



Instituto Estatal de Ecología
y Desarrollo Sustentable

Gobierno del Estado de Oaxaca

2010 - 2016

OAXACA

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES CRITERIO

PARA EL ESTADO DE OAXACA, 2011

Fuentes fijas, de área, móviles y naturales

Reporte Final

Preparado para:

Gobierno del estado de Oaxaca
Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable
Contrato de Prestación de Servicios Profesionales: NÚM.12/2012

Preparado por:

Tejeda Le Blanc & Cia., S.C.
LT Consulting

Diciembre de 2012

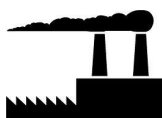
RESUMEN EJECUTIVO

Los inventarios de emisión de contaminantes a la atmósfera son un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire que permite conocer el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías. Además, un inventario de emisiones es una herramienta indispensable para diseñar, implementar y evaluar acciones o medidas de control. En este sentido, es que las autoridades ambientales del Gobierno de Oaxaca, a través del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable y en coordinación con LT Consultingroup, decidieron actualizar el inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca-2011, cuyos principales resultados se muestran a continuación:

Por fuente de emisión:

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM10	PM2.5	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	34.98	31.53	20.50	484.86	1,428.40	77.66	NE
Naturales	108,155.90	NE	NA	NA	53,731.50	700,491.50	NA
Total	144,523.08	25,478.76	56,622.52	256,867.68	82,629.93	823,107.81	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 PM2.5, 17%.

Incendios forestales Tratamiento de aguas
 Quemas 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 PM2.5, 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), 65%.

Por tipo de contaminante:

<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 Amoníaco</p>	<ul style="list-style-type: none"> El amoníaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas (61%) la aplicación de fertilizantes (21%) y las emisiones domésticas de amoníaco (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>PM2.5 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%).

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

De acuerdo con el detalle y la calidad de la información que se utilizó para elaborar este inventario, los resultados son lo suficientemente robustos para ser utilizados en análisis de política pública y contribuir a la toma de decisiones en cuestiones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

La realización del inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca, fue posible gracias al esfuerzo y dedicación de diferentes instituciones participantes, cuyo apoyo técnico y de información fue indispensable para el logro de los objetivos de este trabajo. Las instituciones que participaron en apoyo y revisión técnica del presente inventario se enlistan a continuación.

- IEEDS. Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca
- SEMARNAT. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos.
- Autoridades municipales en materia de medio ambiente del estado de Oaxaca.

Las instituciones que participaron con el aporte de información para la realización de este inventario, se enlistan a continuación.

- Aeropuertos del Sureste
- Cámara Nacional de Comercio
- Cámaras de la Industria
- Comisión Estatal del Agua
- Comisión Nacional del Agua
- Comisión Nacional Forestal
- Instituto Estatal de Protección Civil
- Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (DGGCARETC), SEMARNAT.
- Ferrocarril del Istmo de Tehuantepec, S.A. de C.V.
- Heroico Cuerpo de Bomberos
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
- Caminos y Aeropistas de Oaxaca
- Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
- Petróleos Mexicanos
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal, Pesca y Acuicultura
- Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico

- Secretaría de Desarrollo Social y Humano
- Secretaría de Energía
- Secretaría de Finanzas
- Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable
- Secretaría de Vialidad y Transporte
- Servicios de Salud de Oaxaca
- Sistema Meteorológico Nacional

CONTENIDO

	Sección	Página
Resumen ejecutivo		
Agradecimientos		
Contenido		
Índice de cuadros		
Índice de figuras		
Acrónimos y Simbología		
1. INTRODUCCIÓN		1
2. OBJETIVOS		5
3. USOS DEL INVENTARIO		5
4. CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO		6
4.1 Año base		6
4.2 Región de estudio		6
4.3 Fuentes de emisión inventariadas		7
4.4 Contaminantes estudiados		7
4.5 Resolución del Inventario		7
4.6 Metodologías utilizadas para la estimación de Emisiones		7
4.7 Resolución temporal		8
4.8 Resolución Espacial (Geográfica)		8
5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO		10
5.1 Localización geográfica		10
5.1.1 División regional del estado de Oaxaca		11

5.2 Aspectos fisiográficos	13
5.2.1 Orografía	13
5.2.2 Clima	14
5.2.3 Hidrografía	15
5.3 Aspectos socioeconómicos	16
5.3.1 Principales aspectos económicos	16
5.3.2 Dinámica de la población	17
5.3.3 Vías de comunicación	18
6. INVENTARIO DE EMISIONES	20
6.1 Inventario de emisiones a nivel estatal	20
6.1.1 Análisis de resultados por fuente de emisión y contaminante	20
6.1.2 Análisis de resultados por categoría de emisión y contaminante	23
6.2 Inventario de emisiones a nivel regional	30
6.2.1 Análisis de resultados por contaminante	30
6.3 Inventario de emisiones a nivel distrito	33
6.3.1 Análisis de resultados por contaminante	33
6.4 Inventario de emisiones a nivel municipal	37
6.4.1 Análisis de resultados por contaminante	37
7. CONSIDERACIONES POR FUENTE DE EMISIÓN	39
7.1 Fuentes fijas	39
7.1.1 Gestión, recopilación y/o generación de información	39
7.1.2 Áreas de oportunidad	40
7.2 Fuentes de área	40
7.2.1 Gestión, recopilación y/o generación de información	41
7.2.2 Áreas de oportunidad	41

7.3	Fuentes móviles carreteras	42
7.3.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	42
7.3.2	Áreas de oportunidad	42
7.4	Fuentes móviles no carreteras	43
7.4.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	43
7.4.2	Áreas de oportunidad	43
7.5	Fuentes naturales	43
7.5.1	Gestión, recopilación y/o generación de información	44
7.5.2	Áreas de oportunidad	44
8.	CONCLUSIONES	45
9.	RECOMENDACIONES	48
	GLOSARIO	51
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXOS:	
	Anexo 1. Emisión de contaminantes por región, distrito y municipio del estado de Oaxaca, 2011	A1.1
	Anexo A. Memoria de cálculo de fuentes fijas	
	Anexo B. Memoria de cálculo de fuentes móviles	
	Anexo C. Memoria de cálculo de fuentes de área	
	Anexo D. Memoria de cálculo de fuentes naturales	
	Anexo E. Fuentes móviles no carreteras	

ÍNDICE DE CUADROS

Sección	Página
Cuadro 1.1 Inventario de emisiones para el Estado de Oaxaca, año base 2005 (publicado por SEMARNAT)	2
Cuadro 5.1 Regiones y distritos que integran el estado de Oaxaca	12
Cuadro 6.1 Emisión de contaminantes por fuente en el estado de Oaxaca	21
Cuadro 6.2 Emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca	26
Cuadro 6.3 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca	28
Cuadro 6.4 Emisión de contaminantes por región del estado de Oaxaca	30
Cuadro 6.5 Emisión de contaminantes por región del estado de Oaxaca	30
Cuadro 6.6 Emisión de contaminantes por distrito del estado de Oaxaca	33
Cuadro 6.7 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por distrito	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Sección	Página
Figura 4.1. Localización geográfica del área de estudio	6
Figura 5.1 Localización geográfica del estado de Oaxaca	10
Figura 5.2 Regiones que integran el estado de Oaxaca	11
Figura 5.3 Orografía del estado de Oaxaca	13
Figura 5.4 Tipos de clima en el estado de Oaxaca	14
Figura 5.5 Tipo de suelo en el estado de Oaxaca	15
Figura 5.6 Tendencia de crecimiento de la población en el estado de Oaxaca	17
Figura 5.7 Principales vías de comunicación en el estado de Oaxaca	19
Figura 6.1 Estructura para la integración de los resultados del inventario de emisiones para el estado de Oaxaca	20
Figura 6.2 Porcentaje de emisión de contaminantes por tipo de fuente en Oaxaca	21
Figura 6.3 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por categoría de emisión en Oaxaca	25
Figura 6.4 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por región	31
Figura 6.5 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por distrito	35
Figura 6.6 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por municipio	38

ACRÓNIMOS Y SIMBOLOGÍA

AGEB	Área Geoestadística Básica
CFE	Comisión Federal de Electricidad de México
CH ₄	Metano
CMAP	Clasificación Mexicana de Actividades y Productos
CO	Monóxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DGCARETC	Dirección General de Gestión de Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
FE	Factor de emisión
GIS	Sistema de Información Geográfica
INEM	Inventario Nacional de Emisiones para México
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
KRV	Kilómetros recorridos por vehículo
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
MOBILE	Modelo de factor de emisiones de vehículos automotores
NH ₃	Amoniaco
NO _x	Óxidos de nitrógeno
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PM ₁₀	Partículas con diámetro aerodinámico menor s 10 micras
PM _{2.5}	Partículas con diámetro aerodinámico menor s 2.5 micras
PROAIRE	Programa de Calidad del Aire
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO ₂	Dióxido de azufre
Ton	Toneladas

1. INTRODUCCIÓN

El problema de calidad del aire se ha generalizado a nivel mundial. De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud, 1.5 millones de personas murieron en 2004 debido a cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias relacionadas con la exposición a la contaminación atmosférica en zonas urbanas (WHO, 2009).

Reducir la concentración de contaminantes en la atmósfera involucra acciones de control de emisiones. Prácticamente todas las actividades humanas generan emisiones contaminantes, y reducirlas requiere la implementación de medidas de control que involucran la calidad y el uso de los combustibles y las materias primas, cambios tecnológicos e inclusive cambios en la forma de vida en las grandes ciudades, principalmente en el consumo de bienes y servicios.

Para conocer la calidad del aire que tiene un área o región de interés, se han utilizado a nivel nacional y mundial diversas herramientas; entre las más comunes se encuentran las redes de monitores atmosférico y los modelos de calidad del aire; sin embargo, no en todas las ciudades se puede contar con ellas, debido, en el caso de la primeras, a su alto costo de adquisición y mantenimiento; y en la segunda, a la cantidad y especificidad de la información requerida. A la fecha, en el Estado de Oaxaca no se ha utilizado ninguna de estas herramientas, es así, que el desarrollo de otras herramientas, como los inventarios de emisiones, toma relevancia, para contar con información que permitan a la autoridad ambiental conocer quién, qué, dónde, cómo y cuándo se emiten los contaminantes al aire en esa entidad, y en función de eso tomar decisiones.

Los inventarios de emisión de contaminantes a la atmósfera son un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire que permite conocer el tipo y cantidad de contaminantes que son emitidos al aire por los diferentes sectores o categorías. Además, un inventario de emisiones es una herramienta indispensable para diseñar, implementar y evaluar acciones o medidas de control. En este sentido, se han elaborado en años anteriores diversos inventarios de emisiones para el Estado de Oaxaca; sin embargo, debido a la dinámica de las fuentes de emisión, es necesaria su actualización en forma periódica, por ejemplo, en países como los

Estados Unidos de América se elaboran cada 3 años; en México, el inventario nacional de emisiones se pretende actualizar con esa misma frecuencia.

El inventario de emisiones a la atmósfera más reciente para el Estado de Oaxaca, forma parte de los resultados del Inventario Nacional de Emisiones para México con año base 2005, elaborado y publicado por la SEMARNAT (SEMARNAT, 2011). Los resultados para el Estado de Oaxaca son los siguientes:

Cuadro 1.1 Inventario de emisiones para el Estado de Oaxaca, año base 2005 (publicado por SEMARNAT)

Fuente de emisión	Porcentaje de contribución						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Fijas	25	29	96	27	27	8	2
Área	72	67	3	29	14	71	97
Móviles carreteras	NS	NS	NS	43	34	20	NS
Móviles no carreteras	3	4	NS	1	24	1	NS
Total	100	100	100	100	100	100	100

NS: No significativo

Fuente: LT Consulting, 2012. Con información del INEM-2005.

Los resultados del INEM-2005 para el Estado de Oaxaca muestra que las fuentes fijas (sector industrial) contribuyen con el 96% del dióxido de azufre (SO₂); las fuentes de área (comercios, servicios, erosión eólica, etc.) aporta el 72% de las PM10 y 67% de las PM2.5, el 71% de los compuestos orgánicos volátiles (COV) y el 97% de amoníaco (NH₃); mientras que las fuentes móviles no carreteras contribuyen con el 43% del monóxido de carbono (CO), el 34% de los óxidos de nitrógeno (NO_x) y el 20% de los COV. Estos resultados muestran una intensa actividad humana en las actividades industriales, comerciales y de servicios.

A partir de los resultados reportados en el INEM-2005 para el Estado de Oaxaca, se observan las siguientes áreas de oportunidad para su actualización al 2011:

- El año base del INEM es 2005, a la fecha tienen 8 años de antigüedad, por lo que la mayoría de la información y por consecuencia los resultados, deben ser diferentes.
- La emisión de contaminantes se reporta con una resolución a nivel estatal, por lo que es necesario realizarlo a nivel municipal para tener un mayor detalle de la contribución por municipio.
- Las emisiones están reportadas en forma agregada por contaminante, sin distinguir la fuente de emisión.
- EL INEM-2005, por ser de carácter nacional, no incluye información específica para fuentes de emisión típicas del Estado de Oaxaca.

Con base en lo anterior, se hace necesaria la actualización del inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera para el Estado de Oaxaca, con la finalidad de que sea una herramienta útil para el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas que permitan reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera y por consecuencia mejorar la calidad del aire de esta región del país.

De acuerdo con lo anterior, es que se elabora este *Plan de elaboración del inventario de emisiones (PEIE) de gases criterio para el Estado de Oaxaca*, con año base 2011, el cual describe, el objetivo, alcance y usos de este nuevo inventario de emisiones a la atmósfera para el Estado de Oaxaca. Además, este documento refiere las tareas administrativas, de coordinación y seguimiento del proyecto, se presentan los datos de los responsables de cada una de las secciones que integran el inventario de emisiones, así como el cronograma de actividades. Respecto a la parte técnica, el PEIE enumera la información requerida y las metodologías que se habrán de utilizar para la integración del inventario de emisiones.

El proyecto consiste en la actualización del inventario de emisiones del Estado de Oaxaca con año base 2011. Con estos inventarios, es posible localizar de forma precisa, a los sectores de mayor contribución por tipo de contaminante, e identificar a las fuentes en las cuales deben aplicarse medidas de control y/o reducción de emisiones contaminantes.

El principal usuario de la información resultante de la actualización del inventario de emisiones será el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable (IEEDS) para mejorar su

entendimiento acerca de las principales fuentes de contaminación al aire y su contribución a la calidad del aire en el área de estudio.

Este reporte del inventario de emisiones se encuentra estructurado de la siguiente forma:

Capítulo 1. Se presenta una breve descripción de los antecedentes del último inventario realizado para Oaxaca y la motivación para realizar este trabajo.

Capítulo 2. Se muestran los objetivos que se persiguen al realizar este estudio.

Capítulo 3. La realización del inventario de emisiones al aire tiene por sí sólo diferentes usos, los cuáles se mencionan en este apartado.

Capítulo 4. En este capítulo se menciona, en forma sintetizada, las principales características técnicas bajo las cuales se realizó el inventario de emisiones, a saber: año base, contaminantes estudiados, fuentes de emisión, cobertura del inventario, metodologías, entre otras.

Capítulo 5. Este capítulo describe en forma breve las características fisiográficas y socioeconómicas que tiene la zona de estudio, como parte de contexto a la introducción al área de estudio.

Capítulo 6. Se presentan los resultados para cada fuente. Los resultados se muestran en forma gráfica y en cuadros.

Capítulo 7. Describe las principales consideraciones realizadas por fuente de emisión, una breve descripción de la fuente de emisión, metodología utilizada, contaminantes estudiados, fuentes de información, obstáculos encontrados y áreas de oportunidad.

También se ha integrado a este reporte un glosario con los términos más utilizados en este documento, así como una sección con las referencias bibliográficas consultadas. Las memorias de cálculo forman parte de los anexos del reporte final, en ellas se describe detalladamente, el procedimiento, la información y consideraciones realizadas para la estimación de emisiones por cada categoría de fuente de emisión.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

ACTUALIZAR EL INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES CRITERIO PARA EL ESTADO DE OAXACA CON AÑO BASE 2011.

Objetivos Específicos:

- Estimar las emisiones de contaminantes para el Estado de Oaxaca y sus municipios.
- Generar una base de datos de las emisiones de los contaminantes por tipo de fuente para el Estado de Oaxaca.
- Realizar un análisis de fuentes emisoras de contaminantes específicas en el Estado de Oaxaca.

3. USOS DEL INVENTARIO

- Los resultados del inventario de emisiones permitirán establecer medidas de mitigación y prevención de generación de emisiones a la atmósfera, ya que en éste, se identificarán las fuentes clave emisoras.
- Mediante los resultados de este inventario se podrán establecer los lineamientos para la regulación de fuentes, priorizando las fuentes clave a ser reguladas.

Este inventario también será de utilidad, además de las autoridades ambientales, al personal de las instituciones académicas y organizaciones públicas y privadas para realizar un análisis en algún área de interés, con los datos generados a través de este estudio.

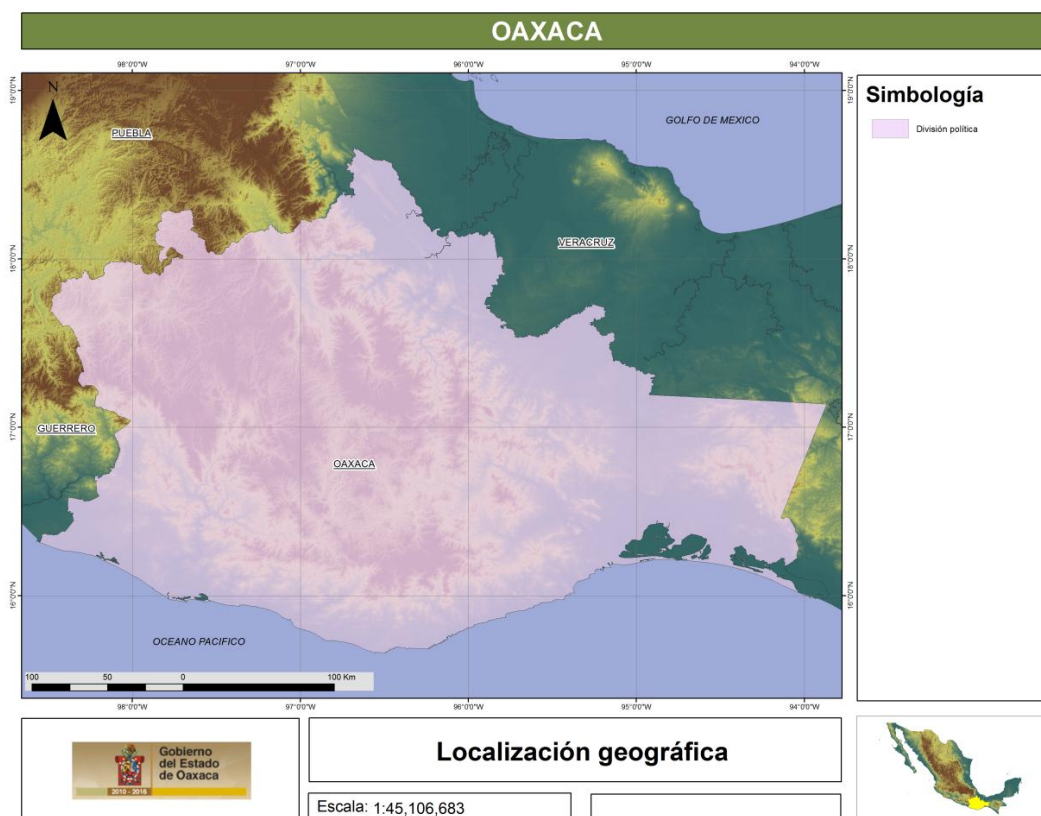
4. CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO

4.1 AÑO BASE

El año base, es decir, el año para el que se estimó la emisión de contaminantes, fue el 2011, por lo que toda la información utilizada se ajustó a este año.

4.2 REGIÓN DE ESTUDIO

La delimitación territorial para la elaboración del inventario de emisiones al aire, está determinada por la extensión geográfica del estado de Oaxaca, que está integrada por 570 municipios, agrupados en 30 distritos, que a su vez se agrupan en 8 regiones. La zona de estudio se muestra en la Figura 4.1



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 4.1 Localización geográfica del área de estudio.

4.3 FUENTES DE EMISIÓN INVENTARIADAS

- 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, ferroviaria, 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.

4.4 CONTAMINANTES ESTUDIADOS

- a. Partículas menores a 10 micrómetros, PM₁₀.
- b. Partículas menores a 2.5 micrómetros, PM_{2.5}.
- c. Óxidos de azufre, SO_x.
- d. Óxidos de nitrógeno, NO_x.
- e. Monóxido de carbono, CO.
- f. Compuestos orgánicos volátiles, COV.
- g. Amoníaco, NH₃.

4.5 RESOLUCIÓN DEL INVENTARIO

La estimación de las emisiones y su distribución espacial, se hará con una resolución a nivel municipal y a partir de ahí, se agregarán a los niveles de distrito y región, de acuerdo a la clasificación descrita en el cuadro 1.1.

4.6 METODOLOGÍAS UTILIZADAS PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

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, la “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-1999”. También se consideran 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 Consulting, para la recopilación de información de campo y la estimación de emisiones, principalmente para fuentes móviles y de área.

De acuerdo a lo anterior, las principales metodologías que fueron utilizadas para la elaboración del inventario de emisiones, son las siguientes: muestreo en fuente, modelos de emisión, aplicación de encuestas, factores de emisión y el balance de materiales.

4.7 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). Además, las emisiones fueron distribuidas mensualmente a lo largo del año base de estudio.

4.8 RESOLUCIÓN ESPACIAL (GEOGRÁFICA)

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.

¹ Radian International LLC, INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors’ Association. *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México*. Diciembre de 1997.

² INE-SEMARNAT, Western Governors’ Association. *Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2005.

³ SEMARNAT. *Manual para la elaboración y uso de inventarios de emisiones*. Mayo de 2008.

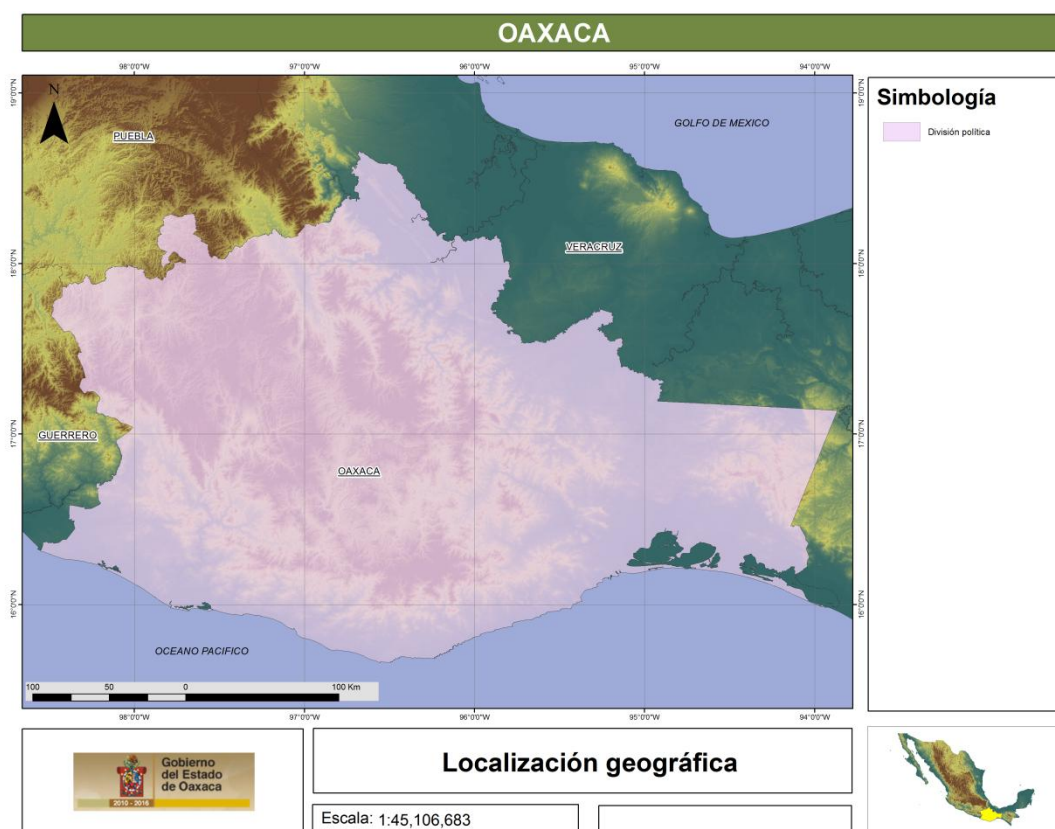
- b) Fuentes de área.** Distribución de las emisiones mediante las Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB). Las AGEB son divisiones geográficas utilizadas en México con fines estadísticos y censales por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)⁴, las cuales son representadas 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 georeferenciación de la cobertura vegetal y el uso de suelo de la zona de estudio.

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>

5. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

5.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

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, 93,793⁵ 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.



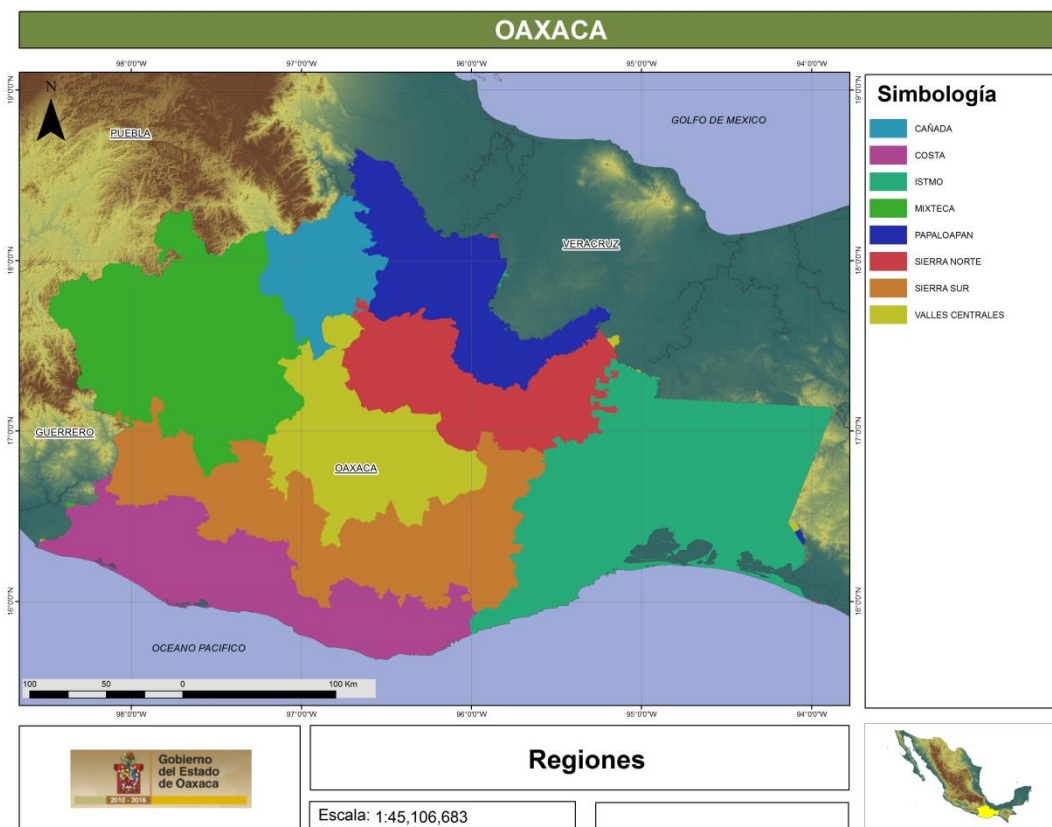
Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 5.1 Localización geográfica del estado de Oaxaca.

⁵ INEGI, 2007. Información disponible en:

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

El estado de Oaxaca se divide en 570 municipios, los cuales representan el 25% del total de municipios que existen en todo el país (2,438 municipios). Debido a la complejidad que implica la división política de Oaxaca, el estado se divide en regiones y distritos, las cuales se muestran en la Figura 5.2



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 5.2 Regiones que integran el estado de Oaxaca.

5.1.1 División regional del estado de Oaxaca

El estado de Oaxaca, como se observa en la Figura 1.1 y el Cuadro 5.1, 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.

Cuadro 5.1 Regiones y distritos que integran el estado de Oaxaca.

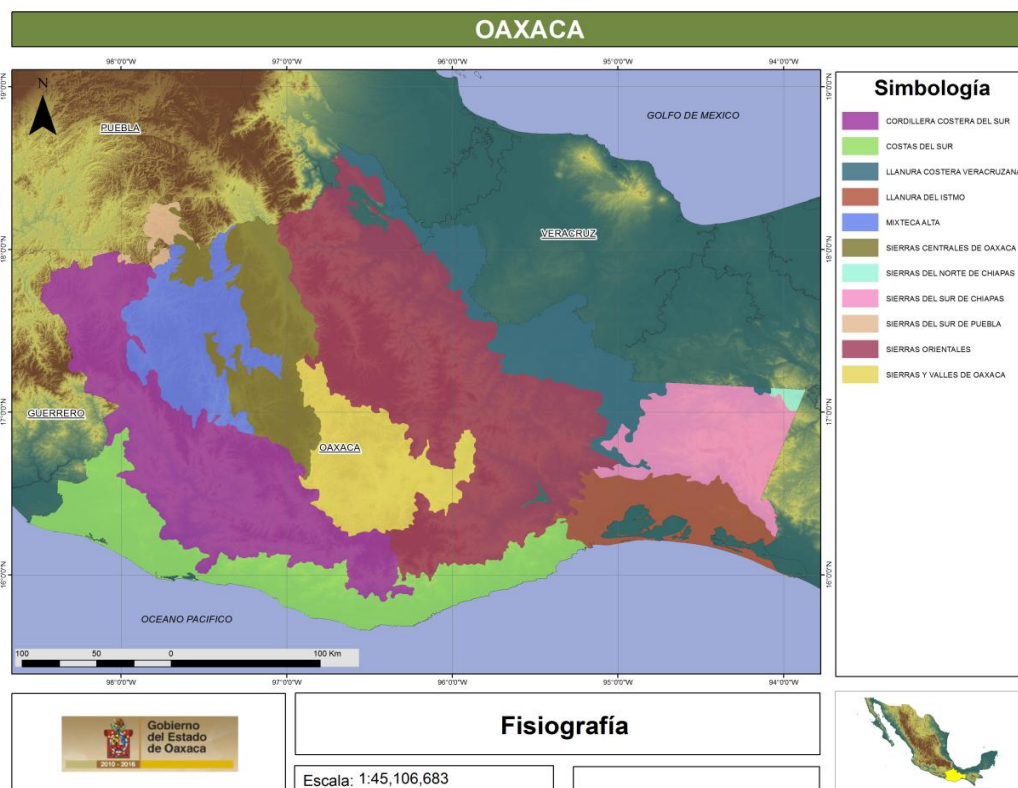
Región	Distrito	Cantidad de municipios
I. Costa	Pochutla	14
	Juquila	12
	Jamiltepec	24
II. Sierra Sur	Putla	10
	Sola de Vega	16
	Miahuatlán	32
	Yautepec	12
III. Istmo	Tehuantepec	19
	Juchitán	22
IV. Sierra Norte	Mixe	17
	Villa Alta	25
	Ixtlán de Juárez	26
V. Papaloapan	Tuxtepec	14
	Choapan	6
VI. Cañada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

5.2 ASPECTOS FISIGRÁFICOS

5.2.1 Orografía

En la parte norte del estado se encuentra la *Sierra Madre de Oaxaca*, que al unirse con la *Sierra Madre del Sur* forman el *Nudo Mixteco*. En ambas sierras existen también abundantes grutas como las de *San Sebastián de los Fustes* y las de *Hidrongage*. La sierra predomina en un 52% del territorio estatal. En el distrito de Miahuatlán, sobre la *Sierra Madre del Sur*, se encuentra el punto más alto conocido como el *Cerro Nube* (3,720 msnm)⁶, el décimo primer pico más alto de México. Otros cerros importantes son: del *Águila* (3,380 msnm), *Zempoaltépetl* (3,280 msnm), *Volcán Prieto* (3,250 msnm) y *Humo Grande* (3,250 msnm). Únicamente se pueden considerar como zonas planas a los Valles Centrales, la Llanura del Papaloapan, la Llanura Costera del Sur y la región del Istmo en la parte más angosta del país.



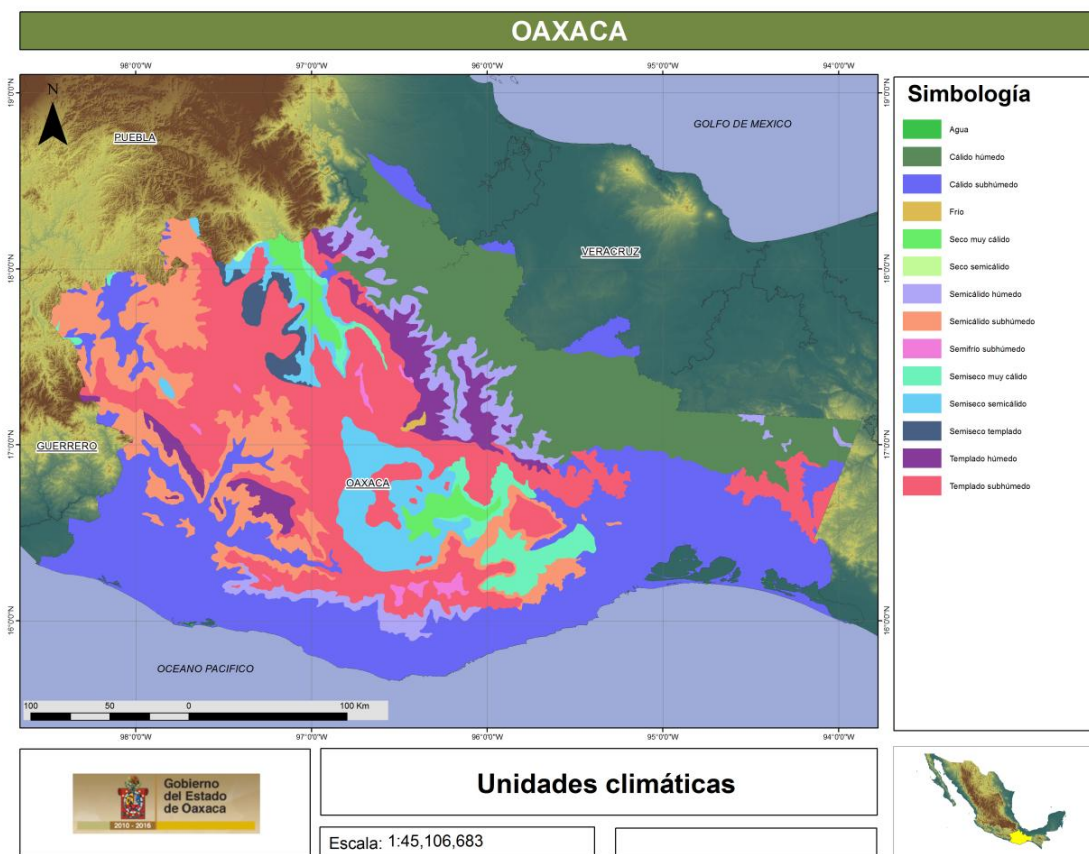
Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones a la atmósfera del estado de Oaxaca, 2011.

Figura 5.3 Orografía del estado de Oaxaca

⁶ INEGI. 2004. *Anuario estadístico de Oaxaca*, México.

5.2.2 Clima

El estado de Oaxaca presenta una gran diversidad de climas, desde el templado húmedo con inviernos fríos en lo *Alto de la Sierra*; el templado subhúmedo y seco en los *Valles Centrales* y la *Mixteca*; el clima cálido húmedo en la *Cañada* y la *Llanura Costera*; hasta el clima cálido subhúmedo con vientos siempre fuertes en la *Cañada*. Mientras las zonas de las montañas se caracterizan por sus bajas temperaturas, en las regiones del Istmo y de la Costa el clima es cálido. De acuerdo al servicio Meteorológico Nacional, las temperaturas promedio anual en el periodo 1980-2004, en el Estado de Oaxaca, fueron las siguientes: máxima, 28.8°C; mínima, 16°C; y, media, 22.4°C.

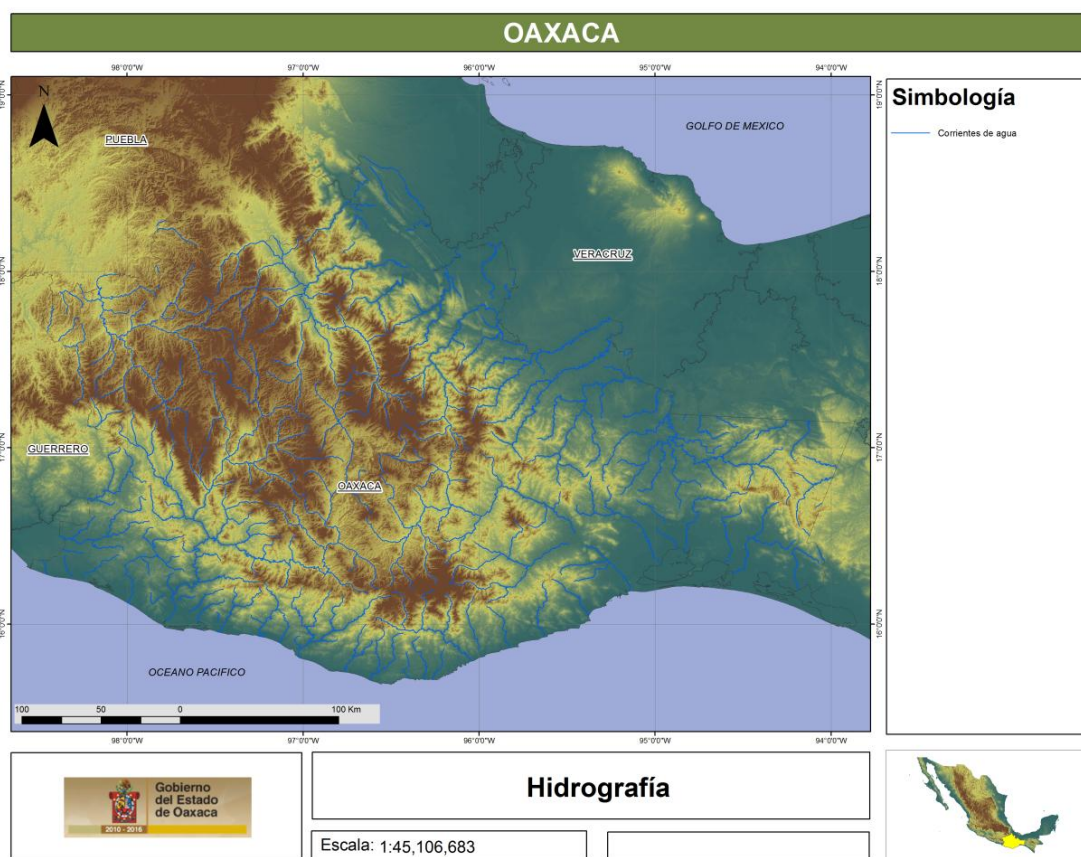


Fuente: Figura elaborada por LT Consulting con información de INEGI para el inventario de emisiones de gases criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 5.4 Tipos de clima en el estado de Oaxaca

5.2.3 Hidrografía

La Sierra de Oaxaca constituye el parte aguas de las principales corrientes hídricas que se localizan en el estado de Oaxaca. Hacia la vertiente del Océano Pacífico, el *Río Atoyac* se convierte en el *Río Verde* al atravesar la Sierra Madre del Sur y el Mixteco, afluente del *Río Balsas*. Hacia la vertiente del Golfo de México, los *Ríos Grande y Salado* abastecen las presas *Miguel Alemán y Miguel de la Madrid*, además, estas presas contiene el agua que proviene del *Río Papaloapan*.



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 5.5 Tipo de suelo en el estado de Oaxaca

De la Sierra Atravesada surgen los afluentes del *Río Coatzacoalcos* para llegar al Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec y desembocar en la bahía de *La Ventosa*, en donde se encuentra la presa *Benito Juárez*. En las extensas costas oaxaqueñas desembocan gran número de ríos que descienden de la Sierra Madre del Sur para formar esteros y lagunas, además de playas biogénicas como la de Puerto Escondido, Puerto Ángel y Sacrificios. También bahías como la de

Huatulco, Santa Cruz, Tangolunda y el Golfo de Tehuantepec, en donde se localiza la laguna del *Marqués*.

5.3 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Una de las principales actividades económicas en el estado de Oaxaca es la agricultura, en donde se siembra principalmente caña de azúcar, limón, naranja, alfalfa, cebada, maíz, aguacate, piña, arroz, melón, sandía, maguey, café y tabaco. Otra de las actividades económicas importantes es el turismo, dentro del cual se pueden encontrar desde playas y escenarios biogénicos, hasta ecoturismo y zonas arqueológicas y culturales.

5.3.1 Principales aspectos económicos

La actividad económica durante el primer trimestre del año del 2011 mostró una fortaleza importante al registrar un crecimiento económico de 4.3% respecto al mismo trimestre del 2010, situación que sobresale por dos hechos. En segundo lugar, en un comparativo a nivel nacional, Oaxaca creció por encima de 15 entidades federativas y se ubicó ligeramente por encima de la media nacional.⁷

Esta tendencia positiva en la economía oaxaqueña se debió a que los tres grandes sectores de la economía (agropecuario, industrial y comercial y de servicios) presentaron un comportamiento positivo, en particular el sector industrial que creció un 11% en comparación a la caída de 17% que había mostrado en el mismo periodo del año pasado. Situación similar se observó en el sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca) que creció un 8%, en contraste al año pasado en que decreció un 10% durante el mismo trimestre.

Al analizar en qué sectores trabajan los oaxaqueños, se cuenta con una importante concentración (71%) en los sectores comercial y de servicios. De hecho, los tres principales sectores que concentraron el 45% de la fuerza laboral se ubican en este rubro; también destaca la presencia de la industria de la construcción en donde se desempeña el 11% de la fuerza

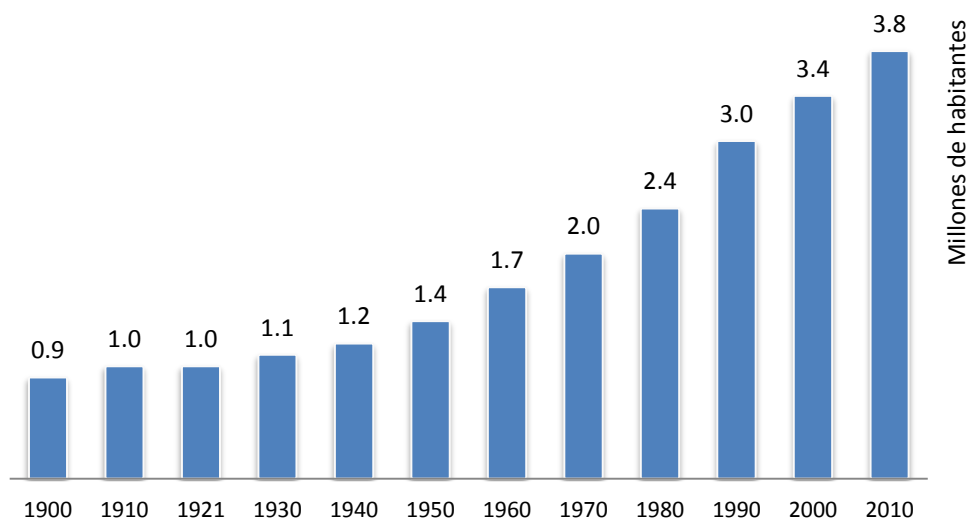
⁷ INEGI. Indicador Trimestral de Actividad Económica de los Estados.

laboral, así como el Gobierno y los Organismos Internacionales con un 10% de la fuerza laboral ocupada.

5.3.2 Dinámica de la población

Los censos de 1990 hasta el 2010 muestran la tendencia de crecimiento de la población en el estado de Oaxaca. La tasa de crecimiento promedio anual de la población para el periodo 2005-2010, fue de 1.6%. La Figura 5.6 muestra la tendencia de crecimiento de la población en el estado de Oaxaca durante el periodo de 1990 a 2010.

Tendencia de crecimiento de la población en el estado de Oaxaca



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 5.6 Tendencia de crecimiento de la población en el estado de Oaxaca

Oaxaca cuenta con 3.8 millones de habitantes, los cuales representan el 3.4% de la población nacional. En Oaxaca hay 41 habitantes por kilómetro cuadrado. Su geografía accidentada ha representado un reto para el desarrollo de las comunicaciones, la infraestructura y el acceso a los servicios básicos para la población. Aunado a lo anterior, la entidad presenta una elevada dispersión de localidades poco pobladas en su territorio, pues el 76.7% de las 10 mil 496 localidades que lo conforman, tienen una población inferior a 250 habitantes.

En las últimas dos décadas (1990-2010) la población de la entidad se incrementó en 782 mil

personas; es decir, un promedio de 39 mil habitantes cada año. Con base en la última tasa de crecimiento **1.6** medio anual, se calcula que Oaxaca tendría a mitad del año **2012** una población aproximada de **3, 924, 598** habitante. De mantenerse la tasa de crecimiento calculada en el año 2010, se deduce que la entidad duplicaría su población en el año 2054.

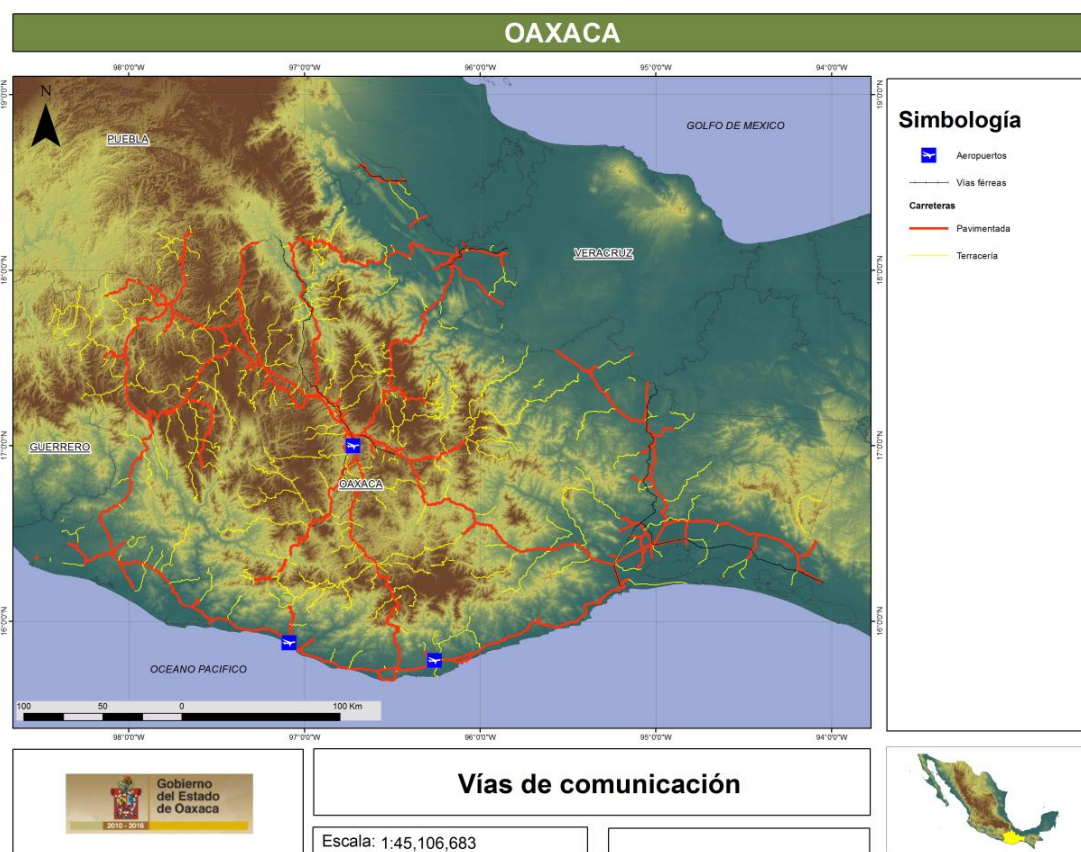
5.3.3 Vías de comunicación

De las vías de comunicación terrestre, los servicios de carga a través de camionetas, camiones y tráiler, así como el ferrocarril, Oaxaca – México y el llamado transístmico.

En cuanto al transporte por aire, 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.

- El transporte en vía marítima, se realizan a través de buques tanques extranjeros o bien pertenecientes a la flota marítima de PEMEX, zarpando del puerto de Salina Cruz, con destinos a estados de la costa del Pacífico, así como a los Estados Unidos de Norteamérica y el Japón.
- Las principales vías terrestres federales en el estado de Oaxaca, son: la Supercarretera de cuota Oaxaca-Cuacnopalan; la 190 Panamericana o Internacional que atraviesa toda la entidad, desde los límites con el estado de Puebla en la parte del distrito de Huajuapán de León-Nochixtlán-Oaxaca-Tlacolula-Tehuantepec y de la Ventosa a los límites con el estado de Chiapas. La 200 llamada Costera, misma que parte de los límites con el estado de Guerrero-Pinotepa Nacional-Puerto Escondido-Pochutla-Huatulco-Salina Cruz.
- La 185 Transístmica, que parte de los límites con el estado de Veracruz-Matías Romero-la Ventosa-Juchitán-Tehuantepec-Salina Cruz. La 125 que parte de los límites con el estado de Puebla-Chazumba-Huajuapán de León-Putla de Guerrero-Pinotepa Nacional. y el tramo: Yucudaa-Teposcolula-Tlaxiaco-Putla de

Guerrero-Pinotepa Nacional. La 135 que parte de los límites con el estado de Puebla-Teotitlán de Flores Magón-Cuicatlán-San Francisco Telixtlahuaca y el tramo: Oaxaca-Ejutla-Ocotlán-Miahuatlán de Porfirio Díaz-Pochutla. La 175 que parte de los límites con el estado de Veracruz-San Juan Bautista Tuxtepec-Valle Nacional-Ixtlán de Juárez-Oaxaca de Juárez. La 147 Tuxtepec-Maria Lombardo de Caso-Palomares, así como la 182 que parte de Tuxtepec-Jalapa de Díaz-Huautla de Jiménez-Teotitlán de Flores Magón, entre otras.



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 5.7 Principales vías de comunicación en el estado de Oaxaca

6. INVENTARIO DE EMISIONES

El inventario de emisiones para el estado de Oaxaca, integra los resultados para las fuentes fijas, de área, móviles (carreteras y no carreteras) y naturales (erosivas y biogénicas). Debido a la gran cantidad de municipios que integran al estado de Oaxaca, así como a la diversidad de la fuentes de emisión para cada zona, se reportan los resultados en cuatro secciones: a nivel estatal, regional, distrital y municipal. Es decir, se realiza un análisis de lo general a lo particular, como se representa en la figura 6.1.



Figura 6.1 Estructura para la integración de los resultados del inventario de emisiones para el estado de Oaxaca.

6.1 INVENTARIO DE EMISIONES A NIVEL ESTATAL

6.1.1 Análisis de resultados por fuente de emisión y contaminante

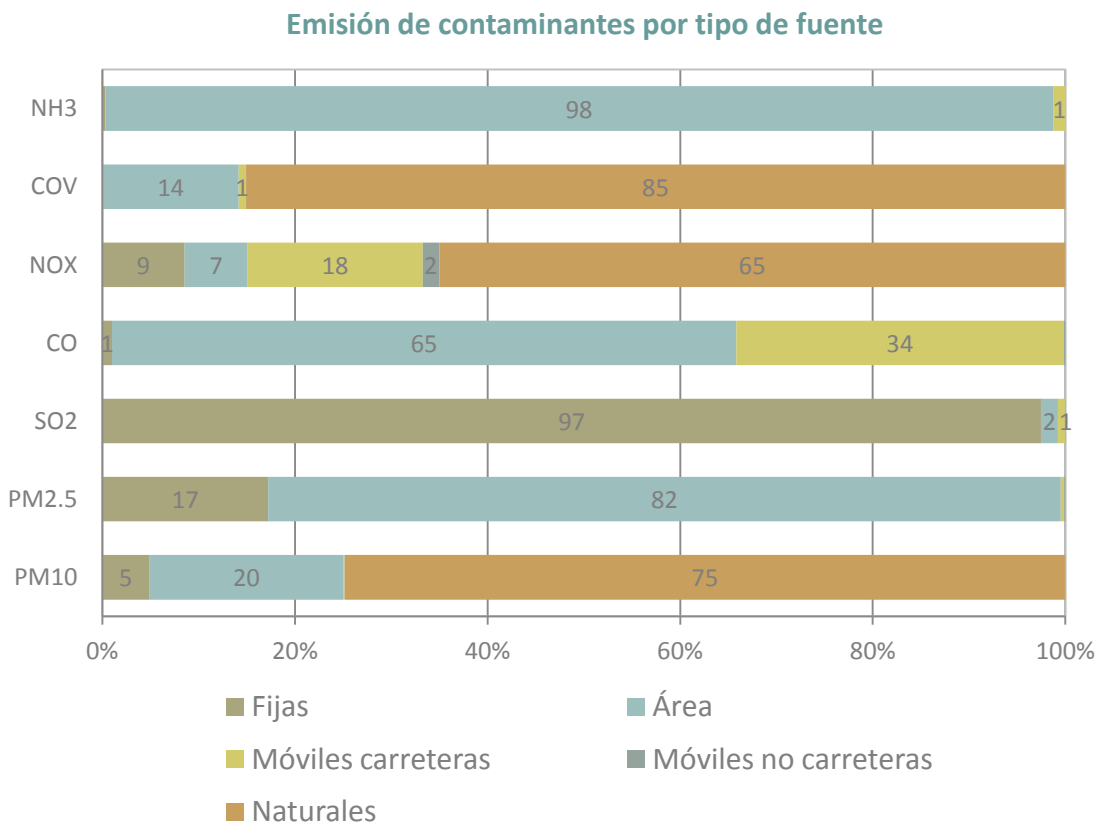
El reporte de los resultados del inventario de emisiones a nivel estatal considera básicamente el análisis para cada uno de los siete contaminantes atmosféricos estudiados: partículas, PM10 y PM2.5; bióxido de azufre, SO₂; monóxido de carbono, CO; óxidos de nitrógeno, NO_x; compuestos orgánicos volátiles, COV; y amoníaco, NH₃. El cuadro 6.1 y la figura 6.2 muestran los resultados por tipo de fuente y contaminante.

Cuadro 6.1 Emisión de contaminantes por fuente en el estado de Oaxaca

Fuente de emisión	Mg/año						
	PM10	PM2.5	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	34.98	31.53	20.50	484.86	1,428.40	77.66	NE
Naturales	108,155.90	NE	NA	NA	53,731.50	700,491.50	NA
Total	144,523.08	25,478.76	56,622.52	256,867.68	82,629.93	823,107.81	34,868.44

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

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



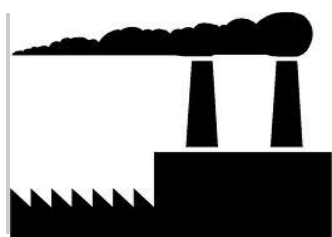
Fuente: Figura elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 6.2 Porcentaje de emisión de contaminantes por tipo de fuente en Oaxaca

RESULTADOS POR FUENTE DE EMISIÓN EN EL ESTADO DE OAXACA

Fuente de emisión

Principales contaminantes emitidos



Fijas

- Primera fuente de emisión de bióxido de azufre (SO₂), contribuye con el 97%.
- Segunda fuente de emisión de partículas PM2.5, 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 amoniaco, 98% (actividad ganadera y uso de fertilizantes), partículas PM2.5, 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 (NOx), 65%.

6.1.2 Análisis de resultados por categoría de emisión y contaminante

Uno de los objetivos de este estudio es conocer cuáles son las fuentes específicas de emisión de contaminantes al aire en el estado Oaxaca. Para cada contaminante se colocan únicamente las principales categorías emisoras, es decir, aquellas categorías que mayormente aportan a la emisión de contaminantes, el resto de la emisión se agregó en una categoría llamada “otro”. La contribución de cada una de las categorías estudiadas se puede observar en los cuadros 6.2 y 6.3. La figura 6.3 muestra, gráficamente, la contribución de cada categoría a la emisión por contaminante. Además, los cuadros 6.2 y 6.3 muestran, respectivamente, la emisión y su porcentaje de contribución, para todas las categorías y fuentes de emisión estudiadas.

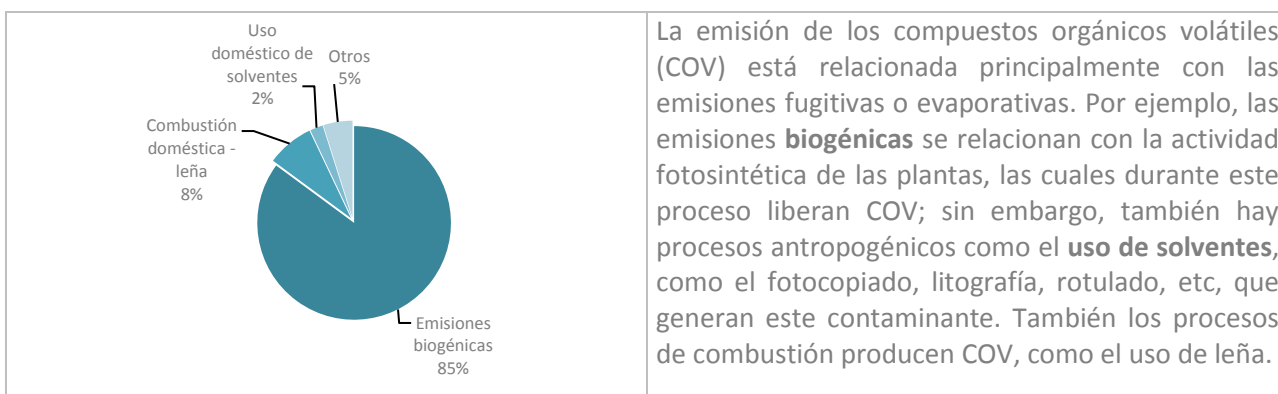


Figura 6.3a Emisión de COV

La emisión de los compuestos orgánicos volátiles (COV) está relacionada principalmente con las emisiones fugitivas o evaporativas. Por ejemplo, las emisiones **biogénicas** se relacionan con la actividad fotosintética de las plantas, las cuales durante este proceso liberan COV; sin embargo, también hay procesos antropogénicos como el **uso de solventes**, como el fotocopiado, litografía, rotulado, etc, que generan este contaminante. También los procesos de combustión producen COV, como el uso de leña.

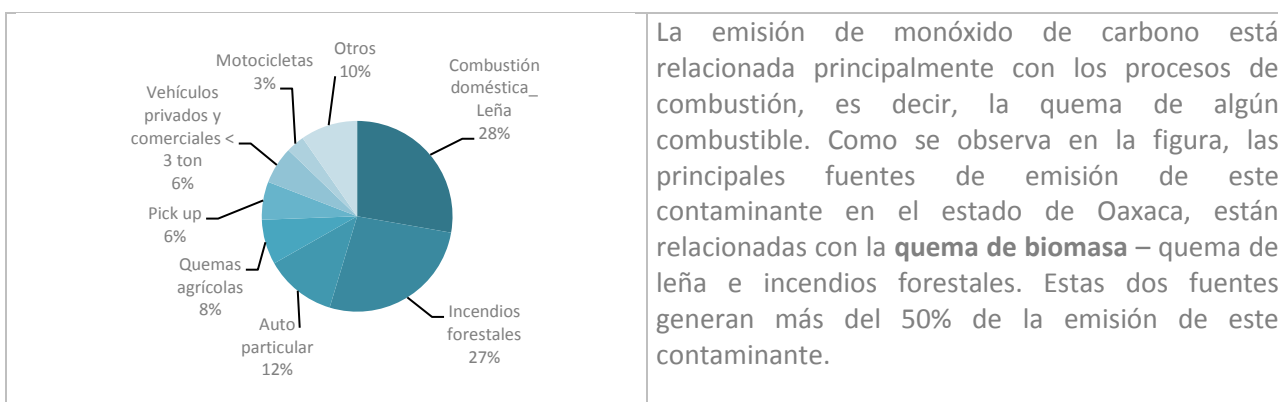
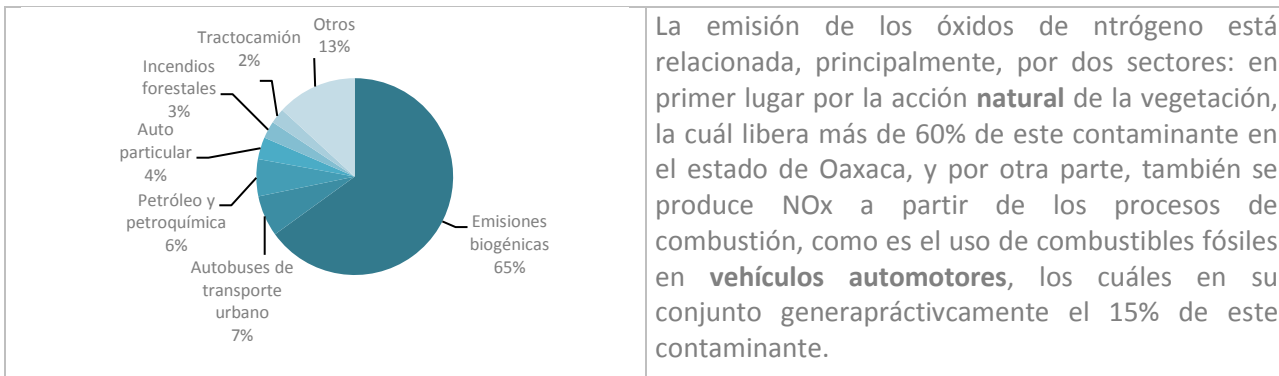


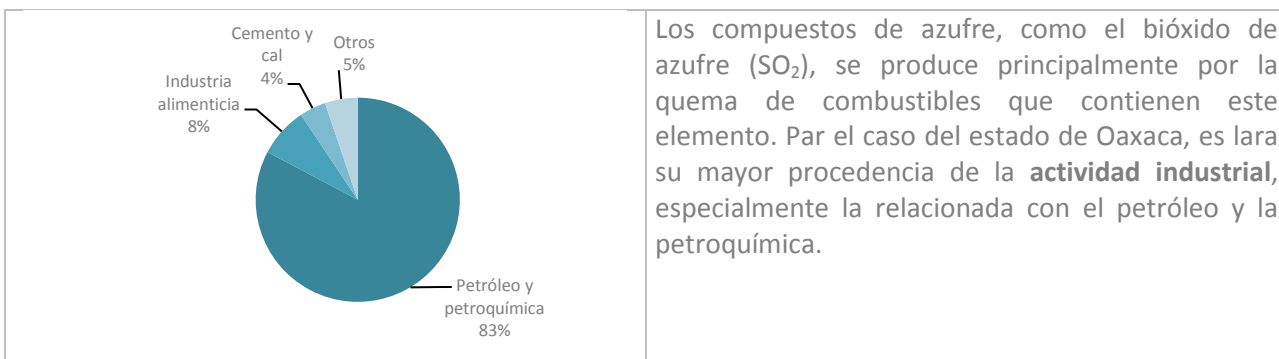
Figura 6.3b Emisión de CO

La emisión de monóxido de carbono está relacionada principalmente con los procesos de combustión, es decir, la quema de algún combustible. Como se observa en la figura, las principales fuentes de emisión de este contaminante en el estado de Oaxaca, están relacionadas con la **quema de biomasa** – quema de leña e incendios forestales. Estas dos fuentes generan más del 50% de la emisión de este contaminante.



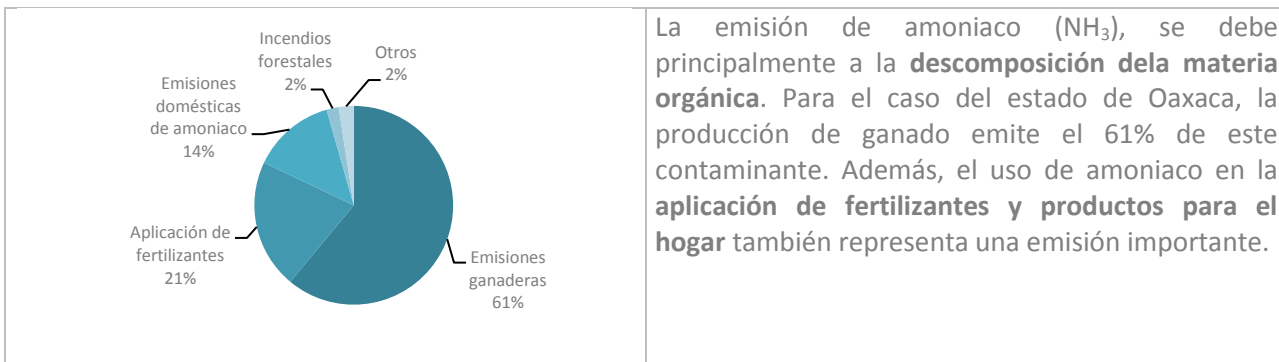
La emisión de los óxidos de nitrógeno está relacionada, principalmente, por dos sectores: en primer lugar por la acción **natural** de la vegetación, la cuál libera más de 60% de este contaminante en el estado de Oaxaca, y por otra parte, también se produce NOx a partir de los procesos de combustión, como es el uso de combustibles fósiles en **vehículos automotores**, los cuáles en su conjunto generaprácticamente el 15% de este contaminante.

Figura 6.3c Emisión de NOx



Los compuestos de azufre, como el bióxido de azufre (SO₂), se produce principalmente por la quema de combustibles que contienen este elemento. Par el caso del estado de Oaxaca, es lara su mayor procedencia de la **actividad industrial**, especialmente la relacionada con el petróleo y la petroquímica.

Figura 6.3d Emisión de SO₂



La emisión de amoniaco (NH₃), se debe principalmente a la **descomposición dela materia orgánica**. Para el caso del estado de Oaxaca, la producción de ganado emite el 61% de este contaminante. Además, el uso de amoniaco en la **aplicación de fertilizantes y productos para el hogar** también representa una emisión importante.

Figura 6.2e Emisión de NH₃

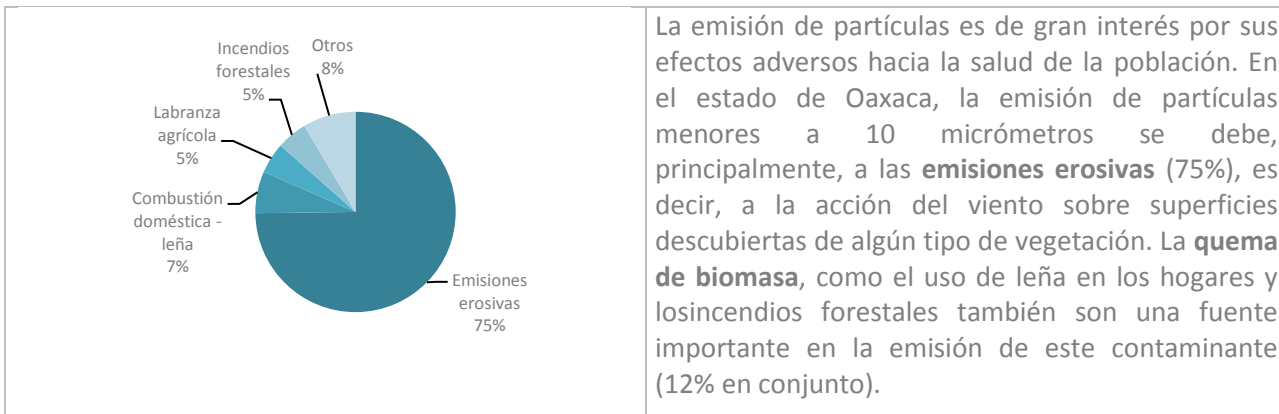


Figura 6.2f Emisión de PM10

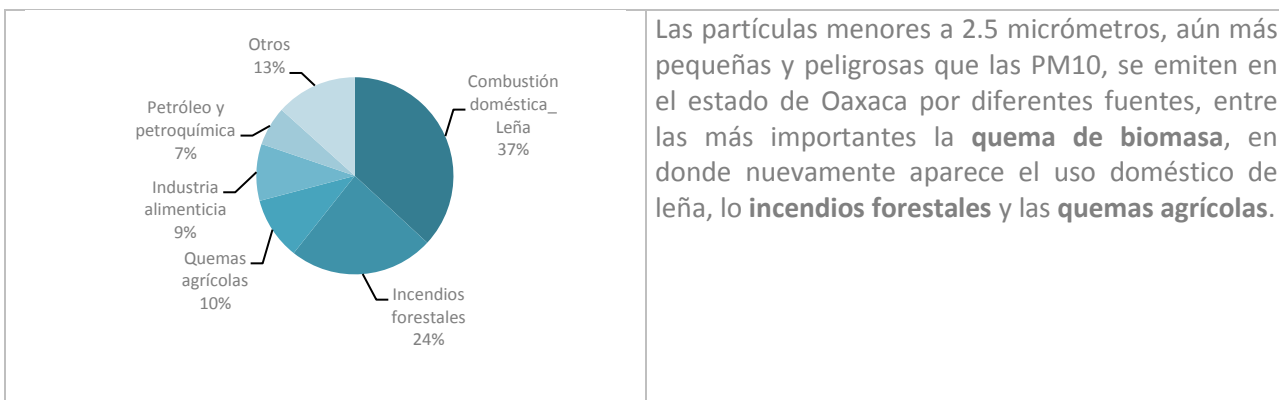


Figura 6.2g Emisión de PM2.5

Fuente: Figura elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 6.3 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por categoría de emisión en Oaxaca

Cuadro 6.2 Emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	7,013.37	4,386.89	55,193.54	2,538.10	7,038.56	386.05	98.38
Celulosa y papel	21.81	14.20	1,512.07	12.67	139.40	0.71	2.03
Cemento y Cal	612.61	354.87	2,375.66	748.72	1,185.36	5.53	0.79
Elaboración de concreto premezclado	6.94	3.80	0.60	1.97	9.14	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de madera	0.88	0.76	NS	NS	NS	NS	NS
Fabricación de emulsiones asfálticas	0.04	0.02	0.18	0.24	0.78	0.01	0.03
Industria alimenticia	4,109.70	2,374.00	4,455.23	671.21	664.77	5.22	6.05
Petróleo y petroquímica	2,261.38	1,639.23	46,849.80	1,103.07	5,038.75	374.58	89.49
Producción de velas y veladoras	0.02	0.02	NS	0.21	0.36	NS	NS
FUENTES DE ÁREA	29,202.96	20,973.04	987.70	166,577.97	5,430.68	116,168.92	34,332.14
Actividades de la construcción	1,177.54	260.10	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	404.27	NA
Almacenamiento y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	1,273.10	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7,333.24
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	110.90	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	639.76	NA
Asado al carbón	311.49	248.62	NS	620.13	11.43	40.01	NE
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	729.15	NA
Combustión agrícola_diesel	29.35	29.35	27.42	89.77	417.11	0.14	NE
Combustión agrícola_queroseno	0.24	0.24	0.22	0.72	3.36	NS	NE
Combustión agrícola_GLP	1.47	1.47	NS	8.25	48.63	0.83	NE
Combustión comercial_GN	0.03	0.03	NS	0.32	0.38	0.02	NE
Combustión comercial_GLP	4.88	4.88	NS	27.34	161.11	2.77	NS
Combustión doméstica_GLP	16.62	16.62	0.01	93.05	548.35	9.42	NE
Combustión doméstica_queroseno	0.03	0.03	0.74	0.74	2.68	0.11	0.08
Combustión doméstica_Leña	9,758.99	9,394.98	112.82	71,246.25	733.33	64,589.83	NE
Combustión industrial_GLP	0.64	0.64	NS	3.60	21.22	0.36	NS
Combustión industrial_diesel	3.11	3.11	2.91	9.52	44.21	0.01	NS
Combustión industrial_GN	19.90	19.90	1.57	220.00	261.90	14.40	1.28
Corrales de engorda	44.27	5.06	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4,720.21
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	21,276.91
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	0.82	NA
Incendios en construcciones	0.40	0.38	NE	6.42	0.15	0.40	NE
Incendios forestales	7,138.21	6,057.44	728.23	69,093.27	2,346.88	4,826.43	690.49

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

Continuación del cuadro 6.2 . . .

Fuente de emisión	Emisión (Mg/año)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Labranza agrícola	7,199.46	1,586.17	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	759.43	731.08	8.78	5,544.25	57.07	5,026.26	NE
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	283.12	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	2,413.66	NA
Manejo y distribución de gas L.P.	NA	NA	NA	NA	NA	7,020.74	NA
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	157.73	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	514.25	NA
Pintura de señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	258.18	NA
Quemas agrícolas	2,736.88	2,612.95	105.00	19,614.32	772.87	1,846.96	309.91
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	8,098.95	NA
Recubrimiento de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	74.10	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	17,832.22	NA
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	34.98	31.53	20.50	484.86	1,428.40	77.66	NE
Aviación	0.76	0.76	8.32	287.79	52.75	22.77	NE
Equipos auxiliares en el aeropuerto	0.19	0.18	0.16	61.41	6.25	2.04	NE
Locomotoras	34.04	30.59	12.03	135.66	1,369.40	52.85	NE
FUENTES MÓVILES	115.87	87.30	420.77	87,266.75	15,000.79	5,983.68	437.92
Autobuses de transporte urbano	29.72	27.12	43.28	4,581.04	5,570.29	530.41	2.56
Auto particular	18.48	10.64	129.65	31,121.16	2,986.23	1,553.47	196.79
Motocicletas	13.07	7.37	11.21	8,018.01	180.61	1,279.96	6.26
Pick up	13.81	8.53	113.86	16,544.51	1,390.96	861.58	134.16
Taxis	2.94	1.69	19.37	7,013.67	646.16	342.16	29.33
Tractocamión	17.34	15.42	16.31	3,042.69	2,067.43	309.83	1.37
Vehículos privados y comerciales < 3 ton	7.12	4.49	72.50	16,229.33	1,245.75	959.03	65.72
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	13.40	12.03	14.59	716.33	913.37	147.24	1.73
FUENTES NATURALES	108,155.9	NA	NA	NA	53,731.50	700,491.50	NA
Emisiones biogénicas	NA	NA	NA	NA	53,731.50	700,491.50	NA
Emisiones erosivas	108,155.9	NA	NA	NA	NA	NA	NA

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

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 6.3 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por categoría en el estado de Oaxaca

Fuente de emisión	Porcentaje de contribución (%)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
FUENTES FIJAS	4.85	17.22	97.48	0.99	8.52	0.05	0.28
Celulosa y papel	0.02	0.06	2.67	NS	0.17	NS	0.01
Cemento y Cal	0.42	1.39	4.20	0.29	1.43	NS	NS
Elaboración de concreto premezclado	NS	0.01	NS	NS	0.01	NS	NS
Fabricación de artículos y productos de madera	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Fabricación de emulsiones asfálticas	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Industria alimenticia	2.84	9.32	7.87	0.26	0.80	NS	0.02
Petróleo y petroquímica	1.56	6.43	82.74	0.43	6.10	0.05	0.26
Producción de velas y veladoras	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
FUENTES DE ÁREA	20.21	82.32	1.74	64.85	6.57	14.11	98.46
Actividades de la construcción	0.81	1.02	NA	NA	NA	NA	NA
Aguas residuales	NA	NA	NA	NA	NA	0.05	NA
Almacenamiento y distribución de combustibles	NA	NA	NA	NA	NA	0.15	NA
Aplicación de fertilizantes	NA	NA	NA	NA	NA	NA	21.03
Aplicación de plaguicidas	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	NA
Artes gráficas	NA	NA	NA	NA	NA	0.08	NA
Asado al carbón	0.22	0.98	NS	0.24	0.01	NS	NE
Asfaltado	NA	NA	NA	NA	NA	0.09	NA
Combustión agrícola_diesel	0.02	0.12	0.05	0.03	0.50	NS	NE
Combustión agrícola_queroseno	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Combustión agrícola_GLP	NS	0.01	NS	NS	0.06	NS	NE
Combustión comercial_GN	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NE
Combustión comercial_GLP	NS	0.02	NS	0.01	0.19	NS	NS
Combustión doméstica_GLP	0.01	0.07	NS	0.04	0.66	NS	NE
Combustión doméstica_queroseno	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Combustión doméstica_Leña	6.75	36.87	0.20	27.74	0.89	7.85	NE
Combustión industrial_GLP	NS	NS	NS	NS	0.03	NS	NS
Combustión industrial_diesel	NS	0.01	0.01	NS	0.05	NS	NS
Combustión industrial_GN	0.01	0.08	NS	0.09	0.32	NS	NS
Corrales de engorda	0.03	0.02	NA	NA	NA	NA	NA
Emisiones domésticas de amoníaco	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13.54
Emisiones ganaderas	NA	NA	NA	NA	NA	NA	61.02
Esterilización de material hospitalario	NA	NA	NA	NA	NA	NS	NA
Incendios en construcciones	NS	NS	NE	NS	NS	NS	NE
Incendios forestales	4.94	23.77	1.29	26.90	2.84	0.59	1.98

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

Continuación del cuadro 6.3 . . .

Fuente de emisión	Porcentaje de contribución (%)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Labranza agrícola	4.98	6.23	NA	NA	NA	NA	NA
Ladrilleras	0.53	2.87	0.02	2.16	0.07	0.61	NE
Lavado en seco	NA	NA	NA	NA	NA	0.03	NA
Limpieza de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.29	NA
Manejo y distribución de gas L.P.	NA	NA	NA	NA	NA	0.85	NA
Panificación	NA	NA	NA	NA	NA	0.02	NA
Pintado automotriz	NA	NA	NA	NA	NA	0.06	NA
Pintura de señalización vial	NA	NA	NA	NA	NA	0.03	NA
Quemas agrícolas	1.89	10.26	0.18	7.64	0.95	0.22	0.89
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	NA	NA	NA	NA	NA	0.98	NA
Recubrimiento de superficies industriales	NA	NA	NA	NA	NA	0.01	NA
Uso doméstico de solventes	NA	NA	NA	NA	NA	2.17	NA
FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS	0.02	0.12	0.04	0.19	1.73	0.01	NE
Aviación	NS	NS	0.01	0.11	0.06	NS	NE
Equipos auxiliares en el aeropuerto	NS	NS	NS	0.02	0.01	NS	NE
Locomotoras	0.02	0.12	0.02	0.05	1.66	0.01	NE
FUENTES MÓVILES	0.08	0.34	0.74	33.97	18.15	0.73	1.26
Autobuses de transporte urbano	0.02	0.11	0.08	1.78	6.74	0.06	0.01
Auto particular	0.01	0.04	0.23	12.12	3.61	0.19	0.56
Motocicletas	0.01	0.03	0.02	3.12	0.22	0.16	0.02
Pick up	0.01	0.03	0.20	6.44	1.68	0.10	0.38
Taxis	0.00	0.01	0.03	2.73	0.78	0.04	0.08
Tractocamión	0.01	0.06	0.03	1.18	2.50	0.04	NS
Vehículos privados y comerciales < 3 ton	0.00	0.02	0.13	6.32	1.51	0.12	0.19
Vehículos privados y comerciales > 3 ton	0.01	0.05	0.03	0.28	1.11	0.02	NS
FUENTES NATURALES	74.84	NA	NA	NA	65.03	85.10	NA
Emisiones biogénicas	NA	NA	NA	NA	65.03	85.10	NA
Emisiones erosivas	74.84	NA	NA	NA	NA	NA	NA

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

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

6.2 INVENTARIO DE EMISIONES A NIVEL REGIONAL

6.2.1 Análisis de resultados por contaminante

En esta sección se analizan los resultados de emisión por cada una de las 8 regiones que integran el estado de Oaxaca. El análisis se realiza por tipo de contaminante, como se observa en el cuadro 6.4.

Cuadro 6.4 Emisión de contaminantes por región del estado de Oaxaca

Región	Mg/año						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Istmo	43,941.0	4,794.7	49,434.7	36,957.9	12,367.7	77,574.5	4,871.8
Papaloapan	21,652.4	8,207.2	6,336.0	54,651.8	5,482.6	33,470.2	4,186.9
Mixteca	19,015.6	2,182.3	139.9	24,471.2	15,059.9	221,795.0	6,075.3
Costa	18,251.7	2,549.6	166.9	28,517.6	7,593.3	65,953.9	6,016.8
Valles Centrales	17,063.4	4,386.7	344.6	79,839.5	21,026.3	181,196.9	5,980.6
Sierra Sur	12,202.6	1,719.9	109.4	17,616.5	6,558.7	102,110.3	3,433.4
Sierra Norte	6,575.9	891.8	63.4	8,706.4	5,974.6	84,050.1	1,716.3
Cañada	5,820.4	746.5	27.6	6,106.7	8,566.7	56,956.9	2,587.3
Total	144,523.1	25,478.8	56,622.5	256,867.7	82,629.9	823,107.8	34,868.4

Fuente: Cuadro elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Cuadro 6.5 Emisión de contaminantes por región del estado de Oaxaca

Región	Porcentaje de contribución (%)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Istmo	30	19	87	14	15	9	14
Papaloapan	15	32	11	21	7	4	12
Mixteca	13	9	0	10	18	27	17
Costa	13	10	0	11	9	8	17
Valles Centrales	12	17	1	31	25	22	17
Sierra Sur	8	7	0	7	8	12	10
Sierra Norte	5	4	0	3	7	10	5
Cañada	4	3	0	2	10	7	7
Total	100	100	100	100	100	100	100

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

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

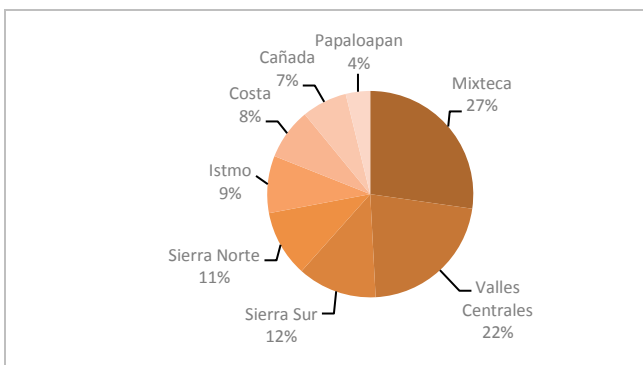


Figura 6.4a Emisión de COV

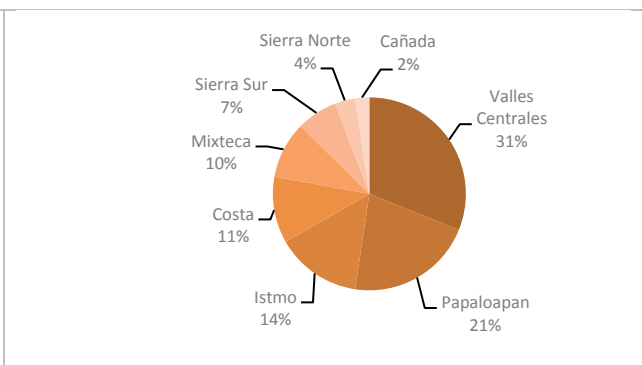


Figura 6.4b Emisión de CO

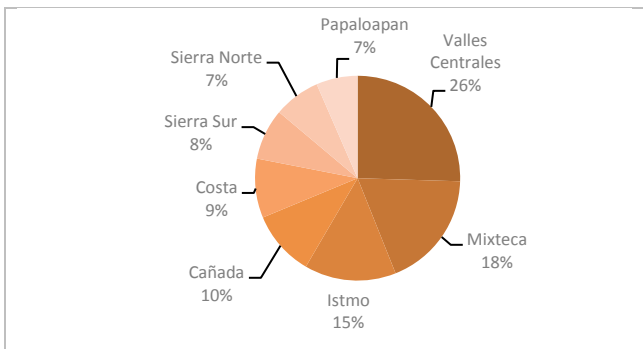


Figura 6.4c Emisión de NOX

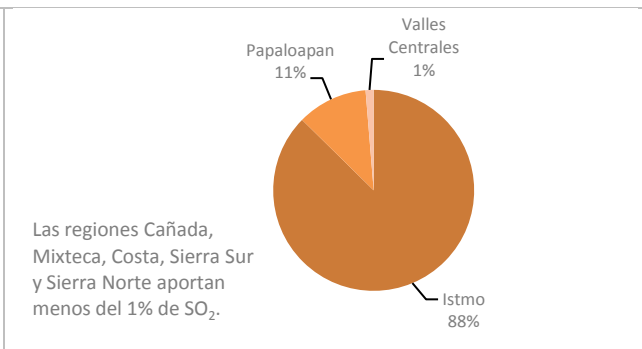


Figura 6.4d Emisión de SO₂

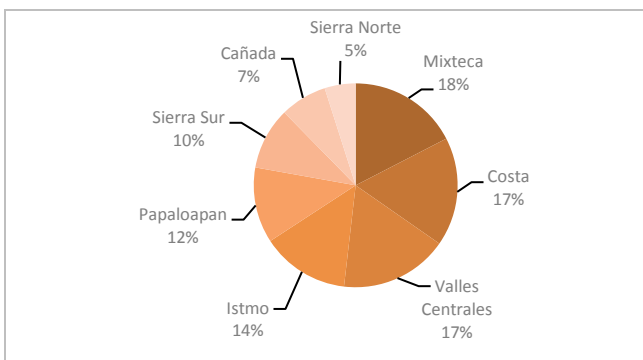


Figura 6.4e Emisión de NH₃

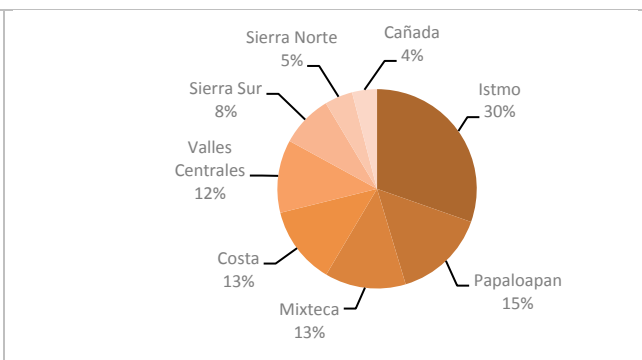


Figura 6.4f Emisión de PM₁₀

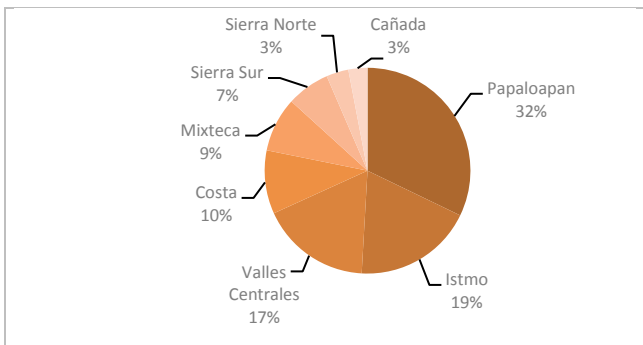


Figura 6.4g Emisión de PM_{2.5}

Fuente: Figura elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 6.4 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por región

RESUMEN DE RESULTADOS POR REGIÓN

Contaminante	Principal Región emisora	Principales fuentes de emisión
Compuestos orgánicos volátiles - COV	Mixteca, 27%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones biogénicas • Uso de solventes en artes gráficas • Uso de leña en el hogar
	Valles Centrales, 22%	
Monóxido de carbono - CO	Valles Centrales, 31%	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de leña en el hogar • Vehículos: uso particular, pick up y menores 3 toneladas. • Incendios forestales
	Papaloapan, 21%	
Óxidos de nitrógeno - NOx	Valles Centrales, 26%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones biogénicas • Vehículos: autobús urbano, uso particular
	Mixteca, 18%	
Bióxido de azufre - SO₂	Istmo, 87%	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad industrial
Amoniaco - NH₃	Mixteca, 18%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones ganaderas y domésticas de NH₃ • Uso de fertilizantes
	Valles Centrales, 17%	
	Costa, 17%	
Partículas - PM₁₀	Istmo, 30%	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión eólica • Actividad industrial • Incendios forestales • Uso de leña en el hogar • Quemadas agrícolas (principalmente sobresalen en la región Papaloapan)
	Papaloapan, 15%	
Partículas - PM_{2.5}	Papaloapan, 32%	<ul style="list-style-type: none"> • Quemadas agrícolas • Actividad industrial
	Istmo, 19%	

6.3 INVENTARIO DE EMISIONES A NIVEL DISTRITO

6.3.1 Análisis de resultados por contaminante

En esta sección se analizan los resultados de emisión por cada uno de los 29 distritos que integran el estado de Oaxaca. El análisis se realiza por tipo de contaminante, como se observa en el cuadro 6.6.

Cuadro 6.6 Emisión de contaminantes por distrito del estado de Oaxaca

Región	Mg/año						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Juchitán	29,130.8	2,209.8	2,515.9	22,846.0	4,383.6	22,615.1	3,414.6
Tuxtepec	18,439.3	7,478.1	6,256.8	47,349.8	4,892.8	25,921.3	3,356.4
Tehuantepec	14,810.3	2,584.8	46,918.8	14,112.0	7,984.1	54,959.4	1,457.2
Pochutla	6,704.2	728.8	38.8	8,749.5	1,337.5	18,409.2	1,916.4
Jamiltepec	6,399.3	601.3	21.6	5,513.0	4,322.6	32,381.5	2,395.4
Miahuatlán	5,653.0	510.6	27.6	5,491.1	3,215.7	52,996.3	1,301.0
Juquila	5,148.2	1,219.4	106.6	14,255.2	1,933.3	15,163.2	1,704.9
Centro	4,367.7	2,227.6	203.9	51,294.3	9,538.4	63,395.1	1,239.6
Tlaxiaco	4,233.2	454.6	24.9	5,389.6	3,197.4	61,336.6	1,244.7
Teotitlan	4,147.1	558.3	21.2	4,583.6	4,609.8	30,157.2	2,052.0
Tlacolula	4,027.2	482.5	23.2	6,430.3	2,343.6	29,070.8	889.7
Huajuapam	3,793.3	432.7	21.6	5,854.1	2,344.3	41,033.9	1,468.9
Nochixtlán	3,320.0	247.3	9.8	2,300.5	3,195.7	67,985.1	1,003.5
Choapan	3,213.1	729.1	79.2	7,302.0	589.8	7,548.9	830.5
Mixe	2,672.0	466.0	26.8	4,107.9	1,089.5	14,709.0	1,290.2
Ocotlán	2,431.0	292.2	14.2	3,659.4	2,951.5	24,810.8	948.4
Sola de Vega	2,421.9	310.0	12.1	2,629.3	987.0	16,390.4	996.6
Juxtlahuaca	2,385.2	647.7	58.7	7,085.6	2,260.9	7,192.8	897.8
Ixtlán	2,377.8	256.1	25.6	3,016.4	3,404.9	41,134.1	246.3
Teposcolula	2,266.2	111.5	4.2	1,151.2	1,119.0	15,199.3	505.3
Yautepec	2,215.0	247.3	19.7	2,407.8	1,239.5	15,885.1	309.2
Zaachila	2,210.9	503.9	36.4	6,368.6	2,109.2	23,913.0	1,009.3
Etla	2,128.0	703.2	56.9	9,738.8	2,920.5	26,618.8	852.3
Putla	1,912.8	652.0	50.1	7,088.3	1,116.5	16,838.5	826.6
Ejutla	1,898.6	177.3	10.0	2,348.1	1,163.1	13,388.4	1,041.2
Cuicatlán	1,673.3	188.3	6.3	1,523.1	3,956.9	26,799.8	535.3
Silacayoapam	1,655.2	108.1	3.2	914.2	1,754.5	20,089.1	556.1
Villa Alta	1,526.1	169.7	10.9	1,582.1	1,480.2	28,207.0	179.8
Coixtlahuaca	1,362.4	180.3	17.5	1,776.0	1,188.2	8,958.2	399.1
Total	144,523.1	25,478.8	56,622.5	256,867.7	82,629.9	823,107.8	34,868.4

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

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

Cuadro 6.7 Porcentaje de contribución a la emisión de contaminantes por distrito

Región	Porcentaje de contribución (%)						
	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
Juchitán	20.2	8.7	4.4	8.9	5.3	2.7	9.8
Tuxtepec	12.8	29.4	11.0	18.4	5.9	3.1	9.6
Tehuantepec	10.2	10.1	82.9	5.5	9.7	6.7	4.2
Pochutla	4.6	2.9	0.1	3.4	1.6	2.2	5.5
Jamiltepec	4.4	2.4	0.0	2.1	5.2	3.9	6.9
Miahuatlán	3.9	2.0	0.0	2.1	3.9	6.4	3.7
Juquila	3.6	4.8	0.2	5.5	2.3	1.8	4.9
Centro	3.0	8.7	0.4	20.0	11.5	7.7	3.6
Tlaxiaco	2.9	1.8	0.0	2.1	3.9	7.5	3.6
Teotitlan	2.9	2.2	0.0	1.8	5.6	3.7	5.9
Tlacolula	2.8	1.9	0.0	2.5	2.8	3.5	2.6
Huajuapam	2.6	1.7	0.0	2.3	2.8	5.0	4.2
Nochixtlán	2.3	1.0	0.0	0.9	3.9	8.3	2.9
Choapan	2.2	2.9	0.1	2.8	0.7	0.9	2.4
Mixe	1.8	1.8	0.0	1.6	1.3	1.8	3.7
Ocotlán	1.7	1.1	0.0	1.4	3.6	3.0	2.7
Sola de Vega	1.7	1.2	0.0	1.0	1.2	2.0	2.9
Juxtlahuaca	1.7	2.5	0.1	2.8	2.7	0.9	2.6
Ixtlán	1.6	1.0	0.0	1.2	4.1	5.0	0.7
Teposcolula	1.6	0.4	0.0	0.4	1.4	1.8	1.4
Yautepec	1.5	1.0	0.0	0.9	1.5	1.9	0.9
Zaachila	1.5	2.0	0.1	2.5	2.6	2.9	2.9
Etla	1.5	2.8	0.1	3.8	3.5	3.2	2.4
Putla	1.3	2.6	0.1	2.8	1.4	2.0	2.4
Ejutla	1.3	0.7	0.0	0.9	1.4	1.6	3.0
Cuicatlán	1.2	0.7	0.0	0.6	4.8	3.3	1.5
Silacayoapam	1.1	0.4	0.0	0.4	2.1	2.4	1.6
Villa Alta	1.1	0.7	0.0	0.6	1.8	3.4	0.5
Coixtlahuaca	0.9	0.7	0.0	0.7	1.4	1.1	1.1
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

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

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

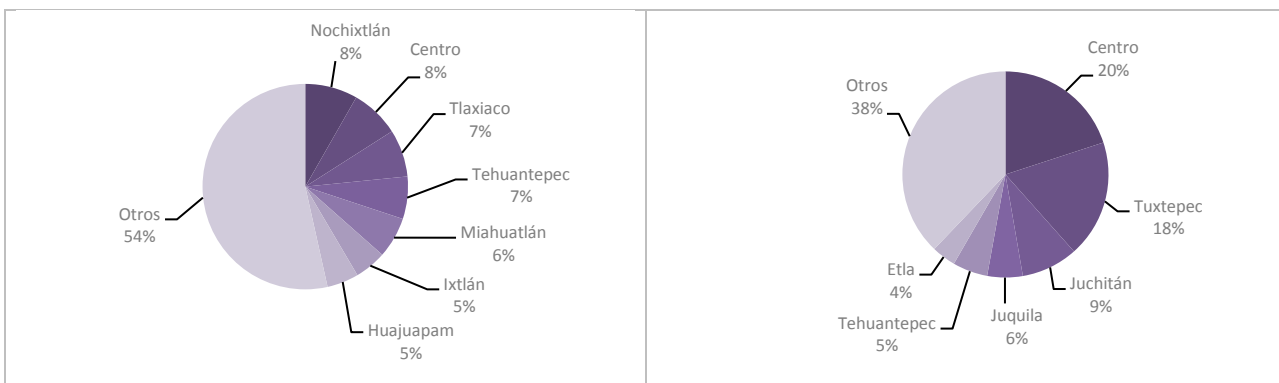


Figura 6.5a Emisión de COV

Figura 6.5b Emisión de CO

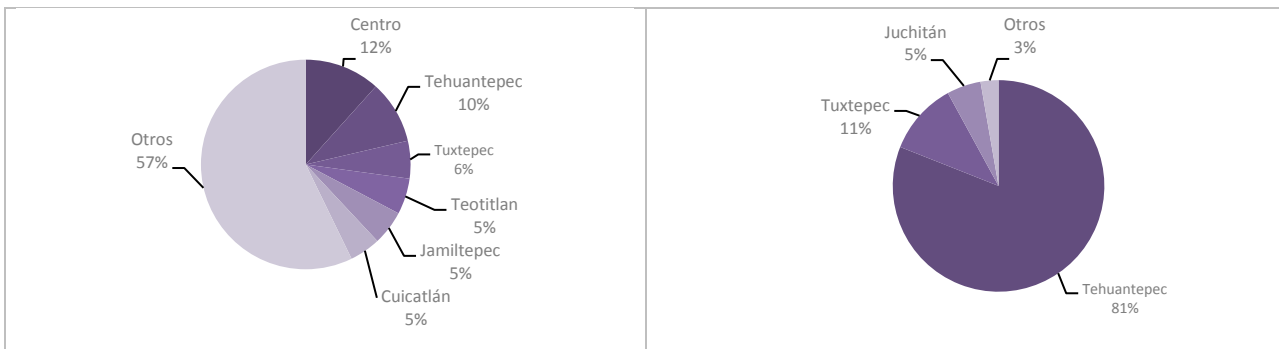


Figura 6.5c Emisión de NOx

Figura 6.5d Emisión de SO₂

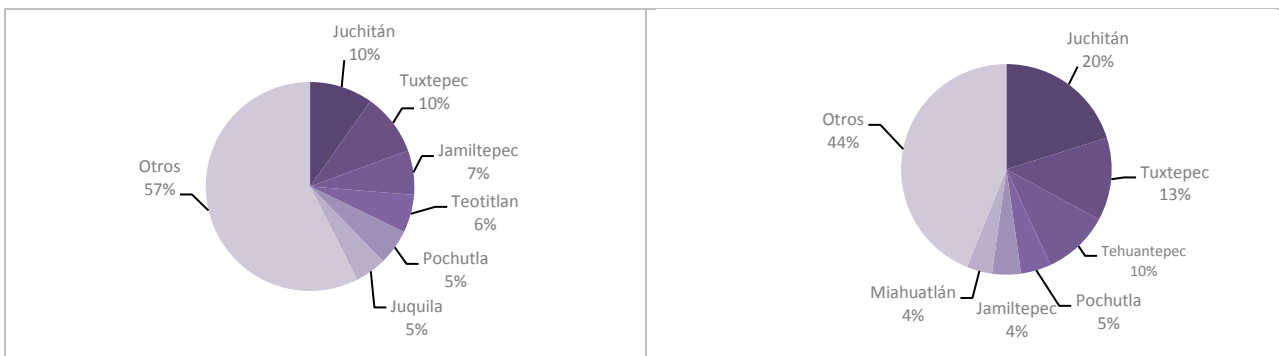


Figura 6.5e Emisión de NH₃

Figura 6.5f Emisión de PM₁₀

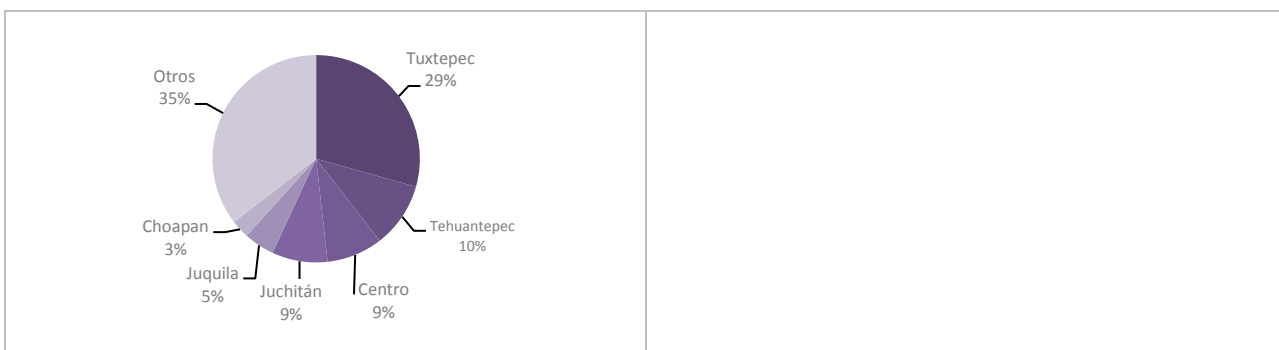


Figura 6.5g Emisión de PM_{2.5}

Fuente: Figura elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 6.5 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por distrito

RESUMEN DE RESULTADOS POR DISTRITO		
Contaminante	Principal Distrito emisor	Principales fuentes de emisión
Compuestos orgánicos volátiles - COV	Nochixtlán, 8%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones biogénicas • Uso de solventes en artes gráficas • Uso de leña en el hogar
	Tlaxiaco, 8%	
Monóxido de carbono - CO	Centro, 20%	<ul style="list-style-type: none"> • Vehículos: uso particular, pick up y menores 3 toneladas. • Uso de leña en el hogar • Ladrilleras
	Tuxepec, 18%	<ul style="list-style-type: none"> • Quemas agrícolas • Incendios forestales
	Juchitán, 9%	<ul style="list-style-type: none"> • Incendios forestales • Uso de leña en el hogar • Vehículos de uso particular
Óxidos de nitrógeno - NOx	Centro, 12%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones biogénicas • Vehículos: autobús urbano, uso particular
	Tehuantepec, 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad industrial • Emisiones biogénicas • Vehículo: autobús urbano
Bióxido de azufre - SO₂	Tehuantepec, 81%	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad industrial
Amoniaco - NH₃	Juchitán, 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Emisiones ganaderas de NH₃ • Uso de fertilizantes • Emisiones domésticas de NH₃
	Tuxepec, 10%	
	Jamiltepec, 7%	
Partículas - PM₁₀	Juchitán, 20%	<ul style="list-style-type: none"> • Erosión eólica • Actividad industrial • Incendios forestales (Juchitán y Tuxepec) • Uso de leña en el hogar (Juchitán y Tehuantepec) • Quemas agrícolas (Tuxepec)
	Tuxepec, 13%	
	Tehuantepec, 10%	
Partículas - PM_{2.5}	Tuxepec, 29%	<ul style="list-style-type: none"> • Quemas agrícolas • Actividad industrial • Incendios forestales
	Tehuantepec, 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Actividad industrial • Uso de leña en el hogar • Incendios forestales

6.4 INVENTARIO DE EMISIONES A NIVEL MUNICIPAL

6.4.1 Análisis de resultados por contaminante

En esta sección se analizan los resultados de emisión por cada uno de los 570 municipios que integran el estado de Oaxaca. El análisis se realiza por tipo de contaminante, como se observa en la figura 6.6. El listado completo de la emisión de contaminantes por municipio se puede consultar en el Anexo 1 de este documento.

RESUMEN DE RESULTADOS POR MUNICIPIO		
Contaminante	Principal Municipio emisor	Principales fuentes de emisión
Compuestos orgánicos volátiles - COV	Santa María Ozolotepec, 4%	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones biogénicas
	San Pedro Comitancillo, 3%	
Monóxido de carbono - CO	Oaxaca de Juárez, 11%	<ul style="list-style-type: none"> Vehículos: uso particular, pick up y menores 3 toneladas. Uso de leña en el hogar Quemas agrícolas Uso de leña en el hogar Incendios forestales
	San Juan Bautista Tuxtepec, 5%	
Óxidos de nitrógeno - NOx	Salina Cruz, 7%	<ul style="list-style-type: none"> Actividad industrial Vehículos: autobús urbano, auto de uso particular Vehículo: autobús urbano, auto de uso particular y tractocamión.
	Oaxaca de Juárez, 7%	
Bióxido de azufre - SO ₂	Salina Cruz, 81%	<ul style="list-style-type: none"> Actividad industrial
	San Juan Bautista Tuxtepec, 9%	
Amoniaco - NH ₃	San Juan Bautista Tuxtepec, 3%	<ul style="list-style-type: none"> Emisiones domésticas y ganaderas de NH₃ Uso de fertilizantes
	Matías Romero Avendaño, 2%	
Partículas - PM ₁₀	San Juan Bautista Tuxtepec, 4%	<ul style="list-style-type: none"> Erosión eólica Actividad industrial
	Acatlán de Pérez Figueroa, 3%	
Partículas - PM _{2.5}	San Juan Bautista Tuxtepec, 10%	<ul style="list-style-type: none"> Actividad industrial Quemas agrícolas Uso de leña en el hogar Actividad industrial
	Salina Cruz, 7%	

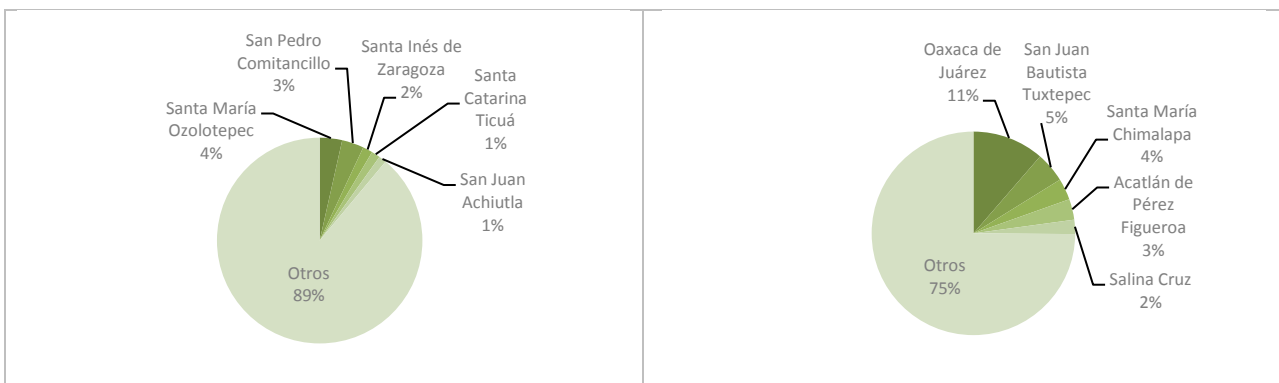


Figura 6.3a Emisión de COV

Figura 6.3b Emisión de CO

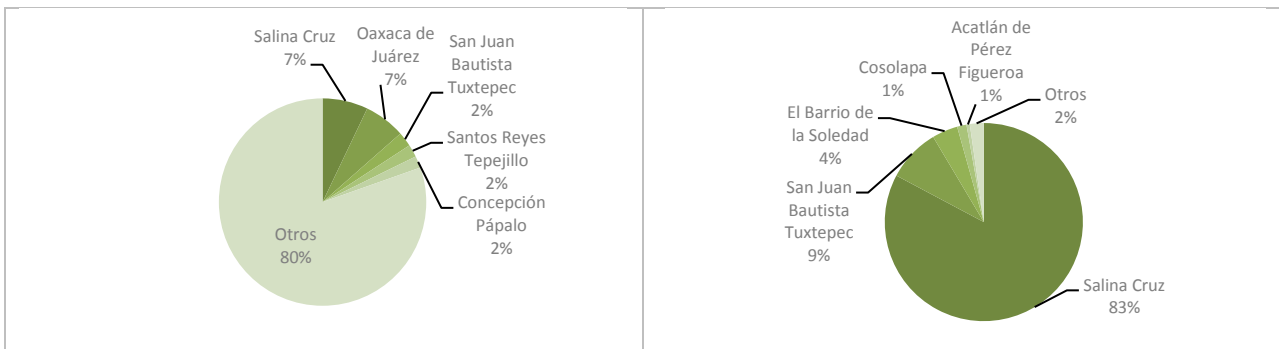


Figura 6.3c Emisión de NOx

Figura 6.3d Emisión de SO₂

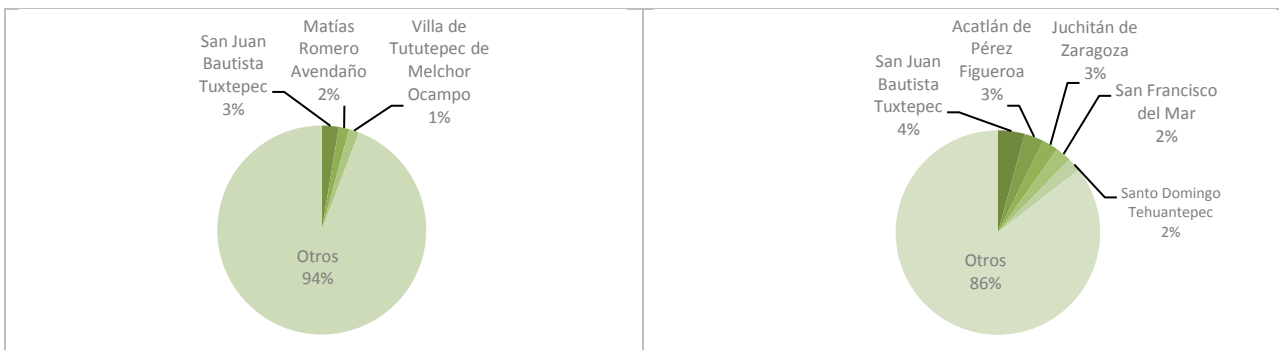


Figura 6.2e Emisión de NH₃

Figura 6.2f Emisión de PM₁₀

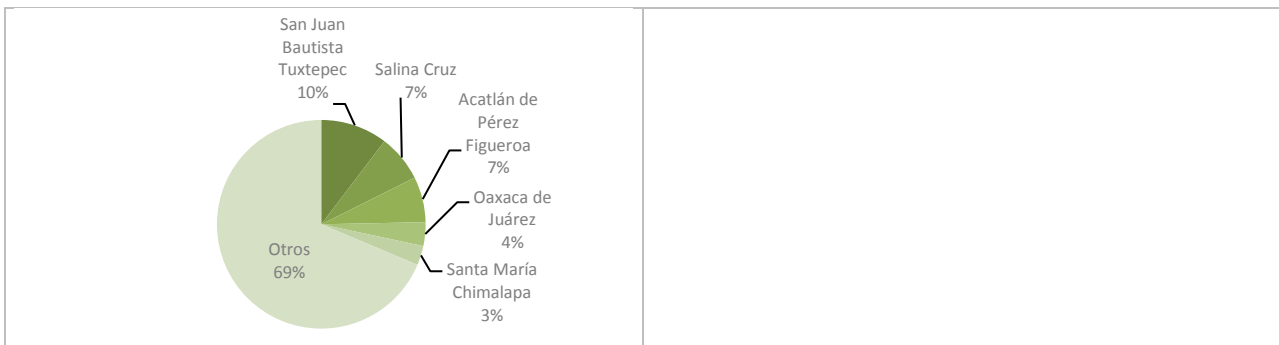


Figura 6.2g Emisión de PM_{2.5}

Fuente: Figura elaborado por LT Consulting para el inventario de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, 2011.

Figura 6.6 Jerarquización de la contribución a la emisión de contaminantes por municipio

7. CONSIDERACIONES POR FUENTE DE EMISIÓN

En esta sección, se describe el procedimiento general que se siguió para la estimación de emisiones de cada una de las fuentes. Se hace referencia a la recopilación de la información utilizada y su fuente, el procesamiento realizado, así como las dificultades encontradas y las áreas de oportunidad para mejorar la certidumbre de inventarios de emisiones futuros. Los detalles de la información y sus fuentes, los contaminantes, las metodologías y los resultados específicos obtenidos para cada fuente de emisión, pueden ser consultados en los anexos de este reporte.

7.1 FUENTES FIJAS

Las fuentes fijas son establecimientos industriales que liberan emisiones en puntos fijos (por ejemplo: chimeneas o escapes). Estas fuentes en México se clasifican en jurisdicción estatal y federal. Para la estimación de emisiones provenientes de fuentes fijas federales. Los contaminantes estimados en fuentes fijas federales y estatales han sido: partículas suspendidas (PST, PM10 y PM2.5), óxidos de azufre (SOx), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos totales no metano (COTNM), compuestos orgánicos totales (COT), compuestos orgánicos volátiles (COV), bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), amoníaco (NH₃), plomo (Pb) y carbono negro (BC). La estimación de las emisiones ha sido tanto en proceso como en combustión para ambas jurisdicciones.

7.1.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Para la estimación de emisiones provenientes de fuentes fijas federales, se realizó la gestión de la información con Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la dependencia que recibe el reporte anual de la operación de las industrias federales en México, informe denominado Cédula de Operación Anual (COA). En el caso de las industrias estatales, se solicitó al Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca la Cédula de Operación Anual Estatal

En la estimación de emisiones de fuentes fijas tanto federales como estatales se ha basado principalmente en la información de la COA con actividad 2011, para el complemento de información faltante en las cédulas, se ha revisado el historial de éstos informes, así como los padrones industriales de cámaras industriales, autoridades municipales y de la secretaría de energía.

7.1.2 Áreas de oportunidad

Es importante que se dé continuidad al trabajo realizado en este inventario, en el cual se actualizó y fortaleció el padrón industrial. Se recomienda fortalecer el cumplimiento de entrega de la Cédula de Operación Anual Estatal, mediante la revisión e implementación de un sistema de gestión que permita realizar la revisión de la COA en diversas etapas, desde la entrega de la misma, en la cual se coteje que no sólo se está llenando la información de la sección de datos generales, sino también las secciones de operación, hasta la revisión minuciosa en cada una de las secciones de la COA. Este sistema permitiría optimizar el tiempo de respuesta por parte del industrial, para solicitar al mismo, si es necesario, la corrección o complemento de información. También es de importancia el dar continuidad de forma anual a la capacitación del industrial en la COA y la importancia de la misma como instrumento para la evaluación y regulación de emisiones.

7.2 FUENTES DE ÁREA

Las fuentes de área en general representan a todas aquellas fuentes de emisión que son muy pequeñas, numerosas y dispersas, lo cual dificulta que puedan ser incluidas de manera eficiente como fuentes fijas en un inventario de emisiones, debido a que resulta impráctico recopilar la información y estimar las emisiones de cada establecimiento en forma individual; sin embargo, las fuentes de área son emisoras significativas de contaminantes al aire, por lo que es importante que estén incluidas en un inventario de emisiones, lo que garantiza tener un amplio panorama de las principales fuentes de emisión en un área de interés. Los contaminantes que se consideraron para la estimación de emisiones fueron los siguientes: NO_x, SO₂, COV, CO, PM_{2.5}, PM₁₀ y NH₃.

7.2.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Debido a la gran diversidad y las características diferentes de las fuentes de área, las principales dificultades se encontraron en la recopilación de la información necesaria para estimar sus emisiones. En este sentido, los trabajos de recopilación de información para las fuentes de área, se enfocaron en las siguientes tareas:

- a) Solicitud de información mediante oficio.** Los oficios fueron enviados por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca en coordinación con LT Consulting. Un inconveniente encontrado fue la tardanza en la entrega de la información, por parte de las dependencias a las que se les envió el oficio, además, en algunos casos, con información incompleta a la originalmente solicitada.
- b) Aplicación de encuestas.** El Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca en coordinación con LT Consulting y los gobiernos municipales, llevó a cabo la aplicación de encuestas, con la finalidad de contar con información de primera mano para tener un inventario de emisiones con un alto nivel de certidumbre.
- c) Recopilación de información bibliográfica.** Para complementar y verificar que se utilizara la mejor información existente para la estimación de emisiones, personal de LT Consulting realizó una búsqueda bibliográfica de información. De esta manera, se pudo complementar la información básica necesaria para la estimación de las emisiones.

7.2.2 Áreas de oportunidad

Es recomendable continuar con la recopilación de información de campo para las fuentes de área típicas de la región y que tienen un aporte importante en la emisión de contaminantes atmosféricos. También es importante sistematizar la recopilación y manejo de la información de este tipo de fuentes, ya que por su cantidad y diversidad, sería más fácil la elaboración de inventarios de emisiones futuros.

7.3 FUENTES MÓVILES CARRETERAS

Las fuentes móviles carreteras son todos aquellos vehículos que tienen permitido circular por la vía pública, y para la estimación de las emisiones a la atmósfera de este tipo de vehículos se consideran tres elementos fundamentales:

- 1) **Actividad vehicular**, la cual refleje la distancia (generalmente representada en kilómetros) y la forma en la cual ésta fue recorrida,
- 2) **Factor de emisión**, es decir, la tasa promedio de contaminantes emitidos durante el curso del viaje (expresada en gramos por kilómetro); y,
- 3) **Flota vehicular**, cuántos vehículos circulan en el área de estudio y cuáles son sus características tecnológicas.

7.3.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

La actividad vehicular (distancia recorrida por tipo de vehículo) se generó mediante trabajo de campo realizado por SEMARNAT e INE (ahora, INEC) y LT Consulting. Mientras que la cantidad de vehículos en circulación se obtuvo de la Secretaría de Finanzas del gobierno del estado de Oaxaca, a través del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable.

Los factores de emisión se estimaron a través del uso del modelo Mobile6_México y MOVES, considerando las características fisiográficas, climáticas, de calidad de combustibles y de la flota que circula en los municipios del estado de Oaxaca.

7.3.2 Áreas de oportunidad

Se recomienda actualizar los datos de actividad (distancia recorrida por tipo de vehículo) para el área de estudio, con la finalidad de contar con información actualizada para los inventarios de emisiones futuros y a mayor detalle para cada una de las ciudades. También sería conveniente sistematizar la información con la finalidad de ir creando bases de datos con datos históricos para realizar proyecciones en inventarios posteriores.

7.4 FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS

Las fuentes móviles que no circulan por carreteras, como las locomotoras, embarcaciones marítimas, aeronaves, equipo agrícola y para la construcción, generalmente son incluidas en un inventario independiente a los vehículos que tienen permitido circular en carretera, como los vehículos de uso particular o los autobuses.

7.4.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

Para el caso de las locomotoras, se obtuvo información suficiente de consumo de combustible y distancia recorrida en la zona de estudio y cantidad de locomotoras para realizar la estimación de emisiones. Sin embargo, para otras fuentes, como las terminales de autobuses, no se obtuvo la información básica para la estimación de las emisiones, únicamente se contó con el nombre y ubicación de las terminales, pero no con el número de vehículos que la utilizan y sus características, como tipo de vehículo y antigüedad.

Para otras fuentes móviles carreteras como la actividad de aeronaves, LTConsulting realizó una búsqueda y recopilación adicional de información para tener la información completa para realizar la estimación de emisiones.

7.4.2 Áreas de oportunidad

Debido a la importancia en emisión de contaminantes que tiene algunas fuentes móviles no carreteras, como el equipo de la construcción, se recomienda recopilar información en forma periódica, para la elaboración de futuros inventarios de emisiones.

7.5 FUENTES NATURALES

La vegetación es la emisora de compuestos orgánicos volátiles biogénicos (COVB) y siendo éstos el resultado de la actividad fotosintética en una región determinada. Son varios los factores que afectan las emisiones: el tipo de especie vegetal, la cantidad de radiación solar recibida, la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y la elevación del terreno. Estas características

crean condiciones distintas para promover la generación de un contaminante o de otro siendo el isopreno y monoterpeno los principales hidrocarburos emitidos.

7.5.1 Gestión, recopilación y/o generación de información

El modelo utilizado para la estimación de emisiones biogénicas fue el GloBEIS 3.2 de acuerdo a los lineamientos del proyecto número 172.111 N/D: 241.03690.037 de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte para SEMARNAT. Los factores de emisión (FE) del modelo GloBEIS 3.2 fueron ajustados a las condiciones y vegetación presente en México.

7.5.2 Áreas de oportunidad

Se recomienda actualizar periódicamente la información de uso de suelo de la zona de estudio, para que cuando se requiera realizar un nuevo inventario de emisiones, se cuente con la información más reciente. También es deseable, debido a la gran cantidad de información utilizada en esta fuente de emisión, sistematizar el manejo de los datos.

8. CONCLUSIONES

En el inventario de emisiones de contaminantes criterio para el estado de Oaxaca, se lograron incluir las principales fuentes de emisión localizadas en el área de estudio, a través de la recopilación de información bibliográfica, solicitud a las dependencias generadoras y trabajo de campo. La calidad del inventario, de acuerdo a la información utilizada para realizar la estimación de emisiones, las metodologías empleadas y el control de calidad en los cálculos realizados, permite tener una buena certidumbre en los resultados. A continuación, se presenta un resumen de los principales resultados por **fFuente de emisión, tipo de contaminante y jurisdicción**:

RESUMEN DE RESULTADOS POR FUENTE DE EMISIÓN

Fijas: Primera fuente de emisión de bióxido de azufre (SO₂), contribuye con el 97% y segunda fuente de emisión de partículas PM2.5, 17%.

Área: Principal fuente emisora de amoníaco, 98%; partículas PM2.5, 82% y monóxido de carbono, 65%. Segunda fuente en importancia en la liberación de compuestos orgánicos volátiles, 14% y PM10, 20%.

Móviles carreteras: 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 (NOx), 65%.

RESUMEN DE RESULTADOS POR CONTAMINANTE

- **COV (compuestos orgánicos volátiles).** Emitidos principalmente por la actividad biogénica (85%), la combustión doméstica de leña (8%) y el uso doméstico de solventes (2%).
- **CO (monóxido de carbono).** 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%.
- **NOx (óxidos de nitrógeno).** 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%).
- **SO₂ (dióxido de azufre).** Contaminante emitido principalmente por la industria del petróleo y petroquímica con el 83% y la industria alimenticia (8%).
- **NH₃ (amoniaco).** El amoniaco lo generan, principalmente, las categorías de emisiones ganaderas (61%) la aplicación de fertilizantes (21%) y las emisiones domésticas de amoniaco (14%).
- **PM₁₀ (partículas menores a 10 micras).** 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%).
- **PM_{2.5} (partículas menores a 2.5 micras).** La combustión doméstica de leña es la principal fuente emisora con el 37% del total, le siguen los incendios forestales (24%) y las quemadas agrícolas (10%).

RESUMEN DE RESULTADOS POR 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
PM2.5 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

9. RECOMENDACIONES

FUENTES FIJAS

- Actualizar de forma anual el padrón industrial mediante la regulación de la industria haciendo uso de Licencias Ambientales Únicas.
- Fortalecer la actualización del padrón industrial mediante la instrumentación del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC) o Cédulas de Operación Anual Estatales (COAE).
- Para fortalecer la entrega de reportes de emisiones del industrial al estado, es indispensable contar con un Reglamento que lleve al industrial al cumplimiento de la entrega de estos reportes de forma anual, ya que la única.
- Capacitar al industrial en la forma e importancia de reportar la información de su industria. Esta recomendación es necesaria para mejorar la calidad de la información entregada por el industrial.

FUENTES ÁREA

- Se recomienda continuar con la recopilación de información de campo para las fuentes de área típicas de la región y que tienen un aporte importante en la emisión de contaminantes atmosféricos, es el caso de la información para los caminos pavimentados y no pavimentados y ladrilleras, en donde tal vez es necesario realizar estudios para obtener información específica de la zona de estudio.
- Sistematizar la recopilación y manejo de la información de fuentes de área, ya que por su cantidad y diversidad, sería más fácil la elaboración de inventarios de emisiones futuros.

FUENTES MÓVILES CARRETERAS

- Es recomendable recopilar periódicamente datos de actividad (distancia recorrida por tipo de vehículo, con la finalidad de contar con más información y a mayor detalle por municipio, lo cual será de gran utilidad para el desarrollo futuro de inventarios de emisiones de fuentes móviles.
- Se recomienda tener actualizado, homologado y depurado el padrón vehicular del estado de Oaxaca, ya que es una herramienta fundamental para estimar la cantidad de vehículos en circulación en una zona de estudio, además de obtener la composición de la flota vehicular por tipo vehículo y antigüedad. Para este punto es importante el que se realice un convenio con algunas instituciones que poseen dicha información, tal como la Secretaría de Finanzas del Estado, para que la información fluya de forma anual y rápida.

FUENTES MÓVILES NO CARRETERAS

- Para las actividades de la construcción y agrícola, se recomienda recopilar información de campo referente al consumo de combustible, horas de operación, cantidad por tipo de vehículo, potencia, entre otros datos.

FUENTES NATURALES

- Se recomienda actualizar periódicamente la información de uso de suelo de la zona de estudio, para que cuando se requiera realizar un nuevo inventario de emisiones, se cuente con la información más reciente.
- Establecer un convenio con el Sistema Nacional Meteorológico para tener acceso a la información de forma horaria en las estaciones de monitoreo ubicadas en el estado.
- También, debido a la gran cantidad de información utilizada en esta fuente de emisión, es conveniente sistematizar el manejo de los datos.

RECOMENDACIONES GENERALES

En forma general, se recomienda sistematizar la información del inventario de emisiones, para que la elaboración de inventarios de emisiones futuros sea más ágil. También se recomienda elaborar inventarios de emisiones en forma periódica (cada 2, 3 ó 5 años), para observar la evolución de la emisión de contaminantes, y actualizar las fuentes de emisión que continúan vigentes, así como las nuevas que se incorporan a la emisión de contaminantes.

GLOSARIO

- **Año base.** Año para el cual se tiene la información básica para la estimación de un inventario de emisiones.
- **Atmósfera.** Capa del aire que circunda la tierra, se extiende alrededor de 100 kilómetros por encima de la superficie terrestre.
- **Calidad del aire.** Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente que indican alteración en los niveles biogénicos aceptables.
- **Combustión.** Proceso de oxidación rápida de materiales inorgánicos acompañados de liberación de energía en forma de calor y luz.
- **Concentración.** Cantidad relativa de una sustancia específica mezclada con otra generalmente más grande.
- **Contaminante atmosférico.** Sustancia en el aire que en alta concentración puede dañar al hombre, animales, vegetales o materiales. Estos contaminantes se pueden encontrar en forma de partículas sólidas, líquidas, gaseosas o combinadas.
- **Control de emisiones.** Conjunto de medidas tendentes a provocar la reducción en las emisiones de contaminantes al aire.
- **Emisión.** Descarga de contaminantes a la atmósfera provenientes de las diferentes fuentes de emisión tanto biogénicas como antropogénicas.
- **Factor de emisión.** Relación entre la cantidad de contaminante producida y la cantidad de materias primas procesadas o energía consumida.
- **Fuentes fijas.** Punto fijo de emisión de contaminantes en grandes cantidades, generalmente de origen industrial.

- **Fuentes móviles.** Cualquier máquina, aparato o dispositivo emisor de contaminantes a la atmósfera, al agua y al suelo que no tiene un lugar fijo. Se consideran fuentes móviles todos los vehículos automotores, barcos, aviones, etc.
- **Fuentes biogénicas.** Fuentes de emisión que son originadas por la actividad de la naturaleza, como por ejemplo las actividades biológicas, volcánicas, etc.
- **Inventario de emisiones.** Listado, por fuente, de la cantidad de contaminantes al aire que son descargados a la atmósfera de una región de interés. Es la columna vertebral de un programa de mejoramiento de calidad del aire.
- **Medio ambiente.** Conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos que propician la existencia, transformación y desarrollo de los organismos.
- **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.** Término utilizado para designar el propósito específico que se asigna a la ocupación o empleo de un terreno o área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- INE-SEMARNAT, 2005. Western Governors' Association. Guía de elaboración y uso de inventarios de emisiones. Mayo de 2005.
- INE-SEMARNAT, 2006. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental, North American Commission for Environmental Cooperation, United States Environmental Protection Agency, Western Governors' Association. Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999. Septiembre de 2006.
- INEGI, 2010. Censo general de población y vivienda para México–2005. Aguascalientes, México, 2006.
- INEGI, 2010. Geografía e Informática. Diccionario de datos edafológicos. México, D.F. 2012
- INEGI, 2009. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Consultada el 27 de agosto de 2009
- Radian International LLC, 1997. INE-SEMARNAP, USEPA, Western Governors' Association, 1997. Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Diciembre de 1997.

Sitios de Internet consultados:

Edafología: http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/edafologia/?c=527

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 hidrológica:

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/regiones_hidrologicas.cfm?c=519

Cuenca hidrológica:

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/cuencas_hidrologicas.cfm?c=520

Principales ríos:

http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/basicos/hidrologia/rios/principales_rios.cfm?c=521

Vegetación primaria:

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/vegetacion/?c=556

Usos de suelo y vegetación:

http://mapserver.inegi.gob.mx/map/datos_basicos/uso_suelo/?c=555

Fauna:

<http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/vegetaci.cf>
[m?c=591](http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/vegfauna/vegetaci.cf)

Calidad del aire: http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calair/aire_limpio.html;

http://www.ine.gob.mx/dgicurg/calair/cont_primarios.html

ANEXO 1. EMISIÓN DE CONTAMINANTES POR REGIÓN, DISTRITO Y MUNICIPIO DEL ESTADO DE OAXACA, 2011.

1. REGIÓN CAÑADA

1.1. Distrito Cuicatlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
19	Concepción Pápalo	81.86	15.37	0.84	150.44	1,497.54	1,691.13	26.53
24	Cuyamecalco Villa de Zaragoza	270.36	10.13	0.16	79.67	11.19	1,578.95	41.25
27	Chiquihuitlán de Benito Juárez	10.53	6.97	0.09	47.14	60.44	1,482.13	21.28
98	San Andrés Teotilápam	63.31	14.45	0.17	89.58	7.54	592.41	74.85
139	San Francisco Chapulapa	20.57	6.72	0.08	40.78	615.03	4,127.81	30.97
177	San Juan Bautista Cuicatlán	399.08	29.45	1.49	319.13	391.68	3,043.53	75.99
182	San Juan Bautista Tlacoatzintepec	15.64	7.86	0.08	43.60	11.05	60.47	29.64
220	San Juan Tepeuxila	161.66	9.88	0.32	80.25	37.19	1,844.13	14.79
276	San Miguel Santa Flor	23.10	2.39	0.03	15.28	24.15	712.02	12.25
311	San Pedro Jaltepetongo	6.80	2.35	0.26	12.01	431.69	1,113.96	7.39
313	San Pedro Jocotipac	100.63	2.66	0.04	16.74	24.22	652.28	6.32
326	San Pedro Sochiápam	56.30	27.78	1.44	236.99	173.79	1,710.74	49.08
330	San Pedro Teutila	93.22	12.73	0.16	86.29	26.57	114.53	50.66
355	Santa Ana Cuauhtémoc	53.75	2.13	0.02	13.66	241.98	1,043.50	10.48
425	Santa María Pápalo	46.99	6.85	0.10	47.70	109.84	503.61	16.70
436	Santa María Texcatitlán	13.83	3.32	0.04	21.58	41.32	1,350.28	5.22
438	Santa María Tlaxiactac	28.15	4.94	0.08	36.97	92.19	812.33	16.84
478	Santiago Nacaltepec	141.20	7.30	0.14	53.45	44.02	2,126.83	23.37
527	Santos Reyes Pápalo	13.87	10.78	0.66	87.39	67.30	1,505.27	7.94
558	Valerio Trujano	72.43	4.22	0.11	44.45	48.17	733.85	13.75

1.2. Distrito Teotitlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
29	Eloxochitlán de Flores Magón	139.36	31.40	2.52	301.42	234.20	441.10	64.31
40	Huauतेpec	165.53	19.05	0.20	114.91	34.07	452.23	85.76
41	Huautla de Jiménez	600.76	82.81	1.97	775.03	150.02	925.09	297.17
58	Mazatlán Villa de Flores	773.27	38.49	0.44	256.98	101.05	971.48	194.27
109	San Antonio Nanahuatípam	59.81	20.77	1.13	160.55	130.70	53.78	17.06
116	San Bartolomé Ayautla	67.92	12.79	0.13	79.70	201.16	1,112.89	40.77
142	San Francisco Huehuetlán	44.47	3.67	0.03	21.25	2.13	500.17	15.18
163	San Jerónimo Tecóatl	82.81	4.81	0.08	35.70	507.65	1,367.57	26.80
171	San José Tenango	238.53	60.65	0.65	364.28	64.89	798.71	379.90
187	San Juan Coatzacoapam	70.02	9.16	0.10	52.88	139.35	91.40	37.57
206	San Juan de los Cués	52.04	6.86	0.18	65.63	94.15	1,429.93	32.72
228	San Lorenzo Cuaunecuiltitla	17.56	2.16	0.02	14.36	99.98	305.13	6.74
234	San Lucas Zoquiápam	237.94	23.24	0.26	147.92	16.37	198.64	136.55
244	San Martín Toxpalan	115.23	18.72	1.36	184.54	27.54	222.16	47.74
249	San Mateo Yoloxochitlán	53.40	9.82	0.17	78.27	8.87	116.38	22.92
322	San Pedro Ocopetatlillo	28.99	2.88	0.03	16.34	80.84	3,944.93	14.30
354	Santa Ana Ateixtlahuaca	90.00	47.58	6.20	517.90	60.74	1,634.43	16.06
374	Santa Cruz Acatepec	39.34	4.26	0.05	27.88	94.74	477.33	17.04
396	Santa María la Asunción	30.88	9.17	0.11	62.95	247.40	988.30	35.22
406	Santa María Chilchotla	647.83	82.88	2.95	638.97	245.98	2,591.84	356.06
416	Santa María Ixcatlán	21.64	1.87	0.14	13.37	89.14	432.58	2.92
431	Santa María Tecomavaca	189.09	8.93	0.68	75.16	159.35	8,958.27	25.19
434	Santa María Teopoxco	143.59	13.23	0.18	94.59	925.61	1,297.74	49.03
490	Santiago Texcalcingo	77.49	9.09	0.12	61.79	798.44	406.87	39.71
545	Teotitlán de Flores Magón	159.61	33.97	1.53	421.23	95.49	438.22	91.06

2. REGIÓN COSTA

2.1. Distrito Jamiltepec

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
56	Mártires de Tacubaya	53.58	4.71	0.06	28.29	200.14	732.48	55.98
70	Pinotepa de Don Luis	227.65	18.39	0.36	161.28	14.01	444.13	49.39
82	San Agustín Chayuco	193.28	13.27	0.24	94.41	6.15	602.12	90.01
90	San Andrés Huaxpaltepec	231.61	16.76	0.44	161.98	36.15	159.45	72.15
111	San Antonio Tepetlapa	18.61	12.75	0.16	88.15	84.48	577.09	35.04
168	San José Estancia Grande	151.55	2.78	0.04	18.50	41.33	418.40	19.84
180	San Juan Bautista Lo de Soto	331.43	6.36	0.17	49.48	211.50	6,834.95	50.76
185	San Juan Cacahuatepec	33.14	24.35	0.71	252.07	74.95	920.31	111.66
188	San Juan Colorado	139.55	26.48	0.44	212.86	24.26	317.65	63.08
225	San Lorenzo	75.29	17.36	0.28	130.61	118.53	1,101.18	46.82
285	San Miguel Tlacamama	13.15	9.55	0.23	86.01	20.11	449.17	67.84
302	San Pedro Atoyac	29.68	14.00	0.21	99.82	479.04	3,871.67	48.97
312	San Pedro Jicayán	69.49	31.61	0.55	260.76	328.66	1,297.01	59.61
345	San Sebastián Ixcapa	17.34	11.16	0.25	101.99	922.52	2,470.26	79.83
367	Santa Catarina Mechoacán	174.12	13.14	0.20	100.60	43.43	729.28	36.89
402	Santa María Cortijo	249.76	3.28	0.05	20.60	53.50	43.86	36.64
414	Santa María Huazolotitlán	736.96	34.60	1.23	280.38	25.91	305.88	207.80
466	Santiago Ixtayutla	475.49	93.26	7.27	911.02	35.59	362.73	85.96
467	Santiago Jamiltepec	975.52	59.20	2.09	550.60	287.28	6,025.34	342.61
474	Santiago Llano Grande	726.02	9.75	0.30	72.73	106.72	622.55	92.46
482	Santiago Pinotepa Nacional	1,418.71	145.44	5.73	1,596.03	848.81	3,015.49	526.44
485	Santiago Tapextla	13.85	8.95	0.12	59.28	61.00	728.67	60.75
489	Santiago Tetepec	28.42	14.57	0.25	111.81	241.34	253.02	103.91
507	Santo Domingo Armenta	15.06	9.61	0.17	63.67	57.18	98.82	50.95

2.2. Distrito Juquila

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
153	San Gabriel Mixtepec	232.17	84.13	9.51	893.67	129.18	283.85	122.42
202	San Juan Lachao	110.22	58.48	5.35	608.42	152.95	747.53	94.52
213	San Juan Quiahije	58.54	30.97	2.60	348.08	127.56	892.31	36.04
272	San Miguel Panixtlahuaca	97.78	74.20	6.74	781.26	379.73	3,097.35	93.47
314	San Pedro Juchatengo	21.12	6.61	0.34	78.67	20.49	589.10	17.54
318	San Pedro Mixtepec -Dto. 22-	674.88	182.01	16.76	2,971.41	381.35	1,534.90	206.75
334	Villa de Tututepec de Melchor Ocampo	2,720.02	131.99	6.42	1,485.95	205.12	1,600.08	545.02
364	Santa Catarina Juquila	789.25	481.42	51.94	5,562.50	257.24	3,906.35	256.53
433	Santa María Temaxcaltepec	64.18	38.19	3.45	409.71	36.35	98.93	29.96
497	Santiago Yaitepec	77.57	66.06	2.31	591.30	33.76	711.69	25.92
526	Santos Reyes Nopala	206.11	47.72	0.92	400.79	129.08	988.64	156.16
543	Tataltepec de Valdés	96.39	17.63	0.27	123.42	80.45	712.45	120.60

2.3. Distrito Pochutla

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
12	Candelaria Loxicha	365.07	87.88	6.54	892.94	118.84	1,979.96	155.15
71	Pluma Hidalgo	217.33	14.14	0.23	87.46	13.89	319.13	157.98
85	San Agustín Loxicha	288.66	74.89	1.43	535.92	52.69	1,301.59	234.67
113	San Baltazar Loxicha	80.74	9.07	0.17	68.17	84.51	4,310.52	41.05
117	San Bartolomé Loxicha	38.53	7.97	0.11	50.92	42.64	341.53	48.96
253	San Mateo Piñas	251.18	17.88	0.94	127.42	15.17	66.13	130.61
266	San Miguel del Puerto	148.91	55.86	3.43	535.32	62.95	3,116.94	155.69
306	San Pedro el Alto	242.78	9.74	0.22	92.35	36.77	740.84	27.79
324	San Pedro Pochutla	535.62	148.95	8.19	1,998.85	243.03	1,486.93	248.57
366	Santa Catarina Loxicha	22.29	11.26	0.17	82.83	14.60	203.13	29.22
401	Santa María Colotepec	1,472.08	70.79	3.84	883.73	166.71	771.39	187.43
413	Santa María Huatulco	345.24	109.84	10.04	2,356.48	329.80	1,606.93	143.51
439	Santa María Tonameca	2,388.93	74.91	2.74	769.17	135.78	965.10	284.19
509	Santo Domingo de Morelos	306.87	35.68	0.70	267.94	20.09	1,199.08	71.64

3. REGIÓN ISTMO

3.1. Distrito Juchitán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
5	Asunción Ixtaltepec	1,883.91	43.11	2.47	600.43	147.76	433.58	235.86
10	El Barrio de la Soledad	1,235.84	391.90	2,378.84	1,515.93	1,318.97	459.85	87.33
14	Ciudad Ixtepec	1,336.43	75.72	5.48	1,285.35	272.61	1,733.62	63.12
25	Chahuities	311.80	33.74	1.12	361.51	60.81	735.21	33.83
30	El Espinal	612.38	25.33	1.96	482.06	80.74	794.11	97.00
43	Juchitán de Zaragoza	3,669.30	261.18	15.15	3,941.77	595.54	2,936.25	377.22
57	Matías Romero Avendaño	484.52	104.35	6.76	1,648.12	349.38	1,726.58	557.47
66	Santiago Niltepec	2,104.16	29.69	0.83	154.40	57.91	1,316.73	121.64
75	Reforma de Pineda	329.62	13.31	0.57	90.59	55.78	78.96	38.37
130	San Dionisio del Mar	815.40	15.74	0.81	144.19	70.51	1,054.30	51.47
141	San Francisco del Mar	3,610.09	26.14	0.45	160.52	77.93	1,048.04	102.89
143	San Francisco Ixhuatán	1,743.91	30.54	1.19	236.78	98.55	245.24	86.61
198	San Juan Guichicovi	413.49	86.38	2.49	727.80	125.36	861.95	403.02
265	San Miguel Chimalapa	496.80	42.51	2.79	387.13	152.43	1,611.69	95.82
327	San Pedro Tapanatepec	2,896.89	52.01	2.80	472.24	219.02	813.90	128.11
407	Santa María Chimalapa	1,072.02	764.45	85.81	8,731.22	292.82	1,032.75	275.51
427	Santa María Petapa	160.39	41.94	1.02	394.37	32.85	1,104.02	99.10
441	Santa María Xadani	759.90	23.08	0.50	187.00	102.82	949.91	45.82
505	Santo Domingo Ingenio	1,238.15	39.42	1.43	242.08	74.44	496.70	73.57
513	Santo Domingo Petapa	136.20	27.52	0.75	237.07	96.92	534.19	149.37
525	Santo Domingo Zanatepec	2,825.74	39.56	1.09	306.37	55.92	818.99	198.90
557	Unión Hidalgo	993.81	42.23	1.62	539.03	44.54	1,828.56	92.61

3.2. Distrito Tehuantepec

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
36	Guevea de Humboldt	179.13	19.73	0.28	121.93	52.17	262.12	118.05
52	Magdalena Tequisistlán	760.29	158.91	18.17	1,784.45	92.31	771.60	84.90
53	Magdalena Tlacotepec	235.09	4.52	0.16	45.57	11.91	101.40	10.46
79	Salina Cruz	3,004.31	1,854.76	46,869.62	5,818.15	5,782.69	3,425.94	229.50
124	San Blas Atempa	1,570.33	54.89	1.44	547.39	45.61	1,512.36	73.12
248	San Mateo del Mar	404.94	38.06	0.72	312.16	37.16	1,770.00	147.09
282	San Miguel Tenango	7.08	3.12	0.05	18.67	388.83	559.19	13.57
305	San Pedro Comitancillo	594.87	14.92	0.97	182.12	371.55	31,222.52	29.22
307	San Pedro Huamelula	1,164.12	28.30	0.63	253.63	53.81	1,451.67	64.87
308	San Pedro Huilotepec	196.69	9.37	0.22	79.22	34.42	239.68	15.97
412	Santa María Guienagati	375.79	12.06	0.23	90.25	19.46	180.91	40.10
418	Santa María Jalapa del Marqués	1,460.51	35.43	1.62	471.75	68.23	536.45	97.21
421	Santa María Mixtequilla	393.73	13.46	0.57	168.06	289.18	679.33	39.15
440	Santa María Totolapilla	146.74	3.10	0.07	24.86	128.20	3,265.98	5.95
453	Santiago Astata	451.38	10.69	0.32	119.51	35.84	118.38	26.89
470	Santiago Lachiguiri	99.89	17.31	0.25	108.89	55.64	1,275.66	134.35
472	Santiago Laollaga	350.84	10.89	0.34	113.52	81.04	543.65	20.01
508	Santo Domingo Chihuitán	287.26	7.11	0.16	53.28	82.51	724.91	17.21
515	Santo Domingo Tehuantepec	3,127.28	288.18	23.00	3,798.53	353.57	6,317.65	289.57

4. REGIÓN MIXTECA

4.1. Distrito Coixtlahuaca

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
18	Concepción Buenavista	26.89	3.66	0.08	16.70	91.39	2,791.06	41.29
47	Santa Magdalena Jicotlán	2.47	0.72	0.00	1.73	27.94	81.40	6.37
129	San Cristóbal Suchixtlahuaca	101.89	2.20	0.08	9.93	34.80	394.72	22.47
151	San Francisco Teopan	4.95	1.85	0.02	7.42	7.16	1,035.48	15.49
176	San Juan Bautista Coixtlahuaca	525.85	11.35	0.31	87.69	20.41	130.47	98.20
256	San Mateo Tlapiltepec	60.78	1.04	0.01	4.36	340.79	1,485.75	8.93
283	San Miguel Tequixtepec	53.81	4.79	0.06	22.71	10.20	124.13	39.02
287	San Miguel Tulancingo	28.98	1.35	0.04	8.71	391.79	350.26	5.40
422	Santa María Nativitas	180.43	138.02	16.65	1,552.72	91.63	131.88	36.45
464	Santiago Ihuitlán Plumas	126.50	2.77	0.06	10.60	114.95	269.36	12.73
488	Santiago Tepetlapa	48.28	0.72	0.00	2.51	13.15	134.53	3.13
548	Tepelmeme Villa de Morelos	117.18	8.84	0.12	41.33	7.85	470.10	99.72
552	Tlacotepec Plumas	84.43	2.95	0.03	9.56	36.14	1,559.05	9.92

4.2. Distrito Huajuapam

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
4	Asunción Cuyotepeji	4.39	2.95	0.07	28.37	65.89	2,724.93	16.02
22	Cosoltepec	19.49	2.65	0.06	19.85	12.73	1,170.62	40.62
32	Fresnillo de Trujano	187.68	3.10	0.04	20.00	24.43	922.12	29.79
39	Heroica Ciudad de Huajuapam de León	632.64	187.01	12.44	3,541.19	497.51	4,388.52	307.03
55	Mariscal de Juárez	260.64	11.75	0.32	102.22	26.47	884.72	69.27
89	San Andrés Dincuiti	38.81	7.11	0.21	67.51	32.69	383.07	31.70
160	San Jerónimo Silacayoapilla	30.59	4.04	0.17	51.12	49.10	1,664.82	35.16
164	San Jorge Nuchita	172.15	8.89	0.23	79.11	5.04	83.07	15.78
165	San José Ayuquila	145.83	4.87	0.08	35.16	49.40	827.12	35.01
181	San Juan Bautista Suchitepec	14.75	1.34	0.03	7.84	100.25	8,276.95	13.17
237	San Marcos Arteaga	54.96	4.93	0.19	57.66	17.38	721.65	26.12
245	San Martín Zacatepec	56.49	3.78	0.09	25.95	90.13	1,884.05	17.88
261	San Miguel Amatitlán	369.73	22.48	0.40	173.27	41.91	927.63	117.29
340	San Pedro y San Pablo Tequixtepec	55.21	5.89	0.18	53.29	42.89	126.63	76.20
352	San Simón Zahuatlán	13.51	10.74	0.15	81.87	77.66	342.73	22.68
373	Santa Catarina Zapouquila	65.22	1.30	0.01	8.34	52.17	48.16	9.24
381	Santa Cruz Tacache de Mina	113.09	7.67	0.23	82.48	193.87	658.70	38.23
400	Santa María Camotlán	24.05	4.67	0.19	57.19	23.84	197.28	20.28
455	Santiago Ayuquillilla	293.53	7.89	0.15	67.12	56.29	309.69	58.58
456	Santiago Cacaloxtotec	5.96	4.57	0.13	51.22	32.33	125.64	15.50
459	Santiago Chazumba	177.81	13.68	0.28	113.62	127.57	318.02	139.05
462	Santiago Huajolotitlán	66.68	12.95	0.55	156.78	80.33	1,784.63	60.68
476	Santiago Miltepec	21.59	1.26	0.01	8.19	20.48	326.81	6.01
520	Santo Domingo Tonalá	516.89	20.85	0.76	215.11	46.53	771.26	106.37
524	Santo Domingo Yodohino	2.93	1.34	0.03	9.65	10.62	15.00	2.71
529	Santos Reyes Yucuná	11.56	3.65	0.04	24.75	95.46	5,429.11	9.42
549	Tezoatlán de Segura y Luna	313.63	42.60	1.30	383.45	248.82	2,836.64	128.44
568	Zapotitlán Palmas	123.52	28.80	3.24	331.77	222.47	2,884.34	20.66

4.3. Distrito Juxtlahuaca

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
16	Coicoyán de las Flores	200.39	120.34	11.67	1,246.87	74.12	758.92	131.22
208	San Juan Mixtepec -Dto. 08-	755.96	28.39	0.64	220.59	66.44	1,636.40	158.28
242	San Martín Peras	103.69	31.00	0.77	283.99	248.83	450.36	110.43
286	San Miguel Tlacotepec	179.77	8.78	0.28	103.70	24.00	1,233.75	49.41
348	San Sebastián Tecomaxtlahuaca	247.07	25.98	1.00	289.93	20.54	519.27	104.41
469	Santiago Juxtlahuaca	834.28	429.37	44.17	4,893.16	228.67	1,820.82	332.28
528	Santos Reyes Tepejillo	64.08	3.88	0.17	47.38	1,598.25	773.31	11.72

4.4. Distrito Nochixtlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
6	Asunción Nochixtlán	511.66	63.92	4.10	967.92	101.95	1,761.25	150.13
46	Magdalena Jaltepec	243.15	14.64	0.54	135.13	50.55	1,412.22	88.21
54	Magdalena Zahuatlán	22.33	2.70	0.08	18.23	50.94	869.21	8.01
94	San Andrés Nuxiño	86.71	6.12	0.11	48.17	44.24	1,722.05	13.97
96	San Andrés Sinaxtla	75.28	6.59	0.50	42.89	362.36	10,070.94	18.22
140	San Francisco Chindúa	22.40	4.62	0.14	29.29	17.84	281.11	16.70
144	San Francisco Jaltepetongo	26.41	4.68	0.14	37.36	17.22	30.62	42.61
147	San Francisco Nuxaño	13.65	1.67	0.02	7.23	106.29	1,599.78	10.01
195	San Juan Diuxi	112.34	3.66	0.07	29.67	3.39	703.17	18.65
215	San Juan Sayultepec	48.46	5.33	0.33	35.33	43.02	121.78	13.38
217	San Juan Tamazola	373.48	12.33	0.22	77.06	27.11	178.37	80.22
224	San Juan Yucuita	99.54	5.77	0.28	34.08	94.92	52.43	20.51
250	San Mateo Etlatongo	53.03	5.24	0.15	37.91	305.20	2,134.42	16.12
255	San Mateo Sindihui	54.24	7.18	0.11	50.80	37.97	678.43	33.13
264	San Miguel Chichahua	95.87	7.64	0.22	71.56	33.89	3,269.22	36.48
270	San Miguel Huautla	50.90	5.06	0.07	30.22	10.92	471.38	23.70
274	San Miguel Piedras	85.51	4.16	0.06	26.90	35.47	3,647.10	25.88
281	San Miguel Tecomatlán	13.99	1.53	0.04	10.06	114.33	625.42	6.61
304	San Pedro Coxcaltepec Cántaros	100.44	2.22	0.08	21.14	85.96	1,216.97	20.02
329	San Pedro Teozacoalco	93.84	5.06	0.06	26.76	373.43	4,246.39	18.87
331	San Pedro Tidaá	26.97	3.32	0.08	22.43	40.28	636.41	6.87
395	Santa María Apazco	100.29	7.02	0.09	40.90	400.91	3,049.73	30.64
404	Santa María Chachoápam	114.59	5.35	0.31	39.45	16.49	848.31	28.39
451	Santiago Apoala	78.14	4.26	0.06	23.22	238.05	1,353.05	22.34
463	Santiago Huaucilla	58.84	3.95	0.34	19.42	171.56	3,602.12	18.78
492	Santiago Tilantongo	344.97	12.32	0.47	112.68	14.43	2,100.53	82.61
493	Santiago Tillo	58.69	4.61	0.22	25.17	27.61	3,236.35	11.29
511	Santo Domingo Nuxaá	59.58	11.93	0.18	85.57	28.27	2,976.00	37.30
523	Santo Domingo Yanhuatlán	129.57	8.35	0.41	69.09	37.61	47.15	44.90
562	Magdalena Yodocono de Porfirio Díaz	33.18	4.62	0.16	49.42	38.36	991.40	10.37
564	Yutanduchi de Guerrero	118.36	5.19	0.05	24.92	20.82	271.67	7.31
569	Santa Inés de Zaragoza	13.60	6.30	0.13	50.55	244.27	13,780.11	41.25

4.5. Distrito Silacayoapam

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
11	Calihualá	22.80	3.78	0.06	23.78	298.37	2,755.47	16.26
34	Guadalupe de Ramírez	35.23	4.44	0.15	51.69	58.75	1,131.80	27.62
65	Ixpantepec Nieves	93.09	3.69	0.18	52.91	46.23	311.81	18.73
81	San Agustín Atenango	117.36	7.44	0.21	59.17	136.94	3,173.50	40.71
99	San Andrés Tepetlapa	25.48	1.31	0.02	8.88	57.21	563.98	13.21
152	San Francisco Tlapancingo	39.17	6.72	0.12	47.70	47.51	367.61	17.70
183	San Juan Bautista Tlachichilco	42.15	4.01	0.06	29.70	6.22	327.83	17.80
186	San Juan Cieneguilla	28.41	2.04	0.03	11.39	50.72	32.86	11.27
199	San Juan Ihualtepec	57.46	6.25	0.46	60.19	37.48	330.34	20.90
230	San Lorenzo Victoria	61.45	3.02	0.08	20.89	53.37	1,754.02	12.56
251	San Mateo Nejápam	9.27	3.39	0.04	22.24	80.74	41.27	13.59
259	San Miguel Ahuehuetitlán	102.13	6.94	0.10	48.92	10.61	188.95	25.82
290	San Nicolás Hidalgo	48.12	2.97	0.06	20.04	48.60	1,836.26	14.81
376	Santa Cruz de Bravo	16.62	1.01	0.02	7.36	31.27	347.12	6.67
461	Santiago del Río	20.16	2.24	0.10	19.49	4.39	1,727.26	34.88
484	Santiago Tamazola	225.17	12.32	0.26	106.95	254.38	1,464.74	62.43
501	Santiago Yucuyachi	87.59	2.74	0.08	28.79	58.84	468.29	9.07
537	Silacayoápam	261.81	23.02	1.03	234.86	134.87	800.98	114.88
567	Zapotitlán Lagunas	361.70	10.79	0.15	59.28	338.01	2,465.04	77.15

4.6. Distrito Teposcolula

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
93	San Andrés Lagunas	154.82	2.55	0.04	12.35	33.95	998.50	25.85
105	San Antonino Monte Verde	149.44	21.07	0.38	157.05	32.47	175.01	58.66
106	San Antonio Acutla	123.67	1.18	0.01	5.56	71.02	394.05	9.77
121	San Bartolo Soyaltepec	138.96	3.67	0.18	27.60	51.32	525.60	31.36
221	San Juan Teposcolula	74.77	5.60	0.18	50.73	30.35	62.87	33.01
321	San Pedro Nopala	5.06	2.72	0.05	18.79	78.54	1,953.29	37.78
332	San Pedro Topiltepec	18.84	1.93	0.06	9.48	29.53	60.23	16.06
339	San Pedro y San Pablo Teposcolula	287.78	12.60	0.66	176.41	79.13	450.99	33.96
341	San Pedro Yucunama	67.52	0.93	0.02	5.50	26.52	259.96	3.98
346	San Sebastián Nicananduta	62.56	4.83	0.23	60.81	28.61	60.88	11.32
405	Villa de Chilapa de Díaz	217.52	5.24	0.31	83.04	78.64	3,520.85	20.41
423	Santa María Nduayaco	54.85	2.01	0.05	14.95	189.60	74.15	15.50
479	Santiago Nejapilla	2.14	0.90	0.01	4.16	24.38	5.87	2.96
486	Villa Tejúpam de la Unión	214.91	11.90	0.36	80.10	11.24	189.73	66.98
499	Santiago Yolomécatl	85.80	5.86	0.33	87.75	48.43	69.55	20.07
518	Santo Domingo Tlatayápam	7.43	0.60	0.04	6.00	14.52	393.14	2.27
521	Santo Domingo Tonaltepec	2.35	1.05	0.04	11.16	20.87	230.01	14.32
536	San Vicente Nuñú	59.24	1.70	0.02	9.47	43.80	1,231.87	9.72
540	Villa de Tamazulápam del Progreso	260.98	20.76	1.00	285.89	65.76	2,018.22	65.35
547	Teotongo	233.46	3.77	0.22	36.90	122.41	1,591.96	21.13
556	La Trinidad Vista Hermosa	44.07	0.64	0.04	7.53	37.91	932.56	4.86

4.7. Distrito Tlaxiaco

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
26	Chalcatongo de Hidalgo	270.36	27.91	1.12	326.96	83.12	452.01	110.71
50	Magdalena Peñasco	105.09	10.43	0.31	113.49	56.14	658.41	36.59
86	San Agustín Tlacotepec	44.39	2.70	0.11	34.69	80.96	1,595.38	36.13
110	San Antonio Sinicahua	10.45	4.74	0.09	39.43	155.76	1,144.34	31.30
119	San Bartolomé Yucuañe	71.44	45.43	4.76	521.49	66.40	764.65	9.27
127	San Cristóbal Amoltepec	78.37	3.81	0.07	28.26	20.59	2,155.65	18.10
133	San Esteban Atlatlahuca	98.22	11.93	0.21	94.34	62.06	638.78	56.45
172	San Juan Achiutla	27.97	1.47	0.04	14.04	219.24	10,790.78	9.03
210	San Juan Ñumí	386.16	22.17	0.38	159.78	47.03	3,978.73	60.76
218	San Juan Teita	37.54	2.00	0.02	11.61	17.83	274.65	10.86
239	San Martín Huamelúlpam	124.30	3.85	0.12	37.92	34.97	30.42	16.96
240	San Martín Itunyoso	59.52	7.31	0.12	55.96	122.38	849.02	28.14
252	San Mateo Peñasco	61.25	11.06	0.80	104.10	37.20	635.73	21.32
258	San Miguel Achiutla	65.01	4.76	0.28	40.60	17.82	1,080.40	11.81
269	San Miguel el Grande	232.36	13.62	0.61	176.14	16.92	2,462.49	59.71
297	San Pablo Tlaxtepec	74.65	7.49	0.11	52.33	54.48	1,051.63	26.67
317	San Pedro Mártir Yucuxaco	135.55	4.49	0.13	41.46	68.75	956.66	20.08
320	San Pedro Molinos	34.70	2.42	0.08	20.06	13.59	3,191.93	8.34
370	Santa Catarina Tayata	98.48	2.35	0.08	21.03	12.08	261.25	13.35
371	Santa Catarina Ticuá	61.35	2.96	0.09	29.77	391.37	12,180.74	22.68
372	Santa Catarina Yosonotú	95.86	9.56	0.47	89.51	679.41	1,362.79	28.64
379	Santa Cruz Nundaco	67.31	8.98	0.32	97.58	68.20	841.59	26.92
382	Santa Cruz Tacahua	30.99	3.63	0.04	21.90	157.51	467.21	19.48
383	Santa Cruz Tayata	63.52	2.72	0.03	11.69	14.38	84.07	17.47
397	Heroica Ciudad de Tlaxiaco	924.16	109.25	7.78	2,032.70	256.86	2,318.28	177.53
408	Santa María del Rosario	13.81	1.62	0.02	10.89	14.18	3,924.67	9.46
430	Santa María Tataltepec	68.69	47.12	5.00	544.92	106.40	818.77	10.40
444	Santa María Yolotepec	2.72	1.51	0.04	11.76	38.39	376.91	4.16
445	Santa María Yosoyúa	34.26	5.81	0.12	48.42	24.56	581.56	22.90
446	Santa María Yucuhiti	104.31	19.86	0.45	172.22	89.78	380.51	74.17
480	Santiago Nundiche	157.69	3.85	0.05	21.22	20.66	409.91	21.10
481	Santiago Nuyoó	76.32	8.14	0.11	49.03	16.44	648.30	52.19
500	Santiago Yosondúa	257.90	24.03	0.65	231.16	71.08	266.94	112.41
510	Santo Domingo Ixcatlán	45.05	2.52	0.03	16.44	16.73	80.13	11.28
532	Santo Tomás Ocotepec	213.50	13.07	0.26	106.65	44.18	3,621.28	48.26

5. REGIÓN PAPALOAPAN

5.1. Distrito Choapan

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
189	San Juan Comaltepec	195.45	113.18	11.47	1,282.29	92.89	1,559.11	26.63
205	San Juan Lalana	900.96	60.58	0.98	406.76	58.51	755.81	204.24
212	San Juan Petlapa	22.61	8.81	0.08	52.34	61.41	1,241.58	15.49
460	Santiago Choápam	303.18	199.35	26.27	2,086.17	120.80	389.87	67.29
468	Santiago Jocotepec	473.18	296.12	37.18	3,057.52	178.65	2,346.93	248.99
498	Santiago Yaveo	1,317.70	51.05	3.22	416.95	77.56	1,255.60	267.82

5.2. Distrito Tuxtepec

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
2	Acatlán de Pérez Figueroa	4,421.93	1,801.18	306.51	8,443.53	900.74	4,059.61	380.09
9	Ayotzintepec	398.49	214.45	23.92	2,346.07	142.95	669.82	86.96
21	Cosolapa	1,003.16	591.99	866.92	3,524.68	264.49	1,186.38	138.05
44	Loma Bonita	2,074.68	249.12	17.28	2,403.78	238.01	1,264.40	404.60
134	San Felipe Jalapa de Díaz	189.41	78.93	1.37	623.67	35.60	1,423.40	154.23
136	San Felipe Usila	270.38	79.87	5.03	731.22	47.34	337.91	113.71
166	San José Chiltepec	476.50	231.42	14.58	2,121.48	149.37	1,501.31	100.40
169	San José Independencia	77.21	10.65	0.13	68.55	174.52	130.69	31.01
184	San Juan Bautista Tuxtepec	6,137.99	2,646.47	4,912.74	12,319.01	1,910.28	6,036.33	917.38
232	San Lucas Ojitlán	511.99	268.49	21.49	2,752.73	132.47	778.93	284.34
278	San Miguel Soyaltepec	1,824.06	723.87	33.34	5,751.83	241.60	1,595.14	342.16
309	San Pedro Ixcatlán	54.29	29.42	0.49	228.88	50.73	308.49	92.06
417	Santa María Jacatepec	318.30	209.08	19.06	2,239.75	80.97	798.63	126.86
559	San Juan Bautista Valle Nacional	680.96	343.16	33.89	3,794.59	523.75	5,830.27	184.60

6. REGIÓN SIERRA NORTE

6.1. Distrito Ixtlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
1	Abejones	60.86	2.97	0.14	38.15	24.12	541.90	3.62
35	Guelatao de Juárez	27.65	1.60	0.13	35.02	22.36	816.94	2.39
42	Ixtlán de Juárez	304.21	126.29	15.28	1,405.43	93.63	379.56	78.79
62	Natividad	7.54	1.53	0.08	22.74	48.42	1,481.47	0.97
173	San Juan Atepec	104.53	4.40	0.14	47.42	341.91	1,552.22	4.85
191	San Juan Chicomezúchil	51.03	2.44	0.16	21.55	9.02	2,300.36	3.79
196	San Juan Evangelista Analco	27.87	1.19	0.06	17.41	30.14	134.33	0.93
214	San Juan Quiotepec	26.68	5.79	0.23	72.23	13.62	1,604.32	15.52
247	Capulálpam de Méndez	24.36	4.56	0.29	78.05	61.54	684.07	5.77
260	San Miguel Aloápam	135.88	40.66	5.53	462.35	34.12	126.88	12.91
262	San Miguel Amatlán	125.54	3.00	0.20	49.88	4.60	752.48	6.52
267	San Miguel del Río	14.49	0.81	0.03	8.02	206.57	2,504.56	0.77
288	San Miguel Yotao	26.18	1.84	0.02	11.40	106.03	6,146.85	5.44
296	San Pablo Macuilianguis	60.05	2.62	0.12	34.16	21.38	1,674.21	3.79
335	San Pedro Yaneri	5.69	3.31	0.07	26.15	668.63	2,215.46	8.06
336	San Pedro Yólox	87.37	6.32	0.24	71.01	25.12	1,322.87	17.59
359	Santa Ana Yareni	73.69	2.19	0.11	31.00	77.57	1,156.37	6.59
363	Santa Catarina Ixtepeji	224.90	7.77	0.46	121.32	60.53	1,307.08	11.66
365	Santa Catarina Lachatao	236.79	4.64	0.22	55.61	23.40	586.31	8.70
419	Santa María Jaltianguis	58.46	1.72	0.10	25.44	21.90	323.39	3.66
443	Santa María Yavesía	16.79	1.38	0.06	16.23	58.61	3,720.35	1.49
458	Santiago Comaltepec	412.04	8.70	0.84	99.61	1,144.54	5,848.44	12.01
473	Santiago Laxopa	99.08	4.75	0.15	39.52	1.75	415.09	11.85
496	Santiago Xiacuí	37.25	6.90	0.31	75.92	45.36	1,565.46	7.22
504	Nuevo Zoquiápam	68.01	4.77	0.35	84.17	88.22	723.45	6.97
544	Teococuilco de Marcos Pérez	60.89	3.97	0.32	66.60	171.85	1,249.68	4.44

6.2. Distrito Mixe

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
3	Asunción Cacalotepec	23.97	8.25	0.12	56.11	28.37	68.36	9.21
31	Tamazulápam del Espíritu Santo	177.88	20.69	0.49	189.15	88.44	843.01	26.91
60	Mixistlán de la Reforma	104.49	8.08	0.13	62.00	121.29	1,815.96	10.07
190	San Juan Cotzocón	727.16	72.02	2.49	666.62	123.67	1,454.15	510.32
207	San Juan Mazatlán	317.62	53.57	1.17	421.70	53.32	741.36	392.68
231	San Lucas Camotlán	14.87	9.27	0.11	59.18	22.24	75.33	12.55
275	San Miguel Quetzaltepec	51.26	23.50	0.33	161.62	42.02	259.87	44.20
323	San Pedro Ocoatepec	12.89	7.04	0.09	43.89	51.80	2,747.65	12.07
337	San Pedro y San Pablo Ayutla	309.37	47.63	4.69	528.84	36.63	709.75	27.06
394	Santa María Alotepec	59.75	10.70	0.14	63.03	34.66	507.79	23.94
435	Santa María Tepantlali	17.36	10.15	0.18	82.21	100.30	1,155.08	5.37
437	Santa María Tlahuitoltepec	282.70	28.72	0.87	250.16	134.82	2,359.87	69.89
454	Santiago Atitlán	34.03	17.10	0.92	141.10	45.41	379.84	23.78
465	Santiago Ixcuintepec	32.92	5.76	0.05	29.62	5.10	74.97	17.86
502	Santiago Zacatepec	229.82	18.26	0.22	114.70	119.23	454.36	52.78
517	Santo Domingo Tepuxtepec	57.42	14.84	0.30	126.54	8.77	659.70	10.71
554	Totontepec Villa de Morelos	218.45	110.39	14.53	1,111.44	73.41	401.96	40.78

6.3. Distrito Villa Alta

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
38	Villa Hidalgo	140.53	5.56	0.13	55.38	42.20	521.21	5.32
97	San Andrés Solaga	98.79	4.93	0.10	41.21	19.35	609.99	9.67
100	San Andrés Yaá	38.83	1.63	0.02	10.31	50.12	207.48	2.58
114	San Baltazar Yatzachi el Bajo	51.93	1.87	0.04	14.98	45.70	1,535.41	3.81
120	San Bartolomé Zoogocho	21.61	0.95	0.01	6.85	104.24	416.28	1.73
128	San Cristóbal Lachirioag	41.11	3.74	0.10	37.40	65.43	305.90	4.84
138	San Francisco Cajonos	72.26	9.01	0.87	104.37	73.02	24.91	2.79
156	San Ildefonso Villa Alta	83.56	11.46	0.25	96.39	46.33	1,111.64	20.79
201	San Juan Juquila Vijanos	41.46	5.55	0.09	39.97	48.45	320.35	14.40
216	San Juan Tabaá	40.54	3.87	0.06	27.04	82.57	2,759.26	4.74
222	San Juan Yacé	85.69	4.66	0.06	29.80	151.32	7,318.96	9.98
223	San Juan Yatzona	34.58	16.75	2.20	170.65	133.78	843.91	6.06
246	San Mateo Cajonos	70.70	6.64	0.65	68.45	10.57	1,805.69	2.76
257	San Melchor Betaza	100.43	3.39	0.04	21.90	53.69	179.89	6.43
280	Villa Talea de Castro	235.13	7.54	0.16	60.15	40.19	470.60	11.89
299	San Pablo Yaganiza	98.24	15.94	1.75	182.91	46.65	251.50	4.40
303	San Pedro Cajonos	24.68	7.54	0.70	85.64	36.89	93.66	3.86
432	Santa María Temaxcalapa	17.81	13.08	1.19	132.26	50.45	247.03	5.68
442	Santa María Yalina	1.24	0.97	0.04	9.75	34.03	131.60	1.18
457	Santiago Camotlán	42.72	17.11	0.71	134.05	67.88	246.13	31.58
471	Santiago Lalopa	39.10	1.54	0.02	10.17	43.35	1,419.85	3.08
503	Santiago Zoochila	23.76	1.00	0.01	6.93	24.85	39.91	1.65
514	Santo Domingo Roayaga	12.28	3.22	0.04	20.14	2.80	28.22	7.22
522	Santo Domingo Xagacía	35.54	9.91	0.92	98.60	18.53	217.84	5.07
541	Tanetze de Zaragoza	73.63	11.83	0.81	116.81	187.81	7,099.74	8.29

7. REGIÓN SIERRA SUR

7.1. Distrito Miahuatlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
59	Miahuatlán de Porfirio Díaz	1,452.13	145.06	7.73	2,140.92	250.42	1,352.86	333.88
61	Monjas	99.24	8.00	0.43	106.80	57.54	182.11	35.91
95	San Andrés Paxtlán	19.22	10.77	0.29	105.75	23.85	509.70	20.83
126	San Cristóbal Amatlán	98.00	25.04	1.27	226.56	41.18	236.51	38.41
146	San Francisco Logueche	153.23	8.12	0.11	55.14	154.14	477.71	28.67
148	San Francisco Ozolotepec	8.88	5.75	0.08	38.04	81.99	72.58	18.90
154	San Ildefonso Amatlán	21.98	7.33	0.22	74.47	140.88	819.71	30.18
159	San Jerónimo Coatlán	133.12	23.30	1.03	209.59	102.38	158.99	54.16
167	San José del Peñasco	46.07	7.15	0.21	68.48	8.51	712.30	26.71
170	San José Lachiguiri	294.12	10.24	0.23	92.59	4.27	105.31	45.04
209	San Juan Mixtepec -Dto. 26-	3.03	1.74	0.02	12.90	3.58	24.65	10.80
211	San Juan Ozolotepec	215.50	9.29	0.13	64.54	44.17	915.50	29.26
235	San Luis Amatlán	575.37	16.09	0.32	104.55	146.00	1,640.09	119.35
236	San Marcial Ozolotepec	75.06	4.69	0.05	28.95	13.03	38.40	6.53
254	San Mateo Río Hondo	173.25	30.93	3.32	325.39	39.16	1,700.56	37.57
263	San Miguel Coatlán	47.84	15.56	0.97	126.51	68.93	871.59	44.26
279	San Miguel Suchixtepec	150.13	7.94	0.25	87.21	18.07	181.64	9.51
289	San Nicolás	105.01	4.01	0.16	44.42	459.23	2,743.02	39.26
291	San Pablo Coatlán	76.07	13.44	0.26	102.12	120.36	1,226.57	37.83
319	San Pedro Mixtepec -Dto. 26-	34.41	9.75	0.12	30.28	35.65	42.64	3.65
344	San Sebastián Coatlán	156.81	33.91	4.28	320.73	35.97	708.59	28.36
347	San Sebastián Río Hondo	243.92	11.07	0.36	108.81	190.83	443.87	18.23
351	San Simón Almolongas	177.09	7.85	0.37	102.13	192.65	145.92	41.19
353	Santa Ana	144.58	6.26	0.26	70.87	19.21	51.81	31.94
362	Santa Catarina Cuixtla	96.82	9.83	0.73	116.11	90.38	547.02	11.22
384	Santa Cruz Xitla	225.28	12.85	0.56	157.27	122.60	1,841.03	46.65
391	Santa Lucía Miahuatlán	107.43	9.31	0.17	79.76	392.86	1,697.95	31.44
424	Santa María Ozolotepec	422.98	12.18	0.19	86.26	275.64	31,822.17	36.32
495	Santiago Xanica	99.10	30.64	3.10	287.93	27.17	453.17	41.90
512	Santo Domingo Ozolotepec	38.55	2.76	0.04	17.46	19.30	87.28	5.12
533	Santo Tomás Tamazulapan	58.88	6.79	0.26	80.19	29.82	1,164.83	20.45
538	Sitio de Xitlapehua	99.90	2.99	0.06	18.36	5.95	20.23	17.48

7.2. Distrito Putla

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
20	Constancia del Rosario	120.30	73.30	6.99	827.08	209.89	2,934.92	25.03
37	Mesones Hidalgo	81.35	16.22	0.60	152.58	71.53	306.56	40.59
73	Putla Villa de Guerrero	555.71	135.27	7.36	1,578.90	137.06	2,588.84	180.63
76	La Reforma	303.61	183.12	20.62	2,081.77	245.22	3,523.97	51.62
88	San Andrés Cabecera Nueva	45.62	8.81	0.25	86.16	24.84	2,320.83	49.80
300	San Pedro Amuzgos	24.40	18.13	0.33	156.00	78.58	1,900.55	46.94
377	Santa Cruz Itundujia	227.24	30.82	0.72	278.42	166.30	974.41	102.85
392	Santa Lucía Monteverde	255.81	66.79	5.11	645.03	62.26	847.53	116.91
415	Santa María Ipalapa	67.71	16.25	0.34	131.01	23.72	851.04	51.82
447	Santa María Zacatepec	231.00	103.27	7.72	1,151.34	97.08	589.85	160.37

7.3. Distrito Sola de Vega

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
137	San Francisco Cahuacúa	102.73	10.93	0.14	70.29	23.39	314.93	69.34
149	San Francisco Sola	87.99	42.26	4.21	479.79	61.50	841.26	28.51
155	San Ildefonso Sola	31.05	3.10	0.03	17.94	173.82	1,720.63	16.46
158	San Jacinto Tlacotepec	71.18	7.45	0.17	60.90	58.23	1,182.70	24.00
229	San Lorenzo Texmelúcan	87.81	20.29	0.31	151.31	175.24	2,880.19	43.38
277	Villa Sola de Vega	528.19	67.58	4.61	687.81	44.16	611.34	184.66
386	Santa Cruz Zenzontepec	825.50	53.71	0.85	392.69	17.81	779.24	201.62
420	Santa María Lachixío	44.00	5.73	0.10	41.84	34.60	477.90	15.20
429	Santa María Sola	42.60	6.39	0.10	37.54	15.80	435.51	31.73
448	Santa María Zaniza	43.62	6.27	0.06	37.88	72.10	2,760.58	9.76
450	Santiago Amoltepec	53.16	33.28	0.39	234.80	5.67	396.06	103.01
477	Santiago Minas	105.28	5.44	0.12	41.06	6.23	63.68	37.82
491	Santiago Textitlán	109.55	12.35	0.28	105.94	79.84	281.84	32.11
516	Santo Domingo Teojomulco	131.89	13.52	0.38	129.87	10.24	1,393.98	53.44
535	San Vicente Lachixío	55.56	9.04	0.19	73.42	82.92	729.08	49.61
566	Zapotitlán del Río	101.81	12.70	0.15	66.19	125.41	1,521.44	95.99

7.4. Distrito Yautepec

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
8	Asunción Tlacolulita	52.76	3.22	0.05	19.24	16.35	401.32	11.64
64	Nejapa de Madero	515.95	30.69	1.53	305.28	561.68	3,021.91	75.41
74	Santa Catarina Quioquitani	39.19	2.33	0.09	15.62	89.63	3,614.04	3.34
122	San Bartolo Yautepec	78.96	2.34	0.05	18.50	22.47	155.14	4.31
125	San Carlos Yautepec	617.68	50.65	2.09	439.20	202.45	564.19	106.79
200	San Juan Juquila Mixes	186.13	123.77	14.75	1,338.48	51.15	1,026.02	35.24
204	San Juan Lajarcia	164.47	2.74	0.05	19.46	13.56	1,251.97	5.82
316	San Pedro Mártir Quiechapa	96.00	2.70	0.06	19.94	3.94	507.32	7.36
357	Santa Ana Tavela	146.38	3.06	0.05	17.31	27.79	317.25	11.84
361	Santa Catalina Quierí	64.76	2.88	0.06	20.37	63.52	851.17	8.26
410	Santa María Ecatepec	207.72	16.96	0.83	152.28	16.58	442.95	24.04
428	Santa María Quiegolani	45.00	5.93	0.10	42.13	170.38	3,731.84	15.14

8. REGIÓN VALLES CENTRALES

8.1. Distrito Centro

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
23	Cuilápam de Guerrero	249.98	63.28	3.63	922.65	114.40	1,212.64	68.81
67	Oaxaca de Juárez	1,973.20	965.29	122.60	29,183.37	5,256.17	9,669.59	538.72
83	San Agustín de las Juntas	41.06	21.99	1.60	464.93	63.77	345.88	21.06
87	San Agustín Yatareni	223.11	170.78	3.19	1,522.88	61.65	2,544.66	10.22
91	San Andrés Huayápam	66.36	30.29	1.70	466.83	153.64	831.23	16.03
92	San Andrés Ixtlahuaca	36.36	4.72	0.30	72.17	18.07	138.94	21.06
107	San Antonio de la Cal	88.84	61.52	4.50	1,181.47	175.28	4,412.93	25.82
115	San Bartolo Coyotepec	112.86	24.78	3.19	804.85	324.49	2,016.66	55.08
157	San Jacinto Amilpas	45.57	39.96	7.88	1,451.18	842.87	1,172.03	16.01
174	Ánimas Trujano	42.55	10.81	0.74	202.57	26.24	341.38	20.94
310	San Pedro Ixtlahuaca	80.69	19.73	0.96	286.55	50.46	4,439.91	38.03
342	San Raymundo Jalpan	65.20	6.00	0.38	112.69	27.97	318.58	9.11
350	San Sebastián Tutla	104.53	93.38	4.60	1,439.91	187.77	2,091.36	30.39
375	Santa Cruz Amilpas	43.48	37.81	1.92	613.19	80.59	1,139.72	15.11
385	Santa Cruz Xoxocotlán	406.44	211.56	18.61	4,484.60	441.85	2,850.75	129.29
390	Santa Lucía del Camino	334.34	310.89	15.11	4,724.38	508.86	4,329.09	72.72
399	Santa María Atzompa	117.42	73.98	4.27	1,296.01	318.04	6,373.96	55.21
403	Santa María Coyotepec	51.52	8.35	1.74	389.44	272.25	711.14	14.68
409	Santa María del Tule	67.87	22.21	2.12	569.28	139.20	3,625.73	25.12
519	Santo Domingo Tomaltepec	69.97	7.75	0.45	128.73	250.77	8,141.08	8.11
553	Tlaxiaco de Cabrera	146.31	42.50	4.38	976.63	224.09	6,687.80	48.12

8.2. Distrito Ejutla

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
15	Coatecas Altas	171.69	14.07	0.69	176.68	27.72	345.29	172.35
17	La Compañía	176.81	24.21	1.93	285.91	73.04	1,602.05	127.61
28	Heroica Ciudad de Ejutla de Crespo	811.48	83.03	5.09	1,277.78	236.41	2,543.90	366.62
69	La Pe	71.46	9.17	0.21	69.19	70.30	98.22	68.52
80	San Agustín Amatengo	84.89	4.66	0.31	68.73	194.74	1,059.47	31.23
101	San Andrés Zabache	22.04	2.36	0.14	35.21	22.20	574.44	10.45
203	San Juan Lachigalla	173.56	9.27	0.34	105.44	81.56	2,230.81	87.83
238	San Martín de los Cansecos	39.69	2.75	0.06	21.88	111.65	1,674.20	15.46
241	San Martín Lachilá	37.83	4.16	0.16	43.05	5.05	273.46	21.58
268	San Miguel Ejutla	56.90	3.25	0.27	48.49	62.29	713.55	27.26
534	San Vicente Coatlán	82.56	12.98	0.41	127.11	63.48	870.03	40.56
542	Taniche	31.57	3.13	0.10	29.32	158.10	642.40	23.68
563	Yogana	138.15	4.24	0.24	59.27	56.56	760.61	48.09

8.3. Distrito ETLA

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
33	Guadalupe ETLA	20.78	7.13	0.57	132.58	169.87	1,648.31	18.87
45	Magdalena Apasco	59.08	21.25	1.15	340.66	38.57	888.74	27.18
63	Nazareno ETLA	21.44	10.30	0.70	200.14	131.00	853.90	21.98
77	Reyes ETLA	32.35	10.41	0.68	186.28	74.36	1,490.34	37.36
84	San Agustín ETLA	43.43	13.34	0.99	229.57	20.58	127.73	9.21
102	San Andrés Zautla	87.86	12.80	0.54	185.85	29.52	432.46	41.53
135	San Felipe Tejalápam	106.81	20.81	0.85	257.81	93.47	251.27	43.00
150	San Francisco Telixtlahuaca	89.37	36.70	2.35	519.92	164.61	3,609.70	57.81
161	San Jerónimo Sosola	320.12	202.10	22.76	2,269.75	311.12	1,778.55	75.98
175	San Juan Bautista Atalahuca	203.03	85.88	9.85	958.28	75.95	109.68	26.23
178	San Juan Bautista Guelache	61.87	22.21	1.51	363.00	80.59	750.59	19.10
179	San Juan Bautista Jayacatlán	56.27	4.92	0.13	42.69	14.59	181.05	14.37
193	San Juan del Estado	120.07	7.76	0.48	124.55	25.99	595.84	20.04
227	San Lorenzo Cacaotepec	98.18	37.58	3.16	814.78	77.57	1,222.23	78.11
293	San Pablo ETLA	110.88	49.24	3.45	894.95	701.07	3,768.71	38.12
294	San Pablo Huitzo	89.08	37.95	1.23	434.74	75.28	602.24	41.42
338	Villa de ETLA	39.79	24.75	2.75	708.68	171.81	1,036.01	25.78
426	Santa María Peñoles	214.30	26.06	0.52	187.36	173.22	2,326.03	59.91
483	Santiago Suchilquitongo	77.22	27.38	1.50	357.03	138.91	556.91	77.49
487	Santiago Tenango	72.58	6.32	0.26	67.88	102.38	2,542.60	33.05
494	Santiago Tlazoyaltepec	92.83	14.66	0.52	148.99	32.29	224.91	31.44
531	Santo Tomás Mazaltepec	54.70	8.40	0.31	95.45	69.58	1,354.27	18.55
539	Soledad ETLA	55.96	15.22	0.68	217.88	148.22	266.72	35.78

8.4. Distrito Ocotlán

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
7	Asunción Ocotlán	55.42	7.68	0.52	116.59	57.62	515.06	27.95
49	Magdalena Ocotlán	84.67	4.29	0.12	32.17	46.65	159.93	28.75
68	Ocotlán de Morelos	528.69	110.41	5.24	1,506.94	215.22	2,008.59	253.22
72	San José del Progreso	213.50	21.09	0.81	228.99	21.77	1,331.58	105.72
103	San Antonino Castillo Velasco	126.07	16.78	1.57	374.62	73.92	199.08	17.11
112	San Baltazar Chichicápam	254.76	11.57	0.29	89.16	50.91	1,264.65	42.74
132	San Dionisio Ocotlán	74.47	4.51	0.35	61.71	10.50	152.27	20.41
162	San Jerónimo Taviche	41.66	5.82	0.12	46.58	73.05	4,341.59	39.34
192	San Juan Chilateca	73.85	6.22	0.38	84.58	907.88	7,046.61	12.75
243	San Martín Tilcajete	113.63	13.03	1.10	166.35	38.44	509.27	11.86
284	San Miguel Tilquiápam	62.62	8.67	0.23	87.61	33.86	1,148.71	64.76
301	San Pedro Apóstol	78.10	5.55	0.45	91.31	15.80	103.36	18.21
315	San Pedro Mártir	78.52	5.55	0.31	73.06	29.13	397.10	17.57
328	San Pedro Taviche	27.53	4.09	0.07	26.77	209.63	882.31	26.99
360	Santa Ana Zegache	142.65	12.63	0.54	126.68	27.92	227.05	74.58
368	Santa Catarina Minas	91.83	5.36	0.22	67.17	17.72	578.44	28.63
393	Santa Lucía Ocotlán	68.03	11.08	0.57	142.64	111.37	329.21	37.87
452	Santiago Apóstol	94.33	14.32	0.76	153.68	39.60	390.27	23.36
530	Santo Tomás Jalieza	115.04	13.29	0.41	115.21	922.72	2,999.04	59.86
561	Yaxe	105.63	10.29	0.17	67.56	47.76	226.63	36.77

8.5. Distrito Tlacolula

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
51	Magdalena Teitipac	57.95	12.52	0.63	169.21	17.49	806.41	29.69
78	Rojas de Cuauhtémoc	26.49	3.52	0.27	63.84	54.68	284.62	13.37
118	San Bartolomé Quialana	88.70	7.28	0.52	116.54	25.78	727.92	23.34
131	San Dionisio Ocotepec	299.40	34.90	1.45	413.36	65.43	831.63	88.48
145	San Francisco Lachigoló	102.95	10.43	0.70	189.66	66.36	626.19	15.80
194	San Juan del Río	10.18	4.63	0.20	53.81	43.85	597.78	5.45
197	San Juan Guelavía	99.77	9.05	0.71	129.98	52.25	148.04	27.41
219	San Juan Teitipac	94.61	7.39	0.30	82.76	41.00	1,475.45	45.79
226	San Lorenzo Albarradas	68.95	10.29	0.40	99.16	38.84	1,329.42	27.47
233	San Lucas Quiavini	86.37	5.59	0.34	73.33	254.22	3,746.19	18.46
298	San Pablo Villa de Mitla	269.28	34.23	1.87	512.40	53.75	387.48	71.94
325	San Pedro Quiatoni	193.83	30.43	0.93	305.54	50.37	291.43	40.18
333	San Pedro Totolapa	103.16	8.68	0.43	116.00	152.34	1,070.16	31.58
343	San Sebastián Abasco	43.73	5.53	0.31	79.39	36.63	250.77	22.46
349	San Sebastián Teitipac	105.25	8.22	0.55	113.36	21.89	60.20	36.54
356	Santa Ana del Valle	146.69	5.90	0.37	92.33	30.63	370.19	20.28
380	Santa Cruz Papalutla	50.14	5.85	0.25	67.25	57.94	1,636.22	17.95
411	Santa María Guelacé	53.77	2.39	0.12	33.12	53.01	415.87	6.74
449	Santa María Zoquitlán	351.58	12.37	0.48	125.00	93.01	1,367.30	49.57
475	Santiago Matatlán	363.63	28.42	2.19	481.57	119.60	374.22	99.27
506	Santo Domingo Albarradas	90.13	2.87	0.05	19.22	86.04	4,746.21	3.10
546	Teotitlán del Valle	251.35	15.78	1.17	301.42	252.95	4,507.56	29.67
550	San Jerónimo Tlacochahuaya	213.42	14.80	0.93	240.75	167.16	720.78	43.89
551	Tlacolula de Matamoros	517.71	184.11	7.24	2,321.68	236.79	1,549.07	78.90
560	Villa Díaz Ordaz	338.13	17.31	0.80	229.58	271.58	749.76	42.41

8.6. Distrito Zaachila

No.	Municipio	PM10	PM2.5	SO ₂	CO	NO _x	COV	NH ₃
13	Ciénega de Zimatlán	40.47	11.01	1.05	174.73	187.76	4,300.49	43.69
48	Magdalena Mixtepec	10.95	6.86	0.41	62.86	218.74	2,863.95	20.19
104	San Antonino el Alto	19.18	7.85	0.19	67.03	12.87	115.29	22.78
108	San Antonio Huitepec	290.06	82.54	7.46	877.39	40.76	500.19	55.61
123	San Bernardo Mixtepec	29.25	10.18	0.39	110.12	30.40	441.35	35.98
271	San Miguel Mixtepec	49.09	16.96	0.88	163.87	145.46	940.15	25.08
273	San Miguel Peras	73.40	16.21	0.79	146.12	62.55	730.28	34.42
292	San Pablo Cuatro Venados	70.23	5.60	0.32	39.93	80.03	4,513.30	23.00
295	San Pablo Huixtepec	114.18	32.12	2.68	489.32	125.04	513.22	108.80
358	Santa Ana Tlapacoyan	128.51	7.38	0.33	76.08	117.38	270.50	54.23
369	Santa Catarina Quiané	60.23	10.04	0.66	109.89	105.68	2,706.56	28.43
378	Santa Cruz Mixtepec	58.02	12.02	0.46	131.45	193.03	2,098.16	54.94
387	Santa Gertrudis	131.31	13.17	0.72	148.53	48.75	333.19	77.87
388	Santa Inés del Monte	32.01	21.56	1.63	225.57	41.53	84.06	42.38
389	Santa Inés Yatzeche	10.52	2.90	0.12	28.35	31.07	337.90	11.57
398	Ayoquezco de Aldama	196.74	15.70	0.90	192.32	37.83	363.53	84.67
555	Trinidad Zaachila	56.44	8.62	0.45	112.09	23.51	125.72	39.01
565	Villa de Zaachila	382.41	100.78	6.18	1,659.54	425.89	1,345.29	100.73
570	Zimatlán de Álvarez	457.93	122.43	10.76	1,553.43	180.87	1,329.90	145.91