aprovechar sustentablemente la vida silvestre | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Estudiantes, comuneros, grupos de campesinos • Instituciones Educativas de nivel Medio Superior |
| Taller: Metodología para la dictaminación de derribo de árboles urbanos <ul style="list-style-type: none"> • Marco legal • Metodología para la dictaminación | Conocer los instrumentos técnicos y normativos para la dictaminación sobre poda y derribo de árboles urbanos | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Regidores de Ecología, Parques y Jardines • Personal de Protección Civil |
| Taller: Reciclado de papel <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué reciclar? • Proceso • Usos alternativos del reciclado de papel | Conocer la técnica de reciclado de papel como actividad artesanal, que motiva a la reflexión para la conservación de los bosques | <ul style="list-style-type: none"> • Público en general • Instituciones Educativas |
| Plática-Taller: Elaboración de abonos orgánicos <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué elaborar la composta? • Proceso de elaboración de composta y bocashi • El destino del Abono Orgánico | Conocer el proceso de transformación de los residuos sólidos orgánicos para la obtención de abono orgánico | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Instituciones Educativas • Público en General |
| Plática-Taller: Elaboración de abonos orgánicos <ul style="list-style-type: none"> • <i>Conceptos básicos</i> • <i>Marco Legal</i> • <i>Metodología para la evaluación del riesgo ambiental</i> • <i>Medidas de prevención y mitigación</i> | <i>Conocer el marco legal y la metodología para la aplicación de instrumentos para evaluar el impacto y el riesgo ambiental en la realización de obras</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dependencias de Gobierno</i> • <i>Compañías Constructoras</i> |
| Plática: Áreas Naturales Protegidas (ANP) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Importancia, utilidad y ventajas de establecer en ANP</i> • <i>Tipos de áreas protegidas, objetivos</i> | <i>Conocer los lineamientos técnicos y normativos para el establecimiento de una ANP, en el territorio municipal</i> | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Autoridades Municipales</i> • <i>Representantes Agrarios</i> |



| | | |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de flora y fauna • Metodología • Técnicas de conservación y aprovechamiento de recursos naturales | | |
| <p>Plática: Unidades de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA'S)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importancia, utilidad y ventajas • Requisitos para administrar una UMA • Estrategias para la conservación de la biodiversidad • Metodología, técnica de conservación y aprovechamiento de recursos naturales | Disponer de elementos teóricos y normativos para el establecimiento de UMA'S | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Representantes Agrarios • Personas interesadas en este tipo de aprovechamiento de vida silvestre |
| <p>Plática: Ecología y Medio Ambiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos generales • Biodiversidad de Oaxaca • Ecosistemas de Oaxaca • Amenazas a la biodiversidad | Sensibilizar sobre la importancia de proteger, conservar y aprovechar sustentablemente los recursos naturales | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Comuneros • Público en General |
| <p>Plática: Ordenamiento ecológico territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importancia del ordenamiento • Metodología | Conocer las bases y las ventajas de contar con un ordenamiento ecológico del territorio municipal | <ul style="list-style-type: none"> • Estudiantes • Comuneros • Regidores de Ecología |
| <p>Plática: El enfoque de cuencas como una estrategia para el manejo de los recursos naturales en territorio comunitario y municipal</p> | Fortalecer los comités de cuenca a través de información que les ayude a utilizar el enfoque en la planeación del desarrollo regional | <ul style="list-style-type: none"> • Comités de cuenca • Autoridades municipales • Regidores de ecología • Instituciones educativas |
| <p>Asesoría: Identificación de sitios para la instalación de rellenos controlados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterios de ecología para aplicar NOM 083 SEMARNAT 2003 • Normatividad | Apoyar la selección de sitios adecuados para la disposición final de los residuos sólidos municipales | <ul style="list-style-type: none"> • Autoridades Municipales • Representantes de Bienes Comunales y Ejidales |

En el cuadro 19 se presentan algunas notas informativas sobre las acciones que está tomando el Gobierno con el fin de informar, concientizar e involucrar a los habitantes en temas ambientales.



Cuadro 19. Difusión de problemática ambiental en el Estado.

| Nombre de la publicación | Objetivo | Fecha de publicación | Nombre del medio informativo |
|---|---|--------------------------|--|
| El aire en Oaxaca aún es limpio, pero en 10 años podría verse perjudicada la salud de los Habitantes. | Dar a conocer que la calidad del aire puede cambiar en unos años debido a la emisión de humos, cargados de bióxido de carbono provenientes de vehículos automotores y vehículos chatarra | 28 de Julio de 2011 | Página web: escaparetepolitico.com |
| Monitorea Gobierno del Estado Calidad del Aire de la Ciudad de Oaxaca | Conocer los niveles de la calidad del Aire e impulsar políticas de reducción de emisiones a la atmósfera. | 16 de enero de 2012 | Electrónico: Gobierno del Estado de Oaxaca |
| Gobierno del Estado de una a la celebración del día mundial sin automóvil | El Gobierno del Estado difunde y apoya el usar alternativas de transporte potenciando el uso de la bicicleta el cual tiene efectos positivos para la salud y reduce el impacto al medio ambiente | 20 de Septiembre de 2013 | Página web: Página del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable |
| Presentan Inventario de Emisiones de Gases Criterio del Estado | Dar a conocer la importancia de la realización de este estudio el cual contribuirá para establecer medidas de mitigación para la reducción y prevención de emisiones a la atmósfera en Zonas prioritarias del Estado. | 23 de Agosto de 2013 | Página web: Página del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable |
| Mueren 49 por contaminación | Dar a conocer un estudio que realizó el Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO), que indica que la Calidad del Aire no es la más favorable y que merma el rendimiento de las personas. | 12 de noviembre de 2013 | Página web: Noticiasnet.mx |
| Ecología Estatal Monitorea Calidad del Aire en Oaxaca de Juárez | Dar a conocer en el mes de abril del 2013 el IEEDS se encuentra monitoreando la Calidad del Aire de la Ciudad de Oaxaca | 14 de noviembre de 2013 | Página web: Página del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable |
| El ININ integra una unidad de Monitoreo Ambiental | Destacar las características del equipo para medición de la calidad ambiental, así como resaltar la importancia del monitoreo para realizar acciones de control. | | Documento PDF: ININ Publicaciones |

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS Y MEDIDAS



Capítulo 6. Estrategias y medidas

6.1 Objetivos

El Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Oaxaca, tiene como propósito reducir las emisiones de contaminantes a la atmósfera proveniente de diversas fuentes, lo cual permitirá prevenir, detener y evitar efectos adversos en los ecosistemas y en la salud pública.

6.1.1 Objetivo general

Prevenir, controlar y disminuir la contaminación atmosférica mediante la ejecución de medidas y acciones comprometidas por los sectores público, privado, social y académico para reducir emisiones, proteger la salud pública y el medio ambiente.

6.1.2 Objetivos particulares

1. Reducir y controlar emisiones provenientes de fuentes móviles y fijas a través de la ejecución e implementación de acciones específicamente diseñadas para la problemática presente en la ZMO.
2. Reducir y revertir las emisiones generadas por los comercios y servicios que se encuentran establecidos en la ZMO mediante la ejecución de acciones diseñadas para su cumplimiento.
3. Impulsar en los habitantes de la Zona Metropolitana, el tema de educación ambiental para la creación de una conciencia crítica sobre las acciones que se realizan en el marco del ProAire.
4. Fortalecer las capacidades de difusión mediante el establecimiento de estrategias de comunicación con la finalidad de difundir información de calidad del aire, los avances y resultados del ProAire.
5. Desarrollar capacidades en el tema de salud de las instancias gubernamentales de los municipios que conforman la Zona Metropolitana con la finalidad de establecer programas que estén enfocados a generar información actualizada sobre la salud de la población.
6. Fortalecer las capacidades institucionales para ejecutar en los tiempos establecidos en las medidas, las acciones contenidas en el ProAire.



7. Aplicar a fuentes externas de financiamiento internacional y nacional con la finalidad de lograr la ejecución de las medidas del ProAire.

6.2 Metas

Derivado de la implementación de las medidas del ProAire, se logrará la reducción de emisiones contaminantes y la creación de una cultura ambiental para las instituciones asentadas en la zona y los habitantes en general.

Las metas establecidas en este programa son derivadas de las reducciones de emisiones que están planteadas para la Zona Metropolitana de Oaxaca. Para su cumplimiento, se considera (adicional a la reducción de emisiones): el fortalecimiento en los indicadores de calidad del aire, inventario de emisiones e información relacionada con la salud pública.

Por lo anterior, y con base en la ejecución de las medidas cuantitativas enfocadas a la emisión de fuentes móviles, que contribuyen principalmente con la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana, la meta principal es contar con un aumento anual del 40 al 50% de vehículos verificados. Por lo que resulta necesario primeramente fortalecer los instrumentos normativos en la materia, y vincular acciones con otras instituciones, tales como SEVITRA y Transito Estatal lo que impactará directamente en la reducción de emisiones generadas por la flota vehicular.

6.3 Estrategias

Para el seguimiento de los objetivos y la definición de acciones para cumplir cada uno de ellos, se establecieron líneas estratégicas que se relacionan con diferentes fuentes de emisión y los plazos para ejecutarlas.

Las estrategias que se plantean en el Programa Regional de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Oaxaca, son:

1. Reducción de emisiones en fuentes móviles.
2. Reducción de emisiones de fuentes fijas.
3. Reducción de emisiones en comercios y servicios.
4. Comunicación y educación ambiental.
5. Protección a la salud.
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento.



Las acciones planteadas para las estrategias antes enlistadas que se relacionan con el tema de “comunicación y educación ambiental”, son presentadas en la estrategia del mismo nombre; por lo que toda acción que refiere, por ejemplo a capacitación, concientización, educación, difusión y/o publicación, ha sido incluida en la **estrategia 4. Comunicación y educación ambiental**.

6.3.1 Estrategia 1. Reducción de emisiones en fuentes móviles

Medida 1. Fortalecer el programa de verificación vehicular en la ZMO

Objetivos:

- Contar con un diagnóstico del programa de verificación vehicular actual con la finalidad de conocer su operación y funcionamiento.
- Actualizar el programa de verificación vehicular y el marco legal de acuerdo a los resultados del diagnóstico.
- Diseñar e implementar un programa de diagnóstico y mantenimiento como apoyo a vehículos con altas emisiones.
- Reducir las emisiones de contaminantes provenientes de las fuentes móviles que circulan en la Zona Metropolitana.

Justificación:

Los vehículos que no se encuentran en condiciones óptimas de operación o que no tienen un adecuado mantenimiento, producen emisiones contaminantes que son cuantitativamente mayores en comparación a los de aquellos que reciben mantenimiento e inspección periódica.

Los contaminantes emitidos por este tipo de fuentes son principalmente CO, NOx y COVs y material particulado debido a procesos de combustión incompleta o a la operación incorrecta de sus sistemas electromecánicos, por lo que es necesario evaluar sus emisiones periódicamente, con la finalidad de garantizar un buen mantenimiento.

Por lo anterior, es importante fortalecer el programa de verificación vehicular en el Estado de Oaxaca para que los vehículos que transitan en la Zona Metropolitana de Oaxaca cuenten con condiciones operativas adecuadas para reducir las emisiones que producen.

Este programa deberá asegurar que se lleve a cabo la realización de la verificación obligatoria y de manera periódica a través de la concientización de la población.

Contaminantes a reducir

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | | * | * | * |

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Desarrollar el reglamento del programa de verificación vehicular a nivel estatal, retomando el reglamento del municipio de Oaxaca. | SEMAEDES | Documento del reglamento | | x | | | | | | | | |
| 2. Publicar reglamento en materia de verificación vehicular para garantizar la obligatoriedad. | SEMAEDES | Publicación del reglamento | | x | x | x | | | | | | |
| 3. Actualizar el programa de verificación vehicular cambiando la prueba de estática a dinámica, y que sea de carácter obligatorio. | SEMAEDES | Número de programas de verificación publicados anualmente | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Aplicar el programa de verificación vehicular. | SEMAEDES | Número de vehículos verificados/por año o semestre | | | | x | x | x | x | x | x | x |
| 5. Diseñar un programa de diagnóstico y mantenimiento así como capacitar y certificar a talleres mecánicos, para que éstos apoyen a vehículos ostensiblemente contaminantes. | SEMAEDES | 1. Documento del diseño del programa 2. Términos de referencia para la acreditación de proveedores de convertidores catalíticos 3. Términos de referencia para la acreditación de talleres para el programa | | x | | | | | | | | |
| 6. Operar el programa de diagnóstico y mantenimiento como apoyo a vehículos ostensiblemente contaminantes. | SEMAEDES, talleres mecánicos | Talleres automotrices acreditados | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 7. Realizar un convenio para la aplicación del programa de verificación vehicular entre autoridades municipales. | SEMAEDES, Municipios | Convenio firmado | | x | | | | | | | | |

Actores involucrados:

Secretaria del Medio Ambiente, energías y Desarrollo Sustentable, SEVITRA, tránsito, áreas administrativas municipales correspondientes y organizaciones de la sociedad civil. **Estimación de costos:** \$3,000,000

Medida 2. Regular el autotransporte público y de carga que circula en la ZMO**Objetivo:**

- Regular el transporte de carga y pasaje de la ZMO.
- Establecer programa de reducción de emisiones.

Justificación:

El transporte de carga y de pasajeros que circula en la Zona Metropolitana de Oaxaca, contribuye significativamente a las emisiones de PM_{2.5}, PM₁₀ y NO_x, provocando en algunos habitantes problemas de salud derivados de la exposición a estos contaminantes.

Es importante señalar que para lograr contar con niveles de calidad del aire aceptables, se deben diseñar y operar programas de regulación para que estos vehículos reduzcan sus emisiones, con la finalidad de proteger la salud de la población, mediante un programa de inspección y vigilancia que promueva el uso de tecnologías limpias diseñadas para este tipo de transporte.

Contaminantes a controlar

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | | | * | |

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|---------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Elaborar un diagnóstico del transporte de carga y pasajeros que permita conocer el número de unidades, las rutas, y la caracterización tecnológica. | SEVITRA, SEMAEDESO | 1. Diagnóstico elaborado 2. Padrón elaborado | | x | | | | | | | | |
| 2. Elaborar y publicar un reglamento para la prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores que circulen en el Estado de Oaxaca, que sirva como instrumento para la aplicación de la Ley. | SEMAEDESOS | Reglamento publicado | | x | | | | | | | | |
| 3. Actualizar el padrón del transporte de carga y pasajeros. | SEVITRA e SEMAEDESOS | Padrón actualizado anualmente | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Realizar un estudio de viabilidad y prueba piloto de la aplicación de un programa de mejora tecnológica del transporte público de la ZMO con la finalidad de disminuir emisiones de material particulado y óxidos de nitrógeno. | SEVITRA, SCT e SEMAEDESOS | 1. Estudio de la viabilidad de la aplicación de un programa de mejora tecnológica del transporte público de la ZMO 2. Prueba piloto | | x | x | x | | | | | | |
| 5. Realizar un estudio de la aplicabilidad de un hoy no circula para los vehículos pesados a diesel que circulan por la ZMO. | SEVITRA, SCT e SEMAEDESOS | Documento final de la aplicabilidad de un hoy no circula para los vehículos pesados a diesel que circulan por la ZMO | | x | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|---|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6. Diseñar un programa de autorregulación de emisiones. | SEMARNAT, SEVITRA, SCT e SEMAEDESO | Programa de autorregulación | | | x | x | | | | | | | |
| 7. Aplicar el programa de autorregulación de emisiones. | SEMARNAT, SEVITRA, SCT e SEMAEDESO | Número de empresas participantes en el programa por año | | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 8. Desarrollar un programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes para transporte de carga y pasajeros. | SEVITRA, SCT, SEMAEDESO | 1. Documento publicado en el Diario Oficial del Estado 2. Implementación del programa | | | x | | | | | | | | |
| 9. Aplicar el programa de detección y sanción a vehículos ostensiblemente contaminantes para transporte de carga y pasajeros. | SEVITRA, SEMAEDESO | Número de vehículos de transporte de carga y pasajeros detectados o sancionados como ostensiblemente contaminantes de forma anual | | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 10. Gestionar el abastecimiento de combustible diesel UBA | SEMAEDES | Presencia del combustible UBA | | | x | x | x | x | x | | | | |

Actores involucrados:

SCT, SEMARNAT, SEMAEDES, cámaras y asociaciones de transportistas en el Estado

Estimación de costos: \$5,000,000

El costo estimado no incluye el costo de la acción 4 de la prueba piloto.

Medida 3. Desarrollar un programa de movilidad urbana

Objetivos:

- Contar con un programa de desarrollo de infraestructura de vialidades que sirva para mejorar los tiempos de recorrido de los vehículos que circulan en la Zona Metropolitana.
- Diseñar rutas de bajas emisiones.
- Reducir las emisiones de CO, NOx, PM₁₀ y PM_{2.5} provenientes del transporte público y privado de pasajeros.

Justificación:

La Zona Metropolitana de Oaxaca en las últimas décadas ha presentado un crecimiento acelerado de la población, lo cual ocasiona de forma directa un incremento en la flota vehicular, principalmente de vehículos que tienen un servicio unimodal, provocando un aumento en las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de estas fuentes. Por lo anterior es importante fortalecer el programa de verificación vehicular, para que los vehículos que transitan en la ZMO cuenten con condiciones operativas adecuadas para reducir las emisiones que producen, asimismo diseñar y operar programas de regulación para que los vehículos reduzcan sus emisiones y por ultimo alternativas que permitan mejorar la movilidad en la ZMO, partiendo desde una evaluación en la infraestructura vial con el fin de construir nuevas vialidades y remodelación de las existentes.

En los ocho municipios que integran la ZMO los vehículos contribuyen con 37,993 ton/año de CO, 7,616 ton/año de NOx y 54 ton/año de PM₁₀, aportando alrededor del 70% de las emisiones de CO y NOx en la zona. Esta fuente es la que genera la mayor cantidad de emisiones en la ZMO de acuerdo al Inventario de Emisiones del Estado de Oaxaca año 2011¹⁵.

Es necesario que surjan alternativas que permitan mejorar la movilidad en la ZMO, partiendo desde una evaluación en la infraestructura vial con el fin de construir nuevas vialidades y remodelar las existentes (si es requerido), y la creación de corredores y rutas que permitan la organización del transporte público y de carga, entre otras. Lo anterior como respuesta al crecimiento que ha tenido la mancha urbana en la ciudad de Oaxaca.

Contaminantes a reducir

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NOx | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----|-----|
| * | * | | * | * | |

¹⁵Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. *Inventario de Emisiones de Gases Criterio del Estado de Oaxaca, 2011*, Oaxaca de Juárez, Oax., diciembre 2012.



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Elaborar un estudio de movilidad para la ZMO que permita ordenar y mejorar el transporte público, así como la movilidad de los vehículos automotores que impacte en la disminución de emisiones provenientes de este sector. | SEMAEDES, SEVITRA | Estudio de Plan de Implementación de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) | | x | x | x | | | | | | |
| 2. Conseguir fuentes de financiamiento para establecer al menos un corredor de transporte público bajo en emisiones en la ZMO. | SEVITRA, SEMAEDSO | Convenios de financiamiento | | | | x | x | | | | | |
| 3. Establecer al menos un corredor de transporte público bajo en emisiones. | SEVITRA | Número de km construidos | | | | x | x | x | | | | |
| 4. Elaborar el estudio ejecutivo de al menos un corredor para transporte no motorizado. | SEMAEDES, SINFRA Municipios | Documento que contenga la infraestructura | | | | | x | x | | | | |

Actores involucrados:

SEMAEDES, SEVITRA, Secretaría de las Infraestructuras y áreas administrativas municipales correspondientes.

Estimación de costos: \$10,000,000

Los costos de la construcción de los corredores serán estimados en los proyectos ejecutivos, por lo que no se incluyen en la estimación de costos.

6.3.2 Estrategia 2. *Reducción de emisiones de fuentes fijas*

Medida 4. Fortalecer la regulación de las fuentes fijas estatales y coordinar los programas de inspección y vigilancia con las fuentes fijas federales

Objetivos:

- Fortalecer las capacidades del personal de la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable en materia de regulación de fuentes fijas con la finalidad de conocer los establecimientos que deben de ser regulados.
- Actualizar y desarrollar los instrumentos de regulación a fin de que las fuentes fijas operen de forma adecuada y sus emisiones sean controladas.
- Actualizar un sistema de reporte y seguimiento de información estandarizado con las fuentes fijas federales para las fuentes fijas estatales.
- Fortalecer los programas de inspección y vigilancia de la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable y de la PROFEPA con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la legislación en materia de emisiones a la atmósfera.

Justificación:

Actualmente en el Estado de Oaxaca no existe legislación específica para la regulación de la operación e inspección del funcionamiento de las fuentes fijas estatales, por ello resulta necesario fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera de la industria de jurisdicción, federal y estatal, para asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la legislación aplicable vigente.

Es necesario fortalecer la regulación, inspección y vigilancia en materia de atmósfera de la industria de jurisdicción, federal y estatal, para asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la legislación aplicable vigente.

Contaminantes considerados

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | * | * | * | * |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|----------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Desarrollar el reglamento para fuentes fijas. | SEMAEDES | Ley actualizada y reglamentos aplicables | x | x | | | | | | | | |
| 2. Firma de convenio de coordinación aplicable entre la SEMARNAT y el IEEDS para la implementación de instrumentos de gestión. | SEMARNAT e SEMAEDSO | Convenio firmado para la coordinación de los instrumentos de gestión (LAU y RETC) | | | x | | | | | | | |
| 3. Actualizar el padrón de fuentes fijas de jurisdicción estatal. | SEMAEDES | Padrón anual de fuentes fijas | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Implementar un sistema de la licencia ambiental única para la industria de jurisdicción estatal. | SEMAEDES, SEMARNAT | Sistema virtual en operación | | x | x | | | | | | | |
| 5. Implementar un Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes que integre todas las empresas de jurisdicción estatal. | SEMAEDES, Municipios | Número de fuentes fijas que reportan RETC estatal/anual | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 6. Crear un departamento en el IEEDS encargado de inspección y vigilancia a empresas de jurisdicción estatal. | SEMAEDES | Departamento de inspección y vigilancia creado y con personal operativo asignado | | x | x | | | | | | | |
| 7. Establecer un convenio entre la PROFEPA e IEEDS para implementar y coordinar el programa de inspección a empresas de jurisdicción federal y estatal. | PROFEPA y SEMAEDSO | 1. Convenio firmado 2. Número de fuentes fijas inspeccionadas por semestre | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMARNAT, PROFEPA, Secretaria del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo sustentable.

Estimación de costos: \$3,500,000



6.3.3 Estrategia 3. **Reducción de emisiones en comercios y servicios**

Medida 5. Regular los establecimientos de jurisdicción municipal

Objetivos:

- Actualizar el padrón de los establecimientos de jurisdicción municipal.
- Verificar el cumplimiento de la normatividad vigente de los establecimientos de jurisdicción municipal.
- Controlar las emisiones de contaminantes generadas por los establecimientos de jurisdicción municipal.

Justificación:

Es importante conocer la cantidad de comercios y servicios en la ZMO que afectan directamente a la población por la generación de emisiones, el cual ayudará a orientar el programa de verificación de los establecimientos para optimizar los recursos e identificar las tareas que podrían ser aplicadas para el control o reducción de emisiones.

Contaminantes a controlar

| PM₁₀ | PM_{2.5} | SO₂ | CO | NO_x | COV |
|------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|------------|
| * | * | * | * | * | * |

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|---------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Revisar y homogenizar el marco legal en materia de regulación de comercios y servicios de los municipios de la ZMO con el objetivo de que se generen instrumentos de regulación similares entre éstos para generar padrones únicos. | SEMAEDESOS, Municipios | 1. Convenio entre municipios para homogenizar el marco legal 2. Reglamentos municipales | | x | x | | | | | | | |
| 2. Desarrollar una base de datos del padrón de los establecimientos de jurisdicción municipal. | SEMAEDESOS, Municipios | Padrón de establecimientos anual | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 3. Establecer un convenio entre el IEEDS y los municipios para la actualización periódica de la base de datos del padrón de establecimientos de comercios y servicios. | SEMAEDESOS, Municipios | Convenio firmado | | x | x | | | | | | | |
| 4. Diseñar e implementar sistema de registro de establecimientos comerciales y de servicios. | Municipios | Implementación del sistema de registro | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 5. Diseñar un instrumento de reporte anual que alimente al sistema de información. | SEMAEDESOS, Municipios | Instrumento de reporte. | | x | x | | | | | | | |
| 6. Diseñar un programa de verificación de los establecimientos | SEMAEDESOS, Municipios | Programa de verificación | | | x | | | | | | | |
| 7. Operar un programa de inspección y de verificación de los establecimientos de jurisdicción municipal. | SEMAEDESOS, Municipios | Reporte de número de Verificaciones e inspecciones por año | | | | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

Municipios, SEMAEDESO y asociaciones de comerciantes.

Estimación de costos: \$3,000,000

Medida 6. Reducir el uso de leña y carbón para la cocción de alimentos en hogares y establecimientos comerciales

Objetivo:

Regular y controlar el uso de leña y carbón como combustible para la preparación de alimentos mediante el uso de tecnologías más eficientes.

Justificación:

Las emisiones generadas por el uso de leña y carbón para la cocción de alimentos es una de las actividades con mayor generación de material particulado. Se presenta con ello una problemática grave en salud, debido a la exposición al humo de leña y carbón, que en el caso de los hogares es más crítica debido a que es en un medio cerrado y una práctica que se lleva a cabo de forma frecuente.

Contaminantes a controlar

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | * | * | * | * |

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Elaborar un estudio de identificación y selección de las mejores tecnologías alternativas para la cocción de alimentos. | SEMAEDES, SEMARNAT, SEDESOL, sector salud, municipios. | Estudio | | | x | | | | | | | |
| 2. Identificar las opciones de financiamiento y subsidio para este tipo de proyectos. | SEMAEDES, SEDESOL | Documento con opciones financieras | | | | x | x | x | x | x | x | x |
| 3. Implementar un programa para el uso de tecnologías alternativas para la cocción de alimentos en comercios y hogares. | SEMAEDES, SEMARNAT, SEDESOL, sector salud, municipios | Número de equipos y/o sistemas instalados anualmente | | | | | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

IEEDS, SEMARNAT, SEDESOL, sector salud, áreas administrativas de los municipios de la ZMO que de acuerdo a reglamentos correspondan y la población en general.

Estimación de costos: \$800,000

No incluye el costo de las tecnologías a implementar.



Medida 7. Controlar las emisiones generadas por el sector ladrillero

Objetivo:

- Controlar las emisiones provenientes de los procesos de combustión en hornos ladrilleros mediante la regulación de los establecimientos y la adopción de tecnologías más eficientes.

Justificación:

Actualmente en la Zona Metropolitana de Oaxaca se encuentran registrados 241 hornos ladrilleros y aunque muchos ya no son operables, la mayoría de ellos se encuentran ubicados en la periferia y en lugares en donde la dirección del viento transporta las emisiones a áreas de mayor influencia poblacional, generalmente en dirección Norte-sureste, las cuales contribuyen a la contaminación atmosférica de la zona urbana, por lo que es necesario contar con un programa que ayude a regular el sector ladrillero.

Contaminantes a reducir

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | * | * | * | * |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Actualizar el padrón de hornos, que describa la técnica empleada y el consumo de cada tipo de combustible. | SEMAEDES, municipios | Padrón actualizado anualmente | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 2. Analizar la factibilidad de la aplicación de tecnologías alternativas para el uso de combustibles limpios y elaboración de ladrillo. | SEMAEDES, municipios | Estudio de factibilidad realizado | x | x | | | | | | | | |
| 3. Crear una asociación comercial. | Fabricantes de ladrillos | Acta constitutiva de la Asociación | | x | x | | | | | | | |
| 4. Identificar las opciones de financiamiento y subsidio para este sector. | SEMAEDES, municipios | Documento con opciones finalizado | x | x | x | x | | | | | | |
| 5. Actualizar y publicar la legislación para el sector ladrillero. | SEMAEDES, municipios | Propuesta y publicación de reglamento | | x | x | x | | | | | | |
| 6. Diseñar un reglamento que permita desarrollar una herramienta para la regulación del sector ladrillero. | SEMAEDES | Publicación del reglamento | | x | | | | | | | | |
| 7. Implementar las tecnologías identificadas en el estudio de factibilidad | SEMAEDES, Municipios, Fabricantes de ladrillos | Número de tecnologías implementadas/año | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 8. Realizar un análisis técnico ambiental para la ubicación de un parque industrial ladrillero. | SEMAEDES, municipios | Análisis técnico ambiental realizado | x | x | x | x | | | | | | |

Actores involucrados:

SEMAEDES, SEMARNAT, SEDESOL, sector salud, fabricantes de ladrillos y las áreas administrativas de los municipios de la Zona Metropolitana que de acuerdo a reglamentos correspondan.

Estimación de costos: \$8,000,000

En este costo se incluye la prueba piloto. Costo unitario de horno: \$400,000



Medida 8. Controlar las emisiones generadas por el sector alfarero

Objetivo:

- Controlar las emisiones provenientes de los procesos de la fabricación de alfarería mediante la regulación de los establecimientos y la adopción de mejores tecnologías.

Justificación:

Por tradición dos de los municipios pertenecientes a la Zona Metropolitana de Oaxaca (Santa Mará de Atzompa y San Bartolo Coyotepec) son alfareros, y en donde la mayor parte de la población se dedica a esta actividad. Como parte del proceso de la fabricación de alfarería, se utilizan solventes y hornos muy antiguos, donde estos últimos distan de contar con algún mecanismo de control de emisiones. La producción de alfarería en estos municipios ha sido heredada de generación en generación por lo que el proceso es más artesanal y no ha sido guiado y/o regulado para evitar la generación de emisiones por combustión y compuestos orgánicos volátiles. Por lo anterior, esta medida pretende establecer las acciones que ayuden a regular dicho sector.

Contaminantes a regular

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | * | * | * | * |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|----------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Elaborar padrón. | SEMAEDES, municipios | Padrón actualizado anualmente | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 2. Diseñar un reglamento que permita desarrollar una herramienta para la regulación del sector alfarero. | SEMAEDES, municipios | Documento del reglamento | | x | | | | | | | | |
| 3. Aplicación del reglamento. | SEMAEDES, municipios | Publicación de reglamento | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Desarrollar un manual de mejores prácticas. | SEMAEDES | Manual de mejores prácticas | | x | | | | | | | | |
| 5. Selección de proceso tecnológico. | SEMAEDES, Municipios, Alfareros | Descripción del proceso tecnológico seleccionado | | x | x | x | | | | | | |
| 6. Implementación de la tecnología. | SEMAEDES, Municipios y Alfareros | Tecnología operando/número de talleres | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMAEDES, SEMARNAT, SEDESOL, sector salud, fabricantes de ladrillos y las áreas administrativas de los municipios de la Zona Metropolitana que de acuerdo a reglamentos correspondan.

Estimación de costos: \$1,000,000

En este costo no se incluye la implementación de la tecnología.



6.3.4 Estrategia 4. **Comunicación y educación ambiental**

Medida 9. Instrumentar una estrategia de comunicación de la calidad del aire

Objetivo:

Desarrollar una estrategia que mantenga informada a la población que habita la Zona Metropolitana de Oaxaca acerca de los niveles de la calidad del aire y sus efectos.

Justificación:

Es de importancia mejorar, actualizar y establecer canales de información de temas de calidad del aire a diversos sectores de la población con el fin de crear conciencia sobre la problemática que representa la mala calidad del aire. Además que los habitantes de la Zona Metropolitana de Oaxaca conozcan los efectos negativos y positivos sobre la calidad del aire y el ambiente derivados de las actividades antropogénicas. Por lo anterior las dependencias de medio ambiente y salud del estado y de los municipios Oaxaca de Juárez, San Agustín de las Juntas, San Agustín Yatareni, San Andrés Huayápam, San Antonio de la Cal, San Bartolo Coyotepec, San Jacinto Amilpas, Animas Trujano, San Lorenzo Cacaotepec, San Pablo Etlá, San Sebastián Tutla, Santa Cruz Amilpas, Santa Cruz Xoxocotlán, Santa Lucía del Camino, Santa María Atzompa, Santa María Coyotepec, Santa María del Tule, Santo Domingo Tomaltepec, Tlaxiácatl de Cabrera y Villa de Zaachila, que integran la zona metropolitana de Oaxaca, deberán contar con un plan de comunicación de la calidad del aire, con la finalidad de fomentar la participación y divulgación de la información a la población.

Las dependencias de medio ambiente y salud del estado y de los municipios, deberán contar con un plan de comunicación de la calidad del aire, con la finalidad de fomentar la participación y divulgación de la información a la población mediante un lenguaje adecuado para la población en general.

Con ello se creará una **cultura** ambiental desde la Zona Metropolitana permeando en todo el Estado de Oaxaca.

Contaminantes a considerar

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | | | | |

Cronograma de ejecución

| Estrategia | Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|---|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Reducción de emisiones de fuentes móviles | Campañas masivas de sensibilización sobre el programa de verificación vehicular. | SEMAEDES0 | Materiales impresos, electrónicos y distribuidos | | x | x | x | x | x | | | | |
| | Realizar una campaña de socialización del PVV y del Programa de diagnóstico y mantenimiento. | SEMAEDES0 | Aplicación de encuestas de salida en centros de verificación/año | | x | x | | | | | | | |
| | Implementar una estrategia de difusión sobre los beneficios del programa de verificación. | SEMAEDES0, Municipios, organizaciones sociales | 1. Estrategia implementada 2. Aplicación de encuestas de salida en centros de verificación/semestral | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | Contar con una campaña de difusión sobre el impacto de emisiones del sector transporte y regulación. | SEMAEDES0,SEVITR A | Evaluación de la efectividad de la campaña/año | | | | | | x | x | x | x | x |
| | Fomentar el uso de transporte no motorizado y el de transporte público de alta capacidad. | SEMAEDES0, SEVITRA | Número de usuarios/año | | | | | | x | x | x | x | x |
| Reducción de emisiones de fuentes fijas | Difundir mediante una estrategia de comunicación a las cámaras y asociaciones la legislación publicada. | SEMAEDES0 | Estrategia difundida | | | x | x | | | | | | |
| | Realizar foros con la industria para la difusión de la legislación. | SEMAEDES0 | Número de foros realizado/año | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Reducción de emisiones en comercios y servicios | Promover una campaña dirigida a la población para el uso de estufas y nuevas tecnologías. | SEMAEDES0, municipios | Evaluación de la efectividad de la campaña/año | | | | x | x | x | x | x | x | x |



| | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Elaborar y distribuir folletos sobre contaminantes y el sistema de monitoreo atmosférico. | INECC, SEMAEDESO | Folletos repartidos anualmente | | | | x | x | x | x | x | x | x |
| Comunicación de indicadores de desempeño y resultados del ProAire. | SEMAEDESO | Informe/año | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Evaluar la efectividad de la comunicación del tema de calidad del aire en la población. | SEMAEDESO | Encuestas aplicadas por año | | x | | x | | x | | x | | x |
| Posicionamiento discursivo y visual de ProAire en las medidas que integren al Programa: Esto es ser ProAire/Yo soy ProAire. | SEMAEDESO | Un foro de gestión de la calidad del aire al año. | | | x | x | x | x | x | | | |

Actores involucrados:

SEMAEDESO, municipios, SEMARNAT, sector salud, medios de comunicación estatales y locales, Instituciones educativas y de investigación, organizaciones civiles y población en general.

Estimación de costos: \$1,000,000



Medida 10. Capacitar de forma continua a autoridades y empresarios en materia de calidad del aire

Objetivo:

Desarrollar cursos en materia de calidad del aire que permita generar y/o actualizar la capacidad técnica de regular fuentes y mejorar procesos.

Justificación:

Las dependencias de medio ambiente del estado y de los municipios requieren capacitarse y/o actualizarse en herramientas de gestión, que les ayude a regular las fuentes emisoras. Los empresarios conjuntamente con las autoridades ambientales deberán capacitarse en técnicas de mejores prácticas que mejoren los procesos en sus establecimientos con la finalidad de reducir emisiones a la atmósfera.

Contaminantes a considerar

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | | | | |

Cronograma de ejecución

| Estrategia | Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|--|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Reducción de emisiones de fuentes móviles | 1. Capacitar al personal técnico de las dependencias encargadas de la aplicación del programa de verificación vehicular y de los centros de verificación | SEMAEDESOS, municipios | 1. Porcentaje de personas responsables en el IEEDS del PVV que son capacitadas anualmente. 2. Porcentaje de personas que operan los centros de verificación que son capacitadas anualmente”. | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 2. Capacitar a los operadores del transporte de carga y pasaje para reducir sus consumos de combustible. | SEMARNAT, SEVITRA, SCT y SEMAEDESO | Porcentaje de operadores capacitados por año | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Reducción de emisiones de fuentes fijas, comercios y servicios | 3. Capacitar al personal del IEEDS y municipios para la instrumentación del Sistema de Gestión. | SEMARNAT | Personas capacitadas anualmente | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 4. Capacitar en mejores prácticas y uso de combustibles limpios. | SEMAEDESOS, SEDESOL, SEMARNAT | Número de personas capacitadas anualmente | | | | | x | x | x | x | x | x |
| | 5. Implementar un programa de capacitación para la mejora del proceso productivo, el uso de combustibles limpios y desarrollar capacidades como micro-empresarios. | SEMAEDESOS, municipios | 1. Programa de capacitación implementado 2. Número de personas capacitadas al año 3. Número de cursos por año | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Fortalecimiento institucional y financiamiento | 6. Capacitar a diversos actores en la elaboración de los inventarios de emisiones. | SEMAEDESOS, municipios e INECC | Capacitación anual del personal | | x | | x | | x | | x | | x |
| | 7. Capacitar al personal a cargo de la red de monitoreo. | INECC, SEMAEDESO | Capacitación anual del personal | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMAEDESOS, municipios, SEMARNAT, SEDESOL, empresarios.

Estimación de costos: \$1,000,000



Medida 11. Elaborar un programa de educación ambiental

Objetivo:

Desarrollar un programa de educación ambiental con la finalidad de que incida en la creación de una conciencia ambiental de la población de la Zona Metropolitana de Oaxaca.

Justificación:

Es importante que los habitantes de la Zona Metropolitana de Oaxaca conozcan los efectos negativos y positivos sobre la calidad del aire y el ambiente derivados de las actividades antropogénicas.

Con ello se motiva la conciencia sobre nuestras actividades diarias, influyendo en nuestras tomas de decisión sobre lo que consumimos y cómo vivimos diariamente.

Mediante un programa de educación ambiental se incide directamente sobre los cambios positivos que se reflejarían en el desarrollo urbano y cuidado y protección al medio ambiente.

Contaminantes a reducir

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | | | | |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|--|-----------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Proponer e impartir un programa de educación de calidad del aire conjuntamente en coordinación con la comunidad educativa para su aplicación de forma anual | SEMAEDESOS y academia | 1. Programa operando. 2. Número de instituciones educativas que adopten el programa por año | | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMAEDESOS, Secretaría de Educación, municipios, academia, medios de comunicación estatales y locales, organizaciones civiles y población en general.

Estimación de costos: \$1,000,000



6.3.5 Estrategia 5. **Protección a la Salud**

Medida 12. Implementar el programa de contingencias atmosféricas

Objetivo:

Desarrollar un instrumento que contenga estrategias, acciones y actividades que se implementen en caso de que se presenten episodios de altas concentraciones de contaminantes en la Zona Metropolitana.

Justificación:

Mediante la implementación del Programa de Contingencias Atmosféricas en caso de presentarse altos niveles de concentración de contaminantes o excedencias a las normas federales vigentes, se protege la salud de los grupos de la población vulnerables como son los niños, ancianos y personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares.

Con la ejecución del programa, se buscará reducir la emisión de contaminantes y la exposición mediante la alerta ambiental y la implementación de actividades.

Contaminantes a reducir

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | O ₃ |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|----------------|
| | | | | | |



| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Conformar un comité para el diseño e implementación del Programa de contingencias atmosféricas | SEMARNAT, SEMAEDESO, sector salud y de transporte, obras públicas, tránsito y Municipios. | Convenio que respalde la conformación del comité y describa las responsabilidades de cada institución | | X | | | | | | | | |
| 2. Diseñar el Programa de Contingencias Atmosféricas | SEMARNAT, SEMAEDESO, academia, sector salud y de transporte, obras públicas, tránsito y Municipios. | 1. Instalación del Comité 2. Programa de contingencias implementado | | X | X | | | | | | | |
| 3. Vigilar la aplicación del Programa de Contingencias Atmosféricas. | Comité de ejecución | 1. Reportes técnicos de las acciones aplicadas por las dependencias participantes por evento. 2. Informes semestrales que refleje la aplicación de programa | | | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 4. Acordar los niveles de activación y desactivación del Programa de Contingencias Atmosféricas | SEMAEDESOSecretaría de Salud de Oaxaca, Municipios. | Publicar los niveles de activación | | X | X | | | | | | | |
| 5. Publicar los resultados posteriores a cada contingencia. | SEMAEDESOS | Publicación de boletín por evento | | | X | X | X | X | X | X | X | X |

Actores involucrados:

Secretaría de Salud del Gobierno de Oaxaca, sector salud, SEMAEDESOS, PROFEPA y municipios de la región, SEMARNAT, Academia, Obras públicas, tránsito, sector transporte (principalmente SEVITRA). **Estimación de costos:** \$1,500,000

Medida 13. Implementar un programa de vigilancia y prevención de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire

Objetivo:

Diseñar e implementar un programa de vigilancia de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire con el fin de Identificar el tipo de enfermedades y el número de éstas que se presentan en la ZMO.

Justificación:

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el 2011 casi 355 mil oaxaqueños fueron vulnerables a enfermedades respiratorias, siendo la región de los Valles Centrales la que mayor número de enfermos presentó (300 mil 959 casos)⁵. El estado de Oaxaca no cuenta con registros de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire; sin embargo, se han desarrollado algunos esfuerzos en generar estudios en materia de salud que pueden ser la base para establecer estos registros.

Por lo anterior, es importante conocer el impacto del deterioro de la calidad del aire en la salud de la población de la Zona Metropolitana de Oaxaca derivado de la exposición a los contaminantes atmosféricos, para lo cual se requiere diseñar e implementar un Programa de vigilancia de enfermedades relacionadas con el deterioro de la calidad del aire, y de esta forma identificar y documentar el tipo de enfermedades y número de casos que persisten en la zona de estudio para establecer acciones de reducción de la concentración de contaminantes a la atmósfera que incidirá en la disminución de estas enfermedades.

De acuerdo a los datos recopilados que resulten de los sistemas de vigilancia, se pueden conocer las causas y efectos en la salud poblacional. Así mismo, será de utilidad para evaluar los costos al sistema de salud y evaluar la eficiencia del ProAire.

Contaminantes a reducir

NO APLICA

⁵ <http://www.noticiasnet.mx/portal/76239-van-783-mil-enfermos-de-males-respiratorios>



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Conformar un comité técnico responsable de la medida de salud coordinado por el Comité Núcleo. | SSO, SEMAEDES | Convenio | x | | | | | | | | | |
| 2. Crear un grupo multidisciplinario para proponer y elaborar proyectos de investigación en materia de salud relacionada con calidad del aire. | SSO, SEMAEDES | Creación y funcionamiento del grupo | | x | | | | | | | | |
| 3. Elaborar un estudio que correlacione las enfermedades con datos de calidad del aire. | SSO, SEMAEDES | Documento del estudio que relacione enfermedades con la mala calidad del aire | | x | x | | | | | | | |
| 4. Contar con un registro de enfermedades respiratorias con datos de calidad del aire. | SSO, SEMAEDES | Base de datos del registro de enfermedades actualizada anualmente | | x | x | x | | | | | | |
| 5. Elaborar un proyecto de enfermedades derivadas de la exposición en la cocción de alimentos con leña. | SSO, SEMAEDES | Documento del estudio que relacione enfermedades con la exposición en la cocción de alimentos. | | x | x | | | | | | | |
| 6. Contar con un registro actualizado de las enfermedades derivadas de la exposición en la cocción de alimentos. | SSO, SEMAEDES | Base de datos del registro de enfermedades derivadas de la exposición de la cocción de alimentos | | x | x | x | | | | | | |
| 7. Desarrollar y actualizar un sistema de recopilación de información del tipo y número de enfermedades relacionadas con la mala calidad del aire. | Secretaría de Salud del Gobierno estatal | 1. Base de datos con registros de enfermedades/anual 2. número de casos presentados/anual | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

Secretaría de Salud del Gobierno del Estado, Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable.

Estimación de costos: \$6,000,000



6.3.6 Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

Medida 14. Conformar un Comité técnico para el seguimiento y evaluación del ProAire de la ZMO

Objetivos:

- Establecer un Comité Técnico que sea responsable de dar seguimiento y evaluar el cumplimiento de las medidas establecidas en el ProAire.

Justificación:

Para lograr el cumplimiento de las metas establecidas en el ProAire, es necesario que se establezcan mecanismos para evaluar y dar seguimiento a las acciones, contar con los recursos financieros y humanos con la finalidad de obtener los resultados esperados comprometidos en este documento en el periodo de vigencia establecido. Es necesario dar cumplimiento a la legislación vigente.

Contaminantes a reducir

NO APLICA

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Crear y formalizar el Comité de seguimiento y evaluación. | SEMARNAT, SEMAEDESO, Municipios | Acta constitutiva del Comité | x | | | | | | | | | |
| 2. Establecer los procedimientos y periodicidad de evaluación del ProAire. | SEMARNAT, SEMAEDESO, Municipios | Presentación de procedimientos | x | x | | | | | | | | |
| 3. Generar el documento del diagnóstico anual con los avances de las medidas del programa. | Comité técnico | Reporte anual | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Jerarquizar las medidas con base a su contribución de emisiones. | SEMAEDESO, Comité técnico | Listado de medidas/número de medidas | x | x | x | x | x | | | | | |
| 5. Identificar las fuentes de financiamiento y los mecanismos de acceso a los recursos de las medidas identificadas. | SEMAEDESO, Comité técnico | Documento con identificación de fuentes de financiamiento y los mecanismos de acceso al recurso | x | x | x | x | x | | | | | |
| 6. Preparar propuestas para acceder a los recursos identificados. | SEMAEDESO, Comité técnico | 1. Propuestas ingresadas. 2. Propuestas aceptadas | | | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMARNAT, PROFEPA, SSA, COFEPRIS, Secretaría de Salud del Estado, SCT, SEP, SEMAEDESO, Protección Civil, centros de investigación e instituciones de educación superior, organizaciones de la sociedad civil, organismos internacionales, las áreas administrativas de los municipios que correspondan de acuerdo al reglamento y cualquier otro que el Comité considere necesario.

Estimación de costos: \$500,000



Medida 15. Actualizar el inventario de emisiones

Objetivo:

Contar con el inventario de emisiones considerando los cambios en las actividades económicas, la incorporación de nuevas tecnologías y la inclusión de nuevas fuentes emisoras.

Justificación:

Es necesario disponer de una herramienta actualizada, que identifique la contribución de las emisiones contaminantes generadas por cada una de las fuentes, para evaluar la eficacia de las medidas aplicadas en el ProAire, y en su caso reorientarlas.

Contaminantes considerados.

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | | | | |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|----------------------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Establecer convenios de intercambio de información con la federación, municipios, dependencias públicas, privadas y la academia. | SEMARNAT, INECC, SEMAEDESO | Convenio firmado | x | x | | | | | | | | |
| 2. Actualizar el inventario de emisiones | SEMARNAT, INECC, SEMAEDESO | Publicación del inventario | | x | | x | | x | | x | | x |

Actores involucrados:

SEMAEDESOS, SEMARNAT, INECC, sector privado, academia.

Estimación de costos: \$10,000,000

Medida 16. Fortalecer el monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana de Oaxaca

Objetivo:

Conformar el sistema de monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana de Oaxaca que cumpla con los estándares nacionales.

Justificación:

Es importante conocer los niveles de calidad del aire en la zona metropolitana y con base en ello identificar la problemática general de contaminación del aire.

Actualmente el “Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Oaxaca” de la Zona Metropolitana de Oaxaca está conformado por dos estaciones de monitoreo atmosférico, la primera se encuentra ubicada en las instalaciones del “CEDART”, Calle Dr. Pardo No. 2 Col. Centro, Oaxaca de Juárez, Oaxaca y la segunda en las instalaciones de la “CASA HOGAR” calle Río Sena esquina Río Usumacinta Fraccionamiento Sauces, Col. Santa Rosa Panzacola, Oaxaca. Incrementar las estaciones de monitoreo permitirá contar con información continua y representativa de la Zona Metropolitana de Oaxaca.

Contaminantes considerados.

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| | | | | | |

Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|--|--------------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Elaborar un diagnóstico sobre la cobertura del monitoreo atmosférico en la ZMO. | SEMARNAT, INECC, SEMAEDESO | Diagnóstico de la cobertura de la red de monitoreo que especifique y justifique técnicamente los puntos representativos para ubicar estaciones y los contaminantes a monitorear | | x | | | | | | | | |
| 2. Gestionar y asignar recursos para la adquisición de las estaciones de monitoreo. | SEMARNAT, SEMAEDESO | Número de estaciones en operación por año | | x | x | | | | | | | |
| 3. Gestionar y asignar recursos anuales para la operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo. | SEMAEDESO | Reporte de montos asignados por estación por año | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 4. Adoptar las metodologías y estándares de los lineamientos establecidos para el tratamiento y reporte de los datos. | INECC, SEMAEDESO | 1. Bases de datos estandarizadas y validadas 2. Reportes | | x | x | | | | | | | |
| 5. Implementar un sistema de reporte continuo de los datos generados por el sistema de monitoreo de la ZMO. | SEMAEDESO | Sistema en operación | | x | x | | | | | | | |
| 6. Asegurar la conexión permanente al Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire para la transferencia de datos. | INECC, SEMAEDESO | 1. Sistema en operación 2. Reporte anual | | x | x | | | | | | | |
| 7. Auditar trimestralmente la red de monitoreo. | INECC, SEMARNAT, ONG, sector privado | Reporte anual de las auditorías trimestrales | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 8. Elaborar un reporte anual de las acciones relacionadas con el monitoreo atmosférico. | SEMAEDESO | Informe presentado al Comité Núcleo anualmente | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Actores involucrados:

SEMAEDESO, SEMARNAT, INECC, ONG, sector privado.

Estimación de costos: \$15,000,000



Medida 17. Realizar el diagnóstico de calidad del aire

Objetivo:

Evaluar las condiciones de la calidad del aire mediante el análisis de los registros de las estaciones de monitoreo atmosférico.

Justificación:

Es imprescindible continuar con el monitoreo atmosférico en la Zona Metropolitana de Oaxaca y al mismo tiempo implementar el monitoreo en otros municipios de la ciudad, lo que permitirá contar mayor información de la calidad del aire y con base en ello identificar y atender la problemática general de contaminación del aire. Así mismo es importante diseñar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo que garantice el óptimo funcionamiento y la vida útil de las unidades de monitoreo.

Cabe mencionar que actualmente la unidad móvil se encuentra fuera de servicio debido al deterioro de algunos de sus componentes y analizadores, por lo que resulta prioritario adquirir la infraestructura y equipo necesario para habilitarla y realizar monitoreos en sitios claves de la ZMO, lo que permitirá ampliar el área de cobertura y con ello contar con mayor información sobre la concentración de contaminantes para la toma oportuna de decisiones que ayuden a proteger la salud pública.

Es imprescindible que se desarrolle una sistematización de la operación de las dos unidades fijas de monitoreo y al mismo tiempo incorporar la unidad móvil, una vez habilitada, concentrar la información de los contaminantes que deriven de las tres unidades en un solo sistema que proporcione la información en tiempo real.

El desarrollo de la información en tiempo real monitoreada por la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable con transparencia hacia los habitantes de la Zona Metropolitana hará que la prevención sea más oportuna.

El financiamiento para diversas actividades y proyectos en la materia, puede derivar de los servicios ecológicos, tales como de los pagos de derechos de la misma verificación vehicular estatal, de tal forma que la ciudadanía pueda ver reflejada su contribución de en proyectos ambientales.

Contaminantes a evaluar.

| PM ₁₀ | PM _{2.5} | SO ₂ | CO | NO _x | COV |
|------------------|-------------------|-----------------|----|-----------------|-----|
| * | * | * | * | * | * |



Cronograma de ejecución

| Acciones | Responsable | Indicador de cumplimiento | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---|--------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1. Emitir un boletín mensual de la calidad del aire, que incluya un análisis cuantitativo de los resultados del monitoreo atmosférico durante el mes. | SEMAEDES | Boletín mensual | | | | x | x | x | x | x | x | x |
| 2. Informe anual de datos de la calidad del aire. | SEMAEDES | Informe anual | | | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 3. Generar un índice metropolitano de la calidad del aire. | INECC, SEMAEDES | Índice metropolitano de la calidad del aire | | x | x | x | | | | | | |

Actores involucrados:

SEMAEDES, SEMARNAT, INECC, ONG, sector privado.

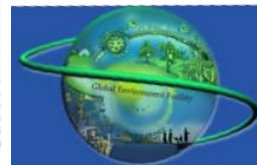
Estimación de costos: \$1,000,000

CAPITULO VII

FUENTES DE FINANCIAMIENTO



Banco Mundial



Banco Interamericano
de Desarrollo



Banco
Europeo de
Inversiones



FONADIN
Fondo Nacional de
Infraestructura



UNITED STATES • AGENCIA
ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY



Capítulo 7. Fuentes de financiamiento

A nivel internacional y nacional existen diversas opciones de fuentes de financiamiento a las cuales la Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Oaxaca puede tener acceso para el desarrollo de las acciones descritas en el ProAire. Estas fuentes de financiamiento pueden ser aplicables para diversas áreas, tales como la implementación de proyectos de infraestructura, capacitación, tecnologías de reducción de emisiones en pequeñas y medianas industrias, transporte, entre otras.

A continuación se presenta una relación de los mecanismos de financiamiento, así como una breve descripción de los alcances y tipo de apoyo a los que se puede tener acceso para cada una de las iniciativas o dependencias internacionales.

7.1 Fondos internacionales

Existen múltiples instituciones internacionales cuyo objetivo es apoyar al desarrollo de los países. Específicamente en relación con las iniciativas mundiales de la reducción de emisiones, estas instituciones han creado fondos concretos con el fin de asistir a diversos países en el desarrollo e implementación de sus iniciativas.

A continuación se enlistan las más relevantes:

7.1.1 Banco Mundial (World Bank)

El Banco Mundial cuenta con varias iniciativas enfocadas a la reducción de emisiones provenientes de diversas fuentes.

Existe una institución afiliada al Banco Mundial ocupada de las iniciativas del sector privado, denominada Corporación Financiera Internacional (International Finance Corporation o IFC). El IFC otorga préstamos, capital accionario, financiamiento estructurado e instrumentos de gestión de riesgos, y presta servicios de asesoría para fortalecer el sector privado en los países en desarrollo.

Los fondos asociados con esta institución son:

- i. **Fondo de Tecnología Limpia.**
- ii. **Fondo Estratégico sobre Clima.**
- iii. Apoyo al Desarrollo de Infraestructura Verde.



7.1.2 Global Environment Facility (GEF)

Alianza entre 178 países, instituciones internacionales, organizaciones no gubernamentales y el sector privado para atender asuntos ambientales, mediante el apoyo para el desarrollo de iniciativas de desarrollo sustentable. Ofrece fondos para proyectos dentro de seis áreas diferentes:

1. biodiversidad,
2. **cambio climático,**
3. aguas internacionales,
4. degradación del suelo,
5. **capa de ozono y**
6. contaminantes orgánicos persistentes.

El GEF es la institución que más proyectos ha financiado para mejorar el medio ambiente. Desde 1991, ha apoyado a países en desarrollo y países en transición, otorgando \$ 8.26 billones en préstamos y co-financiado más de 2,200 proyectos en más de 165 países. Sus fondos asociados son:

- a. Fondo para el Medio Ambiente Mundial
- b. Fondo de Adaptación

7.1.3 Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

El BID facilita el acceso a México de fondos que se pueden emplear para contratar servicios de consultoría, compra de bienes necesarios para llevar a cabo estudios, u otras actividades relacionadas con la preparación de proyectos que resulten en asistencia técnica, preparación de documentos de proyecto, estudios de viabilidad, proyectos demostrativos, proyectos piloto, programas de inversión, creación de alianzas, entrenamiento y difusión de conocimientos.

El único requisito para acceder a estos fondos es que se debe estar constituido como Secretaría de Gobierno, autoridad nacional designada, agencias de planeación, corporaciones públicas y privadas, gobiernos estatales y municipales, desarrolladores de proyectos, Organismos No Gubernamentales (ONGs) e instituciones académicas. La elegibilidad de estos fondos requiere:

- a. consistencia con los principios de la iniciativa y las estrategias de largo plazo del país;
- b. evidencia financiera de la viabilidad en el mercado;
- c. apropiación del proyecto por el dueño del mismo, ya sea el país o un cliente;



- d. grado de innovación y valor añadido;
- e. sustentabilidad institucional y ambiental;**
- f. grado de coordinación y sinergias con otros fondos;
- g. alianzas público-privadas; y
- h. coordinación con donantes.

Las modalidades de financiamiento son dos: apoyos no reembolsables para cooperación técnica o inversiones; y apoyos reembolsables (créditos).

7.1.4 Banco Europeo de Inversiones (BEI)

Es un banco de préstamo a largo plazo de la Unión Europea (UE), el cual presta dinero a los sectores público y privado para proyectos de interés europeo como por ejemplo: proyectos de cohesión y convergencia de las regiones de la UE, apoyo a pequeñas y medianas empresas, **programas de sustentabilidad del medio ambiente, investigación, desarrollo e innovación, transporte y energía.**

El BEI ejerce su actividad en la UE y en 140 países del mundo con los que la UE mantiene un Acuerdo de Cooperación. El BEI también apoya al desarrollo sustentable en países asociados y es el accionista mayoritario del Fondo Europeo de Inversiones.

7.1.5 Fondo Verde

La misión de Fondo Verde es la de contribuir a la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales y del medio ambiente desde la justicia y solidaridad, participando en la ejecución y administración de proyectos estratégicos de desarrollo ambiental en el ámbito local, nacional e internacional.

Fondo Verde se propone promover, participar, estimular e intervenir en iniciativas de carácter ambiental con el fin de potenciar y desarrollar estilos de vida sostenibles.

Fondo Verde quiere ser reconocida como una organización líder y consolidada en materia ambiental, comprometida con el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el manejo sostenible de los recursos naturales, en un mundo donde los pueblos vivan en igualdad y dignidad y en armonía con la naturaleza.

Para ello, pone a disposición las mejores capacidades profesionales para garantizar altos niveles de eficiencia en sus actuaciones a la vez que adquiere un fuerte compromiso con todos sus grupos de interés para el cumplimiento de su misión.



7.1.6 Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos Americanos (US EPA)

En años recientes, entre el 40 y el 50 por ciento de los presupuestos decretados han brindado apoyo directo a través de subvenciones para programas ambientales en los estados.

Los fondos concesionarios de la EPA a los estados, instituciones sin fines de lucro y educacionales, **respaldan las investigaciones de alta calidad que mejorarán las bases científicas para decisiones sobre asuntos del medio ambiente nacional y ayudan a la EPA a lograr sus metas.**

7.2 Fondos nacionales

En México se han desarrollado fondos enfocados en el apoyo económico para el desarrollo de actividades destinadas a la mejora de cada sector dirigido a la reducción de emisiones.

Algunas de las instituciones más relevantes en administrar estos recursos en México son:

7.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El CONACYT ha apoyado a diversas instituciones académicas en el desarrollo y fortalecimiento de capacidades para diversos actores. Los fondos en los cuales se puede aplicar para el fortalecimiento de proyectos ambientales son:

- i. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECyT),
- ii. Fondo Avance de Programa de Estímulos Fiscales,
- iii. Programas de Estímulos para la Innovación, y
- iv. Fondos Sectoriales de Energía

7.2.2 Banobras (FONADIN)

El Fondo Nacional de Infraestructura (Fondo) promueve y fomenta la participación de los sectores privado, público y social en el desarrollo de la infraestructura del país, a través del otorgamiento de apoyos recuperables y no recuperables que mejoren la capacidad de los proyectos para atraer financiamiento. Para ello, el Fondo apoya en las etapas de planeación,



diseño y construcción de los proyectos que se desarrollan mediante esquemas de asociaciones público-privadas.

El día 7 de febrero del 2008 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se ordena la creación del Fideicomiso Fondo Nacional de Infraestructura, nombrando como fiduciario al Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (Banobras). Este Fondo se constituyó con los recursos provenientes del Fideicomiso de Apoyo al Rescate de Autopistas Concesionadas (FARAC) y del Fondo de Inversión en Infraestructura (FINFRA). En total, los recursos del Fondo sumaron en un principio \$40 mil millones, y se espera que con la realización de los activos con que cuenta, en los próximos cinco años pueda canalizar recursos hasta por \$ 270 mil millones.

Son sujetos de apoyo tanto entidades del sector público como del sector privado. En el primer caso, tanto las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal como los gobiernos estatales y municipales son sujetos de recibir apoyos del Fondo. En cuanto al sector privado, el sector atendido está comprendido por personas morales que sean beneficiarias de concesiones, permisos o contratos que permitan asociaciones público-privadas.

Dichos apoyos pueden otorgarse bajo la modalidad de apoyos recuperables y no recuperables. Los apoyos recuperables incluyen el financiamiento para estudios y asesorías, garantías (de crédito, bursátiles, de desempeño y de riesgo político), créditos subordinados y/o convertibles (a empresas beneficiarias del sector privado) e incluso aportaciones de capital. Los apoyos no recuperables pueden ser aportaciones o subvenciones.

Los principales objetivos del Fondo son:

- i. Apoyar el desarrollo del Programa Nacional de Infraestructura.
- ii. Maximizar y facilitar la movilización de capital privado a proyectos de infraestructura.
- iii. Tomar riesgos que el mercado no está dispuesto a asumir.
- iv. Hacer bancables proyectos con rentabilidad social y/o con baja rentabilidad económica.
- v. Obtener y/o mejorar las condiciones de los financiamientos de largo plazo para el desarrollo de proyectos.

El Fondo apoya proyectos de los siguientes sectores:

- i. Carreteras
- ii. Puertos
- iii. Aeropuertos
- iv. Ferrocarriles

- v. Transporte Urbano
- vi. Medio Ambiente
- vii. Turismo
- viii. Agua
- ix. Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS).

7.2.3 Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo

El Programa Federal de Apoyo al Transporte Masivo es uno de los instrumentos del Fondo Nacional de Infraestructura, para apoyar el financiamiento de proyectos de inversión en transporte urbano masivo, así como para impulsar el fortalecimiento institucional de planeación, regulación y administración de los sistemas de transporte público urbano.

Los objetivos que consigue el Programa son los siguientes:

- i. Impulsar el desarrollo de las ciudades contribuyendo a solucionar el crónico deterioro de la movilidad urbana, mejorando la calidad de vida de sus habitantes e incrementando su productividad y competitividad.
- ii. Promover la planeación del desarrollo urbano y metropolitano atendiendo a políticas y proyectos de vialidad y transporte urbano sustentable para alcanzar el mejor arreglo posible en el transporte, la mayor satisfacción de la población que atiende y la minimización de las externalidades negativas (pérdidas de tiempo masivas, contaminación, accidentes).
- iii. Apoyar el desarrollo integral de sistemas de transporte público sustentables, eficientes, seguros, cómodos y con tarifas accesibles que generen ahorros en costos de operación y tiempo de traslado a los usuarios.
- iv. Beneficiar principalmente a la población de menores ingresos con transporte masivo que favorezca su accesibilidad e inclusión social.
- v. Respaldar las políticas de uso eficiente de la energía, con proyectos de transporte masivo y racionalización del uso de automóviles.
- vi. Movilizar el capital privado en proyectos de inversión en transporte urbano masivo que sean financieramente viables, con el apoyo de recursos públicos (federal, estatal, municipal).

Los apoyos que otorga el Fondo para el desarrollo de proyectos de transporte masivo a entidades públicas federales, estatales o municipales, así como a concesionarios, son los siguientes:

- a. Apoyos para Estudios.
- b. Créditos o recursos a fondo perdido para la elaboración de Estudios.
- c. Apoyos para la inversión en Proyectos.
- d. Aportaciones Recuperables y No Recuperables, según lo requiera el proyecto.



- e. Apoyos para financiar inversión en equipos de transporte masivo, sus talleres y depósitos a través de deuda subordinada, capital o garantías, según lo requiera el proyecto.

Los proyectos de transporte masivo comprenden la inversión en:

- a. La infraestructura con sus instalaciones fijas.
- b. Derechos de vía.
- c. Obra pública o concesionada de las vías férreas o carriles exclusivos.
- d. Paradores, estaciones y terminales.
- e. Electrificación, sistemas de señales y comunicaciones y control.

7.2.4 Nacional Financiera (NAFIN)

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

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

Bibliografía

- Albert, L. *Curso básico de toxicología ambiental*. Noriega editores, México. 1995.
- Blagden, P. *New Concepts in Air Quality Indices-Linkage to Health Effects*. Environmental Canada. Meteorological Service of Canada. Upwind Downwind Conference, Hamilton, March 30. 2008.
- CEPAL, *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2009.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México. 2007.
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. *Síntesis Ejecutiva de la Estrategia Nacional de Cambio Climático*. México. 2007.
- Diario Oficial de la Federación. *Creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático*. México. 25 de abril de 2005.
- DOF, *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, DOF, 2008.
- DOF, *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera*, DOF, 2004.
- Espinosa M. *Revisión y estructuración de los manuales de monitoreo atmosférico para fortalecer la operación y mantenimiento de las redes de monitoreo de la calidad del aire que operan en el país*, Instituto Nacional de Ecología. 2007.
- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca. *Inventario de Emisiones de Gases Criterio del Estado de Oaxaca, 2011*, Oaxaca de Juárez, Oax., diciembre 2012.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales de México-Producto Interno Bruto por entidad federativa*. México, 2011.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. *Delimitación de zonas metropolitanas de México*. México. 2004.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. *Anuario estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. México. 2009.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. *Atlas. Situación actual de la división político-administrativa interestatal. Estados Unidos Mexicanos*. México. 2006.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. *Delimitación de zonas metropolitanas de México*. México. 2004.
- PNUMA. *Manual de ciudadanía ambiental global*. México. 2005.
- SEMARNAT, Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. *Guía para la Elaboración de Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) versión 1.0*. Primera Edición. México. Diciembre 2013.

Normas Oficiales Mexicanas

- NOM-020-SSA1-1993: “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al ozono (O₃). Valor normado para la concentración de ozono (O₃) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”.
- NOM-021-SSA1-1993: “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”.
- NOM-022-SSA1-2010: “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de azufre (SO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de azufre (SO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”.
- NOM-023-SSA1-1993: “Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población”.
- NOM-025-SSA1-1993: Salud ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible



para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM_{10} y partículas menores de 2.5 micrómetros $PM_{2.5}$ de la calidad del aire ambiente. Criterios para evaluar la calidad del aire.

- NOM-017-SSA-1998: Para la vigilancia epidemiológica.
- NOM_086_SEMARNAT_SENER_SCFI_05: Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.

Documentos electrónicos y páginas web consultadas

- Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América, [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], del sitio web de la Agencia de Protección al Ambiente de los Estados Unidos de América:<<http://www.epa.gov/espanol/>>
- Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos SNC. *Fondo Nacional de Infraestructura*, [en línea], [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], <<http://www.banobras.gob.mx/PRODUCTOSYSERVICIOS/PRODUCTOS/Paginas/fonadin.aspx>>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). *Financiamiento para el desarrollo sostenible visiones y acciones desde la perspectiva de América Latina y el Caribe*, [en línea], [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], <<http://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/12158/lcl1875e.pdf>>
- Escaparatepolítico, Oaxaca: *El aire en Oaxaca aún es limpio, pero en 10 años podría verse perjudicada la Salud de los Habitantes*, [en línea], escaparatepolítico, 2011 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <<http://www.escaparatepolitico.com/nota.php?id=1530>>
- Fondo Verde, Fuentes de financiamiento a nivel internacional, [en línea], [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], <<http://www.fondoverde.org>>
- Fondo Nacional de Infraestructura. *Programa Federal de Apoyo al Transporte Urbano Masivo*, [en línea], [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], http://www.fonadin.gob.mx/wb/fni/programa_de_transporte_urbano
- Gobierno del Estado de Oaxaca. *Monitorea Gobierno del Estado calidad del aire de la ciudad de Oaxaca*, [en línea], Oaxaca de Juárez: Gobierno del Estado de Oaxaca, 2012 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <<http://www.oaxaca.gob.mx/?p=15713>>



- Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. *Impactos en salud y en productividad para 34 ciudades mexicanas, 24 de septiembre 2013*, [en línea], [fecha de consulta: 20 Mayo 2013]. Disponible en:
http://imco.org.mx/medio_ambiente/la-contaminacion-del-aire-un-problema-que-dana-la-salud-y-la-economia/
- Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012. Resultados por entidad federativa. Oaxaca. Primera edición electrónica, 2013, [en línea], [fecha de consulta: 20 Mayo 2013]. Disponible en:
<http://ensanut.insp.mx/informes/Oaxaca-OCT.pdf>
- INEGI. Geografía e Informática. *Diccionario de datos edafológicos*. [fecha de consulta: 10 Diciembre 2013]. México, D.F. 2012. Edafología:
http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/edafologia/?c=527
- INEGI. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. [fecha de consulta: 10 Diciembre 2013]
 - Geología:
<http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/geologia/?c=554>
 - Fisiografía:
<http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/fisiografia/?c=553>
 - Región hidrográfica:
<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/regiones_hidrologicas.cfm?c=519>
- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. *Ecología Estatal Monitorean Calidad del Aire en Oaxaca de Juárez*, [en línea], Oaxaca: Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2013 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <<http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/node/17>>
- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. *Gobierno del Estado se une a la celebración del día Mundial sin Automóvil*, [en línea], Oaxaca: Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2013 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <<http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/node/17?page=0,4>>
- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable. *Capacita Ecología Estatal a Ayuntamientos en la Conservación de Árboles*, [en línea], Oaxaca: Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2013 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <<http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/node/17?page=0,5>>



- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, *Presentan Inventario de Emisiones de Gases Criterio del Estado*, [en línea], Oaxaca: Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, 2013 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.ecologiaysustentabilidad.oaxaca.gob.mx/node/17?page=0,8>
- Nacional Financiera Banca de Desarrollo, *Programa de Apoyo a Proyectos Sustentables*, [en línea], [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013], <http://www.nafin.gob.mx/portalfn/content/productos-y-servicios/programas-empresariales/proyectos-sustentables.html>
- Noticiasnet.mx, *Oaxaca: mueren 49 por contaminación*. [en línea], Oaxaca: Noticiasnet.mx, 2013 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.noticiasnet.mx/portafn/oaxaca/179715-oaxaca-mueren-49-contaminacion>
- Periódico Digital ECO VIDA, *Oaxaca: Inicia Instituto de Ecología campaña de monitoreo atmosférico*, [en línea], periodicoecovida.com, 2012 [fecha de consulta: 18 Diciembre 2013]. Disponible en: <http://periodicoecovida.com/?q=node/11>
- SEMARNAT, *Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005* [en línea]. México, [fecha de consulta: 10 de diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddel aire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>
- SEMARNAT, *Inventario Nacional de Emisiones de México, 2008* [en línea]. México, [fecha de consulta: 10 de diciembre 2013]. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestionambiental/calidaddel aire/Paginas/InventarioNacionaldeEmisiones.aspx>
- Vilchis A., Hernández B., Toral S., González E., Gutiérrez E., Torres M., Cruz N. (S.F.). *El ININ integra una unidad de Monitoreo Ambiental*, recuperado el 18 de Diciembre de 2013, del sitio web del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares: <http://www.inin.gob.mx/publicaciones/documentospdf/58%20EI%20ININ%20integra.pdf>

Glosario

Año base. Año de referencia para calcular los elementos necesarios y conocer la cantidad de emisiones generadas.

Área Natural Protegida. Son porciones del territorio nacional, terrestres o acuáticas, representativas de los diferentes ecosistemas en donde el ambiente original no ha sido modificado en su esencia por la actividad del hombre y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo.

Atmósfera. Capa gaseosa que rodea la Tierra. Se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre.

Calidad del aire. Análisis de los distintos elementos presentes en el aire con el fin de determinar la idoneidad de sus concentraciones sin causar daños a los organismos o materiales.

Combustión. Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

Concentración. Magnitud que expresa la cantidad de una sustancia por unidad de volumen.

Contaminante atmosférico. Sustancia presente en el aire que en altas concentraciones puede causar daños a organismos o materiales.

Control de emisiones. Conjunto de medidas o equipos orientadas a la reducción de emisiones de contaminantes al aire.

Emisión. Descarga de contaminantes a la atmósfera, provenientes de fuentes de emisión naturales o antropogénicas.

Factor de emisión. Relación observada entre la cantidad emitida de contaminante y energía consumida.

Fuentes de área. Representan a todas aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas como fuentes puntuales.

Fuentes fijas. Son establecimientos industriales que liberan emisiones en puntos fijos.

Fuentes móviles. Cualquier vehículo que utiliza combustibles fósiles para su propulsión.



Fuentes móviles no carreteras. Incluyen todo el equipo automotor o portátil cuya operación en caminos públicos está prohibida. Como ejemplos de esta categoría está el equipo utilizado en actividades de construcción y agrícolas, aeronaves, locomotoras y embarcaciones marítimas comerciales.

Inventario de emisiones. Relación de cantidades de emisiones contaminantes de acuerdo a su fuente emisora.

Medio ambiente. Sistema constituido por elementos bióticos y artificiales en modificación permanente por elementos naturales o por el hombre que rigen la existencia del mismo.

Programa de Calidad del Aire. Documento que enlista estrategias, medidas y acciones para controlar o reducir las emisiones originadas por las distintas fuentes.

Sector económico. Parte de la actividad económica de un área de interés, también llamados sectores de ocupación que a su vez pueden subdividirse en sectores parciales por actividad: primario (el que obtiene productos directamente de la naturaleza), secundario (el que transforma materias primas en productos terminados o semi elaborados) y terciario (o sector servicios el que no produce bienes, sino servicios).

Uso de suelo. Propósito específico al que está asignado un terreno o área.

Zona de estudio. Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites geopolíticos.

PROGRAMA DE GESTIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DELAIRE PROAIRE



SEMARNAT
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



Oaxaca
JUNTOS CONSTRUIMOS EL CAMBIO



SEMAEDES
Secretaría del Medio Ambiente, Energías
y Desarrollo Sustentable

