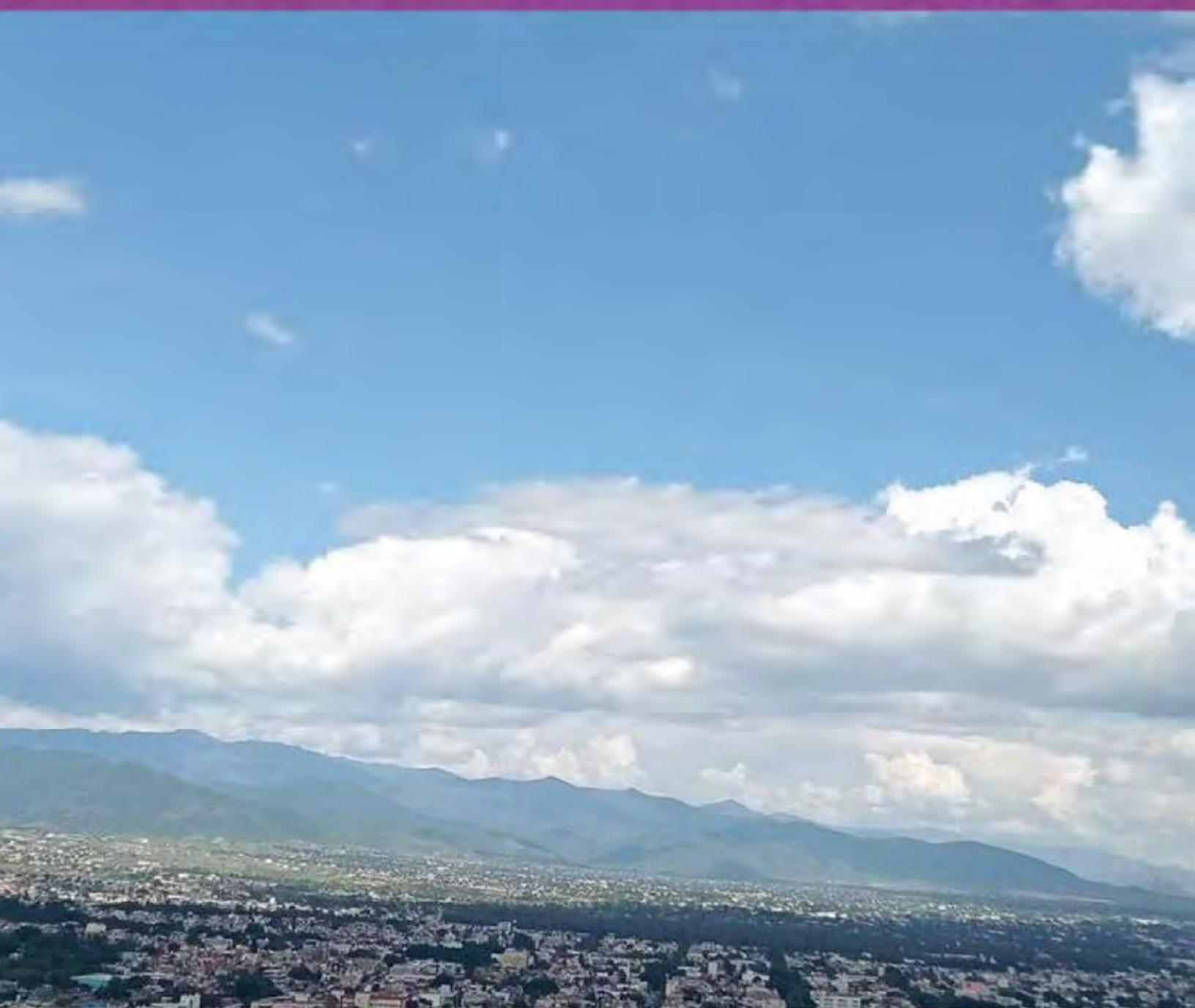


# Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas



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



MEDIO AMBIENTE  
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE  
BIODIVERSIDAD, ENERGÍAS  
Y SUSTENTABILIDAD



OAXACA  
GOBIERNO DEL ESTADO



## Contenido

Resumen Ejecutivo .....	7
I. Introducción .....	13
II. Antecedentes .....	14
III. Diagnóstico Técnico .....	15
III.1 Características físicas y socioeconómicas .....	15
III.1.1 Zona Metropolitana de Oaxaca ZMO .....	15
III.1.2 Zona Metropolitana de Tehuantepec .....	23
III.1.3 Ciudad de Tuxtepec .....	29
III.1.4 Conclusiones del análisis socioeconómico .....	37
III.2 Análisis de la Calidad del Aire .....	38
III. 2.1 Cuencas atmosféricas .....	40
III. 2.2 Escenarios de la calidad del aire a 5, 10, 15 y 20 años .....	44
III.2.3 Comportamiento de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca ZMO .....	47
III.2.4 Comportamiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Tehuantepec .....	67
III.2.5 Comportamiento de la Calidad en la Tuxtepec .....	74
III.2.6 Conclusiones y recomendaciones del análisis de calidad del aire .....	79
III.3 Marco Legal .....	80
III.3.1 Introducción .....	80
III.3.2 Ámbito de competencia de los tres órdenes de gobierno .....	81
III.3.3 Instrumentos Legales actuales para la Creación del Programa de Contingencias Ambientales .....	84
III.3.4 Identificación de Instrumentos Jurídicos necesarios para la aplicación de un Programa de Contingencias .....	84
III.3.5 Consideraciones normativas para la aplicación de un Programa de Contingencias Ambientales .....	89
IV. Estructuración del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para la Zona Metropolitana de Oaxaca .....	90
IV.1 Justificación .....	91
IV.2 Ámbito de aplicación .....	91
IV.3 Contaminantes y determinación de fases de activación .....	92
IV.4 Niveles de activación y desactivación .....	94
IV.5 Procesos y criterios para la activación y desactivación .....	99

IV.5.1	Conformación de Comité Técnico.....	99
IV.5.2	Seguimiento permanente del monitoreo de la calidad del aire .....	100
IV.5.3	Activación.....	100
IV.5.4	Desactivación .....	101
IV.6	Modelo de Operación .....	102
IV.7	Medidas de aplicación .....	103
IV.7.1	Fase preventiva .....	104
IV.7.2	Medidas generales aplicables al activarse las fases alerta, crítica y muy crítica .....	104
IV.7.3	Medidas aplicables en la Fase Alerta.....	105
IV.7.4	Medidas aplicables en Fase Crítica .....	105
IV.7.5	Medidas aplicables en Fase Muy Crítica .....	106
IV.7.6	Medidas adicionales.....	106
IV.8	Revisión de Programa.....	106
IV.9	Conclusiones de la estructuración de Programa .....	107
V.	Propuesta para la generación de un Índice de Calidad del Aire.....	108
VI.	Estrategias de Comunicación .....	115
VI.1	Antecedentes .....	115
VI.2	Elementos básicos de la comunicación actual .....	116
VI.	Percepción de la Calidad del Aire en Oaxaca.....	120
VI.4	Estrategias de comunicación propuestas .....	125
VI.4.1	Comunicación Estratégica .....	125
VI.4.2	Dirección Estratégica .....	127
VI.4.3	Desarrollo de un Plan de Comunicación ante una Crisis .....	128
VI.4.4	Reforzar la Comunicación Institucional.....	128
VI.4.5	El Desarrollo de la Comunicación Externa .....	129
VI.4.6	La Comunicación de la Institución con la Ciudadanía.....	130
VI.5	Consideraciones.....	130
VII.	<i>Referencias.....</i>	132

## Documentos

- A. Programa de Prevención para un Mejor Calidad del Aire de la ZMO
- B. Manual de Aplicación del Programa de Prevención para un Mejor Calidad del Aire en ZMO
- C. Informe de curso de capacitación realizado con personal técnico, jurídico y de comunicación del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable.



D. Informe de curso de capacitación sobre el programa y manual de aplicación con actores involucrados.

## Anexos

- I. Análisis de información de calidad del aire
- II. Marco Legal
- III. Formato de reporte diario de calidad del aire
- IV. Formatos de activación, continuación y desactivación de fases
- V. Procedimientos para comunicación y operación de subcomités
- VI. Listas de asistencia y presentaciones de los cursos de capacitación realizados.

## Figuras

Figura III. 1 Zonas de estudio del Estado de Oaxaca. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N .....	15
Figura III. 2 Zona Metropolitana de Oaxaca. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N.....	16
Figura III. 4 Zona Metropolitana de Tehuantepec. Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N.....	23
Figura III. 6 Tuxtepec. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N .....	30
Figura III. 1 Delimitación de Cuencas Atmosféricas. Fuente SEMARNAT, SGPA-DGGCARETC, Diciembre 2013 .....	39
Figura III. 2 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona metropolitana de Oaxaca. 41	
Figura III. 3 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona metropolitana de Tehuantepec. Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N.....	42
Figura III. 4 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona de Tuxtepec.....	43
Figura III. 5 Estimaciones y proyecciones de la población del estado de Oaxaca (1990 a 2030) .....	44
Figura III. 6 Modelo de relieve del Municipio de Oaxaca de Juárez .....	49
Figura III. 7 Elevaciones cercanas a estación de monitoreo CEDART. ....	50
Figura III. 8 Mapa de ubicación y delimitación de cobertura de la estación de monitoreo CEDART .....	50
Figura III. 9 Foto de la estación de monitoreo .....	51
Figura III. 10 Equipo de monitoreo, estación CEDART .....	51
Figura III. 11 Mosaico de comportamiento de Ozono en promedios horarios y móviles de 8 horas .....	56
Figura III. 12 Dispersión de Ozono en ZMO.....	57
Figura III. 13 Dispersión de Ozono en ZMO, con datos de inventario de emisiones 2011 .....	58
Figura III. 14 Proyección de O <sub>3</sub> en ZMO considerando el incremento de población y parque vehicular ...	58
Figura III. 15 Mosaico de comportamiento de PM <sub>10</sub> en promedios móviles de 24 horas.....	63
Figura III. 16 Mapa de dispersión de partículas PM <sub>10</sub> ZMO.....	64
Figura III. 17 Dispersión de Partículas PM <sub>10</sub> ,en ZMO.....	65
Figura III. 18 Proyección de partículas PM <sub>10</sub> en ZMO, considerando el incremento de población e .....	65
Figura III. 19 Dispersión de partículas PM <sub>10</sub> ZMO .....	68
Figura III. 20 Dispersión de Bióxido de azufre ZMT.....	68

Figura III. 21 Proyección de Bióxido de Azufre, considerando incremento de emisión en proporción al crecimiento vehicular.....	69
Figura III. 22 Dispersión de partículas PM <sub>10</sub> en la ZMT.....	70
Figura III. 23 Dispersión de partículas PM <sub>10</sub> en ZMT .....	70
Figura III. 24 Proyección de partículas PM <sub>10</sub> en ZMT considerando el incremento de población e .....	71
Figura III. 25 Dispersión de Ozono ZMT .....	72
Figura III. 26 Dispersión de Ozono ZMT.....	72
Figura III. 27 Proyección de Ozono en ZMT considerando el incremento de población e .....	73
Figura III. 28 Puntos de Monitoreo sugeridos en la Zona Metropolitana de Tehuantepec por contaminante.....	74
Figura III. 29 Dispersión de partículas PM <sub>10</sub> Tuxtepec .....	75
Figura III. 30 Dispersión de Partículas PM <sub>10</sub> , en Tuxtepec.....	76
Figura III. 31 Proyección, de partículas PM <sub>10</sub> en Tuxtepec considerando el incremento de población e ...	76
Figura III. 32 Dispersión de O <sub>3</sub> en Tuxtepec.....	77
Figura III. 33 Proyección, de Ozono en Tuxtepec, considerando el incremento de población.....	78
Figura III. 34 Puntos de monitoreo sugeridos de partículas PM <sub>10</sub> en Tuxtepec .....	78
Figura IV. 1 Área delimitada para aplicación del Programa .....	92
Figura IV. 2 Diagrama de Flujo de comunicación del Comité Técnico .....	102
Figura IV. 3 Esquema de organización operativa a través de subcomités para la implementación de medidas.....	103
Figura VI. 1 Sitio web actual donde se sube la información de calidad del aire. IEEDS .....	117
Figura VI. 2 Pagina web del Gobierno del D.F. donde se informa la calidad del aire .....	118
Figura VI. 3 Pagina web del Gobierno Jalisco donde se informa la calidad del aire.....	118
Figura VI. 4 Pagina web del Gobierno Guanajuato, donde se informa la calidad del aire .....	119
Figura VI. 5 Forma en cómo se difunde de una fase de activación en Guanajuato .....	120
Figura VI. 6 Nota informativas sobre temas de calidad del aire en Oaxaca.....	121
Figura VI. 7 Nota informativas sobre temas de calidad del aire en Oaxaca.....	122

## Graficas

Gráfica III. 1 Distribución de población por edad de la ZMO.....	17
Gráfica III. 2 Porcentaje de crecimiento poblacional de la ZMO .....	18
Gráfica III. 3 Distribución de población económicamente activa y ocupada de la ZMO .....	18
Gráfica III. 4 Distribución de las actividades económicas de la ZMO.....	19
Gráfica III. 5 Distribución de población según el nivel de escolaridad de la ZMO.....	20
Gráfica III. 6 Disponibilidad de servicios en las viviendas de la ZMO.....	20
Gráfica III. 7 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de la ZMO. ....	21
Gráfica III. 8 Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de la ZMO .....	22
Gráfica III. 9 Distribución de población por edad de la ZMT .....	24
Gráfica III. 10 Porcentaje de crecimiento poblacional de la ZMT .....	25
Gráfica III. 11 Distribución de población económicamente activa y ocupada de la ZMT .....	25
Gráfica III. 12 Distribución de las actividades económicas de la ZMT.....	26

Gráfica III. 13 Distribución de población según el nivel de escolaridad de la ZMT .....	26
Gráfica III. 14 Disponibilidad de servicios en las viviendas de la ZMT .....	27
Gráfica III. 15 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de la ZMT. ....	27
Gráfica III. 16 Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de la ZMT.....	28
Gráfica III. 17 Distribución de población por edad de Tuxtepec .....	31
Gráfica III. 18 Porcentaje de crecimiento poblacional de Tuxtepec .....	32
Gráfica III. 19 Distribución de población económicamente activa y ocupada de Tuxtepec.....	32
Gráfica III. 20 Distribución de las actividades económicas de Tuxtepec.....	33
Gráfica III. 21 Distribución de población según el nivel de escolaridad de Tuxtepec .....	33
Gráfica III. 22 Disponibilidad de servicios en las viviendas de Tuxtepec.....	34
Gráfica III. 23 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de Tuxtepec .....	34
Gráfica III. 24 Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de Tuxtepec .....	35
Gráfica III. 25 Promedio horario de Ozono, estación CEDART.....	53
Gráfica III. 26 Promedio móvil de ocho horas de Ozono, estación CEDART. ....	54
Gráfica III. 27 Comportamiento de Partículas PM2.5 móvil de 24 hr. ....	59
Gráfica III. 28 Comportamiento de PM10 móvil de 24 horas, estación CEDART. ....	60
Gráfica IV. 1 Comportamiento partículas PM <sub>10</sub> móvil de 24 horas. Considerando la Opción 1 propuesta para niveles. ....	96
Gráfica IV. 2 Comportamiento Ozono móvil de 8 horas. Considerando la Opción 1 propuesta para niveles.....	96
Gráfica IV. 3 Comportamiento partículas PM <sub>10</sub> móvil de 24 hora. Considerando la Opción 2 propuesta para niveles. ....	98
Gráfica IV. 4 Comportamiento Ozono móvil de 8 horas. Considerando la Opción 2 propuesta para niveles.....	98
Gráfica V. 1 Semáforo de calidad del aire por Ozono, 2014 (promedios móviles de 8 horas).....	111
Gráfica V. 2 Semáforo de calidad del aire por PM <sub>10</sub> , 2014 (promedios móviles de 24 horas) .....	111
Gráfica V. 3 Semáforo de calidad del aire por PM <sub>2.5</sub> , 2014 (promedios móviles de 24 horas).....	112
Gráfica V. 4 Semáforo de calidad del aire por NO <sub>2</sub> , 2014 (promedios horarios) .....	112
Gráfica V. 5 Semáforo de calidad del aire por SO <sub>2</sub> , 2014 (promedios móviles de 24 horas).....	113
Gráfica V. 6 Semáforo de calidad del aire por CO, 2014 (promedios móviles de 8 horas).....	113
Gráfica V. 7 Porcentaje de días por clasificación del semáforo de calidad del aire (2014) .....	114

## Tablas

Tabla 1 Análisis de información generada por la estación CEDART en 2013 y 2014.....	11
Tabla 2 Crecimiento de población de la ZMO .....	17
Tabla 3 Vehículos de motor de la ZMO y su crecimiento en los últimos años.....	21
Tabla 4 Crecimiento de población de la ZMT.....	24
Tabla 5 Vehículos de motor de la ZMT y su crecimiento en los últimos años .....	28
Tabla 6 Crecimiento de población de Tuxtepec.....	31
Tabla 7 Vehículos de motor de Tuxtepec y su crecimiento en los últimos años.....	35
Tabla III. 1 Límites recomendados para la próxima actualización de las NOM.....	45
Tabla III. 2 Proyección estimada para la ZMO.....	45

Tabla III. 3 Escenarios de la calidad del aire en la ZMO con valores límite más estrictos .....	46
Tabla III. 4 Proyección estimada para la ZMT .....	46
Tabla III. 5 Proyección estimada para Tuxtepec.....	47
Tabla III. 6 Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire .....	48
Tabla III. 7 Información obtenida de la estación de monitoreo CEDART.....	52
Tabla III. 8 Análisis de información generada por la estación CEDART en 2013 y 2014.....	52
Tabla IV. 1 Fases de activación .....	93
Tabla IV. 2 Niveles de activación considerados en otros PCAA de país .....	93
Tabla IV. 3 Comportamiento de las horas con promedios móviles para un año base .....	94
Tabla IV. 4 Opción 1 para niveles de activación .....	95
Tabla IV. 5 Eventos que se hubieran presentado en 2014 (opción1) .....	95
Tabla IV. 6 Horas que se hubieran presentado en 2014 .....	95
Tabla IV. 7 Opción 2 para niveles de activación.....	97
Tabla IV. 8 Eventos que se hubieran presentado en 2014 (opción 2) .....	97
Tabla IV. 9 Horas que se hubieran presentado en 2014 .....	97
Tabla V. 1 Semáforo de calidad del aire.....	109
Tabla V. 2 Límites de las NOM e indicadores para generar el semáforo de calidad del aire .....	109
Tabla V. 3 Mensajes de comunicación de la calidad del aire .....	109
Tabla V. 4 Propuesta de mensajes de calidad del aire .....	110
Tabla V. 5 Intervalos de concentración por contaminante para la clasificación del semáforo de calidad del aire .....	110
Tabla V. 6 Número de días por clasificación del semáforo de calidad del aire y contaminante .....	114



## Resumen Ejecutivo

El Gobierno del Estado de Oaxaca, ha orientado la gestión ambiental para propiciar la prevención, control y reversión de los procesos que generan la contaminación, agotamiento y degradación de los recursos naturales, así como promover su aprovechamiento sustentable, con la visión de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Por ello, en los últimos años se ha impulsado la creación de herramientas fundamentales para la Gestión de Calidad del Aire, como el inventario Estatal de Emisiones Criterio año base 2011 y en el año 2013 se inició el Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos en la Zona Metropolitana de Oaxaca; actualmente se tiene estructurado el Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Oaxaca, dentro del cual, destacan las zonas metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec, y la ciudad de Tuxtepec como las que tienen los principales problemas de contaminación atmosférica en el Estado. Asimismo dentro de las medidas planteadas se contempla la realización de un diagnóstico del comportamiento de los contaminantes, así como de su impacto en la salud de la población, para el diseño de un programa de contingencias que ayude al control de las concentraciones de contaminantes en estas zonas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el desarrollo e implementación de un Plan de Precontingencias y Contingencias atmosféricas en la Zonas Metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec y la Ciudad de Tuxtepec, para ello se realizó el diagnóstico técnico el cual consideró el análisis de la calidad del aire de cada región, así como de la legislación ambiental para determinar la viabilidad de la aplicación de un Programa de Precontingencias y Contingencias Ambientales.

El diagnóstico técnico en el cual se consideró el análisis de los elementos técnicos y jurídicos para sustentar la propuesta del Programa de Contingencias, los resultados obtenidos para cada rubro fueron los siguientes:

### Análisis socioeconómico

El área con mayor desarrollo socioeconómico es la Zona Metropolitana de Oaxaca, observando que en cuanto actividades económicas para el 2010 reportó el 51% para servicios y el 19% de comercios, seguida de Tuxtepec que reportó el 39% de servicios y 21% de comercios y para Tehuantepec se registró un 38% en servicios y 19% en comercios.

Esta información también refleja las actividades predominantes de cada zona, en el caso de Tuxtepec se reporta el 20% en el sector primario, debido a la actividad agrícola, en el caso de Tehuantepec reporta el 26% en sector secundario, lo cual es significativo de su actividad industrial.

Respecto al nivel educativo la Zona Metropolitana de Oaxaca es la que reporta el mayor crecimiento a nivel superior con un 22.2% seguida de Tuxtepec con un 14.7% y la Zona Metropolitana de Tehuantepec con un 11.5%.

En relación al incremento de parque vehicular, fue Tuxtepec quien reportó el mayor crecimiento en 2013, con 7.75% seguido de la Zona Metropolitana de Oaxaca con 3.47% y Tehuantepec con un 3.09%. Sin embargo la Zona de Oaxaca representa un mayor porcentaje de crecimiento respecto al Estado que es del 38%.

Lo anterior refleja que aunque la Zona Metropolitana de Oaxaca es la que representa el mayor crecimiento estatal, las otras zonas han tenido un crecimiento importante respecto al Estado, que demanda mayores servicios e incremento de transporte por lo que sin duda debe de ser un indicativo de atención sobre posibles incrementos de emisiones derivadas de estos sectores.

#### Análisis del Marco Legal

El análisis realizado refiere que es posible que el Estado de Oaxaca y los municipios participantes lleven a cabo la creación del programa de contingencias ambientales, tomando en consideración lo previsto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley Orgánica del poder Ejecutivo de Oaxaca, la Ley de Instituciones Paraestatales, la Ley del Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca, la ley del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, la Ley Orgánica Municipal y el Reglamento del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

Sin embargo, para tener los escenarios posibles de decisión, se describieron como las alternativas:

- De crearse un programa de contingencias ambientales atmosféricas por parte del Estado de Oaxaca, se observaría lo previsto por la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, La ley de Instituciones Paraestatales, la Ley del Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca, la ley del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, la Ley orgánica Municipal y demás disposiciones legales aplicables previstas en el presente estudio.
- Es de interés público eminente, se tome la batuta por parte del Estado en el ámbito de su competencia, para atender la problemática ambiental; fijando un precedente para futuros programas en este rubro.
- La propuesta de crear el programa de contingencias ambientales atmosféricas por parte del Estado, podrá ser reforzada llevando a cabo las reformas a la Ley de Equilibrio Ecológico para el Estado y la creación del reglamento de la ley de Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca, en materia de emisiones a la atmósfera.

Cualquier programa de contingencias que se instrumente, tendrá la participación de las autoridades en sus tres órdenes de gobierno; federal, local y municipal, así como la sociedad civil, fungiendo como autoridad responsable el gobierno del Estado por conducto del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca.



Para el caso de la Zona Metropolitana de Oaxaca, de existir un programa de contingencias ambientales atmosféricas, se observaría lo previsto por la Ley de Equilibrio Ecológico para el Estado, la Ley Orgánica Municipal, reglamento en materia de ecología y demás disposiciones legales aplicables, fungiendo como autoridad reguladora la Dirección de Ecología, a través de su Director.

Asimismo, no obstante que la legislación local en esta materia establece los mecanismos legales necesarios para la creación del programa de contingencias ambientales atmosféricas, esta remite a la aplicación supletoria de la legislación federal; por lo que es menester destacar que atendiendo a que la materia ambiental es de competencia federal, ejercidas las atribuciones en las dependencias de la administración pública centralizada, también tienen responsabilidad directa los organismos descentralizados que en el caso de Oaxaca contribuyen de manera importante en la contaminación en el Estado; en el entendido que tendrían, por un lado, la obligación de contribuir para resarcir el daño causado al medio ambiente, así como de participar de manera activa en la creación de programas que en materia de control de contaminación al medio ambiente se generen.

Una vez implementado el PCAA, será imperativa la necesidad de emitir un reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en materia de prevención y control de la Contaminación de la atmósfera, donde se incluya un capítulo especial para contingencias ambientales atmosféricas; en este contexto, se contaría con el marco normativo que reforzaría la operación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Estado o específicamente para los municipios en los que tendría aplicabilidad.

Todas las atribuciones y facultades de los diferentes órganos constitutivos del Programa de contingencias ambientales atmosféricas, podrán ser establecidas y consideradas en dicho reglamento. De igual forma, es recomendable que en dicho reglamento se incluya el respaldo legal en el cual queden especificados y atendidos entre otros los siguientes conceptos:

- 1.- Supuestos bajo los cuales se puede realizar una declaratoria de contingencia ambiental atmosférica.
- 2.- Mecanismos de coordinación con los municipios, para llevar a cabo la inspección y vigilancia cuando se decrete alguna fase de activación establecida en los programas o bien para prevenir altas emisiones de gases a la atmósfera.
- 3.- Contenido mínimo de un programa de contingencias ambientales atmosféricas considerando:
  - Ámbito territorial de aplicación;
  - Fases de activación, incluyendo niveles de activación y desactivación,
  - Medidas que deberán llevarse a cabo cada que se determine cada una de las fases.
  - Mecanismos de seguimiento y evaluación de las acciones que deben tomar cada uno de los sectores involucrados.

De igual forma, para poder lograr una eficiente aplicación del programa de contingencias ambientales, se hace indispensable la creación de reglamentos municipales para las Direcciones o dependencias directamente involucradas en el Programa como: ecología, tránsito y vialidad, entre otros. Que en el

caso específico de la Zona Metropolitana de Tehuantepec y Tuxtepec, no se cuenta con estos reglamentos locales, por lo que se debe impulsar su creación.

Así también dentro de las consideraciones normativas para la aplicación del Programa se identificó que:

1. Se hace necesaria la reforma a la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en el título Quinto de la protección al ambiente, con el objeto de incluir dentro de las facultades del Estado y los municipios, la formulación y aplicación de programas de contingencias ambientales de manera coordinada y en su caso con la participación de la Autoridad Federal competente, con base en la calidad del aire que se determine para cada zona, área o región del Estado. Procurando incluir dentro del programa los objetivos que se pretendan alcanzar, los planes correspondientes y los mecanismos para la implementación.
2. Para la creación de un programa de contingencias ambientales en el Estado de Oaxaca, existen un marco normativo general para llevar a cabo el proyecto, pero resulta imperativa la necesidad de un reglamento en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera.
3. Con la creación del Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca en materia de emisiones a la atmósfera se estaría dando certeza jurídica a los particulares sobre los ordenamientos que contienen las disposiciones en materia de emisiones a la atmósfera.
4. Asimismo con la expedición del Reglamento se proveería en la esfera administrativa el exacto cumplimiento de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.
5. Los trámites a realizar por los propietarios de fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera al estar contenidos en un solo ordenamiento legal haría más ágil la obtención de permisos y autorizaciones que en esta materia se requieren para el funcionamiento de las mismas.
6. Con este instrumento se contribuiría a fortalecer el desarrollo sustentable en el Estado, en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.
7. Se propone que en la creación del programa de contingencias participe el Estado de Oaxaca y los municipios, estableciendo: nombre concreto del programa; sectorización; objetivo, fines y sede; medidas aplicables en las diferentes fases de contingencia, así como un manual de aplicación.
8. Realizar las reformas correspondientes en los reglamentos de tránsito y ecología de los municipios en los que estará vigente el Programa de contingencias ambientales para una adecuada aplicación del mismo dentro de su ámbito de competencia.

### Análisis de la Calidad del aire

Como primer punto de análisis se hizo una propuesta de delimitación de la cuenca atmosférica de cada zona considerando la cuenca orográfica y administrativa en cada una de ellas, los resultados se muestran en el apartado III.2.1, para posteriormente entrar con el análisis de la información recabada para determinar el comportamiento de la calidad del aire.

Del análisis realizado en las tres zonas, se observa que cada una de ellas tiene características específicas que reflejan la presencia de contaminantes que contribuyen al deterioro de la calidad del aire, debido al desarrollo de cada región. A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos en cada una.

La Zona Metropolitana de Oaxaca cuenta con mayor información para el análisis y de la cual se tienen datos de monitoreo que permiten tener un panorama más claro de la situación, ya que actualmente cuenta con dos estaciones de monitoreo, sin embargo es prioritario que se amplíe el monitoreo para abarcar zonas como Santa Cruz Xoxocotlán, que de acuerdo al impacto reflejado con el modelo de dispersión principalmente de partículas PM<sub>10</sub> y a datos del inventario de emisiones, la ubican en el segundo lugar de contribución dentro de la ZMO. Los resultados más detallados de esta zona se muestran en el apartado III.2.2

De los resultados obtenidos del análisis de la información de monitoreo se obtuvo lo siguiente:

Tabla 1 Análisis de información generada por la estación CEDART en 2013 y 2014

				EVALUACIÓN DE LAS NORMAS CON EL CRITERIO DE SUFICIENCIA		VALORACIÓN DE LAS NORMAS SIN EL CRITERIO DE SUFICIENCIA		¿CUMPLE CON LA NOM?	
NOM	Contaminante criterio	Tiempo promedio	Límite de exposición	2013	2014	2013	2014	2013	2014
NOM-020-SSA1-2014	Ozono (O <sub>3</sub> )	1 hora	95 ppb	96	94			NO	NO
		8 horas	70 ppb	DI	71	74			
NOM-021-SSA1-1993	Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	11 ppm	SD	1.6			SD	Sí
NOM-022-SSA1-2010	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	110 ppb	3	5			DI	Sí
		Anual	25 ppb	DI	2.9	1.5			
		8 horas	200 ppb	4	6				
NOM-023-SSA1-1993	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	210 ppb	SD	47.9			SD	Sí
		PM10:						DI	Sí
		24 horas	75 µg/m <sup>3</sup>	48	68				
		Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	DI	37.5				
		PM2.5:						SD	DI
		24 horas	45 µg/m <sup>3</sup>	SD	34.1				
		Anual	12 µg/m <sup>3</sup>	SD	DI		12.5		

Sólo en caso de presentar algún cambio con respecto a la evaluación con criterios de suficiencia

SD-Sin Datos

DI-Datos insuficientes

En la tabla anterior se observa que el Ozono ha presentado valores arriba de los límites establecidos por las normas de salud, asimismo las partículas menores a 10 micrómetros PM10, muestran valores máximos cercanos a lo establecido en las normas.

En cuanto a la Zona Metropolitana de Tehuantepec y Tuxtepec, aunque solo se tienen datos de los inventarios de emisiones, de acuerdo al comportamiento obtenido con la modelación de la dispersión de contaminantes se hace también imperante la necesidad de establecer en cada una de estas zonas unidades de monitoreo atmosférico, con la finalidad de conocer de manera más precisa la calidad del aire en cada región y en su caso estar en posibilidades de establecer acciones para la disminución de emisiones. El análisis detallado de estas dos zonas se presenta en los apartados III.2.3 y III.2.4.





## Estructuración del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas.

Derivado del análisis exhaustivo realizado con el diagnóstico y teniendo en consideración que un instrumento fundamental para poder implementar un Programa de Contingencias, es el monitoreo de la calidad del aire, y toda vez que la única zona de estudio que cuenta con los instrumentos de medición es la Zona Metropolitana de Oaxaca, se planteó la estructuración del programa preventivo para esta zona, en el apartado IV se encuentra el análisis detallado de su estructuración, la delimitación para su aplicación, los contaminantes a vigilar, fases y límites de activación, así como las medidas consideradas para cada fase y contaminante, además de los procedimientos y mecanismos a seguir para su implementación.

De lo anterior se retoma que la propuesta planteada de estructuración del programa es con un enfoque preventivo por lo que se determinó que desde su denominación se estableciera dicho objetivo, por lo que se le ha denominado "**Programa de Prevención para una mejor Calidad del Aire de la ZMO**", esto se sustenta y justifica dentro del apartado IV.

Además de lo anterior en el apartado V se realiza una propuesta sobre la implementación de un índice de calidad del aire, considerando los niveles y el manejo de la información, con el cual se sugiere la implementación de estrategias de comunicación, tomando en cuenta que el Instituto Estatal de Ecología, está en un momento crucial para emprender las estrategias de comunicación planteadas y continuar con la difusión de la calidad del aire y los programas y acciones que se están realizando, enfocando su posicionamiento acorto plazo.

En base al análisis anterior, y con el objetivo de incidir para lograr una buena percepción ciudadana respecto a las acciones que está llevando a cabo el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo sustentable, así como su posicionamiento, se recomienda la implementación de las siguientes estrategias. Cada una de las cuales se describe en el apartado VI.

1. Comunicación Estratégica
2. Dirección Estratégica
3. Desarrollo de un Plan de Comunicación ante una Crisis
4. Reforzar la Comunicación Institucional
5. Desarrollo de la Comunicación Externa
6. Comunicación de la Institución con la Ciudadanía

Así también se integra en el presente el PCAA propuesto para la ZMO, denominado "Programa de Prevención para una mejor Calidad del Aire de la ZMO" y su manual de aplicación en el cual se describen de manera específica las dependencias involucradas y los procedimientos de comunicación e implementación de cada una de las medidas especificadas en el Programa estructurado.

Además de los informes de las capacitaciones realizadas con el personal técnico, jurídico y de comunicación del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable y con actores involucrados sobre la estructuración e implementación del programa.



## I. Introducción

El problema de contaminación atmosférica actualmente es uno de los más alarmantes a nivel mundial, debido a las afectaciones en salud, principalmente en los grandes centros de población; provocada entre otras cosas por el desarrollo de servicios para atender sus necesidades, el tipo de industrias asentadas en la zona, así como la topografía y las condiciones meteorológicas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2012, estima que la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca anualmente 3.7 millones de defunciones prematuras. La atención a esta problemática requiere en primer lugar conocer el nivel de concentración a los que está expuesta la población, a fin de poder establecer acciones de prevención y atención.

En México en los últimos años se ha fortalecido la atención a esta problemática y se han desarrollado diferentes esquemas de atención entre los que destacan los Programas de Contingencias Ambientales Atmosféricas derivados de los Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire. Actualmente las grandes metrópolis como las Zonas Metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Salamanca<sup>1</sup>, además de las ciudades de Salamanca y León Guanajuato cuentan con estos programas vigentes, los cuales han apoyado para detener en gran medida el incremento de contaminantes principalmente Ozono y Partículas.

Para la implementación de estos programas se requiere de la coordinación de los tres órdenes de gobierno, iniciativa privada y sociedad que permitan cumplir con los compromisos establecidos, los cuales van más allá del cumplimiento normativo como tal.

Es importante resaltar que se ha identificado que con la implementación de los Programas de Contingencias Atmosféricas se ha impulsado la conciencia ciudadana en cuanto a las afectaciones en salud y la implementación de acciones para su protección y, con lo cual la ciudadanía a coadyuva a reducir las emisiones a la atmósfera.

<sup>1</sup> <http://www.inecc.gob.mx/dica/526-calaire-contingencia>. Consulta 10 de diciembre 2014.



## II. Antecedentes

El Gobierno del Estado de Oaxaca, ha orientado la gestión ambiental para propiciar la prevención, control y reversión de los procesos que generan la contaminación, el agotamiento y degradación de los recursos naturales y promover su aprovechamiento sustentable, con la visión de contribuir a mejorar la calidad de vida de la población.

Por ello, en los últimos años se ha impulsado la creación herramientas fundamentales para la Gestión de Calidad del Aire como el *Inventario Estatal de Emisiones Criterio año base 2011* y en el año 2013 se inició el *Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos en la Zona Metropolitana de Oaxaca*; actualmente se tiene estructurado el *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Oaxaca* el cual está por formalizarse.

Dentro del *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire)* en la Zona Metropolitana de Oaxaca, destaca las zonas metropolitanas de Oaxaca y Tehuantepec, además de la ciudad de Tuxtepec como las que tienen los principales problemas de contaminación atmosférica en el Estado. Asimismo dentro de las medidas planteadas se contempla la realización de un diagnóstico del comportamiento de los contaminantes, así como de su impacto en la salud de la población, para el diseño de un programa de contingencias que ayude al control de las concentraciones de contaminantes en estas zonas.

De acuerdo a los resultados del inventario estatal de emisiones 2011, se observa que la contribución de emisiones de contaminantes criterio en el Estado proviene diversas actividades como el uso de vehículos automotores, industrial, comercios y servicios, así como naturales derivadas de la erosión de suelos e incendios. De igual forma en este inventario se precisa la contribución por contaminante, lo que permite identificar las fuentes provenientes de emisión, no obstante es importante precisar la necesidad de mantener actualizado de manera permanente esta información a fin contar con datos más precisos que permitan evaluar el impacto de las medidas que se planteen.

Actualmente se cuenta con dos unidades fijas de monitoreo operables y una unidad móvil fuera de servicio en la Zona Metropolitana de Oaxaca, por lo que es primordial adquirir los equipos necesarios para habilitarla y ampliar la cobertura en esta zona. Y considerar implementar estaciones de monitoreo en la Zona Metropolitana de Tehuantepec y ciudad de Tuxtepec, que garantice la generación permanente de información confiable y oportuna.

En cuanto al marco regulatorio en el presente trabajo se presenta el análisis de la legislación federal, estatal y municipal, siendo primordial que se considere su fortalecimiento, con la finalidad de contar con los lineamientos jurídicos para la implementación del programa de contingencias atmosféricas.



### III. Diagnóstico Técnico

#### III.1 Características físicas y socioeconómicas

El presente trabajo se realizó para las zonas Metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec y Ciudad de Tuxtepec, considerando que son las de mayor desarrollo dentro del Estado de Oaxaca, las cuales se encuentran ubicadas en la región noroeste, centro y sureste del Estado, como se muestra en la siguiente figura.

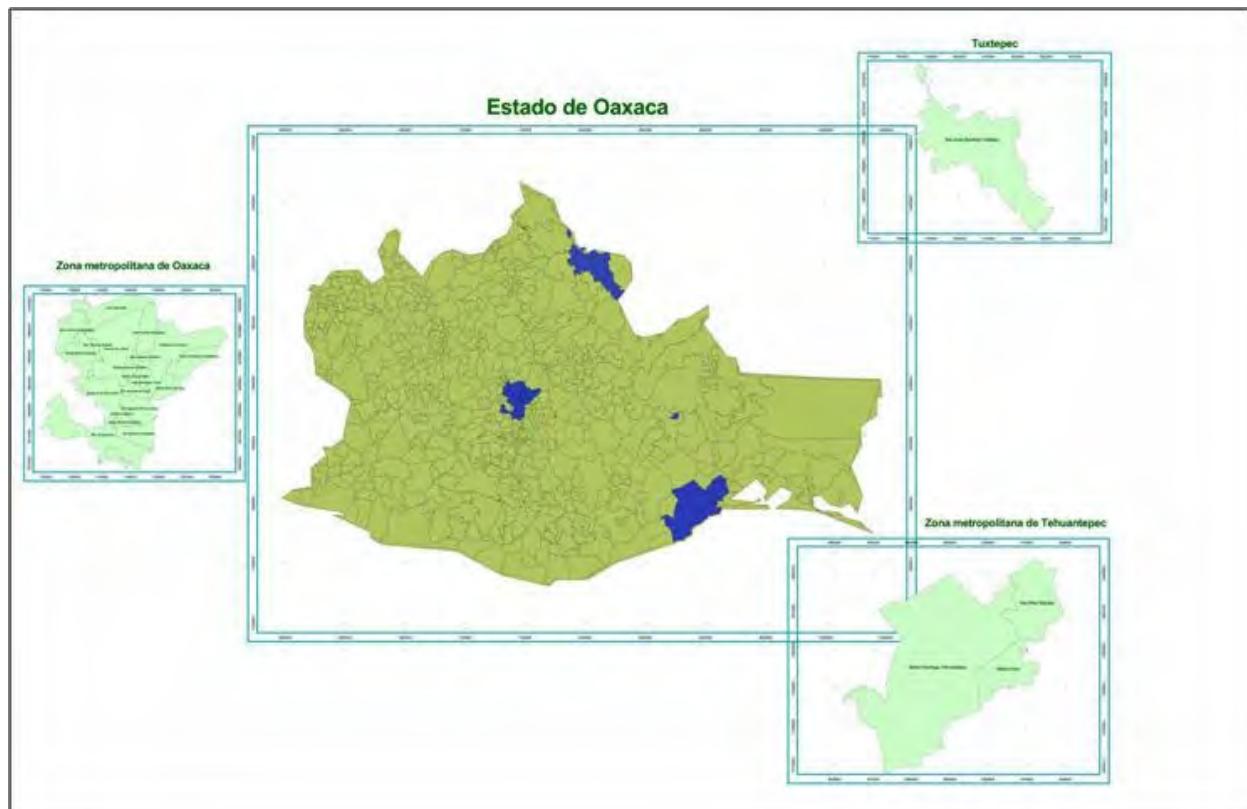


Figura III. 1 Zonas de estudio del Estado de Oaxaca. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N.

En este apartado se describen las características físicas y socioeconómicas de las zonas Metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec y Ciudad de Tuxtepec, para ello se realiza el análisis correspondiente para cada región, mostrado a continuación.

##### III.1.1 Zona Metropolitana de Oaxaca ZMO

La zona metropolitana de Oaxaca (ZMO) se ubica en la región central del Estado donde se concentra el mayor número de negocios y de actividades comerciales por lo que es de suma importancia para la actividad económica tanto de la Ciudad de Oaxaca como del Estado.



A continuación se enlistan los municipios que conforman la ZMO<sup>2</sup>.

- Oaxaca de Juárez
- San Agustín de las Juntas
- San Agustín Yatareni
- San Andrés Huayapam
- San Antonio de la Cal
- San Bartolo Coyotepec
- San Jacinto Amilpas
- Animas Trujano
- San Lorenzo Cacaotepec
- San Pablo Etla
- San Sebastián Tutla
- Santa Cruz Amilpas
- Santa Cruz Xoxocotlán
- Santa Lucía del Camino
- Santa María Atzompa
- Santa María Coyotepec
- Santa María del Tule
- Santo Domingo Tomaltepec
- Tlalixtac de Cabrera
- Villa de Zaachila

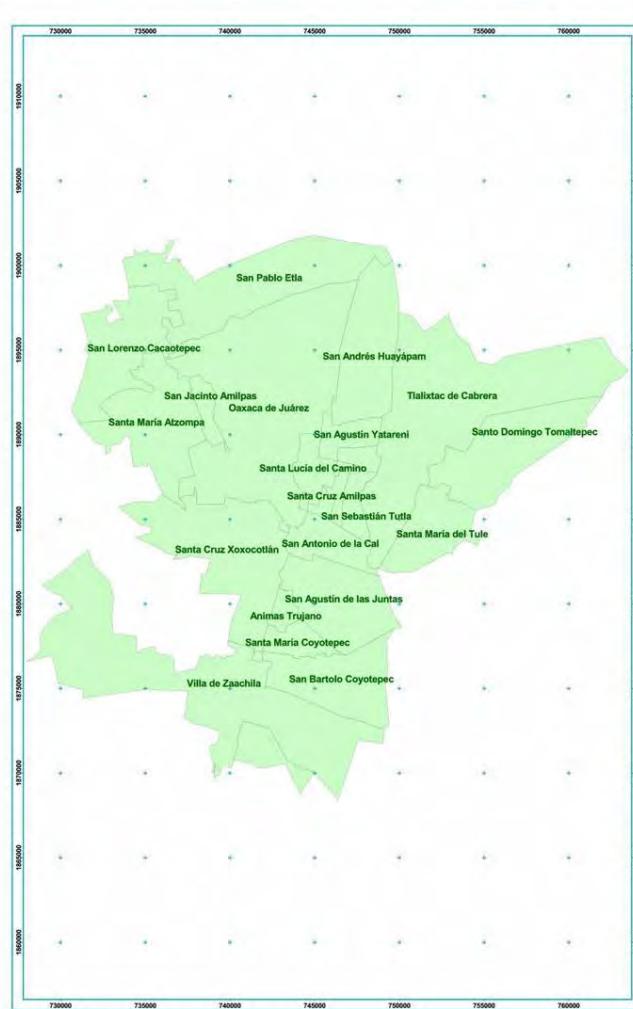
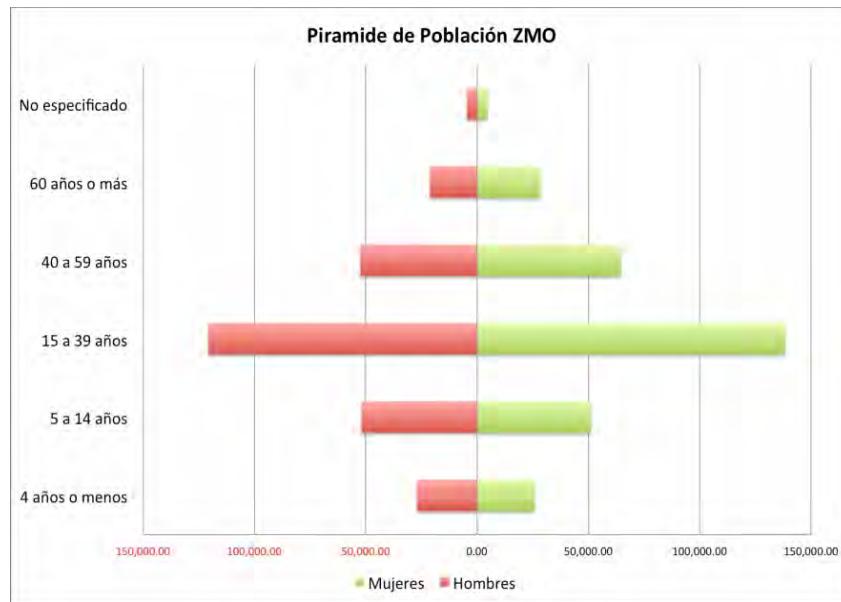


Figura III. 2 Zona Metropolitana de Oaxaca. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N

<sup>2</sup>CONAPO, INEGI, SEDESOL, 2010.

### III.1.1.1 Población ZMO

De acuerdo al conteo y delimitación oficial realizada en 2010 por el INEGI, la Zona Metropolitana de Oaxaca contó hasta ese año con 589,899 habitantes que representa el 15.52% del Estado, donde el 53% de la población son mujeres el 47% hombres, (ver gráfica siguiente).



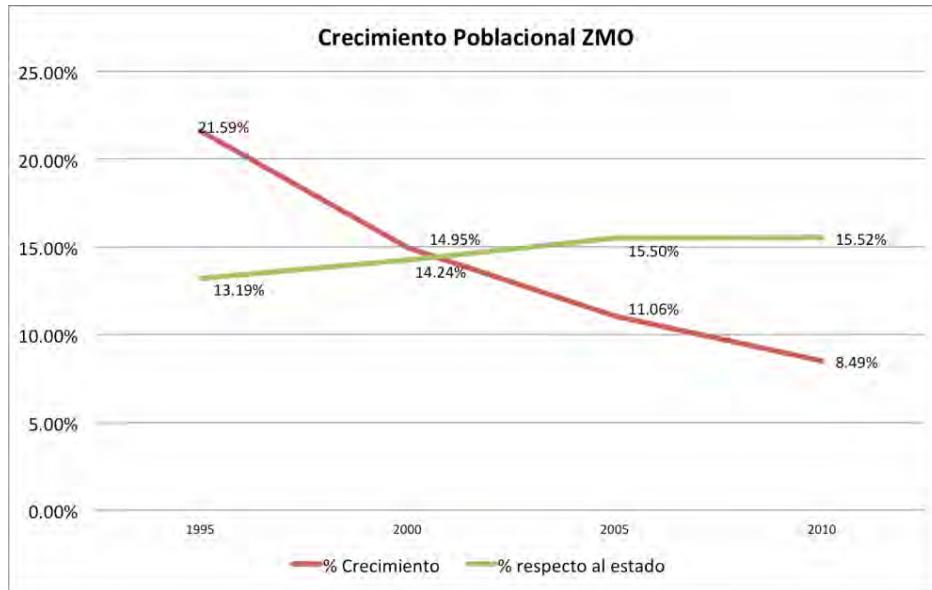
Gráfica III. 1 Distribución de población por edad de la ZMO.

Elaboración Propia, con información INEGI 2010.

Tabla 2 Crecimiento de población de la ZMO

Año	Población total masculina	Población total femenina	Población total	% Crecimiento	% respecto al Estado
1990	165,905	184,364	350,269		11.60
1995	202,765	223,127	425,892	21.59	13.19
2000	230,858	258,704	489,562	14.95	14.24
2005	255,953	287,768	543,721	11.06	15.50
2010	277,525	312,374	589,899	8.49	15.52

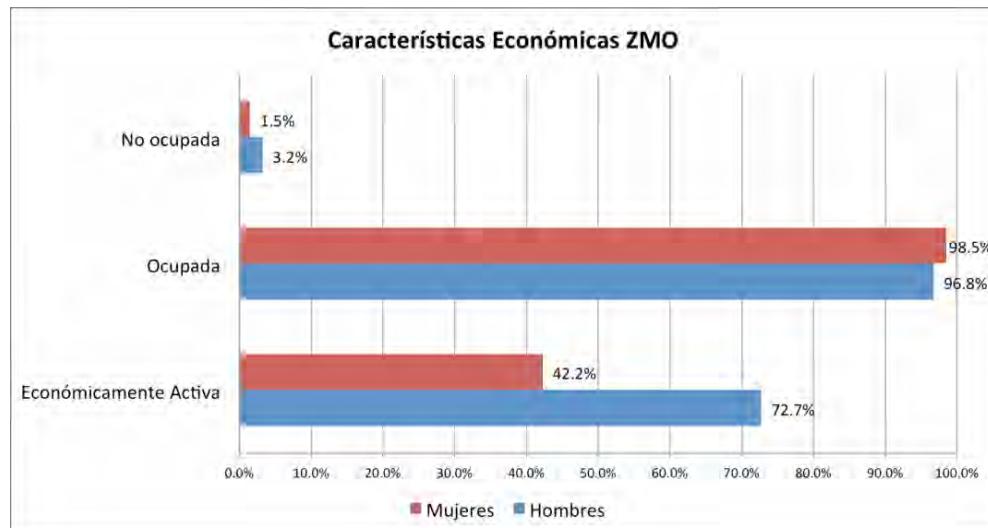
Elaboración Propia, con información INEGI 1990- 2010



Gráfica III. 2 Porcentaje de crecimiento poblacional de la ZMO.

Elaboración Propia, con información INEGI 1990- 2010

Del total de habitantes de la ZMO, el 57% pertenece a la población económicamente activa. De la población ocupada el 98.5% son mujeres y el 96.8% hombres, (ver gráfica siguiente).



Gráfica III. 3 Distribución de población económicamente activa y ocupada de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010



### III.1.1.2 *Economía ZMO*

La ZMO cuenta con una economía poco diversificada, se encuentra en el sector terciario, que domina la ciudad de Oaxaca por su condición de capital, centrada específicamente en las actividades comerciales, representada por un 19%, servicios de restaurante, hoteles y transportes representados por un 51%.



Gráfica III.4 Distribución de las actividades económicas de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

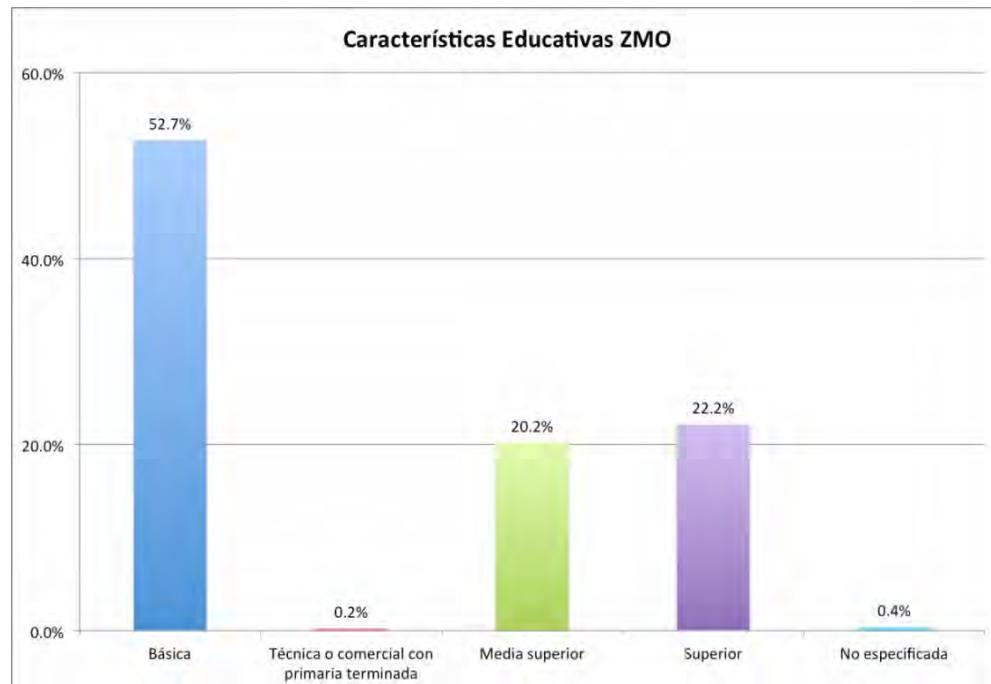
### III.1.1.3 *Producto Interno Bruto (PIB) ZMO*

El Producto Interno Bruto de la ZMO en 2012 fue de 68.9 miles de millones de pesos, que representa el 26.9% del PIB estatal.

### III.1.1.4 *Educación ZMO*

El 95.7% de los habitantes de la ZMO cuentan con nivel educativo y el 4.3% son analfabetas. Se resalta que el 22.2% tiene un nivel de educación Superior y el 20.2% Media superior.



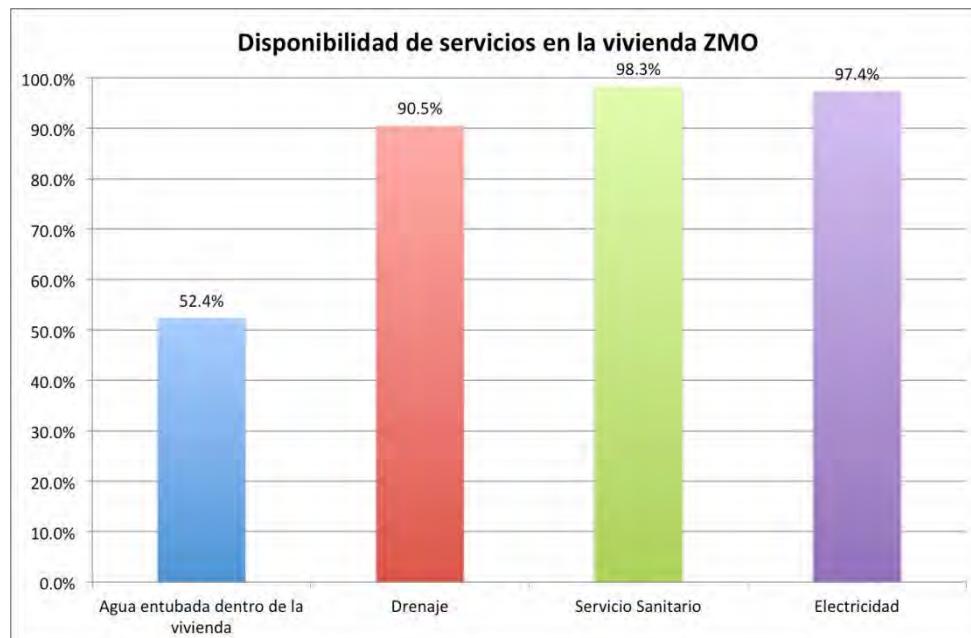


Gráfica III. 5 Distribución de población según el nivel de escolaridad de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.1.5 *Servicios ZMO*

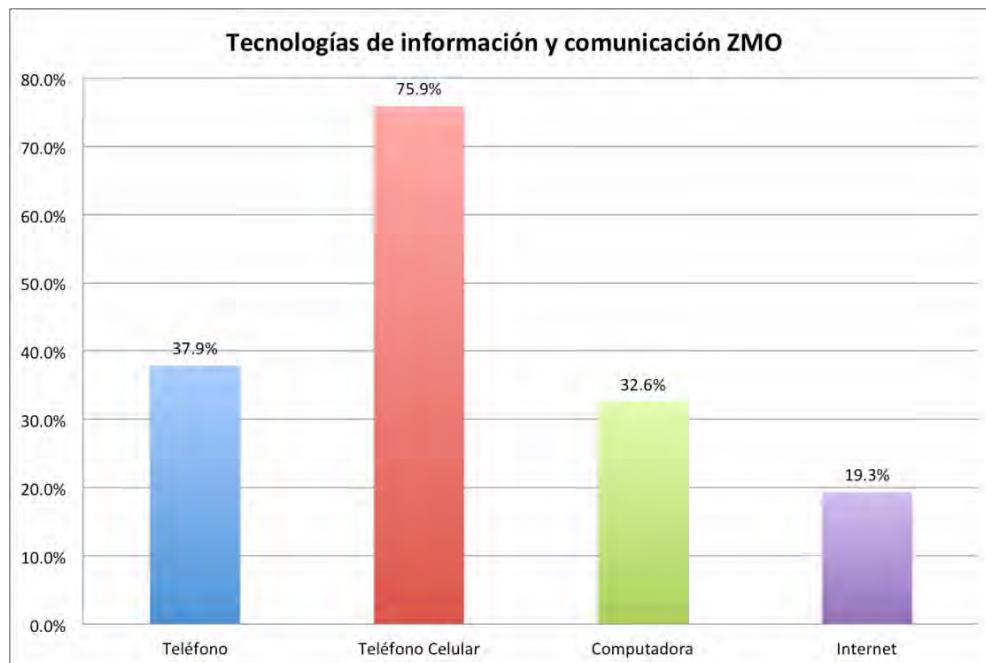
Se estima que más del 90% de las viviendas cuentan con drenaje, servicio sanitario y electricidad.



Gráfica III. 6 Disponibilidad de servicios en las viviendas de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

El 75.9% de las viviendas cuenta con teléfono celular y el 19.3% con internet.



Gráfica III. 7 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

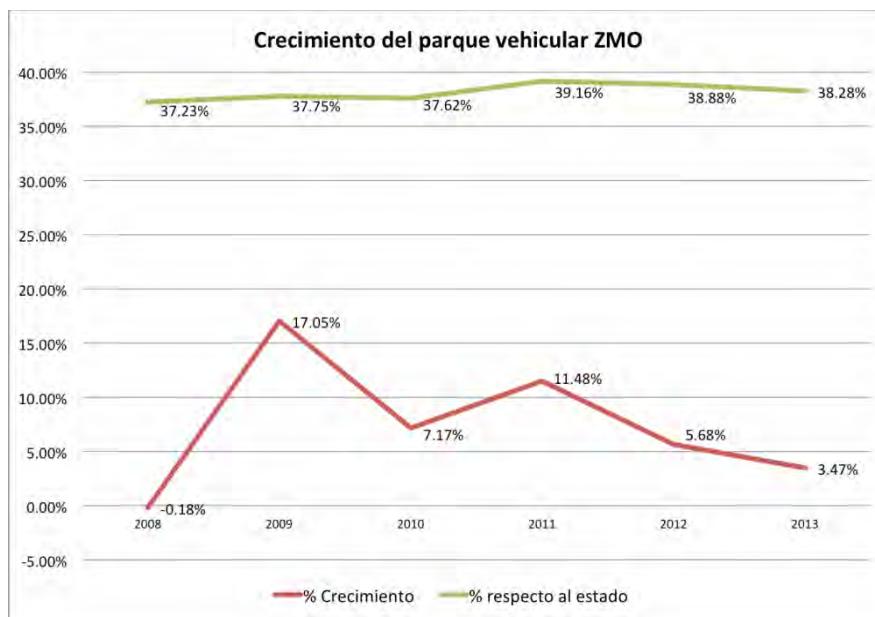
### III.1.1.6 Desarrollo Urbano ZMO

En los últimos años la ZMO ha tenido un importante desarrollo urbano, reflejado en extensión de zonas urbanas y fortalecimiento de infraestructura vial. Derivado de ello se ha visto un importante incremento en el parque vehicular observando que en 2009 y 2011 se registraron los más altos de los últimos siete años. Lo que se ve también reflejado en el incremento de servicios, que de manera conjunta representan un incremento considerable de fuentes de emisión.

Tabla 3 Vehículos de motor de la ZMO y su crecimiento en los últimos años

Año	Total vehículos	% Crecimiento	% respecto al Estado
2007	115,180		39.12
2008	114,971	-0.18	37.23
2009	134,569	17.05	37.75
2010	144,220	7.17	37.62
2011	160,778	11.48	39.16
2012	169,904	5.68	38.88
2013	175,798	3.47	38.28

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007 - 2013



Gráfica III. 8Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de la ZMO.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007- 2013

### III.1.1.7 *Ordenamiento Ecológico ZMO*

Hasta el momento no se cuenta con un programa de Ordenamiento Ecológico para la ZMO, todos los trabajos han sido orientados en materia Estatal, la fase de Formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) comenzó a elaborarse en el año 2011. A principios del 2014 se concluyó la etapa de Propuesta, por lo que previo a la expedición en el periódico oficial del Estado, por lo que fue necesario someter los estudios realizados a la opinión, conocimiento y crítica de la sociedad en general, a fin de enriquecer el documento que integra el Modelo de Ordenamiento y las Estrategias Ecológicas, que en sumatoria, forman la Propuesta del POERTEO.

### III.1.1.8 *Condiciones Climáticas ZMO*

El clima en esta ZMO es subtropical de tierras altas, su temperatura promedio anual es de 22°C. Los meses más calurosos son abril y mayo con temperaturas que oscilan entre los 24°C y los meses más fríos son de diciembre a febrero con temperaturas que oscilan entre los 18°C.

La orografía de la ZMO se caracteriza por tener una accidentada orografía que torna difícil los accesos a las diferentes poblaciones rurales, principalmente en la temporada de lluvias.

### III.1.2 Zona Metropolitana de Tehuantepec

La Zona Metropolitana de Tehuantepec (ZMT) conformada por los municipios de San Blas Atempa, Salina Cruz y Santo Domingo Tehuantepec, se ubica en la región del Istmo de Tehuantepec en donde los océanos Atlántico y Pacífico se localizan a una menor distancia.

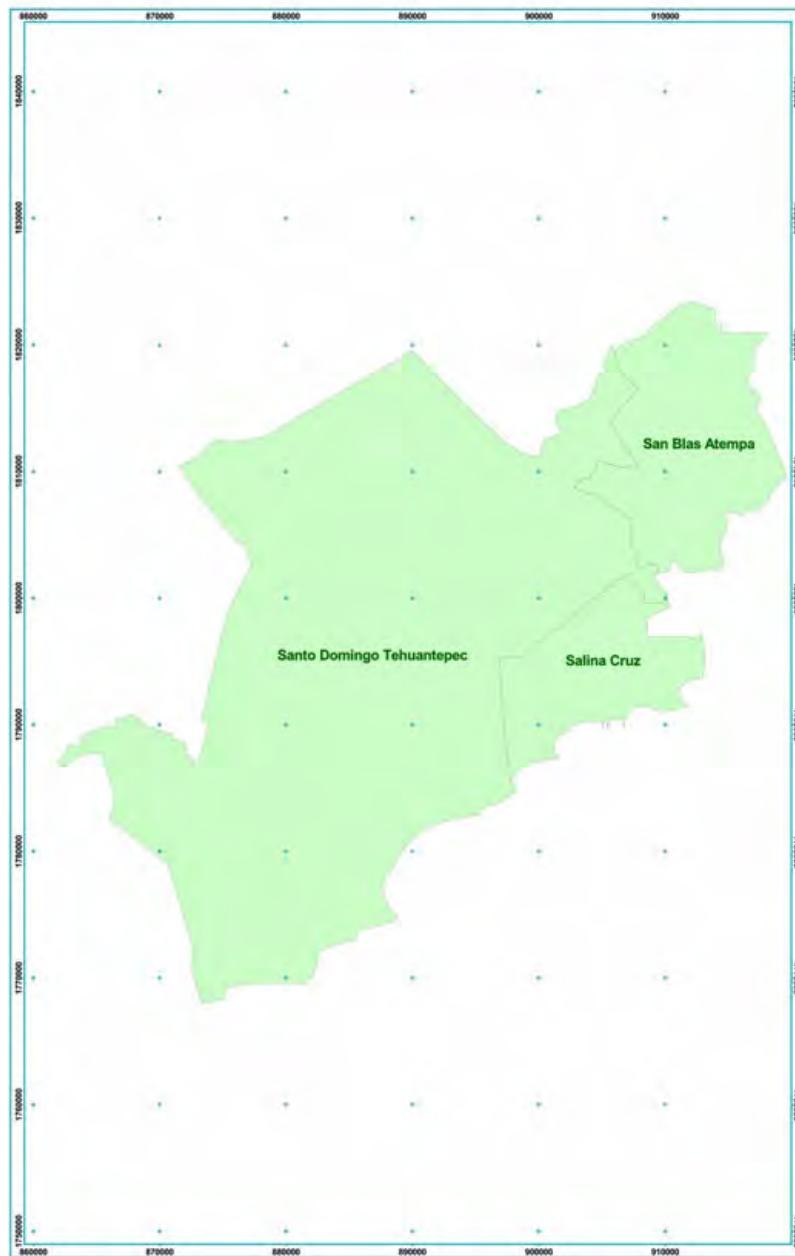
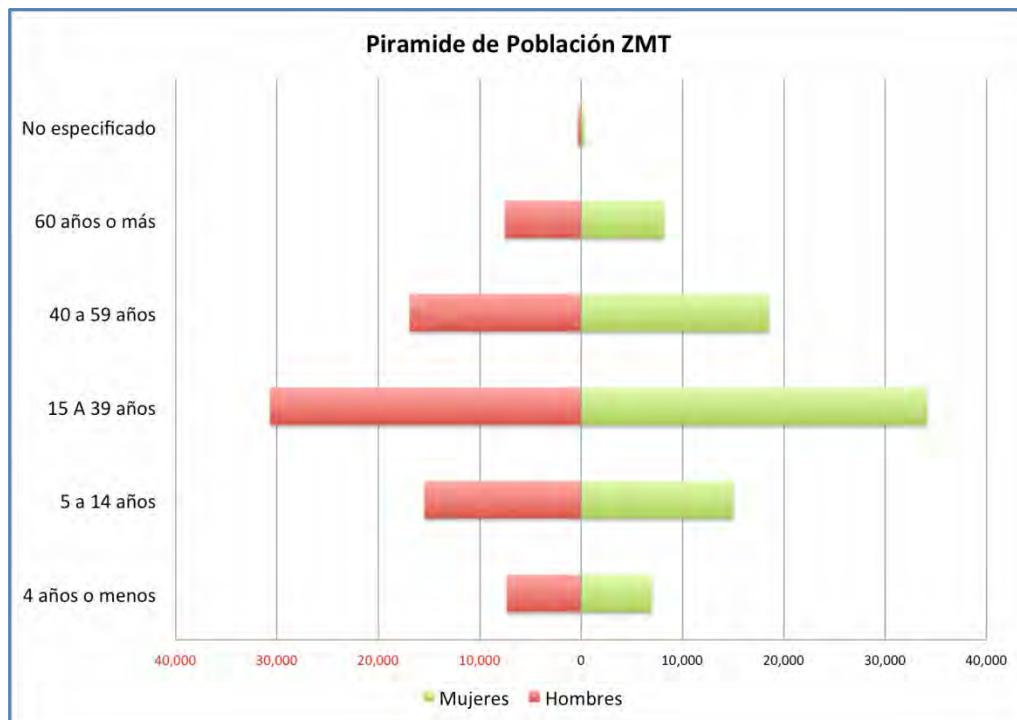


Figura III. 3 Zona Metropolitana de Tehuantepec. Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N.

### III.1.2.1 Población ZMT

De acuerdo al conteo y delimitación oficial realizada en 2010 por el INEGI, la Zona Metropolitana de Tehuantepec contó hasta ese año con 161,337 habitantes el cual representa el 4.24% de la entidad, donde el 51.6% de la población son mujeres y el 48.4% hombres.



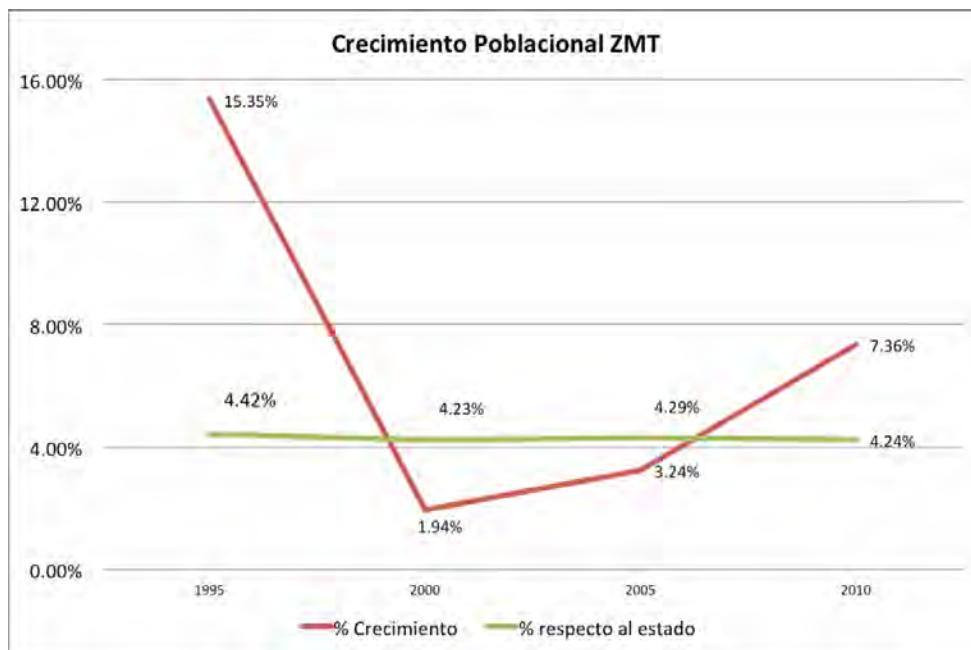
Gráfica III. 9 Distribución de población por edad de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

Tabla 4 Crecimiento de población de la ZMT

Año	Población masculina	Población femenina	Población total	% Crecimiento	% respecto al estado
1990	61,303	62,486	123,789		4.1
1995	70,242	72,551	142,793	15.35	4.42
2000	70,689	74,878	145,567	1.94	4.23
2005	72,753	77,528	150,281	3.24	4.29
2010	78,157	83,180	161,337	7.36	4.24

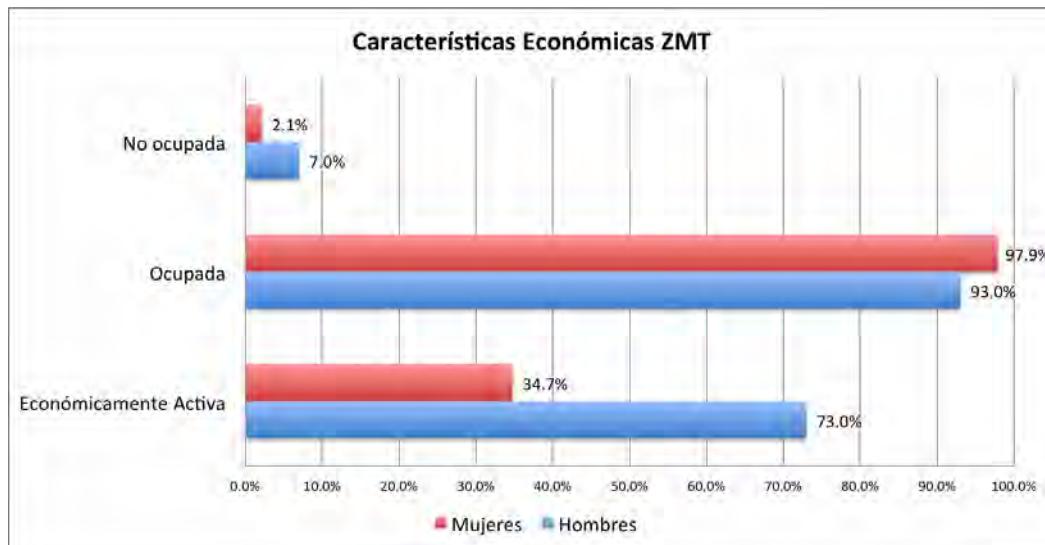
Elaboración Propia, fuente de información INEGI 1990 - 2010



Gráfica III. 10 Porcentaje de crecimiento poblacional de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 1990 - 2010

Del total de habitantes de la ZMT, el 53% pertenece a la población económicamente activa. De la población ocupada el 97.9% son mujeres y el 93% hombres.

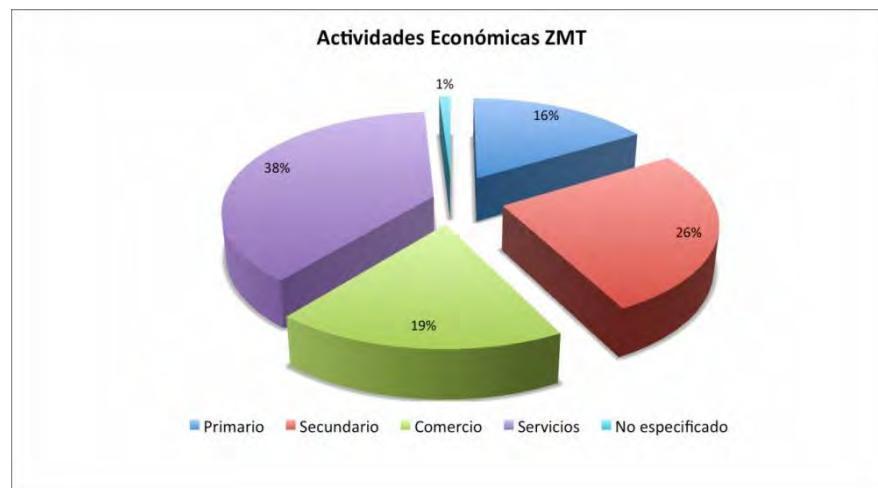


Gráfica III. 11 Distribución de población económicamente activa y ocupada de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

**III.1.2.2****Economía ZMT**

La propia geografía donde se ubica la ZMT le ha convertido en una zona estratégica para el paso comercial, posee un importante puerto, el de Salina Cruz que alberga importantes instalaciones relacionadas con la industria petrolera, como la Refinería de Salina Cruz, sin embargo la economía sigue siendo principalmente comercial y de servicios representada por un 19% y un 38% respectivamente.

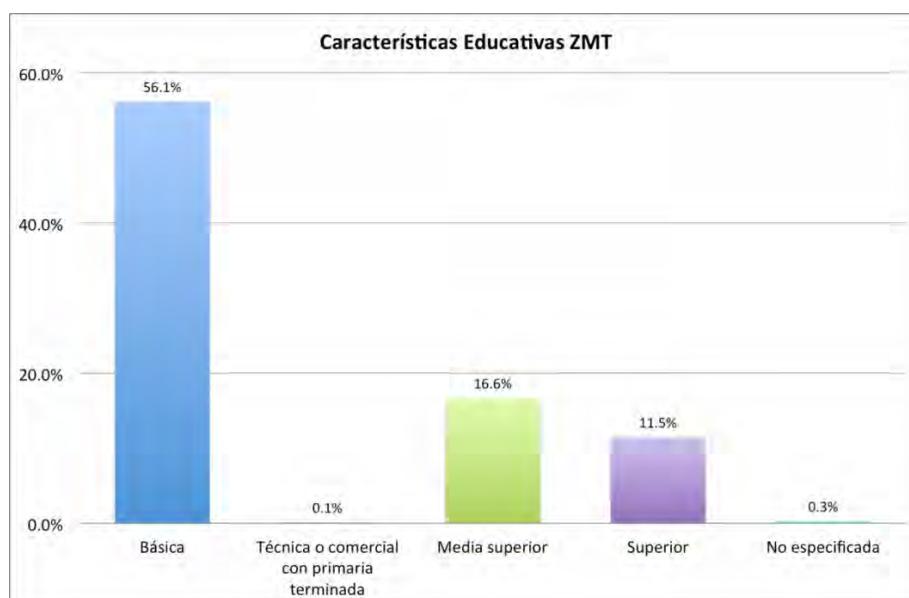


Gráfica III. 12 Distribución de las actividades económicas de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

**III.1.2.3****Educación ZMT**

El 84.6% de los habitantes de la ZMT cuentan con nivel educativo y el 15.4% son analfabetas. Se resalta que el 11.5% tiene un nivel de educación Superior y el 16.6% Media superior.

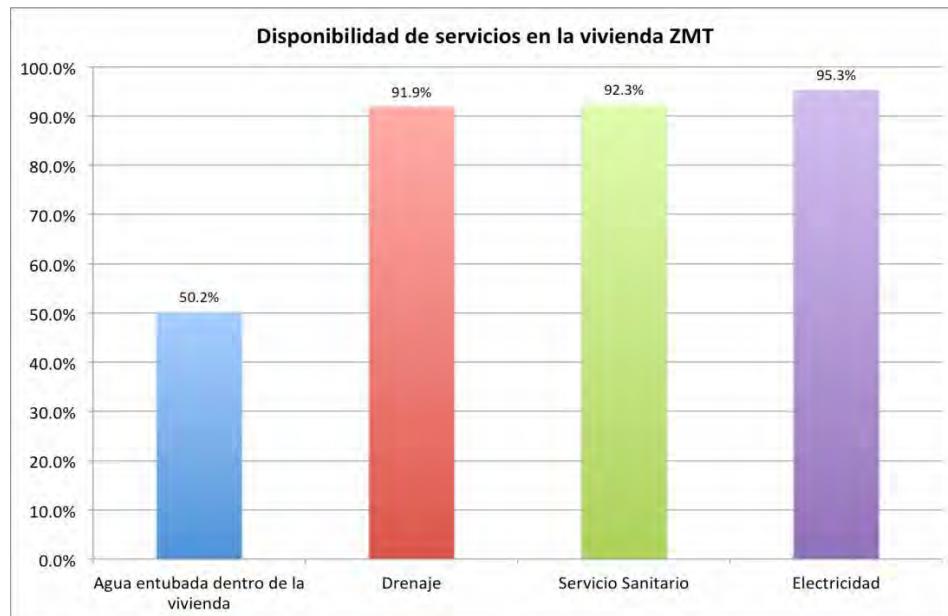


Gráfica III. 13 Distribución de población según el nivel de escolaridad de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.2.4 Servicios ZMT

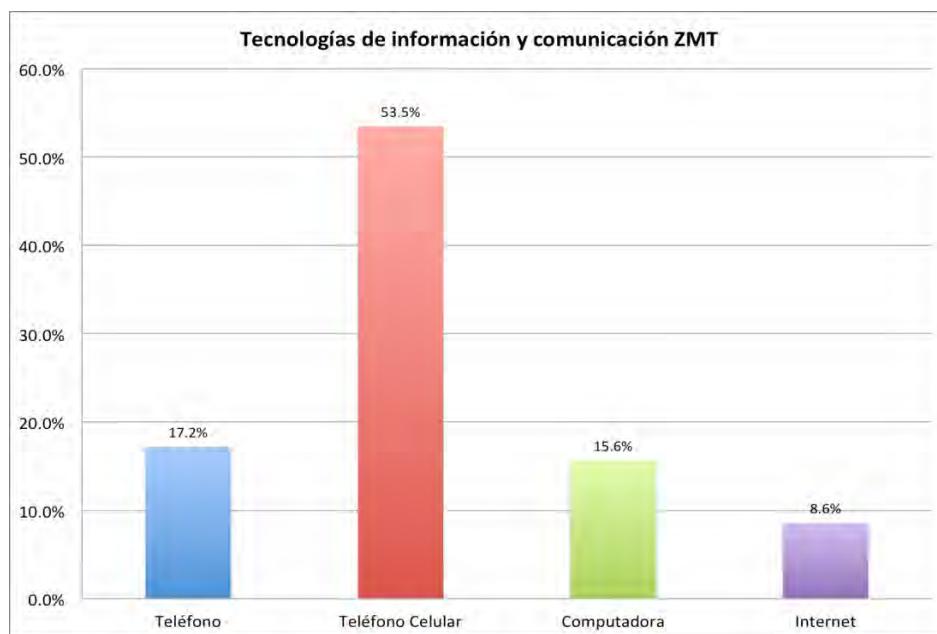
Se estima que más del 90% de las viviendas cuentan con drenaje, servicio sanitario y electricidad.



Gráfica III. 14 Disponibilidad de servicios en las viviendas de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

El 53.5% de las viviendas cuenta con teléfono celular y el 8.6% con internet.



Gráfica III. 15 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

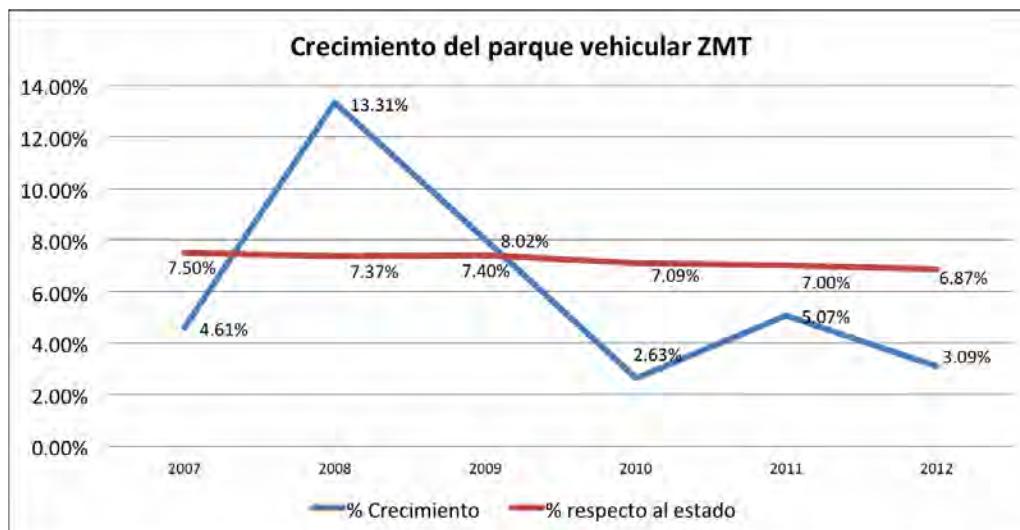
### III.1.2.5 Desarrollo Urbano ZMT

Derivado de las actividades económicas de la ZMT es necesario crear otras vías alternas de comunicación que satisfagan las necesidades de las poblaciones y facilite el acceso a la industria. Actualmente, las vialidades que hay en los municipios resultan insuficientes. Las carreteras federales se vuelven un caos ante el crecimiento del parque vehicular que en el año 2013, registró un total de 31,531 vehículos de motor en circulación, lo que representa un problema de contaminación debido a los pocos espacios para la circulación.

Tabla 5 Vehículos de motor de la ZMT y su crecimiento en los últimos años

Año	Total vehículos	% Crecimiento	% respecto al estado
2007	22,150		7.52
2008	23,171	4.61	7.5
2009	26,256	13.31	7.37
2010	28,363	8.02	7.4
2011	29,109	2.63	7.09
2012	30,586	5.07	7
2013	31,531	3.09	6.87

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007 - 2013



Gráfica III. 16Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de la ZMT.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007- 2013



### **III.1.2.6      *Ordenamiento Ecológico ZMT***

Hasta el momento para la ZMT no se cuenta con un programa de Ordenamiento Ecológico, todos los trabajos han sido orientados en materia Estatal, la fase de formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) comenzó a elaborarse en el año 2011. A principios del 2014 se concluyó la etapa de Propuesta, por lo que previo a la expedición en el periódico oficial del Estado, por lo que fue necesario someter los estudios realizados a la opinión, conocimiento y crítica de la sociedad en general, a fin de enriquecer el documento que integra el Modelo de Ordenamiento y las Estrategias Ecológicas, que en sumatoria, forman la Propuesta del POERTEO.

### **III.1.2.7      *Condiciones Climáticas ZMT***

La región completa se encuentra en una zona de clima tropical cálido, excepto en las elevaciones de la sierra Atravesada, donde los vientos provenientes del Pacífico proporcionan un clima comparativamente más fresco y saludable. El promedio anual de pluviosidad en la vertiente atlántica es de 3960 mm, en tanto que las temperaturas alcanzan los 35 °C. La vertiente del Pacífico tiene un clima más seco y menos cálido.

### **III.1.3    Ciudad de Tuxtepec**

Tuxtepec se asienta en una planicie a manera de península o herradura, ceñida por el Río Papaloapan, se encuentra a unos 100 km. de la ciudad de Oaxaca. Se extiende a lo largo de 17 municipios ubicados en la parte noroeste del Estado. Colinda al norte con Veracruz, al noroeste con la región Mazateca, al oeste con la Cuicateca y al sur y sureste con la Zapoteca.

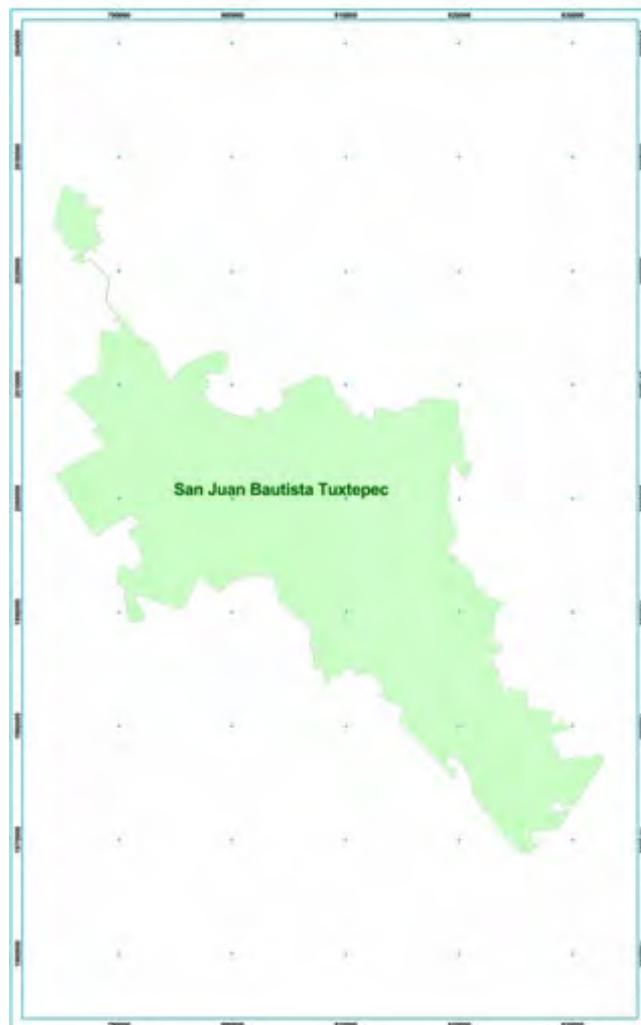
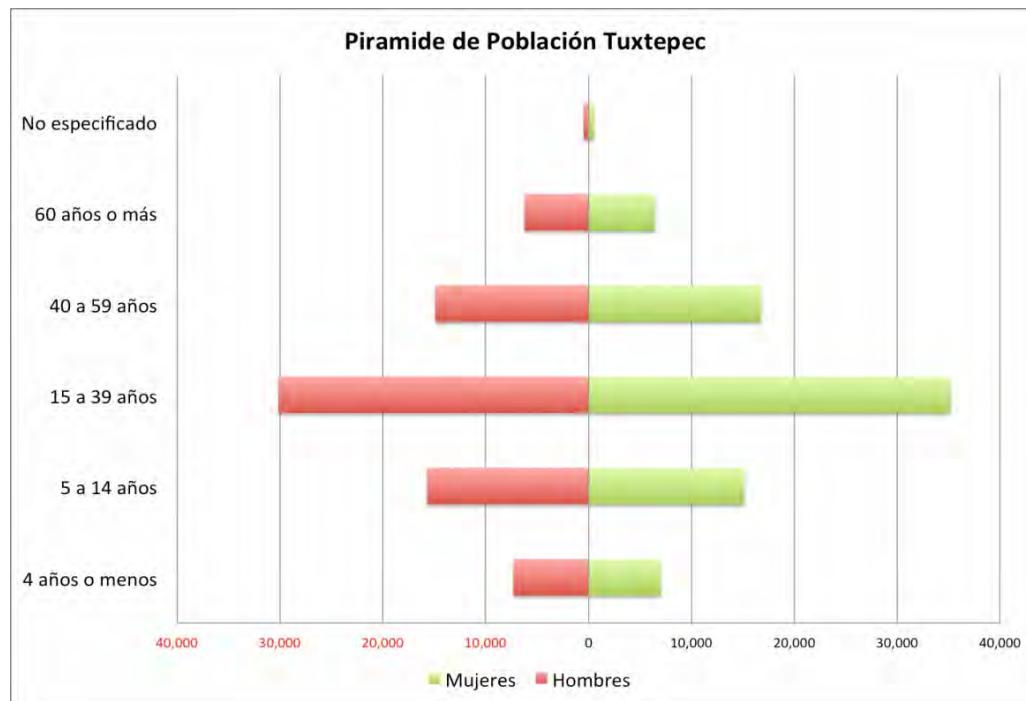


Figura III. 4 Tuxtepec. Elaboración propia DATUM WG84 ZONA 14N.

#### **III.1.3.1 Población**

Posee una población de 155,766 habitantes en su municipio, el cual representa el 4.09% de la entidad según el Conteo de Población y Vivienda del INEGI 2010, donde el 52% de la población son mujeres y el 48% hombres.



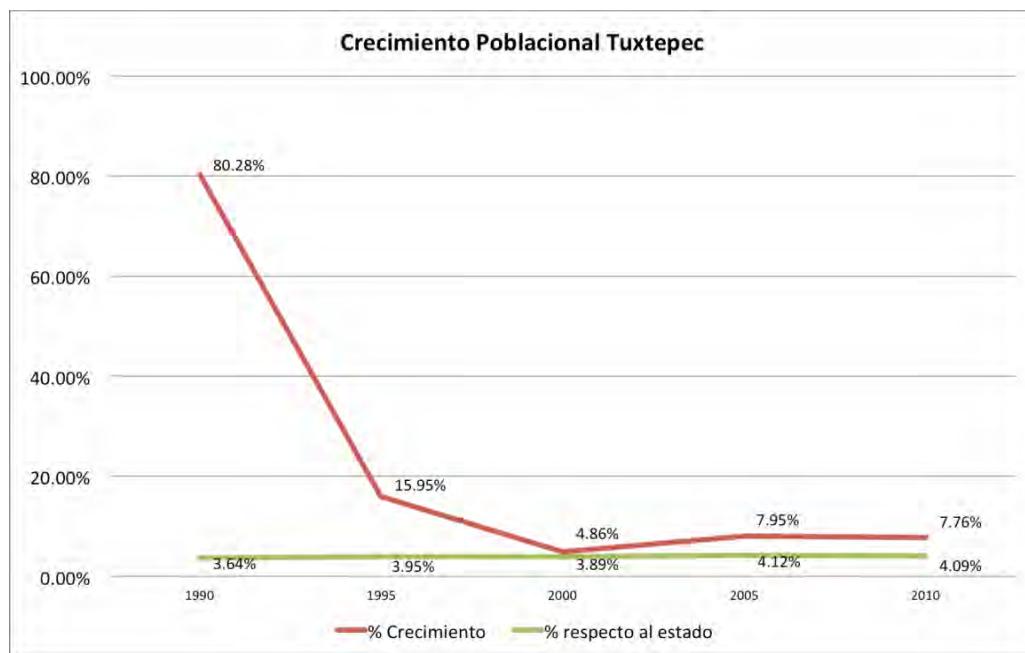
Gráfica III. 17 Distribución de población por edad de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

Tabla 6 Crecimiento de población de Tuxtepec

Año	Población masculina	Población femenina	Población total	% Crecimiento	% respecto al estado
1980	30,656	30,424	61,093		2.57
1990	54,656	55,480	110,136	80.28	3.64
1995	62,884	64,823	127,707	15.95	3.95
2000	64,631	69,282	133,913	4.86	3.89
2005	69,223	75,332	144,555	7.95	4.12
2010	74,788	80,978	155,766	7.76	4.09

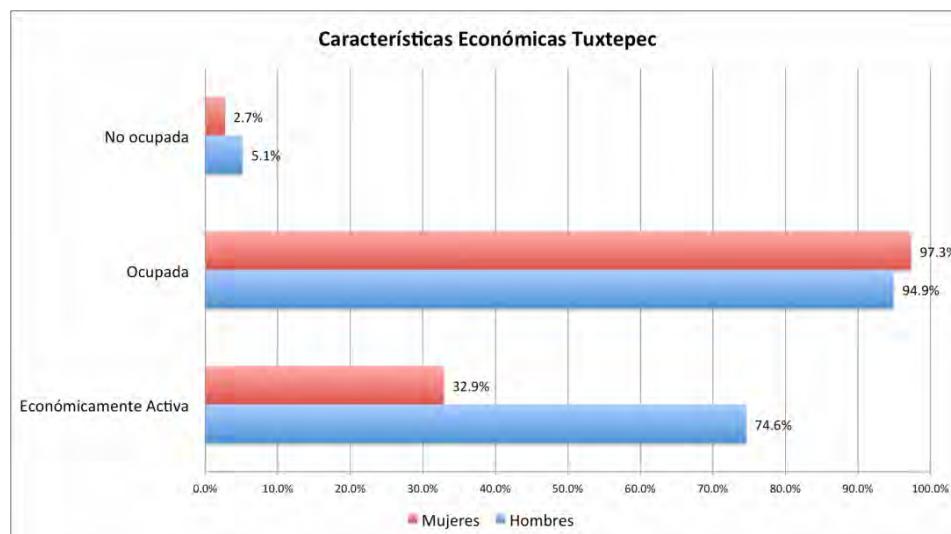
Elaboración Propia, fuente de información INEGI 1980 - 2010



Gráfica III. 18 Porcentaje de crecimiento poblacional de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 1980 - 2010

Del total de habitantes de Tuxtepec, el 53% pertenece a la población económicamente activa. De la población ocupada el 97.3% son mujeres y el 94.9% hombres.

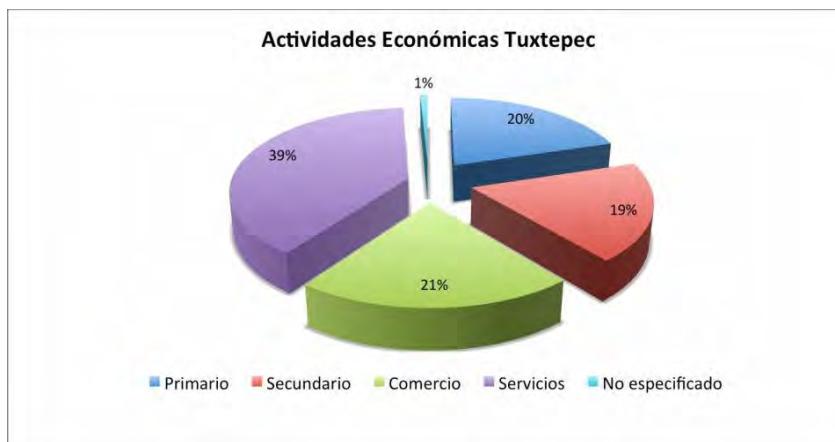


Gráfica III. 19 Distribución de población económicamente activa y ocupada de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.3.2 *Economía*

Tuxtepec es el principal centro urbano de la Región de la Cuenca del Papaloapan, siendo poseedora de una gran actividad agrícola y ganadera representada por un 20%, industrial representada por un 19% y en esencia comercial representada por un 21%. Se encuentra estratégicamente ubicada y cuenta con una amplia red de caminos y carreteras que le dan un rápido acceso a las ciudades en donde se encuentran los principales mercados nacionales como son las ciudades de México y Puebla, además, su cercanía con el puerto de Veracruz, facilita la exportación desde allí a cualquier parte del mundo, ya sea por vía marítima o aérea, (ver gráfica siguiente).

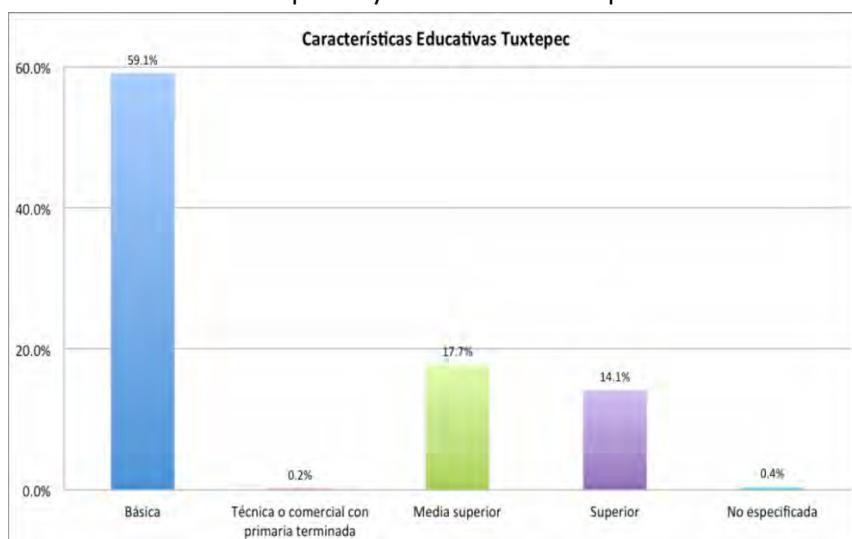


Gráfica III. 20 Distribución de las actividades económicas de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.3.3 *Educación*

El 92% de las habitantes de Tuxtepec cuentan con nivel educativo y el 8% son analfabetas. Se resalta que el 14.1% tiene un nivel de educación Superior y el 17.7% Media superior.

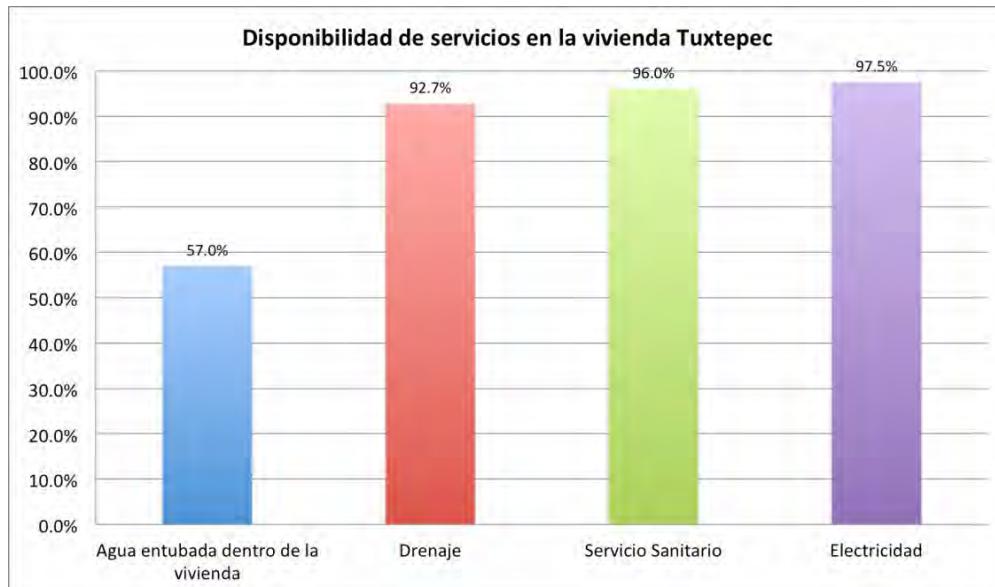


Gráfica III. 21 Distribución de población según el nivel de escolaridad de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.3.4 **Servicios**

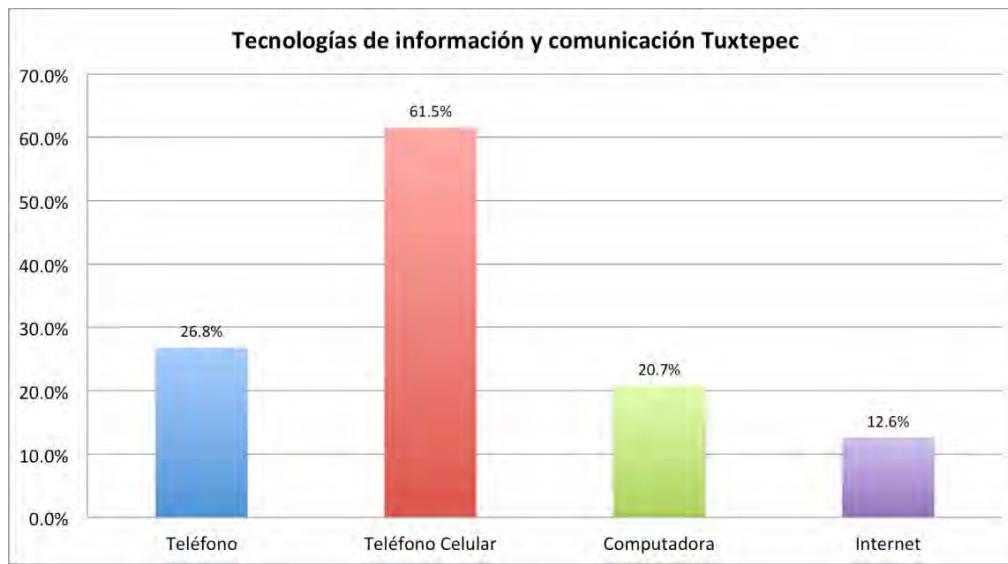
Se estima que más del 90% de las viviendas cuentan con drenaje, servicio sanitario y electricidad.



Gráfica III. 22 Disponibilidad de servicios en las viviendas de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

El 61.5% de las viviendas cuenta con teléfono celular y el 12.6% con internet.



Gráfica III. 23 Disponibilidad de tecnologías y comunicación de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2010

### III.1.3.5 Desarrollo Urbano

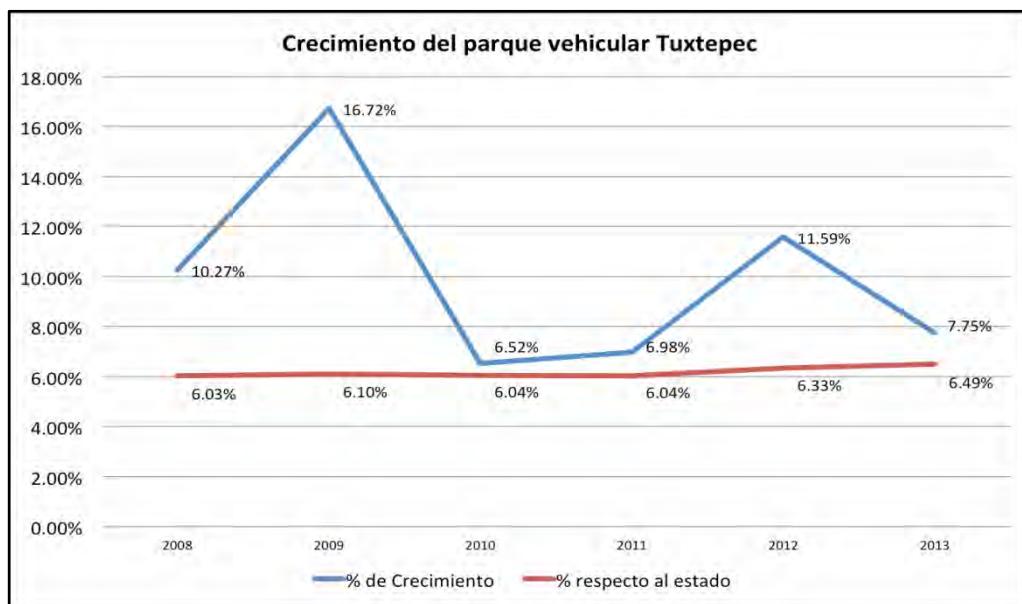
La Región de Tuxtepec, es considerada como uno de los principales pilares de la economía de la Entidad Oaxaqueña, por poseer la industria más desarrollada. Como consecuencia de este desarrollo industrial se tiene una situación ambiental interesante.

El impacto ambiental es ocasionado por los automóviles, camiones y autobuses siendo los principales responsables de la contaminación en la ciudad ya que el crecimiento de las rutas y el número de vehículos de transporte ocupan grandes áreas de vialidad y originan en horarios continuos saturación de las mismas, por lo que hace necesaria la reorientación del sistema vial municipal. En el año 2013 tenía un total de 29,808 vehículos de motor registrados en circulación.

Tabla 7 Vehículos de motor de Tuxtepec y su crecimiento en los últimos años

Año	Tuxtepec	% de Crecimiento	% respecto al estado
2007	16,902		5.74
2008	18,638	10.27	6.03
2009	21,754	16.72	6.1
2010	23,173	6.52	6.04
2011	24,790	6.98	6.04
2012	27,663	11.59	6.33
2013	29,808	7.75	6.49

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007 - 2013



Gráfica III. 24Porcentaje de crecimiento del parque vehicular de Tuxtepec.

Elaboración Propia, fuente de información INEGI 2007- 2013



### **III.1.3.6      *Ordenamiento Ecológico***

Hasta el momento para Tuxtepec no se cuenta con un programa de Ordenamiento Ecológico, todos los trabajos han sido orientados en materia estatal, La Fase de Formulación del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO) comenzó a elaborarse en el año 2011. A principios del 2014 se concluyó la etapa de Propuesta, por lo que previo a la expedición en el periódico oficial del Estado, por lo que fue necesario someter los estudios realizados a la opinión, conocimiento y crítica de la sociedad en general, a fin de enriquecer el documento que integra el Modelo de Ordenamiento y las Estrategias Ecológicas, que en sumatoria, forman la Propuesta del POERTEO.

### **III.1.3.7      *Condiciones Climáticas***

El Municipio posee una orografía poco montañosa ya que se encuentra en la planicie costera del Golfo de México y las llanuras de Sotavento hacia el norte y hacia el sur la Sierra Chinanteca y la Sierra Juárez. Entre las elevaciones más significativas con que cuenta el municipio se encuentran el Cerro Boludo, con 400 metros s.n.m; Cerro Guacamaya, con 360 metros s.n.m; el Cerro Macín con 260 metros s.n.m; Cerro San Rafael; con 180 metros s.n.m. y Cerro Sumatra, con 160 metros s.n.m.

Los tipos de suelo del municipio se caracterizan por ser en un 27% del tipo Feozem háplico; Luvisol Ortico y Plíntico en un 30%, el resto se divide en los tipos Acrisol, Cambizol, Redzina, Gleysol, Litosol, Arenosol y Vertisol. Las características de estos suelos son el de pertenecer a zonas de lluvia de moderada a intensa, con tendencias a la erosión, las propiedades que los identifican son de muy poca aportación de nutrientes por su conformación de acumulación de arcilla en el subsuelo; sin embargo, Tuxtepec posee uno de los suelos más fértiles del Estado debido a su riqueza acuífera.

La cuenca hidrológica del Río Papaloapan, nutrido por otros ríos como el Río Tonto, el Río Valle Nacional, el Río Santo Domingo, aportan una gran cantidad de recursos hídricos al municipio, además de contar con numerosos manantiales y ojos de agua que se originan en los caudales de la Sierra Madre del Sur y la Sierra Juárez. El municipio cuenta con grandes cuerpos de agua como son la Presa Miguel Alemán y la Presa Miguel de la Madrid, que son generadoras de la energía eléctrica que abastece a una importante porción del territorio nacional.

El clima del municipio se caracteriza por ser cálido-húmedo con una temperatura promedio anual de 25°C. El mes más caluroso del año es el de mayo, con temperaturas promedio de 28°C.

### III.1.4 Conclusiones del análisis socioeconómico.

Se observa que el área con mayor desarrollo es la Zona Metropolitana de Oaxaca, observando que en cuanto actividades económicas para el 2010 reportó el 51% para servicios y el 19% de comercios, seguida de Tuxtepec que reportó el 39% de servicios y 21% de comercios y para Tehuantepec se registró un 38% en servicios y 19% en comercios.

Esta información también refleja las actividades predominantes de cada zona, en el caso de Tuxtepec se reporta el 20% en el sector primario, debido a la actividad agrícola, en el caso de Tehuantepec reporta el 26% en sector secundario, lo cual es significativo de su actividad industrial.

Respecto al nivel educativo la Zona Metropolitana de Oaxaca es la que reporta el mayor porcentaje de nivel superior con un 22.2% seguida de Tuxtepec con un 14.7% y la Zona Metropolitana de Tehuantepec con un 11.5%.

En relación al incremento de parque vehicular la que reportó mayor crecimiento en 2013 fue Tuxtepec, con 7.75% seguido de la Zona Metropolitana de Oaxaca con 3.47% y Tehuantepec con un 3.09%. Sin embargo la Zona de Oaxaca representa un mayor porcentaje de crecimiento respecto al Estado que es del 38%.

Lo anterior sin embargo refleja que aunque la Zona Metropolitana de Oaxaca es la que representa el mayor crecimiento estatal, las otras zonas han tenido un crecimiento importante respecto al Estado, que demanda mayores servicios e incremento de transporte por lo que sin duda debe de ser un indicativo de atención sobre posibles incrementos de emisiones derivadas de estos sectores.

### III.2 Análisis de la Calidad del Aire

En los últimos años se ha implementado el concepto de cuenca atmosférica, entendiendo que es una frontera virtual de una parte de la atmósfera que se comporta de manera coherente con respecto a la dispersión de emisiones.

Una Cuenca Atmosférica conforme al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera se define como un espacio geográfico, el cual está parcial o totalmente delimitado por elevaciones montañosas u otros atributos naturales, con características meteorológicas y climáticas afines, donde la calidad del aire a nivel estacional está influenciada por las fuentes de emisión antropogénicas y naturales en el interior de la misma, y en ciertos casos, por el transporte de contaminantes provenientes de otras cuencas atmosféricas.

En este sentido la contaminación atmosférica depende de las características de la cuenca atmosférica determinadas por varios factores, los cuales pueden favorecer la acumulación de contaminantes. La calidad del aire en una cuenca atmosférica depende de: sus características fisiográficas, del tipo de fuentes emisoras, del volumen de emisiones, del tipo de contaminantes emitidos; del comportamiento fisicoquímico de los contaminantes, así como del comportamiento meteorológico el cual determina la dispersión, transformación y remoción en la atmósfera. Por lo anterior, el comportamiento de una cuenca atmosférica es complejo y debemos entender que cada cuenca se comporta diferente dependiendo de las características descritas.

Por parte de la Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales se han definido cuencas atmosféricas para fines de gestión de la calidad del aire, para ello se utilizaron límites políticos o criterios jurisdiccionales para facilitar su manejo, por lo que la delimitación definida puede modificarse en función de los estudios de diagnóstico efectuados o bien para facilitar su gestión. En el caso específico del estado de Oaxaca las que se definieron fueron para Tuxtepec, Barrio de la Soledad, Salina Cruz y Oaxaca, las cuales se muestran a continuación.

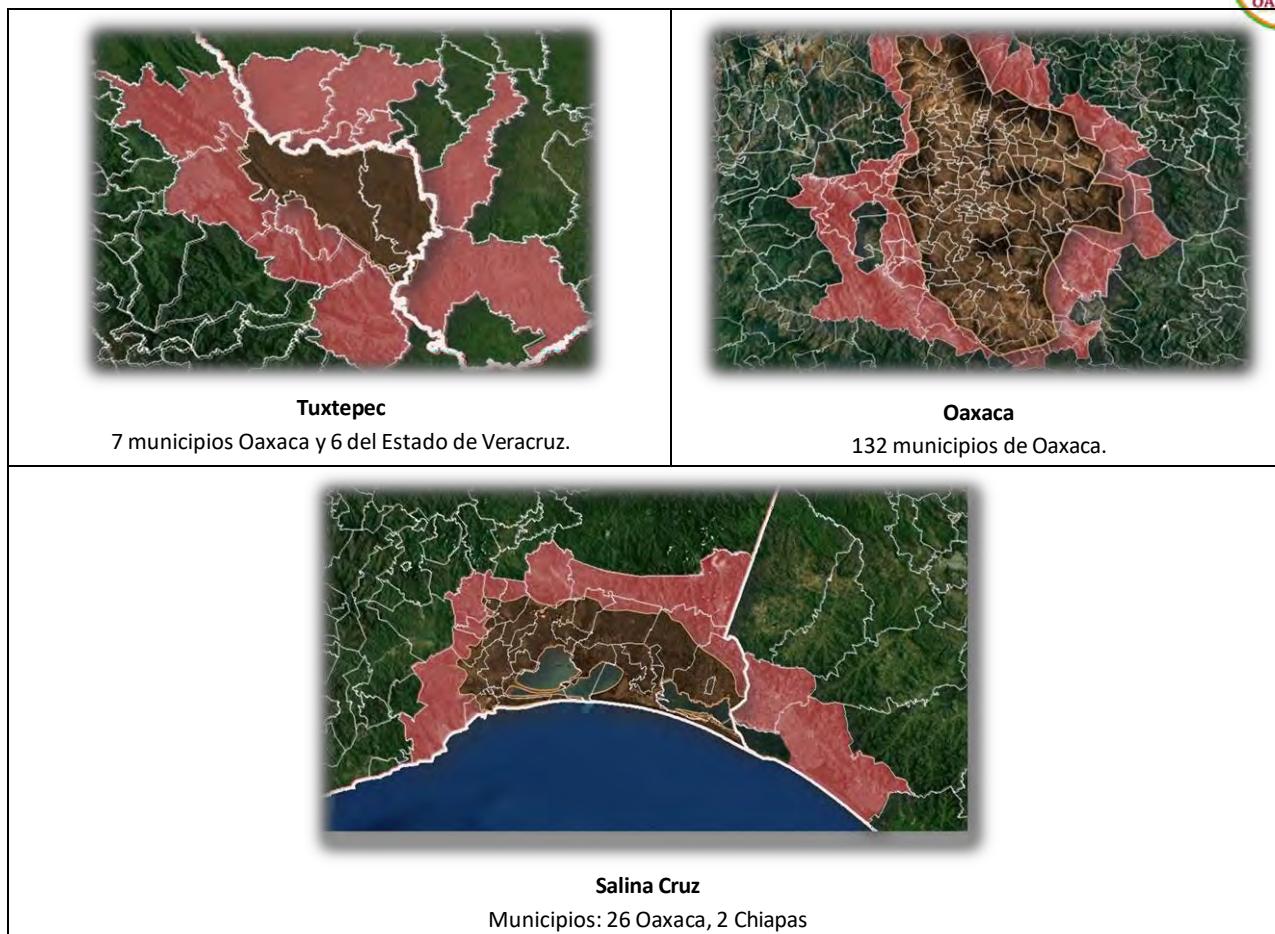


Figura III. 5 Delimitación de Cuencas Atmosféricas. Fuente SEMARNAT, SGPA-DGGCARETC, Diciembre 2013.

No obstante lo anterior, se realizó el análisis de cada una de las zonas con lo cual se realizó la delimitación de las cuencas atmosféricas a las cuales corresponde cada área de estudio.

La información anterior, sirvió de referencia para el análisis de calidad del aire en cada una de las áreas, y comparar los resultados encontrados del análisis realizado con la información disponible sobre inventario estatal de emisiones 2011, inventario de emisiones de la zonas metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec y ciudad de Tuxtepec 2007; y para la Zona Metropolitana de Oaxaca se cuenta además con monitoreo de la calidad del aire a partir de marzo de 2013.

Asimismo para conocer el comportamiento de los principales contaminantes se realizó la modelación de dispersión de contaminantes usando el modelo ARMOND, con datos del inventario estatal de emisiones 2011, datos meteorológicos de la estación CEDART y de la estación climatológica de Salina Cruz operada por la SEMAR, para cada uno de los casos se muestran los resultados obtenidos.

A continuación se describe el análisis realizado para determinar el comportamiento de la calidad del aire en cada una de las tres zonas de estudio.



### III. 2.1 Cuencas atmosféricas.

Para la delimitación de las cuencas atmosféricas de cada una de las zonas, se tomó como referencia el informe final del proyecto denominado: Identificación de Cuencas Atmosféricas en México, elaborado por el Instituto Nacional de Ecología en el año 2007, en donde se presentan las siguientes definiciones de cuenca atmosférica.

"Área cubierta por un volumen de aire que tiene características similares y que está separada de otros volúmenes de aire por patrones de tiempo o topográficos (Idaho Department of Environmental Quality)".

"Espacio geográfico delimitado parcial o totalmente por elevaciones montañosas u otros atributos naturales con características meteorológicas y climáticas afines, donde la calidad del aire a nivel estacional está influenciada por las fuentes de emisión antropogénicas y naturales en el interior de la misma, y en cierto casos, por el transporte de contaminantes provenientes de otras cuencas atmosféricas (propuesta de reglamento de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera)".

"Región geográfica delimitada por los obstáculos topográficos (líneas costeras, formaciones montañosas, etc), de tal manera que dentro de ésta se modifica la circulación general de la atmósfera sobre la superficie (capa límite de la atmósfera), dando lugar a la formación de los vientos locales, diferentes del flujo de la atmósfera libre".

En este sentido, considerando que las elevaciones montañosas limitan o impiden la dispersión de contaminantes, cada una de las cuencas atmosféricas incluidas en el programa se definió en base a las condiciones de orografía del territorio. Con el apoyo del SIG ArcView, se procedió a procesar las siguientes capas de información, obtenidas de la página del INEGI: curvas de nivel con una separación de cada 100 metros, marco geoestadístico municipal 2010 e hidrología superficial o corrientes de agua.

Como ya se señaló, la cuenca atmosférica se definió en base a la orografía o topografía del terreno, trazando una línea que delimitara la parte alta de las zonas montañosas que de manera natural delimitan a las regiones en estudio, esta separación se llevó a cabo uniendo los puntos con mayor elevación, apoyados en las curvas de nivel y en la dirección del flujo de los escurrimientos superficiales, los cuales en el terreno natural se constituyen como el parte aguas.

Del mismo modo, cada una de las cuencas atmosféricas se delimitó en base a límites administrativos, es decir se señalaron los municipios que en alguna porción de su territorio eran alcanzados por la delimitación de la cuenca orográfica.

Lo anterior nos arrojó como resultado que cada una de las cuencas quedara delimitada de la siguiente manera:

### III. 2.1.1 Zona metropolitana de Oaxaca.

Al noreste la cuenca queda delimitada por la subprovincia fisiográfica denominada Sierras Orientales, conformada por la Sierra Juárez, con elevaciones que alcanzan los 3,200 metros sobre el nivel del mar; al noroeste está delimitada por la subprovincia Sierras Centrales de Oaxaca, con alturas que van hasta los 2,800 msnm; al sur y suroeste se delimita por la subprovincia Cordillera Costera del Sur, con altitudes de hasta los 1,800 msnm.

Por lo anterior, la zona metropolitana de Oaxaca se localiza en su mayor parte en la subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca, en donde se tienen altitudes que van desde los 1,600 msnm.

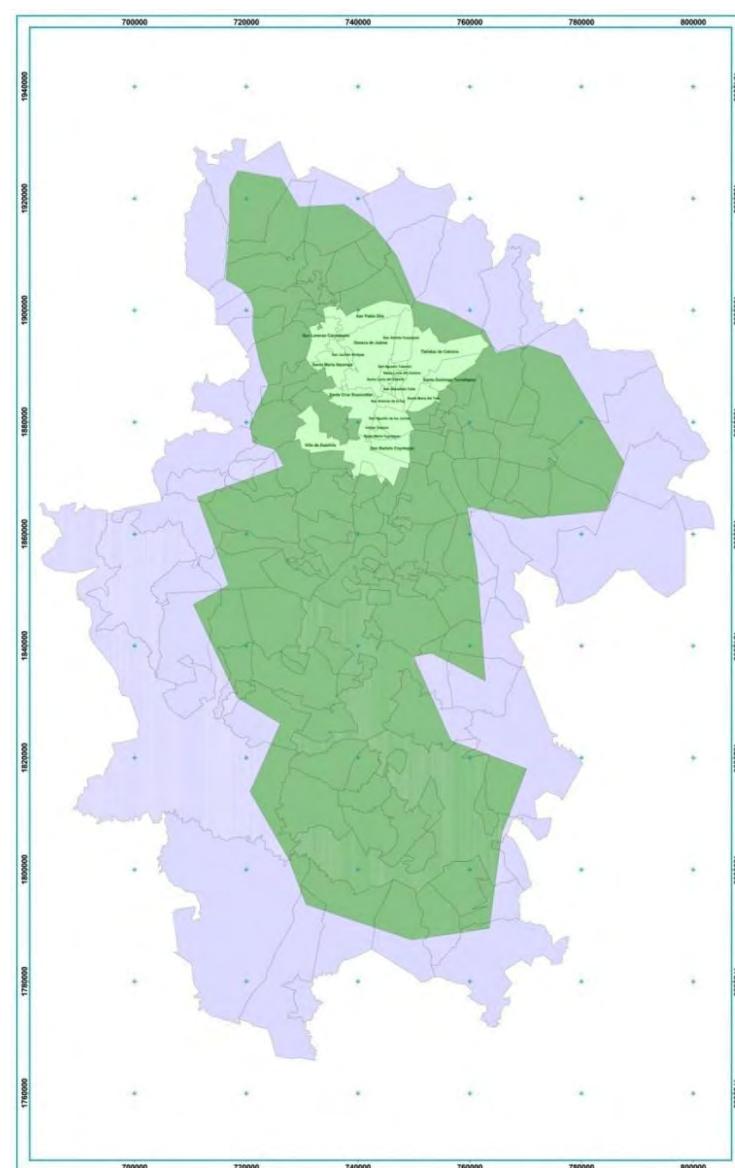


Figura III. 6 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona metropolitana de Oaxaca.

Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N

### III. 2.1.2 Zona metropolitana de Tehuantepec.

La cuenca atmosférica de la zona metropolitana de Tehuantepec, está comprendida dentro de cuatro subprovincias, que a su vez delimitan dicha cuenca: al este la discontinuidad Llanuras del Itsmo; al norte, la subprovincia Sierras del Sur de Chiapas; al noroeste y oeste, subprovincia Sierras Orientales; al suroeste, la subprovincia Costas del Sur y al sur por el Océano Pacífico.

En este sentido, las altitudes van desde el nivel del mar hasta los 1,800 msnm en la porción noreste.

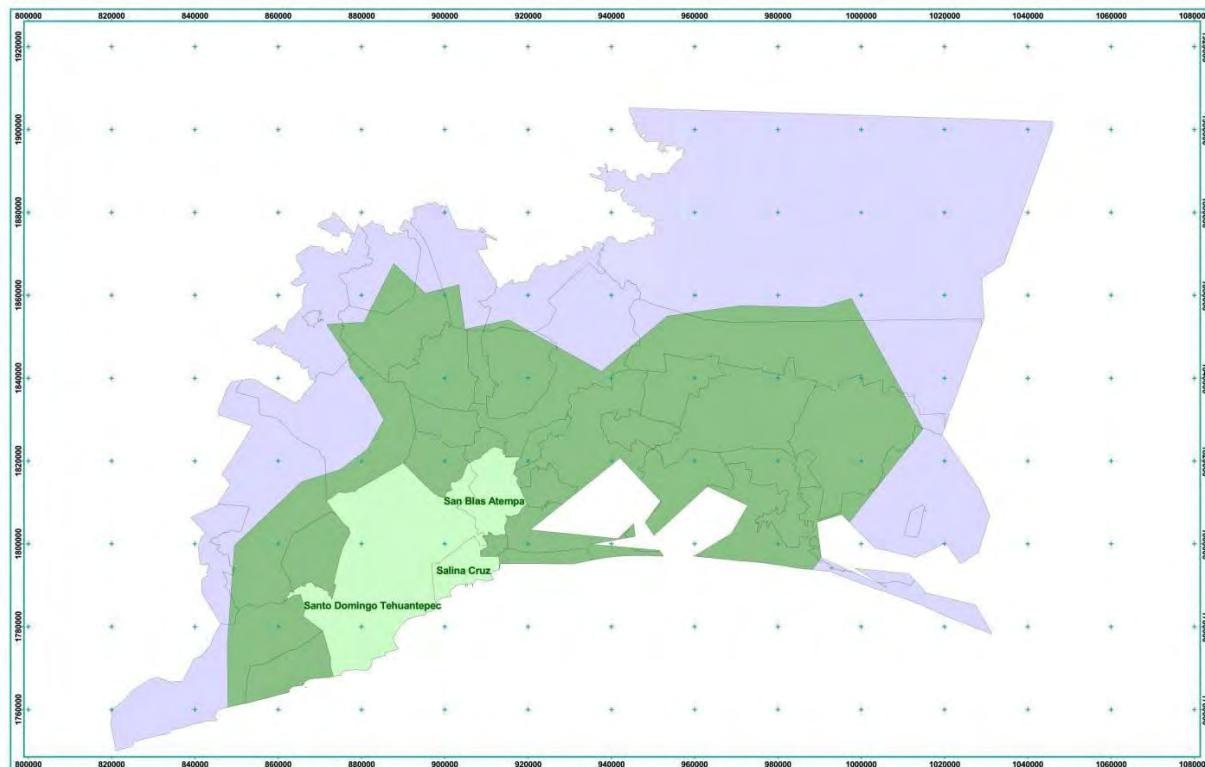


Figura III. 7 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona metropolitana de Tehuantepec.

Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N

### III. 2.1.3 Región Tuxtepec.

La cuenca atmosférica de Tuxtepec, abarca parte de dos subprovincias, la Llanura Costera Veracruzana al este y las Sierras Orientales al oeste. Con altitudes que van de los 100 a los 2,000 msnm.

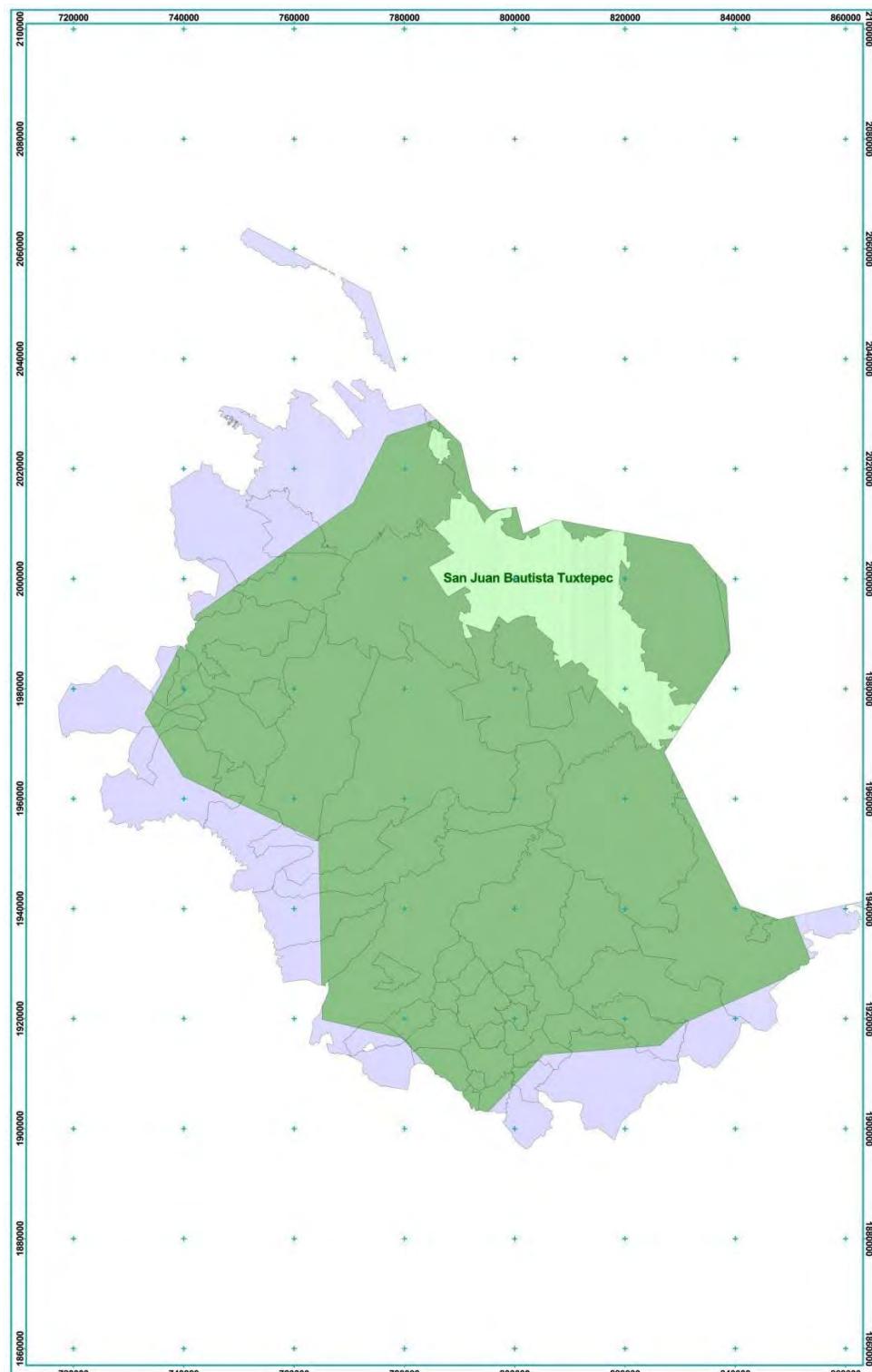


Figura III. 8 Delimitación de la cuenca orográfica y administrativa de la zona de Tuxtepec.  
Elaboración propia. DATUM WG84 ZONA 14N.

### III. 2.2 Escenarios de la calidad del aire a 5, 10, 15 y 20 años

La calidad del aire de una región depende de diversos factores, como son: fuentes de emisión, densidad poblacional, patrones de viento, tipo de combustibles, uso de tecnologías (preferentemente limpias) y a medida de que se presenten modificaciones en alguno de estos factores se presentarán modificaciones a la calidad del aire.

En el estado de Oaxaca se cuenta con la proyección de la población realizada por el Consejo Nacional de Población (CONAPO)<sup>3</sup>, en donde se estima que para el año 2030 habrá 4293423 personas en el estado.

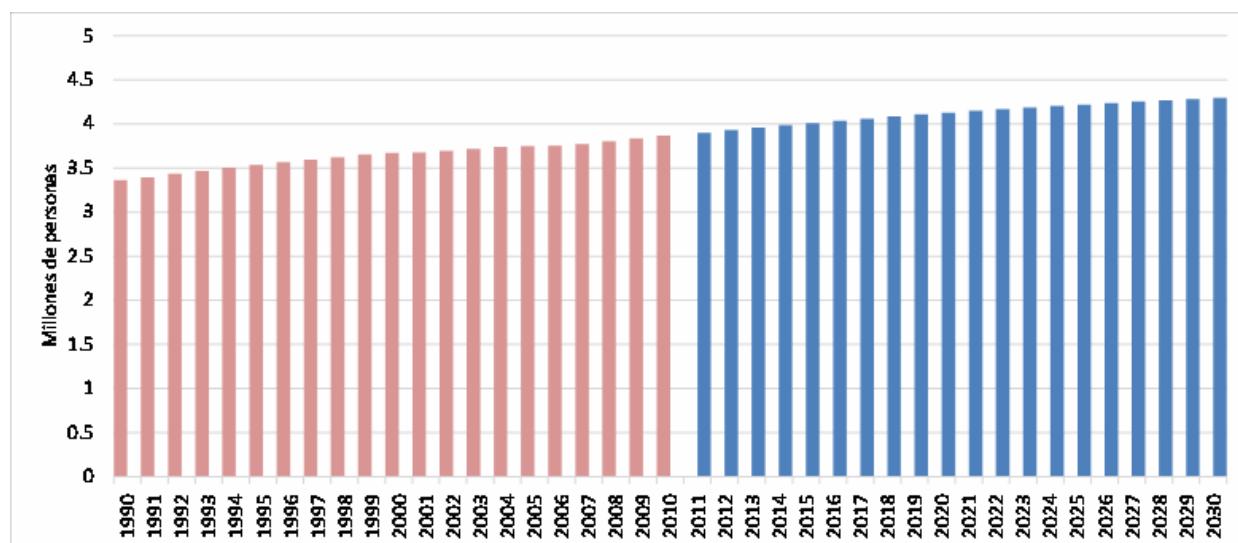


Figura III. 9 Estimaciones y proyecciones de la población del estado de Oaxaca (1990 a 2030)

Por otro lado, la más reciente actualización de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud, para Ozono y Partículas (NOM-020-SSA1-2014 y NOM-025-SSA1-2014) respectivamente establece que se tomen como referencia valores más estrictos en la próxima revisión y no descarta la posibilidad de alcanzar los valores recomendados en las Guías de la Calidad de Aire de la Organización Mundial de la Salud<sup>4</sup> (Tabla III.1).

<sup>3</sup>Proyecciones de población. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos)

<sup>4</sup>Guías de calidad del aire (2005). [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/)

Tabla III. 1 Límites recomendados para la próxima actualización de las NOM

Contaminante	Tiempo de exposición	Límite actual	Límite propuesto próxima revisión	Guías de la OMS
Ozono (O <sub>3</sub> )	1 hora	95 ppb	90 ppb	
	8 horas	70 ppb	50 ppb	
Partículas menores a 10 micrómetros (PM <sub>10</sub> )	24 horas	75 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	Un año	40 µg/m <sup>3</sup>	35 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM <sub>2.5</sub> )	24 horas	45 µg/m <sup>3</sup>	30 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>
	Un año	12 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

### III. 2.2.1 Proyección Zona Metropolitana de Oaxaca

Con el propósito de realizar un escenario a 5, 10, 15 y 20 años de la calidad del aire en la ZMO, se tomó como base el comportamiento de crecimiento poblacional de la zona y del parque vehicular, reportados en el análisis socioeconómico; así como la proyección de población de CONAPO. A partir del crecimiento del parque vehicular se realizó un ajuste lineal por mínimos cuadrados<sup>5</sup> cuya ecuación es: a partir de un valor base de 99642 vehículos, por cada año se incrementan 11355, es decir  $y = 11355x + 99642$  con  $R^2 = 0.9709$

Tabla III. 2 Proyección estimada para la ZMO

Año	Proyección estimada (%)	
	Población	Incremento Vehicular
2015	5.79	39.95
2020	3.65	28.13
2025	2.21	21.95
2030	1.28	18.00

En términos de la calidad del aire, es necesario tomar en cuenta que a la fecha se cuenta únicamente con dos estaciones de monitoreo, las cuales se localizan en el centro (estación CEDART) y noreste (estación Santa Rosa) de la ciudad de Oaxaca y tienen operando cuatro y dos años respectivamente, por lo tanto la información del monitoreo actual no es suficiente debido a que no representa los diferentes entornos de la ciudad y no se puede generalizar la calidad del aire. Sin embargo se evalúan escenarios con respecto a las modificaciones futuras de las normas de Ozono y Partículas.

<sup>5</sup> Un ajuste lineal consiste en ajustar una recta al crecimiento vehicular en función de los años, tomando en cuenta que ese ajuste debe captar la mayor variación de los datos, es decir que el valor de  $R^2$  sea lo más cercano a la unidad.

La comparación de cambiar la norma por una más estricta arroja un aumento de días con mala calidad del aire (Tabla III.3), pasando de 1 a 30 en el caso del ozono (8h), de 1 a 47 en el caso de PM10 (24h) y de cero a 3 días en el caso de PM2.5 (24h).

Tabla III. 3 Escenarios de la calidad del aire en la ZMO con valores límite más estrictos

Límite actual				Límite más estricto			
Contaminante	Tiempo de exposición	Límite actual	Días > límite actual	Contaminante	Tiempo de exposición	Límite Estricto	Días > límite Estricto
Ozono	8 horas	70 ppb	1	Ozono	8 horas	50 ppb	30
Partículas menores a 10 micrómetros	24 horas	75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	Partículas menores a 10 micrómetros	24 horas	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	47
Partículas menores a 2.5 micrómetros	24 horas	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0	Partículas menores a 2.5 micrómetros	24 horas	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3

### III. 2.2.2 Proyección Zona Metropolitana de Tehuantepec

En el caso de la ZMT el ajuste lineal de la proyección de vehículos se realizó a partir de la ecuación  $y = 1636.6x + 20763$ , con  $R^2 = 0.9645$ .

Tabla III. 4 Proyección estimada para la ZMT

Año	Proyección estimada (%)	
	Población	Incremento Vehicular
2015	3.52	25.14
2020	2.53	23.06
2025	1.62	18.74
2030	0.90	15.78

### III. 2.2.3 Proyección Tuxtepec

En el caso de la Tuxtepec el ajuste lineal de la proyección de vehículos se realizó a partir de la ecuación  $y = 2135.9x + 14703$ , con  $R^2 = 0.9928$ .



Tabla III. 5 Proyección estimada para Tuxtepec

Año	Proyección estimada (%)	
	Población	Incremento Vehicular
2015	4.19	46.40
2020	3.23	31.48
2025	2.25	23.94
2030	1.44	19.32

Con estos resultados se realizaron las modelaciones proyectadas con el comportamiento de la calidad del aire para cada zona, presentadas en el siguiente apartado.

### III.2.3 Comportamiento de la calidad del aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca ZMO

Para esta zona se recabo la información del inventario estatal de emisiones criterio 2011, inventario de emisiones de la zonas metropolitanas de Oaxaca, municipio de Salina Cruz y San Juan Bautista Tuxtepec 2007 y el monitoreo atmosférico de la estación CEDART, en el presente apartado se presenta el análisis realizado con esta información.

De los inventarios de emisiones los resultados más relevantes reflejan que las fuentes principales de emisión en esta zona son las fuentes de área y las fuentes móviles. El principal contaminante emitido es el monóxido de carbono, en segundo lugar están los hidrocarburos (HC), seguidos del material particulado ( $PM_{10}$ ). Los municipios con mayor contribución son Oaxaca de Juárez, seguido de Santa Cruz Xoxocotlán y Santa Lucia del Camino respectivamente.

De manera específica el municipio de Oaxaca de Juárez emite el 11% de Monóxido de Carbono (CO) del total estatal debido a fuentes móviles, principalmente por uso de vehículo particular pick up, menores a 3 tn y uso de leña en el hogar y el 7% de Óxidos de Nitrógeno (NOx) también debido a fuentes móviles<sup>6</sup>.

Así también, se identificó como fuentes de emisión de partículas: incendios forestales, combustión habitacional de GLP, combustión habitacional de leña, combustión de GLP en el sector servicios y hornos tabiqueos; además de la contribución de fuentes móviles provenientes de los autobuses urbanos, autobuses foráneos<sup>7</sup>.

6 IEDES. Inventario Estatal de Emisiones Oaxaca 2011

7 IEDES. Inventario de emisiones de la zonas metropolitanas de Oaxaca, municipio de Salina Cruz y San Juan Bautista Tuxtepec 2007

Para esta zona en comparación con las emisiones estatales los óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno no representan una contribución significativa, debido a que no se tiene contribución de fuentes fijas, sin embargo las fuentes móviles si contribuyen a estas emisiones, además de que aportan también hidrocarburos. Los municipios con mayor aportación de emisiones por fuentes móviles en esta zona son Oaxaca de Juárez y Santa Cruz Xoxocotlán<sup>2</sup>.

Es menester mencionar la necesidad de que se determine mayor precisión en los inventarios, debido a que la información por municipio se presenta de manera muy general, siendo necesario tener la estimación por tipo de fuente y municipio con mayor precisión. Así también se identificó la omisión de estimación de emisiones generada por caminos sin pavimentar.

Respecto a la información de Monitoreo Atmosférico como se mencionó a partir de marzo de 2013 se puso en operación la estación de monitoreo CEDART, por lo que se proporcionó información del monitoreo que se generó a partir de esa fecha. Por ello se realizó el análisis y validación de datos para conocer el cumplimiento de los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla III. 6 Normas Oficiales Mexicanas de Calidad del Aire.

Contaminante criterio	Tiempo promedio	Límite de exposición	Fecha de última modificación
Ozono (O <sub>3</sub> )	1 hora	0.095 ppm	19/08/2014
	8 horas	0.070 ppm	
Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	11 ppm	23/12/1994
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	0.110 ppm	08/09/2010
	Anual	0.025 ppm	
	8 horas	0.200 ppm	
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	0.210 ppm	23/12/1994
Partículas Suspendidas PM10 Y PM2.5	PM10:		20/08/2014
	24 horas	75 µg/m <sup>3</sup>	
	Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	
	PM2.5:		
	24 horas	45 µg/m <sup>3</sup>	
	Anual	12 µg/m <sup>3</sup>	

La estación se encuentra ubicada en el centro del municipio de Oaxaca de Juárez, de la cual se definió la cobertura conforme a la clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América EPA (CFR 40, 1994)<sup>8</sup>. En base a lo anterior la estación se ubicó dentro del criterio vecinal, considerando que los datos serán comparados para la evaluación del cumplimiento de normas.

<sup>8</sup> INE, Primer catálogo. Estaciones de Monitoreo Atmosférico en México.

Dado lo anterior, y considerando que para el criterio de vecinal se establece que la cobertura puede ir de 500 metros hasta 4 kilómetros de diámetro, en el entendido que las mediciones de esta categoría representan las condiciones en una subregión urbana razonablemente homogénea.

Para ello se realizó el análisis del municipio de Oaxaca, observando que más de la mitad del área está conformado por una morfología accidentada<sup>9</sup> con elevaciones alineadas en dirección NE-SW, como se muestra en la figura siguiente:

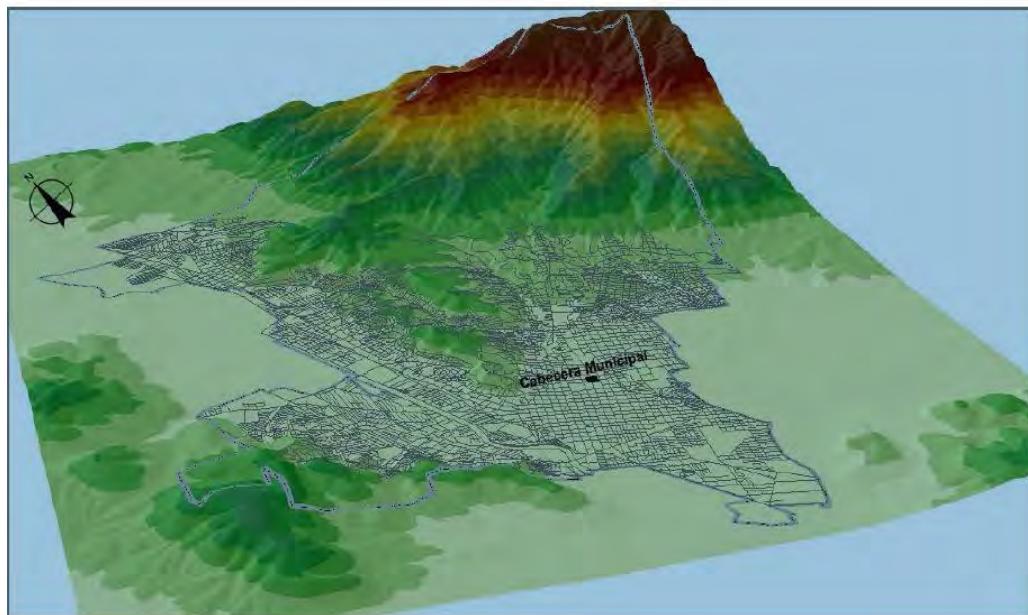


Figura III. 10 Modelo de relieve del Municipio de Oaxaca de Juárez.

Fuente: Atlas de Riesgos del municipio de Oaxaca de Juárez 2011.

Así también se sacaron imágenes con apoyo de Google Earth con la finalidad de que se tenga un panorama más evidente del zona las cuales se muestran a continuación, así también se midieron las elevaciones montañosas más cercanas a la estación de monitoreo, mismas que se encontraron a una distancia aproximada de 1200 metros al noroeste, seguida de otra de aproximadamente 1300 metros al suroeste.

<sup>9</sup> Atlas de Riesgo del Municipio de Oaxaca, 2011. Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez 2011-2013.

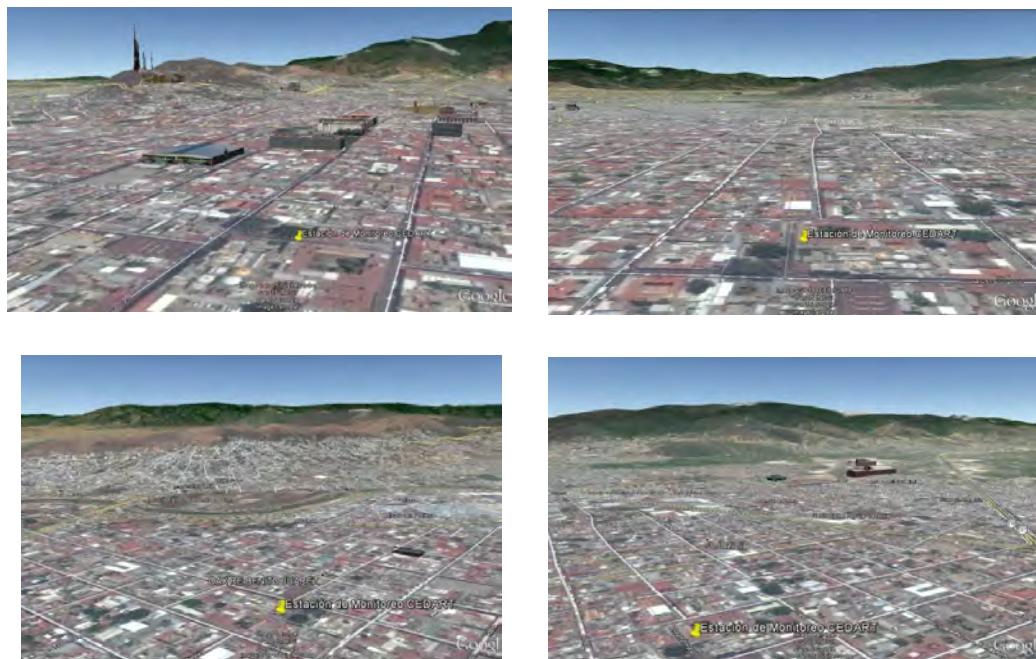


Figura III. 11 Elevaciones cercanas a estación de monitoreo CEDART.

Derivado del análisis realizado se determinó que la cobertura de la estación CEDART, puede abarcar hasta 2 kilómetros de diámetro, toda vez que en esta área no se observan elevaciones y la zona es homogénea. Por lo anterior la delimitación de la cobertura queda definida como se muestra en la figura siguiente:

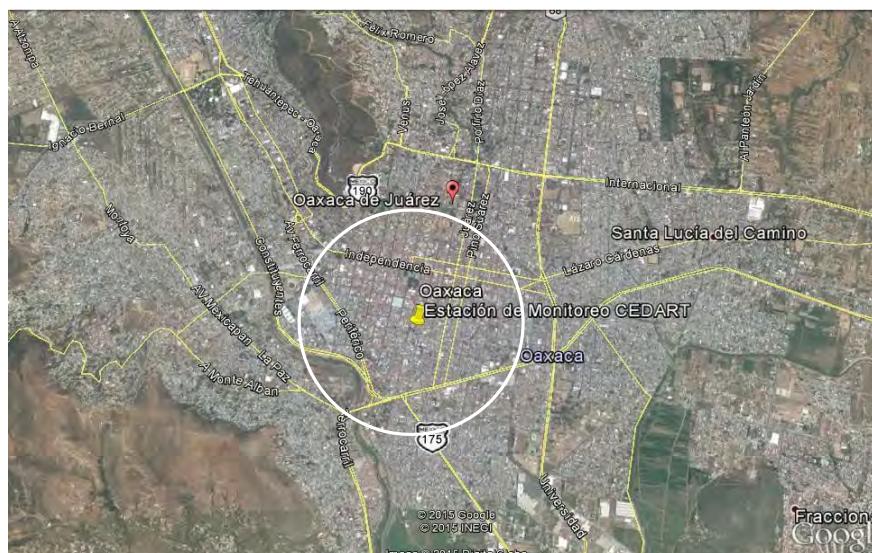


Figura III. 12 Mapa de ubicación y delimitación de cobertura de la estación de monitoreo CEDART<sup>10</sup>

<sup>10</sup>

INE, Primer catálogo. Estaciones de Monitoreo Atmosférico en México. Conforme a la clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América EPA (CFR 40, 1994).



Figura III. 13 Foto de la estación de monitoreo.

Los contaminantes medidos en la estación son los siguientes:

Contaminante	
Ozono	O <sub>3</sub>
Óxidos de Nitrógeno	NO <sub>x</sub>
Dióxido de Azufre	SO <sub>2</sub>
Monóxido de Carbono	CO
Partículas menores a 10 micrómetros	PM <sub>10</sub>
Partículas menores a 2.5 micrómetros	PM <sub>2.5</sub>
Velocidad de Viento	VV
Dirección de Viento	DV
Temperatura Ambiente	T
Humedad Relativa	RH
Presión Barométrica	PB
Radiación Solar	RS



Figura III. 14 Equipo de monitoreo, estación CEDART

La información proporcionada de la estación CEDART fue la siguiente:

Tabla III. 7 Información obtenida de la estación de monitoreo CEDART

Período	Parámetros
1/03/2013 al 30/12/2014	CO, O3, PB, PM10, SO2, RH, RS, TMP, WD, WS
1/04/2014 al 30/12/2014	PM2.5
1/06/2014 al 30/12/2014	NO, NO2, NOX

Se realizó el análisis y validación de la información conforme lo establecido en el Protocolo de manejo de datos de la calidad del aire<sup>11</sup>. En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos realizando la evaluación conforme lo establecen las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental para cada contaminante, así también se indica el cumplimiento encontrado respecto a la norma respectiva.

Tabla III. 8 Análisis de información generada por la estación CEDART en 2013 y 2014

NOM	Contaminante criterio	Tiempo promedio	Límite de exposición	EVALUACIÓN DE LAS NORMAS CON EL CRITERIO DE SUFICIENCIA		VALORACIÓN DE LAS NORMAS SIN EL CRITERIO DE SUFICIENCIA		¿CUMPLE CON LA NOM?	
				2013	2014	2013	2014	2013	2014
NOM-020-SSA1-2014	Ozono (O <sub>3</sub> )	1 hora	95 ppb	96	94			NO	NO
		8 horas	70 ppb	DI	71	74			
NOM-021-SSA1-1993	Monóxido de Carbono (CO)	8 horas	11 ppm	SD	1.6			SD	Sí
NOM-022-SSA1-2010	Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	24 horas	110 ppb	3	5			DI	Sí
		Anual	25 ppb	DI	2.9	1.5			
		8 horas	200 ppb	4	6				
NOM-023-SSA1-1993	Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	1 hora	210 ppb	SD	47.9			SD	Sí
		PM10:						DI	Sí
		24 horas	75 µg/m <sup>3</sup>	48	68				
		Anual	40 µg/m <sup>3</sup>	DI	37.5				
		PM2.5:						SD	DI
		24 horas	45 µg/m <sup>3</sup>	SD	34.1				
		Anual	12 µg/m <sup>3</sup>	SD	DI				

Sólo en caso de presentar algún cambio con respecto a la evaluación con criterios de suficiencia

SD-Sin Datos

DI-Datos insuficientes

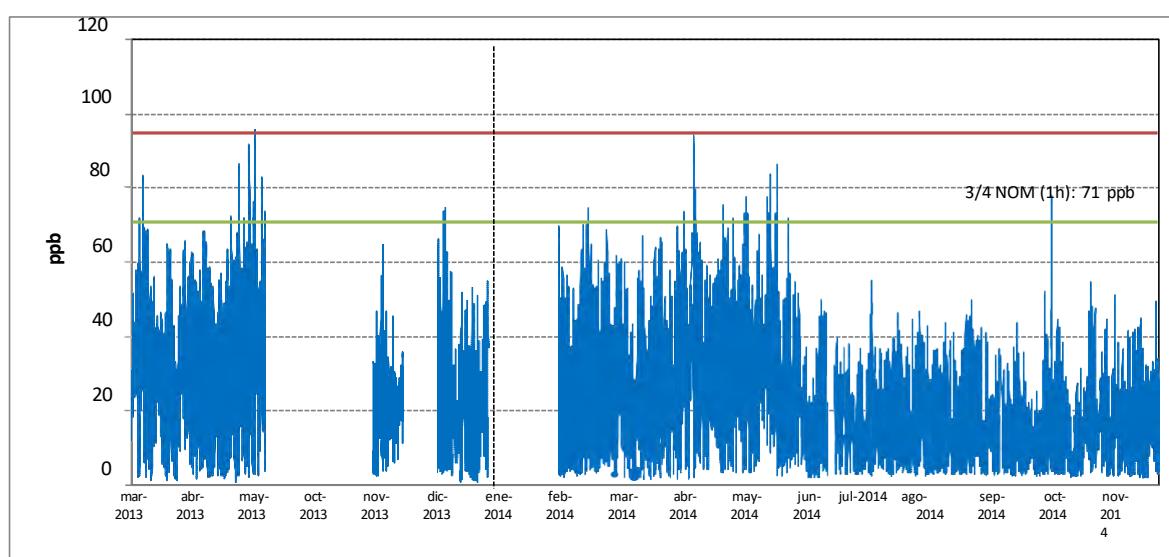
<sup>11</sup> INE. Manual 5. Protocolo de Manejo de Datos de Calidad del Aire.

En la tabla anterior, se observa que para el monóxido de carbono, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno las concentraciones máximas presentadas están muy por debajo de la norma, lo que nos indica que esos contaminantes no requieren atención (en el anexo I se presenta el análisis detallado de la información y el comportamiento de todos los contaminantes). Sin embargo el ozono presenta concentraciones por encima de los valores establecidos en la norma y para las partículas tanto PM<sub>10</sub> como PM<sub>2.5</sub> las concentraciones reportadas están cercanas a los valores establecidos por la norma, lo que indica que se deben establecer acciones preventivas para que las concentraciones de estos contaminantes no se incremente, toda vez que pueden convertirse en un problema.

En este sentido y una vez identificado que el ozono y las partículas son los contaminantes que presentaron mayor concentración, se realizó un análisis más minucioso. A continuación se presenta de manera sintetizada los resultados del análisis realizado.

### III. 2.3.1 Comportamiento de Ozono O<sub>3</sub> en ZMO

De acuerdo a lo establecido por la NOM-020-SSA1-2014 el análisis se realizó para promedios horario y promedios de ocho horas, el comportamiento para estos dos indicadores se muestra en las gráficas siguientes, cabe señalar que para un mejor análisis aparte de la referencia de norma que se marca con línea roja, se decidió indicar un valor de tres cuartos del valor de norma como indicativo de valores cercanos al límite establecido, en los casos que el indicador es similar al de la Organización Mundial de la Salud OMS se indicó.

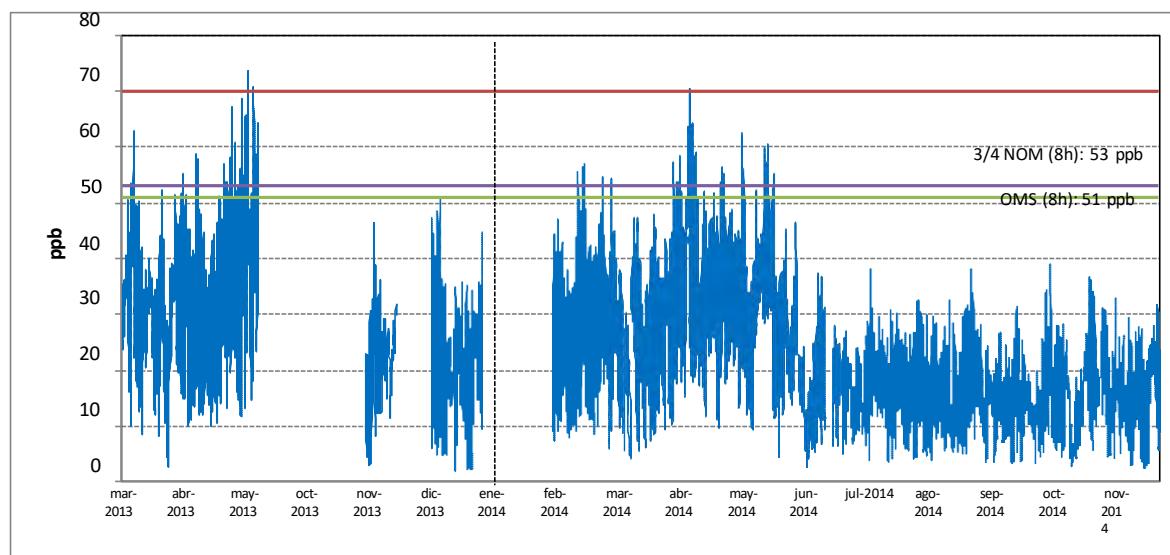


Gráfica III. 25 Promedio horario de Ozono, estación CEDART<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Los espacios en blanco observados son debido a que no se contó con información.

Como se observa en la gráfica anterior, aunque las mayores concentraciones están por debajo de los 60 ppb, se tienen concentraciones más arriba de los tres cuartos de norma, cercanos al establecido de 95 ppb, cabe señalar que con este indicador se obtuvo un dato máximo de 96 ppb, encima de lo que marca la norma en 2013 y para el 2014 se alcanzó un máximo de 94 ppb quedando en el límite de la norma.

Analizando esta misma información con el criterio de 8 horas, se obtuvieron más concentraciones encima de los tres cuartos de norma y por encima de lo que establece la OMS, incluso valores por encima de los 70 ppb que indica la norma.



Gráfica III. 26 Promedio móvil de ocho horas de Ozono, estación CEDART.

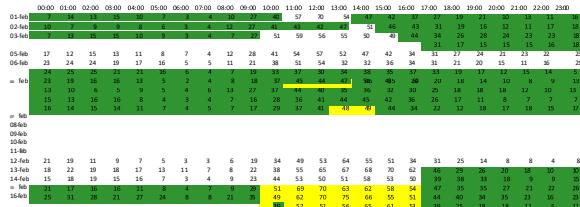
Para tener una visión más clara sobre el comportamiento del ozono se realizó un mosaico, considerando los colores verde amarillo y rojo, usando como referencia los valores establecidos en las normas, considerando los siguientes rangos:

	O a 1/2 NOM
	1/2 NOM > límite NOM
	> al límite de NOM

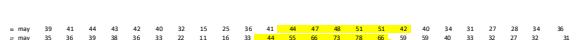
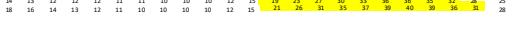
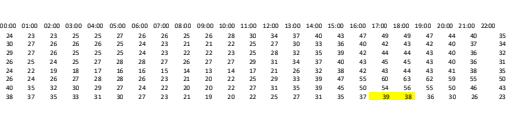
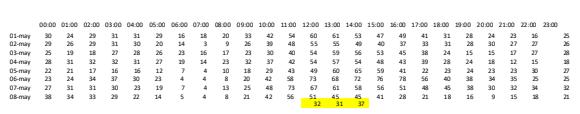
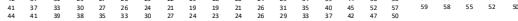
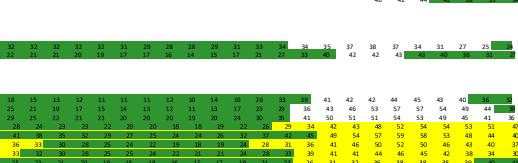
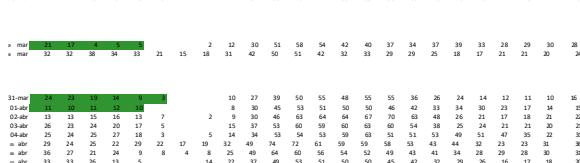
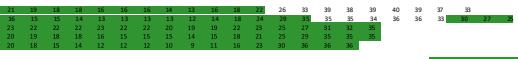
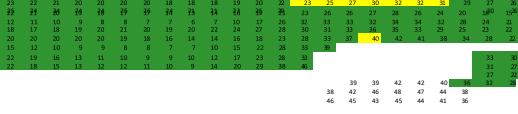
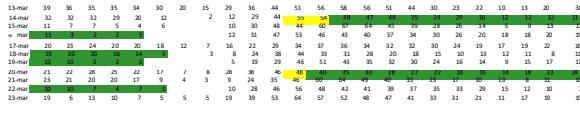
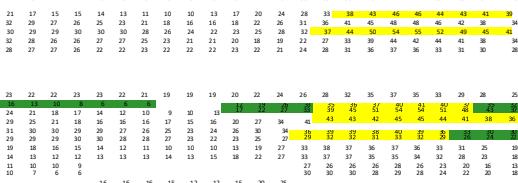
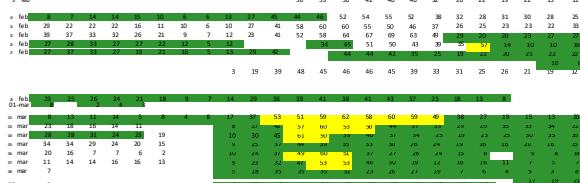
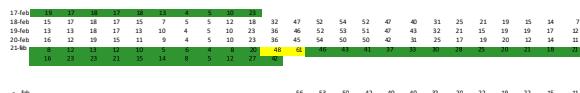
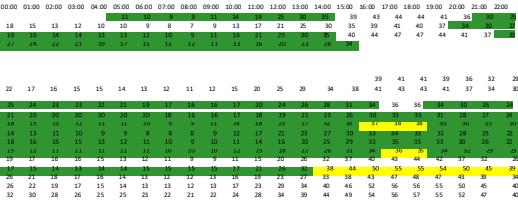
Los mosaicos obtenidos fueron los siguientes:

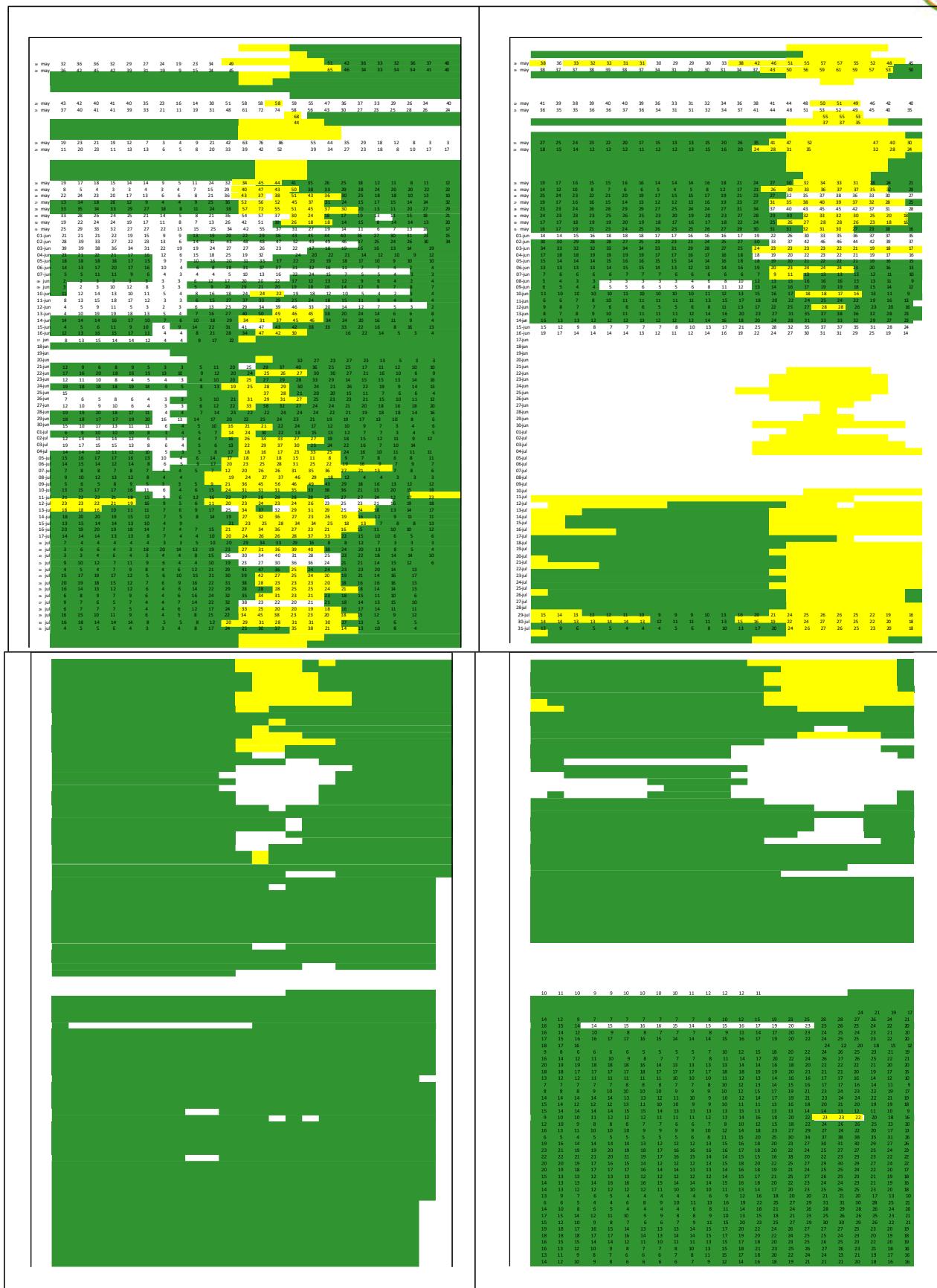


## Ozono promedio horario



## Ozono móvil de 8 horas





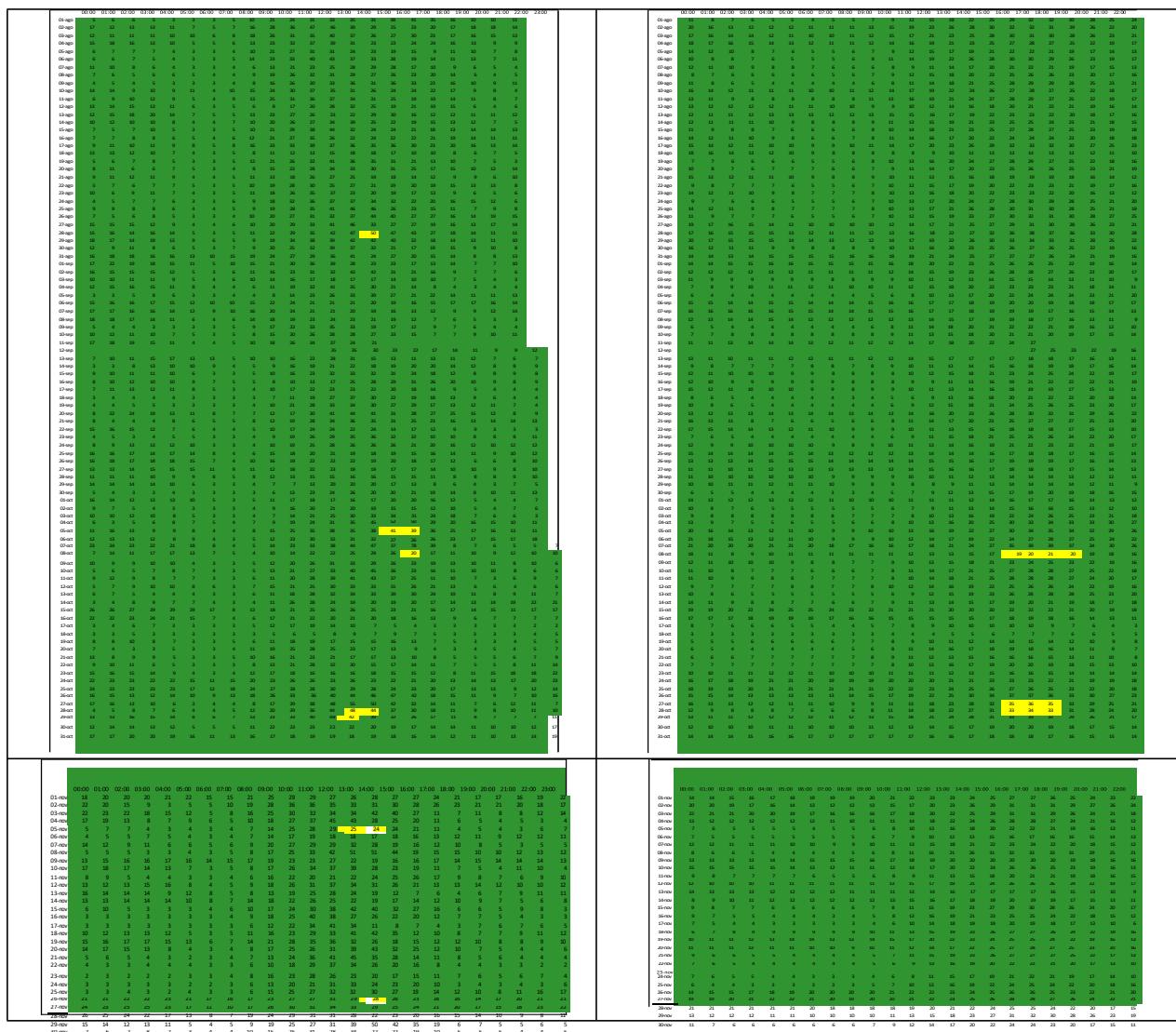


Figura III. 15 Mosaico de comportamiento de Ozono en promedios horario y móviles de 8 horas<sup>13</sup>.  
Información de estación CEDART, periodo febrero a noviembre de 2014.

Lo que se aprecia en el mosaico de datos horario es que en los meses de febrero a mayo se tienen concentraciones más elevadas esto debido a que el ozono es un contaminante secundario y se favorece su formación en los meses más cálidos y en los horarios de mayor radiación solar que van de las 11:00 a las 16:00 horas aproximadamente. Sin embargo si apreciamos el comportamiento del móvil de 8 horas, se observa que con este indicador las concentraciones respecto al valor establecido por la norma son más elevadas, así también se observa el desplazamiento horario que se genera al tomar el promedio de 8 horas, por lo que las concentraciones más elevadas se reportan entre las 14:00 y 21:00 horas. También se resalta que con el indicador de 8 horas, se obtuvo una concentración por encima de lo que establece la norma.

<sup>13</sup> Los espacios en blanco reflejan la carencia de información

Es importante destacar la importancia de tomar en cuenta el indicador de 8 horas toda vez que refleja mayores tiempos de exposición de la población a concentraciones mayores de este contaminante, así también cuando se manejan y vigilan horarios móviles se tiene mayor oportunidad de realizar acciones de prevención para evitar la elevación de concentraciones en horas posteriores.

Asimismo con la finalidad de tener un mejor panorama del comportamiento del ozono se realizó la modelación de dispersión de este contaminante con datos del inventario de emisiones criterio 2011.

El modelo utilizado fue AERMOD, un modelo de la columna de estado estable que incorpora la dispersión del aire basado en la estructura de la capa límite, que incluye el tratamiento de fuentes superficiales y elevadas, para terrenos simples y complejos; a este se acopla la información meteorológica de la estación de monitoreo para el periodo febrero a noviembre 2014 y la información de las elevaciones del terreno, y las fuentes de emisión reportadas en el inventario de emisiones 2011, lo cual permite al modelo calcular la concentración del contaminante y su dispersión en el espacio.

En este sentido y con información del inventario en donde se demuestra que la principal fuente de emisión de los óxidos de nitrógeno (NOx), (precursor de ozono) son las fuentes móviles, las cuales aportan la mayor cantidad de emisiones, se realizó un escenario de dispersión para el año base 2011. Los resultados se muestran en la figura siguiente.

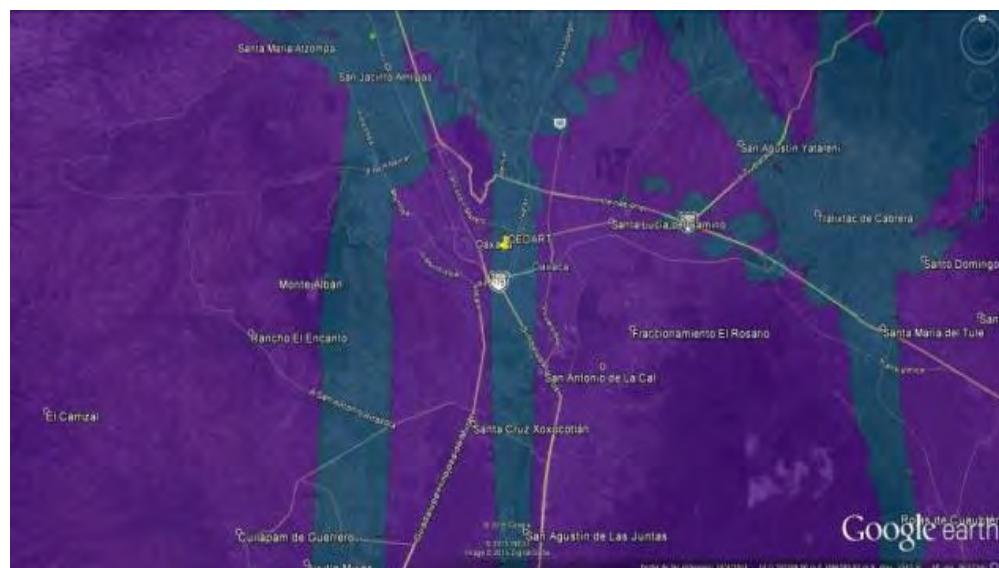


Figura III. 16 Dispersión de Ozono en ZMO.

Así también, para tener una mejor visualización del modelo se ajustó para graficar la zona donde se encuentran concentraciones más altas de acuerdo al modelo que es por encima de los 10 ppb (zona azul), obteniendo lo mostrado en el mapa siguiente:



Figura III. 17 Dispersión de Ozono en ZMO, con datos de inventario de emisiones 2011.

Además se hicieron proyecciones para los próximos años, considerando el incremento de parque vehicular proyectado en el apartado III.2.2, los resultados se muestran en las figuras siguientes:

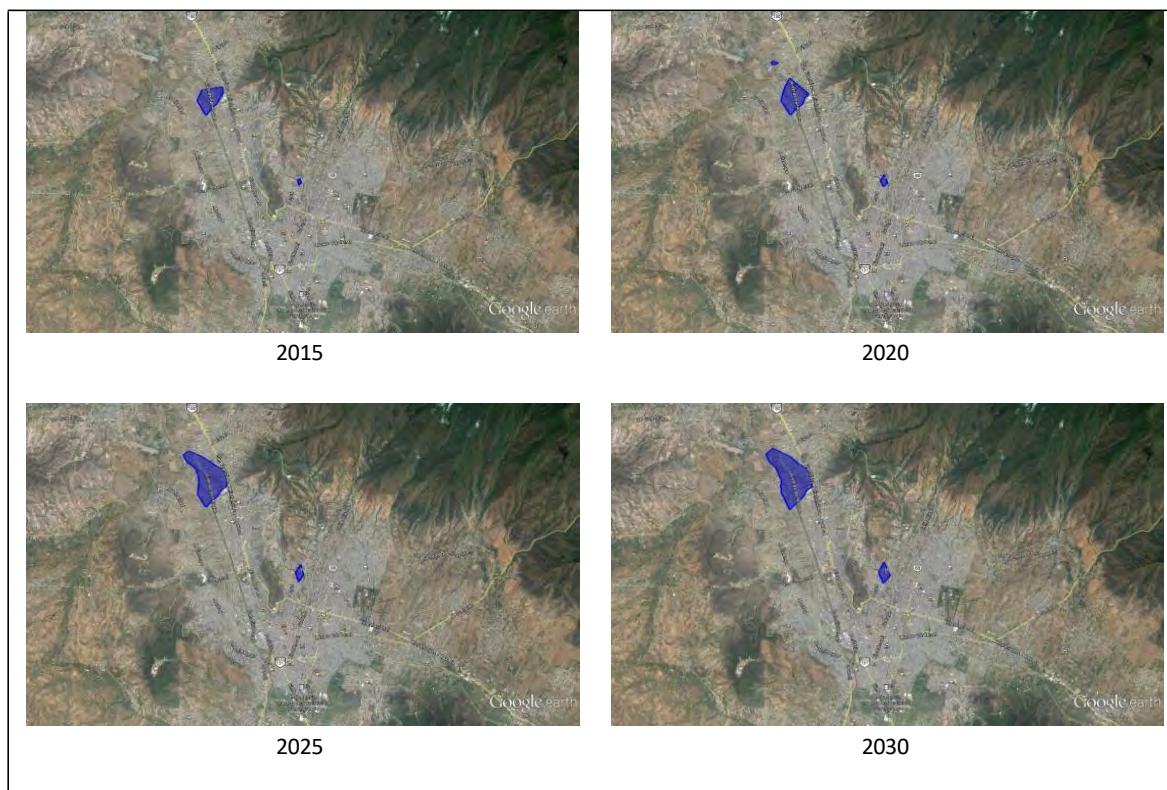
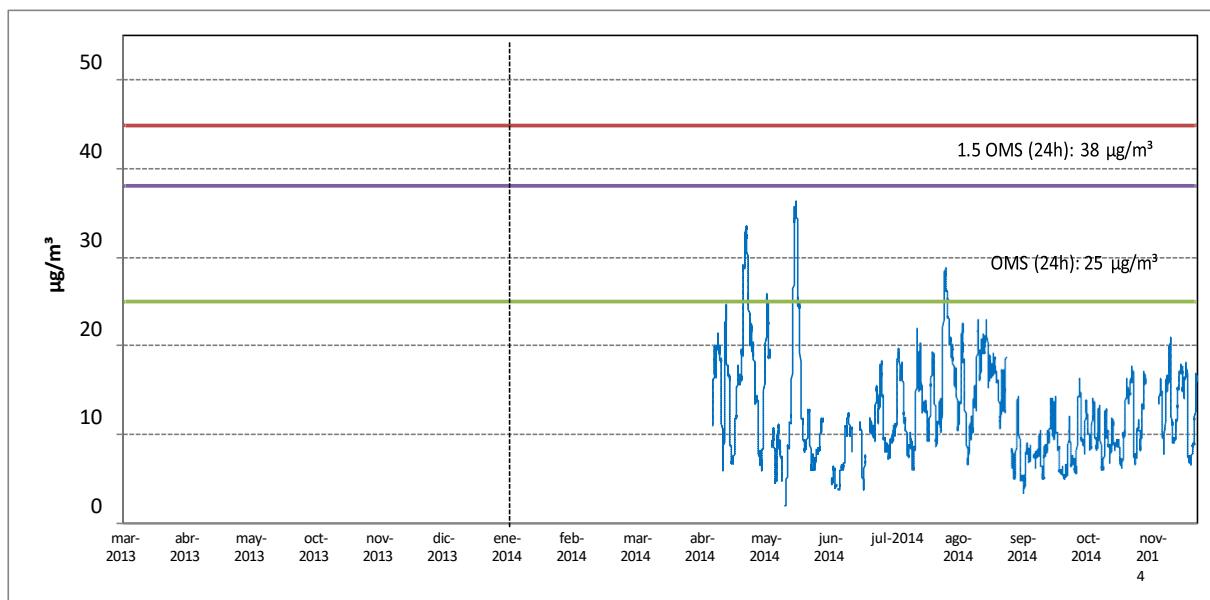


Figura III. 18 Proyección de  $O_3$  en ZMO considerando el incremento de población y parque vehicular.

Como se aprecia el impacto por el crecimiento vehicular, se observa con un ligero crecimiento de la en las zonas de impacto.

### III. 2.3.2 Comportamiento de Partículas menores a 2.5 micrómetros PM<sub>2.5</sub> en ZMO

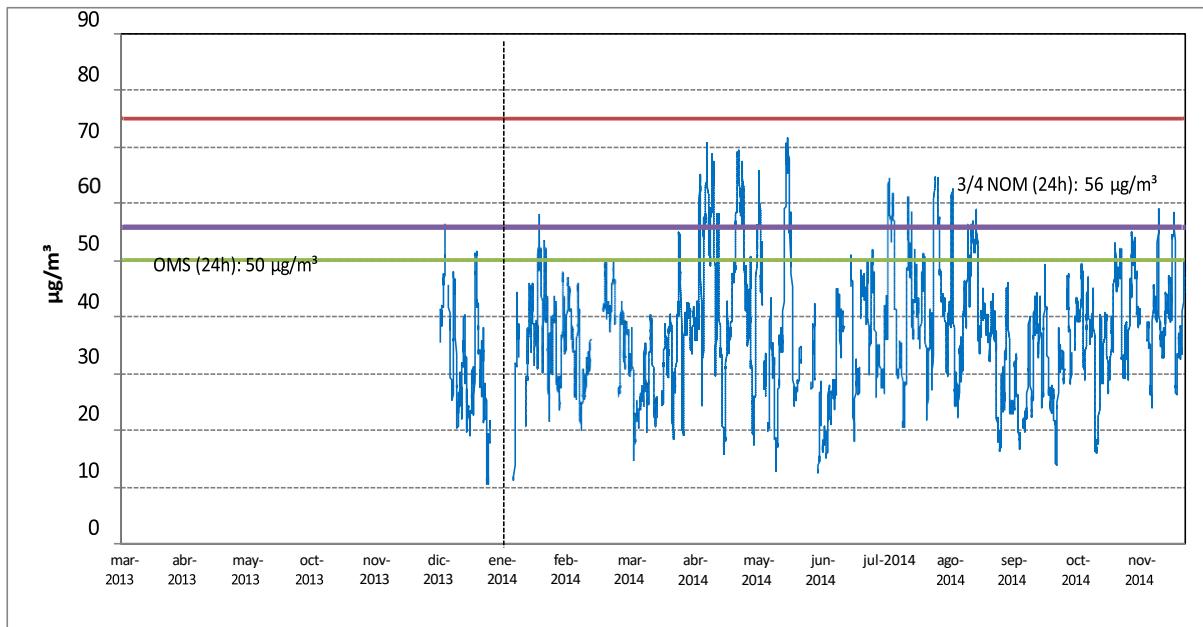
Para partículas menores de 2.5 micrómetros, se contó con datos de monitoreo de un periodo muy corto, dado que el monitoreo de este contaminante comenzó a partir de abril de 2014, y aunque es recomendable contar con historial mínimo de un año de monitoreo, se decidió analizar la información. Conforme a lo mostrado en la gráfica siguiente, se encontraron valores encima de lo que establece la OMS, sin embargo se reitera la necesidad de contar con información mínima de un año, o considerar al menos el monitoreo en temporadas invernales que es en donde se presentan condiciones para el incremento de concentraciones de PM<sub>2.5</sub>, lo anterior permitirá tener un panorama más claro del impacto de este contaminante sobre la población.



Gráfica III. 27 Comportamiento de Partículas PM<sub>2.5</sub> móvil de 24 hr.

### III. 2.3.3 Comportamiento de Partículas menores a diez micrómetros PM<sub>10</sub> en ZMO

Para analizar el comportamiento de las partículas PM<sub>10</sub>, se realizó el análisis de promedios móviles de 24 horas, conforme a lo mostrado en la gráfica siguiente se observan valores cercanos al límite de la norma en varias ocasiones, por otro lado si se compara con los valores establecidos por la OMS se presentan mayores incidencias.



Gráfica III. 28 Comportamiento de PM10 móvil de 24 horas, estación CEDART.

Para el análisis de partículas PM<sub>10</sub> también se elaboró el mosaico con el móvil de 24 horas, los resultados se muestran a continuación.



	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
15-ene	30	29	29	29	29	29	30	32	32	33	33	33	34	36	38	32	35	38	41	42	42	43	43	42
16-ene	41	42	42	42	42	42	42	41	43	44	44	46	46	45	43	42	39	37	34	35	36	37	31	39
17-ene	40	40	41	41	41	42	43	42	41	43	45	46	46	46	45	45	44	44	44	44	43	43	42	40
18-ene	40	40	39	39	39	39	39	38	39	39	39	36	34	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33
19-ene	37	38	38	39	39	40	39	39	39	38	39	39	39	38	38	37	38	39	38	38	37	36	35	35
20-ene	34	34	33	32	31	31	31	32	32	31	42	42	44	45	47	48	51	53	53	52	51	51	52	53
21-ene	55	56	56	57	58	58	58	49	50	51	52	51	50	48	47	48	49	50	51	51	52	51	50	50
22-ene	47	46	45	45	44	44	43	43	42	40	38	36	35	35	34	34	33	30	31	34	34	34	35	36
23-ene	39	40	41	42	42	43	44	43	47	47	49	50	50	50	50	50	52	53	54	52	52	52	52	52
24-ene	51	51	49	49	49	49	49	49	49	49	49	47	45	42	40	39	40	44	43	42	42	41	39	39
25-ene	37	36	36	35	34	34	33	31	29	28	27	26	26	27	27	27	26	24	22	24	26	27	29	31
26-ene	34	35	36	37	37	37	37	38	38	39	39	40	40	39	39	39	39	39	39	38	36	35	34	33
27-ene	32	31	30	30	30	30	30	31	33	34	35	36	37	38	38	38	39	39	40	39	40	40	40	40
28-ene	39	39	40	40	41	41	41	40	41	43	44	43	43	43	42	42	41	41	43	42	42	42	41	41
29-ene	40	39	38	37	37	37	37	37	37	37	35	34	32	30	29	28	28	28	28	28	28	28	28	28
30-ene	28	28	28	29	30	30	29	29	27	26	25	24	24	24	25	25	25	26	25	25	25	25	25	25
31-ene	29	29	30	29	28	28	28	29	29	30	32	34	36	37	37	37	37	37	36	36	36	36	36	36
01-feb	38	41	44	44	44	45	46	48	47	46	46	47	47	47	47	47	47	47	47	44	44	43	43	41
02-feb	38	37	35	36	36	37	38	37	37	37	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
03-feb	38	38	38	37	37	37	37	37	37	37	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
04-feb	47	46	46	46	46	46	45	45	45	45	45	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	42	42
05-feb	41	41	41	41	42	41	41	41	41	41	40	37	36	36	37	37	37	37	37	38	39	39	38	38
06-feb	37	38	37	36	35	35	35	35	35	34	36	36	36	35	35	34	33	32	31	31	31	31	30	30
07-feb	29	30	30	31	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	25	25	26	27	27	28	28	28	28
08-feb	31	32	32	32	33	34	35	36	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
09-feb	44	42	41	41	41	41	41	41	41	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
10-feb	22	22	23	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
11-feb	29	29	30	30	30	30	30	31	29	27	26	26	26	27	27	27	27	28	28	29	29	29	29	29
12-feb	28	27	26	26	26	26	26	26	27	27	28	28	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
13-feb	32	32	32	33	33	33	33	34	34	33	32	33	33	33	33	33	33	33	33	32	31	31	30	30
14-feb	31	32	33	32	33	33	33	32	32	31	32	31	32	31	32	31	31	31	31	31	31	30	30	30
15-feb																								
16-feb																								
17-feb																								
18-feb																								
19-feb																								
20-feb																								
21-feb	41	42	42	41	41	41	41	41	42	42	45	45	47	47	48	47	48	48	48	49	48	49	49	50
22-feb	50	49	49	49	49	49	50	50	49	49	45	44	43	44	44	43	43	43	43	43	43	43	43	43
23-feb	42	42	42	42	43	43	43	43	41	41	42	43	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
24-feb	40	39	39	39	39	39	39	38	38	38	40	40	40	40	40	40	40	41	41	42	42	42	42	42
25-feb	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	47	49	49	48	48	49	49	49	49	49	49	49	49	48
26-feb	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	44	41	39	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
27-feb																								
01-mar	29	29	30	32	32	33	34	35	37	39	40	41	42	42	43	43	41	39	39	39	39	39	39	39
02-mar	39	41	41	41	41	41	42	42	41	41	39	38	37	36	35	35	34	34	33	33	34	34	34	34
03-mar	34	33	32	31	31	31	31	32	33	33	33	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	35	35	35
04-mar	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
05-mar	36	35	35	35	35	34	34	34	34	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
06-mar	33	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
07-mar	27	28	29	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
08-mar	37	36	37	37	37	38	38	37	37	37	37	36	36	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
09-mar	37	36	36	36	36	36	36	37	38	39	40	40	39	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
10-mar	31	31	31	32	32	33	33	33	34	34	33	33	33	32	32	31	31	30	30	31	31	31	31	31
11-mar	54	55	56	55	56	56	56	56	57	57	58	57	57	58	57	58	57	58	57	58	57	58	57	58
12-mar	66	66	67	66	67	66	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
13-mar	57	57	56	56	57	57	57	57	57	57	54	54	54	53	52	51	51	50	49	49	55	58	59	59
14-mar	59	59	59	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
15-mar	65	65	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
16-mar	50	49	48	47	46	44	43	41	39	37	36	34	34	32	31	30	30	31	33	35	36	37	37	37
17-mar	38	39	40	40	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
18-mar	38	38	39	39</																				



00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	
01-may	48	49	49	49	49	49	49	49	48	47	46	46	45	45	45	45	45	45	45	44	44	42	40	38
02-may	38	38	37	37	37	37	36	35	36	37	38	39	38	39	39	40	39	39	40	42	42	44	45	44
03-may	43	43	44	44	45	46	48	49	51	47	44	43	41	39	39	40	39	39	38	36	34	32	31	30
04-may	30	30	28	27	27	26	25	25	25	25	24	24	23	21	20	20	19	19	19	18	18	18	18	17
05-may	18	19	19	19	19	19	19	20	21	22	23	25	26	26	26	26	26	27	28	29	31	34	36	38
06-may	42	43	44	44	45	45	46	47	47	49	51	51	52	53	53	53	53	52	52	55	56	56	54	54
07-may	54	54	54	55	56	57	57	58	59	60	61	63	65	65	65	65	66	65	66	65	62	62	62	62
08-may	59	57	56	55	54	54	53	53	53	51	49	47	45	45	45	45	47	47	47	42	43	44	44	44
09-may	46	47	49	50	50	52	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
10-may	32	32	32	32	31	30	30	31	29	28	27	28	29	29	30	33	33	34	33	32	30	29	28	27
11-may	26																				21	21	21	21
12-may	22	21	21	21	21	21	21	21	23	24	26	27	28	29	30	31	31	31	31	33	36	39	39	41
13-may	41	42	43	43	43	42	42	41	40	39	38	38	37	37	36	35	34	34	33	30	29	31	32	31
14-may	33	33	33	34	35	35	36	35	34	33	34	33	32	32	32	33	33	32	32	30	27	25	25	25
15-may	21	20	20	20	19	19	18	19	19	18	17	16	16	16	15	14	13	14	14	14	15	16	17	17
16-may	18	18	18	18	17	18	18	19	20	20	21	22	22	22	23	23	25	26	27	27	27	27	27	27
17-may	28	29	29	28	29	29	30	30	31	32	34	34	35	36	37	37	36	36	35	35	34	35	35	35
18-may	37	37	37	37	38	38	38	38	38	36	36	36	37	37	36	36	36	36	36	35	35	35	35	35
19-may	34	34	34	34	35	36	36	36	36	39	41	43	43	43	43	43	43	44	44	45	46	47	48	50
20-may	55	57	58	59	59	60	61	61	62	63	64	65	66	68	69	70	70	71	70	69	69	67	67	66
21-may	68	69	69	69	69	69	69	69	70	69	68	67	66	66	66	67	67	67	67	68	67	67	67	67
22-may	62	60	58	57	57	56	55	55	55	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	51	53	55	56	56
23-may	59	58	58	57	57	56	55	55	54	51	50	48	45	44	42	40	40	38	37	37	36	36	34	33
24-may	30	30	30	29	29	29	28	28	27	26	25	26	26	26	27	28	28	27	27	26	25	25	24	24
25-may	24	25	26	26	27	27	27	27	27	27	27	28	27	26	26	25	26	27	27	26	27	27	27	27
26-may	28	29	28	29	29	29	28	27	26	25	25	24	25	26	26	27	27	27	27	29	30	31	32	33
27-may																								
28-may																								
29-may																								
30-may																								
31-may																								
01-jun																								
02-jun	29	29	28	27	27	27	28	30	30	34	36	35	35	35	35	34	34	34	34	35	35	36	37	38
03-jun	38	38	40	41	42	42	42	40	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
04-jun																								
05-jun																								
06-jun	21	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	29	28	27	28	28	28	28	27	25	23	21	21	21
07-jun																								
08-jun	18	18	17	18	18	18	19	19	20	21	21	20	20	20	20	19	19	19	19	19	20	19	19	19
09-jun	19	19	19	19	19	19	19	19	18	17	16	15	15	16	16	17	18	18	19	19	20	20	21	21
10-jun	22	22	22	22	22	22	23	23	24	24	26	28	28	28	27	27	27	27	27	26	25	25	24	24
11-jun	23	23	22	22	22	22	22	22	22	21	21	22	23	24	24	24	24	25	26	27	27	27	27	27
12-jun	27	28	28	28	28	28	29	29	29	29	29	28	27	27	27	27	26	26	26	26	26	28	28	28
13-jun	29	29	29	29	29	29	28	27	26	25	25	24	25	26	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27
14-jun	34	36	37	37	38	39	40	41	41	42	43	44	44	45	45	46	47	48	48	47	47	46	46	46
15-jun	40	40	40	42	42	42	44	44	45	45	46	47	47	48	48	48	48	48	47	47	47	47	47	47
16-jun	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
17-jun	39	39	38	38	37	37	36	35	34	33	32	31	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
18-jun	30	30	30	30	30	30	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
19-jun	35	36	36	36	36	36	36	35	35	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
20-jun	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
21-jun	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
22-jun	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
23-jun	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
24-jun	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
25-jun	41	41	41	41	41	41	41	41	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
26-jun	42	42	42	42	42	42	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
27-jun	38	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
28-jun	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
29-jun	33	33	33	33	33	32	32	33	34	38	38	37	37	37	37	37	38	38	38	38	39	39	39	39
30-jun	42	42	42	42	42	42	42	42	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
31-jun	37	37	36	35	34	33	31	30	30	30	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
01-jug																								
02-jug																								
03-jug	57	57	57	57	58	57	57	56	56	55	54	52	51	50	49	48	48	48	48	48	48	48	48	48
04-jug	47	46	46	45	44	45	45	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	42	42	42	42
05-jug	42	42	42	41	41	40	40	43	43	43	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
06-jug	42	42	42	43	43	43	42	39	39	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
07-jug	32	31	31	30	30	30	30	30	30	32	32	32	32	32	33	33	33	34	34	35	36	36	36	36
08-jug	42	42																						

	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
01-sep	20	20	20	20	19	19	19	18	19	19	19	19	19	20	19	19	19	18	18	18	18	17	17	17
02-sep	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	25	25	26	28	29	29
03-sep	30	30	31	31	31	31	31	31	31	31	30	29	27	26	25	24	23	23	24	24	24	24	24	25
04-sep	25	25	25	25	26	27	26	25	27	29	30	31	33	34	34	35	34	33	33	34	35	36	36	36
05-sep	36	38	39	40	39	39	40	43	43	44	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	44	43	42
06-sep	43	41	40	40	39	39	38	36	35	32	31	30	29	29	28	28	28	27	26	25	24	24	23	
07-sep	23	23	23	23	23	23	24	24	23	24	24	23	23	24	24	24	24	25	25	25	26	25	25	
08-sep	25	24	24	24	23	23	23	24	23	23	23	23	23	23	23	23	24	24	24	25	27	28	29	
09-sep	29	30	30	31	31	31	32	32	31	32	32	32	32	33	33	33	33	33	33	33	33	32	31	30
10-sep	29	29	29	28	28	27	27	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25	24	24	23	23	22	21	21
11-sep	21	21	20	20	20	19	19	17	17	17	17	19	18	19	20	20	20	19	19	19	19	19	19	19
12-sep																								
13-sep																								
14-sep	20	20	20	20	20	21	21	21	22	23	24	24	23	23	23	23	23	23	22	22	21	20	20	20
15-sep	25	25	25	25	25	27	28	29	30	31	31	31	32	32	32	33	33	33	34	35	36	37	37	38
16-sep	39	40	40	40	40	39	39	38	37	36	36	35	34	33	32	32	32	30	30	29	28	28	27	26
17-sep	25	24	24	23	23	22	23	24	24	25	25	26	26	26	25	25	25	25	26	26	29	31	32	33
18-sep	36	37	36	37	37	38	38	39	39	40	40	41	42	42	43	44	44	44	43	43	41	40	39	39
19-sep	37	37	37	37	37	38	38	37	37	40	40	41	41	41	41	41	42	44	44	44	43	41		
20-sep	40	40	39	39	39	38	38	38	38	34	33	33	33	33	33	33	35	35	35	35	34	34	35	38
21-sep	40	40	41	43	43	43	44	44	44	42	42	41	40	39	39	38	38	38	37	36	34	34	32	32
22-sep	29	28	26	25	24	24	24	25	26	26	26	26	26	27	27	27	26	26	26	26	27	31	31	
23-sep	35	36	37	38	38	38	38	39	39	40	41	43	44	44	44	45	46	48	49	49	49	47	46	
24-sep	44	43	43	42	42	42	41	42	42	42	40	40	39	40	39	38	37	36	35	34	34	34	33	
25-sep	33	33	33	33	33	33	32	32	32	31	30	28	27	26	26	27	27	27	27	27	27	27	27	
26-sep	26	26	26	25	25	25	25	25	25	24	24	24	24	23	23	23	24	24	26	26	27	27	27	
27-sep	27	27	27	28	28	28	28	28	28	26	26	26	26	26	26	27	27	27	26	25	24	24	24	
28-sep	24	23	23	22	22	22	21	22	22	21	21	21	21	21	20	20	19	19	18	18	16	15	15	
29-sep	14	14	14	14	14	15	15	16	17	18	19	21	23	24	24	24	24	24	25	27	28	29	29	
30-sep	29	31	32	33	33	34	34	35	35	38	38	37	36	35	34	34	34	35	35	35	34	34	34	
01-oct	34	34	33	33	32	32	31	31	30	31	31	32	31	32	32	32	32	32	33	33	32	31	32	
02-oct	32	31	32	32	32	33	33	34	34	33	32	31	31	31	30	30	29	29	29	29	29	29	29	
03-oct	29	30	30	31																				
04-oct	44	44	44	43	43	42	41	42	43	44	45	45	45	45	45	46	47	47	47	48	47	46	45	44
05-oct	43	43	42	41	42	42	41	41	41	39	39	38	38	38	37	35	35	35	34	34	33	32	31	
06-oct	30	29	29	29	28	28	29	29	30	31	31	31	31	31	31	32	33	34	34	34	34	34	34	
07-oct																								
08-oct																								
09-oct	42	42	43	43	43	43	42	42	43	43	43	43	42	42	42	43	43	42	42	40	40	39	40	40
10-oct	40	40	40	40	40	40	40	40	40	39	40	40	39	39	39	39	39	39	40	40	41	41	41	40
11-oct	41	40	40	40	40	41	41	41	42	43	42	43	44	45	46	46	47	47	47	48	49	50	49	49
12-oct	48	48	48	48	47	47	45	45	43	43	42	40	39	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
13-oct	31	30	29	29	29	29	29	29	30	31	31	33	33	34	34	34	34	35	35	35	35	35	35	35
14-oct	38	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
15-oct	38	39	40	40	40	39	39	38	38	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
16-oct	35	35	35	34	34	35	35	36	36	38	41	43	45	46	47	47	49	49	50	50	51	52	50	50
17-oct	40	40	40	40	40	40	40	40	40	41	42	43	44	45	46	46	45	45	45	45	45	45	45	45
18-oct	47	46	46	46	46	46	46	46	46	46	47	47	47	48	48	48	48	49	49	48	47	47	46	46
19-oct	48	48	48	48	48	48	49	49	49	49	48	47	47	47	47	47	47	47	47	47	48	48	48	48
20-oct	45	44	44	43	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
21-oct	37	38	39	39	40	40	41	40	39	40	40	41	42	43	44	44	44	44	44	44	43	42	42	41
22-oct	41	42	42	43	43	43	43	42	41	42	41	41	41	41	41	41	40	40	41	41	44	44	45	46
23-oct	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	46	46	46	46	46	46	46	46
24-oct	39	40	40	40	40	40	40	41	42	44	44	44	43	43	43	43	43	43	43	44	46	46	46	46
25-oct	56	55	55	55	56	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	58	58	58	59	59	59	59	57
26-oct	45	43	43	41	40	39	38	37	35	31	30	29	28	28	27	27	26	27	27	29	29	29	29	
27-oct	29	30	30	31	31	31	32	33	34	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	
28-oct	37	36	36	36	36	37	37	37	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	
29-oct	34	35	35	35	35	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
30-oct	43	43	44	44	44	45	46	46	46	46	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	

Figura 19 Mo de comportamiento de  $\text{PM}_{10}$  en promedios móviles de 24 horas<sup>14</sup>.

Es menester señalar que en cuanto al indicador anual de acuerdo a lo reportado en la Tabla III.3 fue de  $37.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , muy cercano al límite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que marca la norma.

Así también para  $\text{PM}_{10}$  se realizó la modelación de dispersión, con la información del inventario 2011, los resultados se muestran en la figura siguiente, en la cual se observa que el impacto mayor por este contaminante se da en los municipios de Cuilapam de Guerrero, Santa Cruz Xoxocotlán, Ixtlahuaca y San Pedro Ixtlahuaca, conforme a la modelación se encontraron concentraciones por encima del valor que indica la norma de Salud NOM-025-SSA1-2014.



Figura III. 20 Mapa de dispersión de partículas  $\text{PM}_{10}$  ZMO.

Con la finalidad de tener una mejor visualización del modelo se ajustó para graficar la zona donde se encuentran concentraciones por encima de la norma (zona roja), mostrada en la figura siguiente.



Figura III. 21 Dispersión de Partículas PM<sub>10</sub>, en ZMO.

Lo anterior hace imperante la necesidad de habilitar la unidad móvil de monitoreo con la infraestructura necesaria para ampliar la red de monitoreo tomando en consideración la ubicación de estaciones preferentemente en las zonas mostradas en los municipios de Cuilapam Santa Cruz Xoxocotlán, de Guerrero, Ixtlahuaca y San Pedro Ixtlahuaca, así como a los criterios establecidos por el INECC sobre definición de puntos de monitoreo.

Por otro lado se debe considerar además los planes de desarrollo que se tengan para los próximos veinte años, en este sentido se hizo la proyección sobre el comportamiento de PM10 considerando el incremento el crecimiento de población y demanda de servicios conforme a lo proyectado en el apartado III.2.2, obteniendo las siguientes resultados.

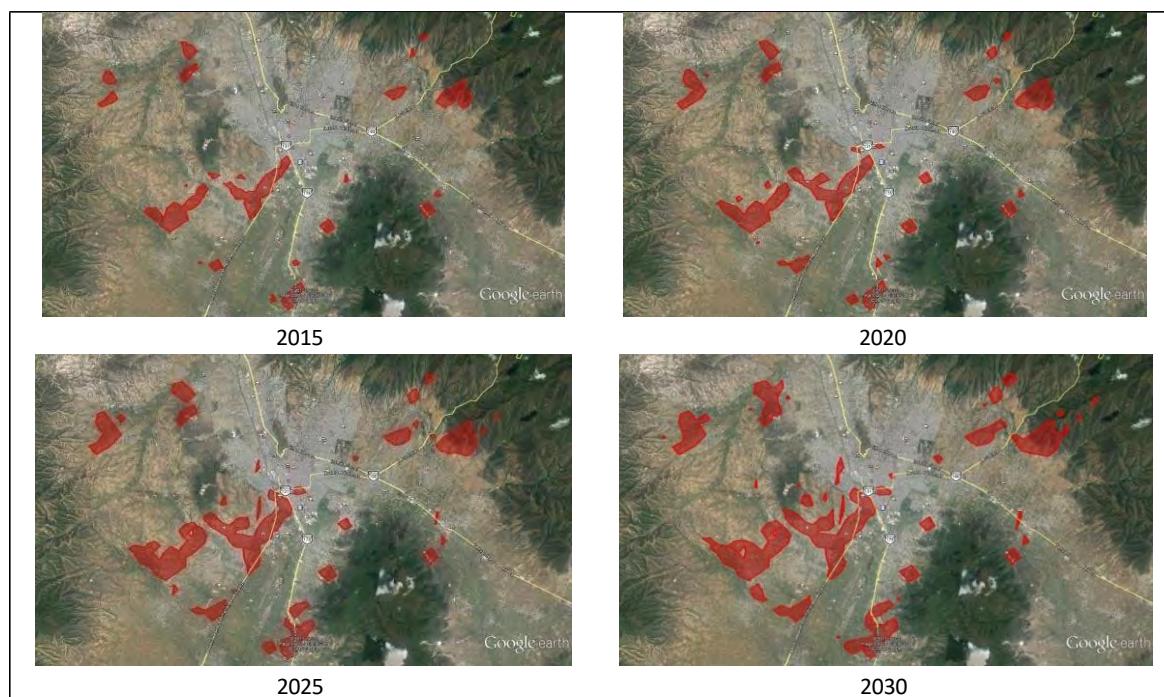


Figura III. 22 Proyección de partículas PM<sub>10</sub> en ZMO, considerando el incremento de población e incremento de servicios y parque vehicular.

Según se aprecia en las modelaciones anteriores, es imperante el que se impulsen acciones para la medición y control de partículas en esta zona.

### **III. 2.3.4      *Conclusiones y recomendaciones del análisis de la calidad del aire en la ZMO***

Es necesario fortalecer la precisión de los inventarios de emisiones para tener información actualizada a nivel local, es decir por tipo de fuente y por municipio, principalmente de fuentes de área que son las que se tiene conocimiento que tienen la mayor contribución, además de incluir otras fuentes de emisión no estimadas en ninguno de los dos inventarios como caminos sin pavimentar, entre otros.

Conforme al análisis realizado se identifica la necesidad de vigilar de manera más puntual el Ozono y Partículas debido a que se tienen datos cercanos a lo que establecen las normas oficiales mexicanas de salud ambiental, y que pueden verse incrementado por el mismo desarrollo de la zona.

Así también es prioritario ampliar la cobertura de su Sistema de Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos, que permita tener un panorama más amplio del comportamiento de la calidad del aire en la zona. Es recomendable considerar la ubicación de estaciones de monitoreo en áreas con mayor impacto, conforme al análisis realizado una zona que debe ser considerada es Xoxocotlán, debido a que es la segunda fuente de emisión en la zona y de acuerdo a la modelación recibe un impacto considerable de partículas.

De igual forma se recomienda fortalecer la operación del Sistema de Monitoreo, en primer instancia se debe garantizar los recursos económicos para su operación, así como contar con personal capacitado para su operación e implementar controles de calidad, para garantizar la generación permanente de información.

Es importante también que se publique en tiempo real la información que está generando el sistema de monitoreo para mantener informada a la población sobre la calidad del aire, sin embargo para ello se deben fortalecer los procedimientos internos de validación, para que la información que se publique sea veraz y oportuna.

Con lo anterior, se concluye que el esquema de contingencias ambientales para este municipio deberá de atender el contaminante  $PM_{10}$  y el Ozono, estableciendo acciones específicas sobre fuentes de área y móviles, las cuales aportan el mayor porcentaje de emisiones de estos contaminantes. Se considera vigilar el comportamiento de las partículas  $PM_{2.5}$  debido a que no representan por lo pronto un problema, pero podría representarlo si no se hacen esfuerzos para su prevención.

Por lo anterior se deben establecer estrategias para el fortalecimiento de las áreas de oportunidad señaladas a fin de que sean atendidas con prioridad y estar en las mejores condiciones de poder dar atención al esquema planteado en el siguiente apartado de prevención.



### III.2.3 Comportamiento de la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana de Tehuantepec

Para el análisis de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Tehuantepec se contó con el Inventario Estatal de Emisiones Criterio 2011 y el inventario de emisiones de la zonas metropolitanas de Oaxaca, municipio de Salina Cruz y San Juan Bautista Tuxtepec 2007. En esta zona no se tienen datos de monitoreo de contaminantes atmosféricos.

Conforme a los datos obtenidos en el inventario estatal de emisiones 2011, esta zona es la de mayor desarrollo industrial en el estado. Observando que el municipio de Salina Cruz reporta el porcentaje mayor de emisiones en esta zona, reflejando una emisión anual del 81% estatal de Bióxido de azufre  $\text{SO}_2$ , debido a la actividad industrial, además del 7% de  $\text{NOx}$  tanto por actividad industrial como por vehículos automotores; y el 7% de emisiones de partículas tanto por actividad industrial como por uso de leña en el hogar.

De las fuentes fijas identificadas con mayor impacto está la Refinería del pacífico, Cementos Mexicanos, una concretera y una asfaltadora. En cuanto a fuentes de área se identifica que el principal contaminante emitido es el monóxido de carbono, seguido de material particulado. Las principales fuentes de área identificadas son combustión habitacional de leña y Combustión de GLP en el sector servicios, que contribuye con emisiones de  $\text{NOx}$  además de partículas.

Con la finalidad de tener un panorama más amplio del comportamiento de los principales contaminantes de la zona se realizó la modelación de bióxido de azufre, Partículas  $\text{PM}_{10}$  y Ozono considerando que los  $\text{NOx}$  es el principal precursor de Ozono. Los resultados se muestran en las figuras siguientes:

#### III.2.4.1 Comportamiento de Bióxido de azufre en ZMT

En la figura siguiente se muestran los resultados obtenidos con el modelo, observando que la mayor aportación para este contaminante es por el sector industrial, mostrando también que las concentraciones por encima de la norma son en el municipio de Salina Cruz.

Figura III. 23 Dispersión de partículas PM<sub>10</sub> ZMO.

La visualización del modelo se ajustó para graficar la zona donde se encuentran concentraciones por encima de la norma (zona roja).

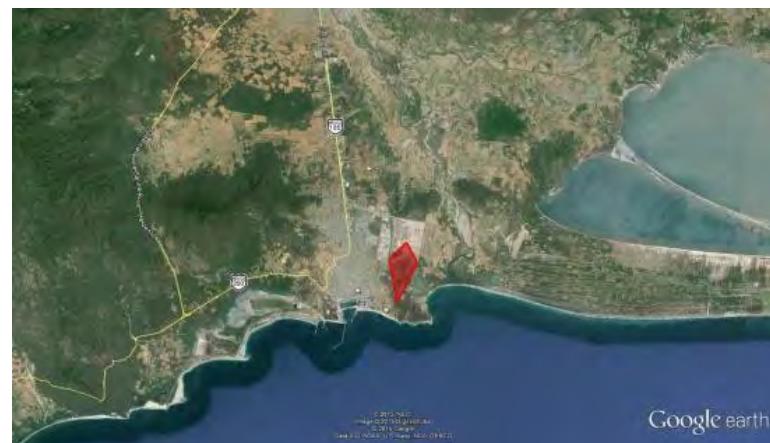


Figura III. 24 Dispersión de Bióxido de azufre ZMT.

Así también se realizó la modelación considerando el incremento de concentraciones en la misma proporción que incremento de parque vehicular proyectado en el apartado III.2.2, obteniendo lo siguiente:

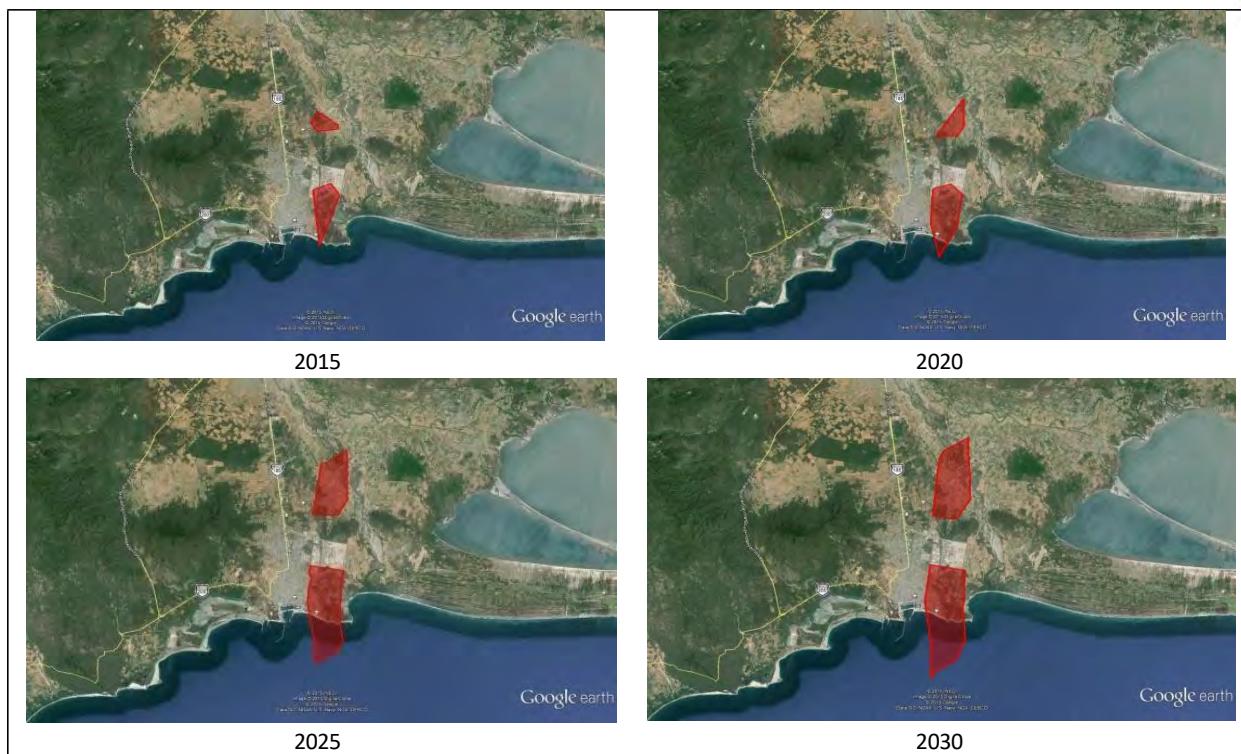
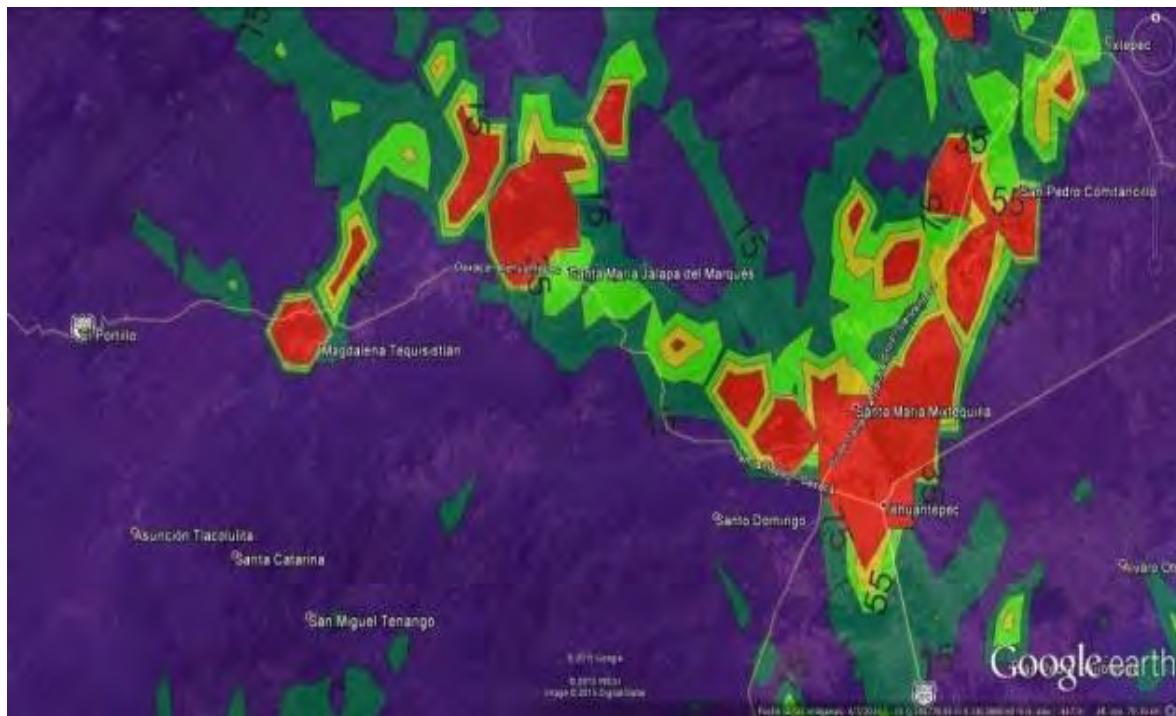


Figura III. 25 Proyección de Bióxido de Azufre, considerando incremento de emisión en proporción al crecimiento vehicular

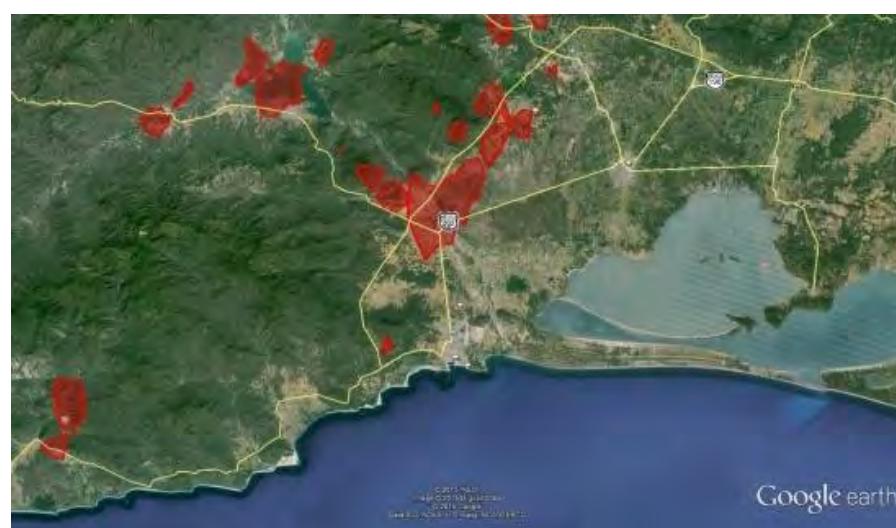
Conforme a lo apreciado en las figuras anteriores, el impacto de este contaminante no es directamente en la población, sin embargo se recomienda que se realice el monitoreo de contaminantes, tomando en cuenta los criterios de ubicación establecidos por el INECC.

#### **III.2.4.2      *Comportamiento de Partículas PM<sub>10</sub> en ZMT***

Figura III. 26 Dispersión de partículas PM<sub>10</sub> en la ZMT.

Para esta zona el mayor impacto de partículas es por combustión habitacional de leña, Combustión de GLP y áreas erosivas, observando la concentración de emisiones por encima de los valores establecidos en la norma en los municipios de Santiago Astata, San Pedro Huamelula, Tehuantepec, Santa María Mixtequilla, Magdalena Tequisistlán, Santiago Laollaga y Guevea de Húmboldt.

La visualización del modelo se ajustó para observar más claramente las áreas donde se encuentran concentraciones por encima de la norma (zona roja), los resultados se observan en la siguiente figura.

Figura III. 27 Dispersión de partículas PM<sub>10</sub> en ZMT

Así también se realizó la modelación considerando el incremento poblacional de la zona y el incremento del parque vehicular proyectado en el apartado III.2.2 obteniendo lo siguiente:

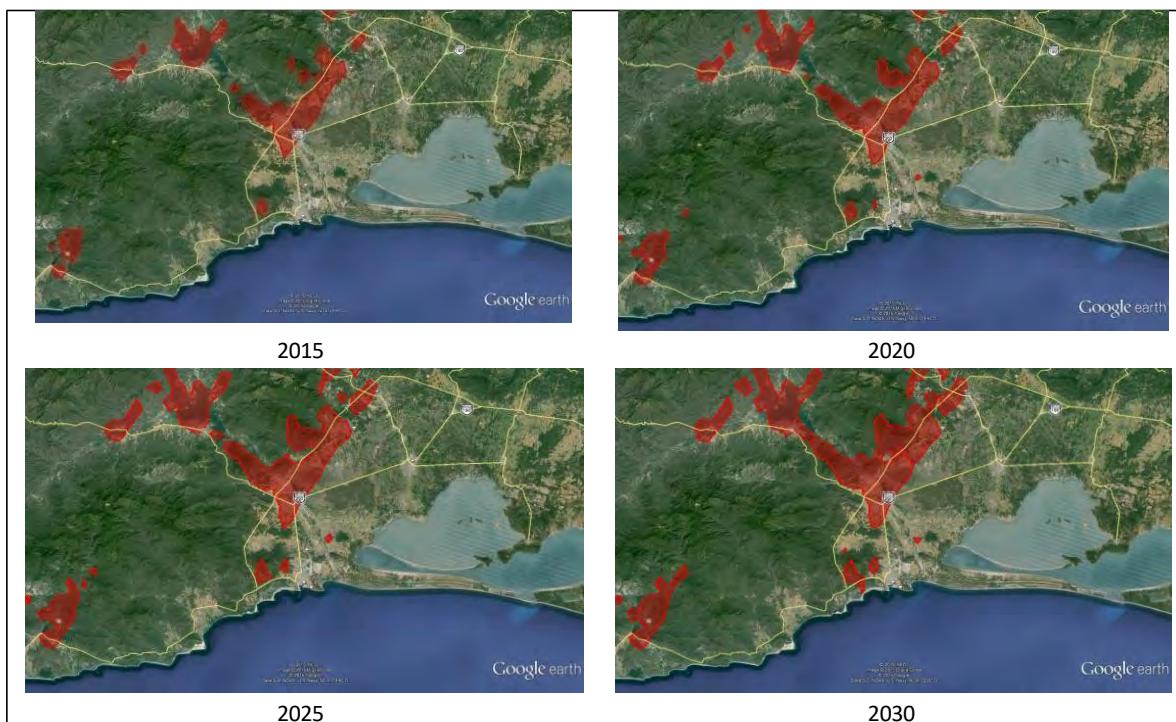


Figura III. 28 Proyección de partículas PM<sub>10</sub> en ZMT considerando el incremento de población e incremento de servicios y parque vehicular.

Según se aprecia en las figuras anteriores, se debe de cuidar el comportamiento de partículas en la zona, por lo que es necesario que se realice el monitoreo considerando las áreas donde se refleja la mayor concentración, tomando en cuenta los criterios de ubicación establecidos por el INECC.

### III.2.4.3 Comportamiento de Ozono en ZMT

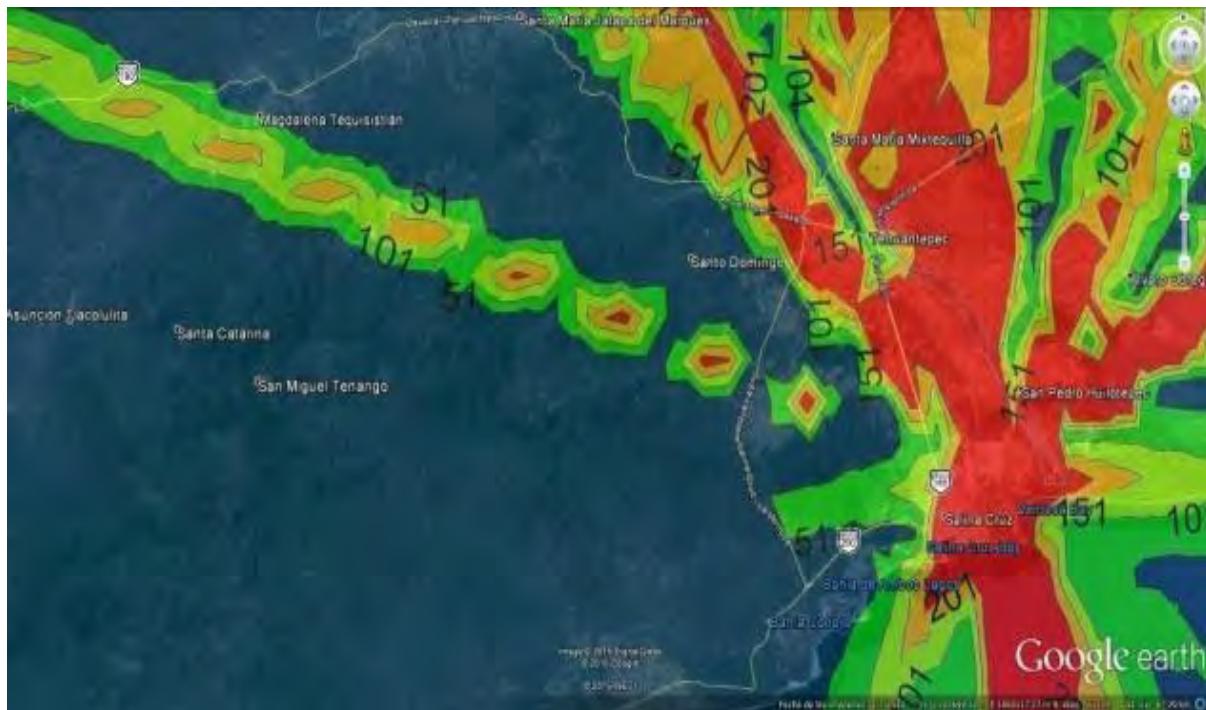


Figura III. 29 Dispersión de Ozono ZMT.

Con los resultados de la modelación se observan concentraciones de ozono por arriba de lo que establecen la normas de salud, en los municipios de Salina Cruz, San Pedro Huilotepec y Tehuantepec, esto debido a las emisiones de NO<sub>x</sub> por la actividad industrial aunado a la contribución de fuentes móviles.

La visualización del modelo se ajustó para observar más claramente las áreas donde se encuentran concentraciones por encima de la norma (zona roja), los resultados se observan en la siguiente figura.



Figura III. 30 Dispersión de Ozono ZMT.

También se realizó la modelación considerando el incremento poblacional de la zona y el incremento del parque vehicular, obteniendo lo siguiente:

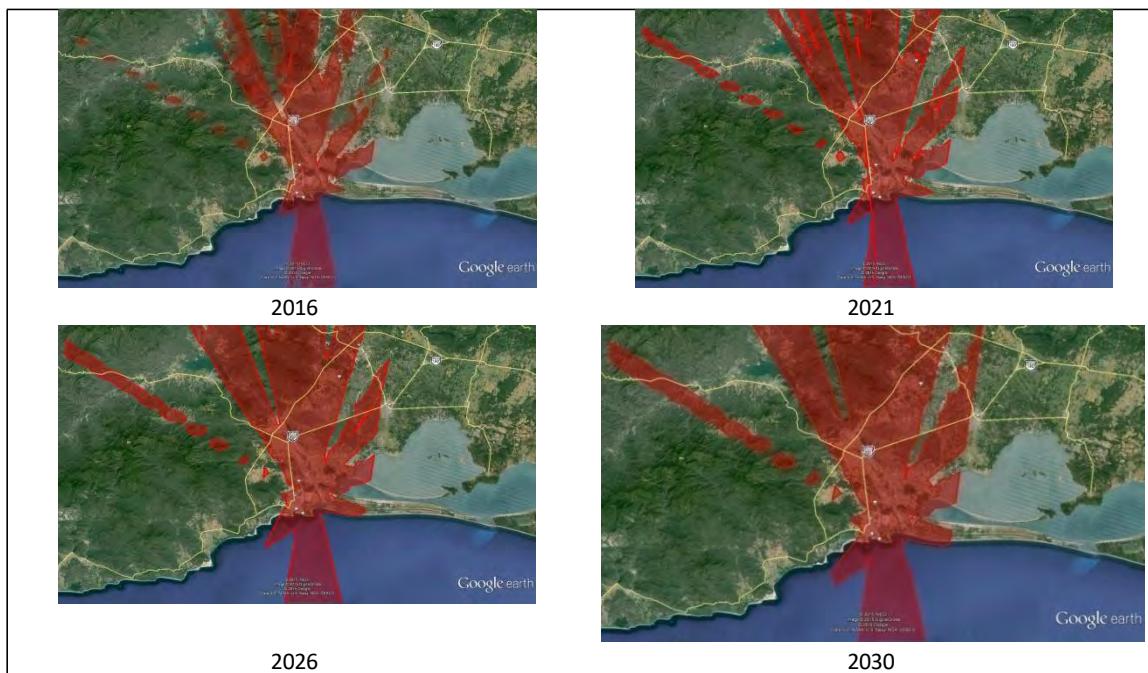


Figura III. 31 Proyección de Ozono en ZMT considerando el incremento de población e incremento de servicios y parque vehicular.

Como se aprecia en las figuras anteriores, es importante que se considere el monitoreo de contaminantes en esta zona tomando en cuenta el impacto en población y los criterios establecidos por el INECC. Acciones para la reducción de emisiones por parque vehicular y sector industrial.

#### ***III.2.4.4 Conclusiones y recomendaciones del análisis de la calidad del aire en la ZMT***

Derivado del análisis realizado, resulta imperante la necesidad de que se monitoreé la calidad del aire en esta zona toda vez que los resultados de la modelación reflejan que existen áreas en las cuales se tienen valores por encima de los límites establecidos en la Normas de salud ambiental. A continuación se presenta una distribución propuesta con las necesidades del monitoreo por contaminante:

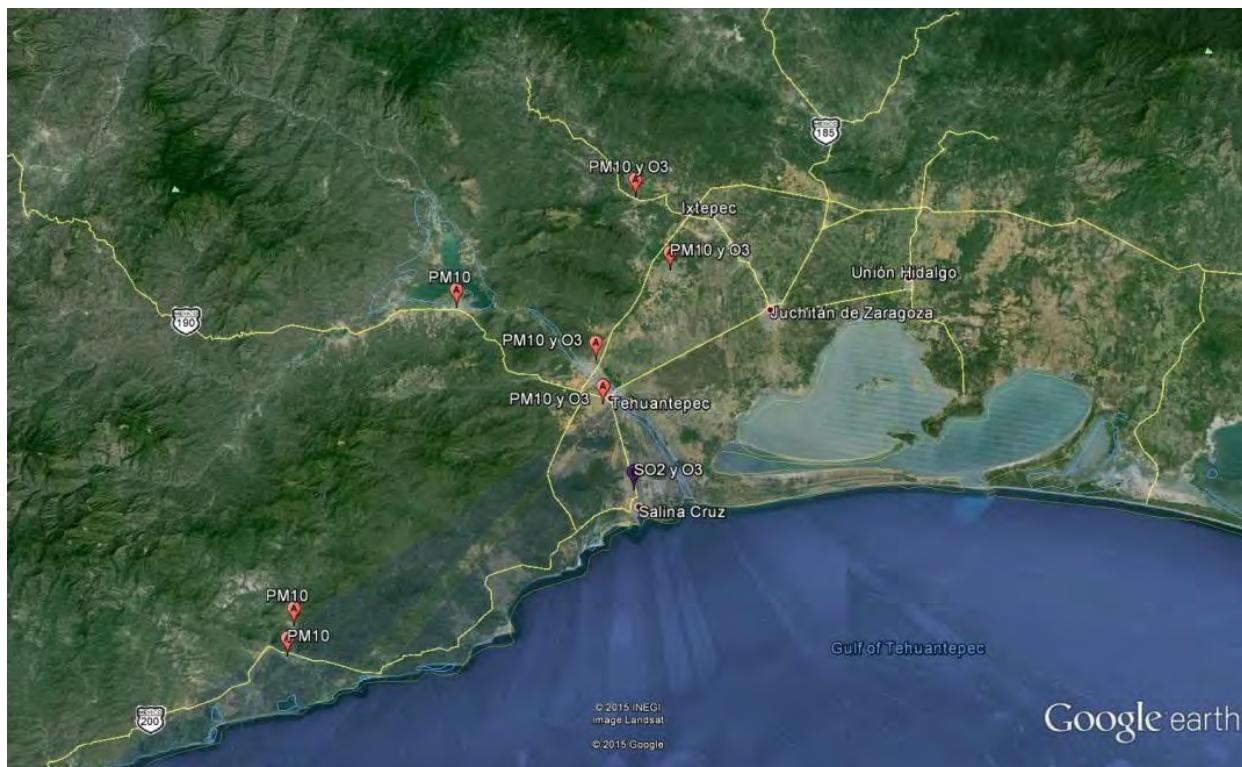


Figura III. 32 Puntos de Monitoreo sugeridos en la Zona Metropolitana de Tehuantepec por contaminante.

No obstante lo anterior, se recomienda establecer acciones de prevención que permitan disminuir las emisiones generadas por la actividad industrial y fuentes móviles.

Asimismo también es necesario fortalecer la precisión de los inventarios de emisiones para tener información actualizada a nivel local, es decir por tipo de fuente y por municipio.

Por lo anterior, en este municipio no existe la posibilidad actualmente de establecer un esquema de contingencias ambientales que sea operativamente efectivo, hasta que se atiendan las observaciones ya mencionadas. Sin embargo, por lo que se encontró en el modelo se observa la posibilidad de que en un futuro el programa contemple los contaminantes de Ozono y PM<sub>10</sub>, en el caso del SO<sub>2</sub> deberá de establecerse en base a por lo menos un año de monitoreo en el punto de monitoreo propuesto, con la finalidad de desestimar que la población más cercana este expuesta a altos niveles de este contaminante.

### III.2. 5 Comportamiento de la Calidad en la Tuxtepec

Para el análisis de la calidad del aire del municipio de Tuxtepec se contó con información del Inventario Estatal de Emisiones Criterio 2011 y el inventario de emisiones de la zonas metropolitanas de Oaxaca, municipio de Salina Cruz y San Juan Bautista Tuxtepec 2007. En este municipio no se tienen datos de monitoreo de contaminantes atmosféricos.

Los resultados más relevantes en este municipio reflejan que con respecto al total estatal se emite el 9% SO<sub>2</sub> por actividad industrial, 5% CO por vehículos, uso de leña en el hogar, quemadas agrícolas e incendios forestales, 4% PM10 por erosión eólica y actividad industrial, 10% Partículas PM2.5 por actividad industrial, quemadas agrícolas y uso de leña en el hogar 3% NH<sub>3</sub> por emisiones domésticas y ganaderas y uso de fertilizantes.

Para tener un panorama más amplio sobre el comportamiento de la calidad del aire en este municipio se realizó la modelación de dispersión de partículas PM10 y de Ozono, obteniendo los siguientes resultados.

### III.2.5.1 *Comportamiento de partículas PM<sub>10</sub> en Tuxtepec*

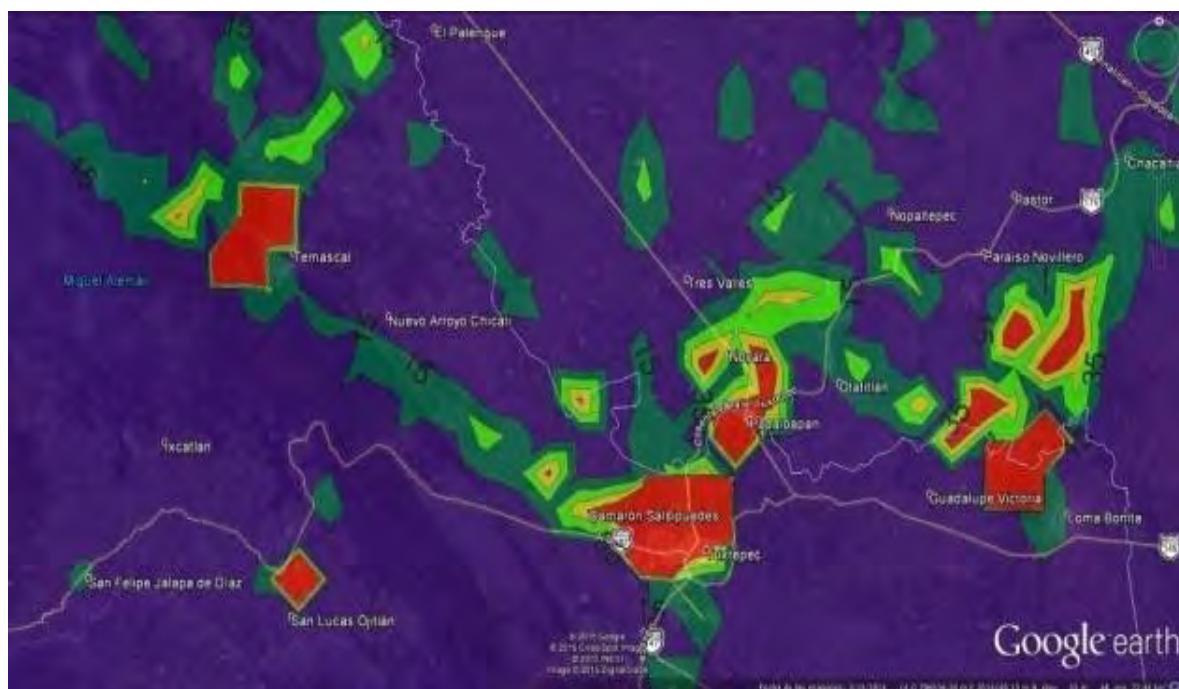


Figura III. 33 Dispersión de partículas PM<sub>10</sub> Tuxtepec.

Como se puede apreciar en la figura anterior se encontraron concentraciones por encima del valor indicado en la norma las cuales se dispersan en los municipios de Tuxtepec, Papaloapan y Acatlán de Pérez, provenientes de áreas erosivas, las cuales aportan la mayor cantidad de concentraciones de partículas PM<sub>10</sub>.

La visualización del modelo se ajustó para graficar la zona donde se encuentran concentraciones por encima de la norma (zona roja).



Figura III. 34 Dispersión de Partículas PM<sub>10</sub>, en Tuxtepec.

A continuación se muestran las modelaciones considerando lo proyectado en el apartado III.2.2.

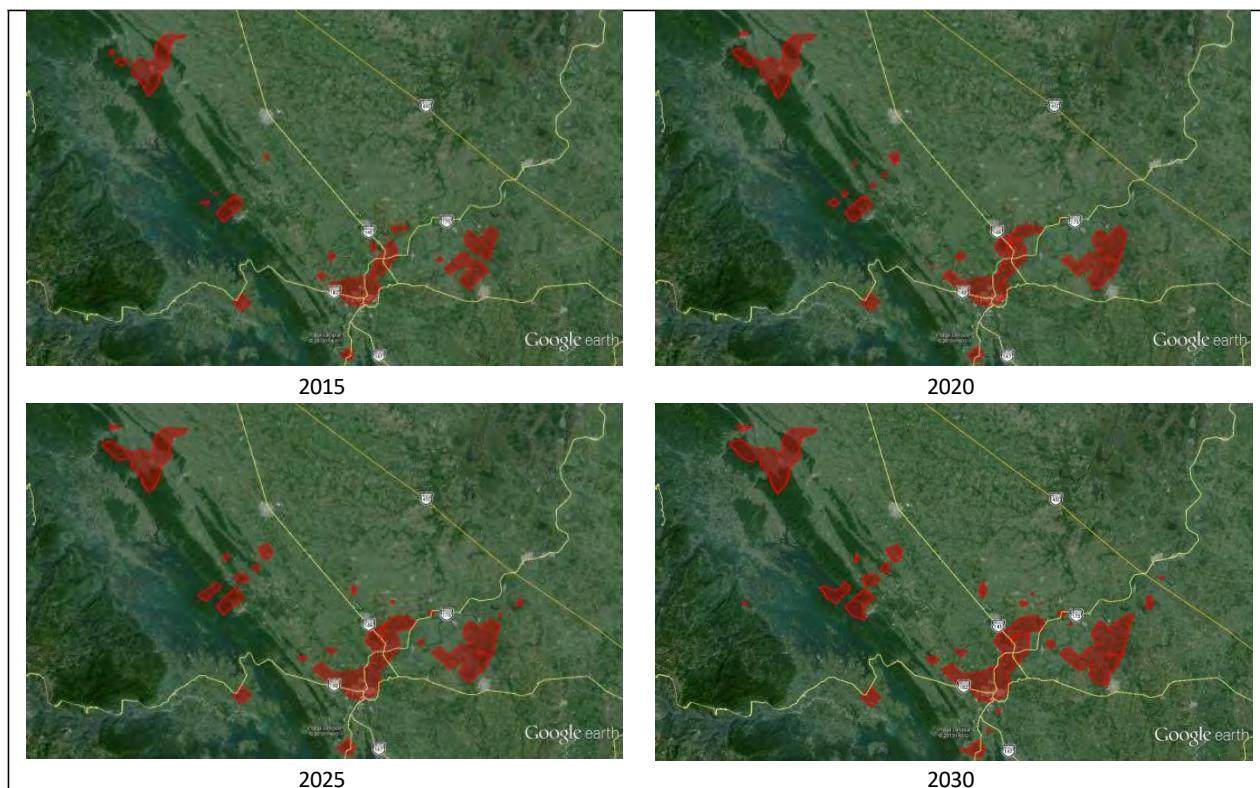


Figura III. 35 Proyección, de partículas PM<sub>10</sub> en Tuxtepec considerando el incremento de población e incremento de servicios y parque vehicular.

### **III.2. 5.2 Comportamiento de Ozono en Tuxtepec**



Figura III. 36 Dispersión de O<sub>3</sub> en Tuxtepec.

Como se observa en la figura anterior, en Tuxtepec no se encontraron concentraciones altas de ozono con respecto a lo establecido en la norma de Salud. No obstante se hicieron las proyecciones considerando el incremento vehicular y de población proyectado en el apartado III.2.2, para este municipio se encontraron más altas concentraciones que en Oaxaca; por lo que el color azul representa la zona en donde se encuentran concentraciones por encima de los 20 ppb.





Figura III. 37 Proyección de Ozono en Tuxtepec. Considerando el incremento de población e incremento de servicios y parque vehicular.

Según se aprecia no se ven reflejadas concentraciones altas, sin embargo se considera pertinente contar con monitoreo puntual para poder confirmar estos escenarios.

### III.2.5.3 *Conclusiones y recomendaciones del análisis de la calidad del aire en Tuxtepec*

Derivado del análisis realizado, resulta necesario contar con monitoreo de calidad del aire en esta zona a fin de corroborar los resultados mostrados. Asimismo es necesario fortalecer la precisión de los inventarios de emisiones para tener información actualizada a nivel local, es decir por tipo de fuente y por municipio. A continuación se muestran los puntos en los que se propone el monitoreo con base a los datos encontrados en la modelación.

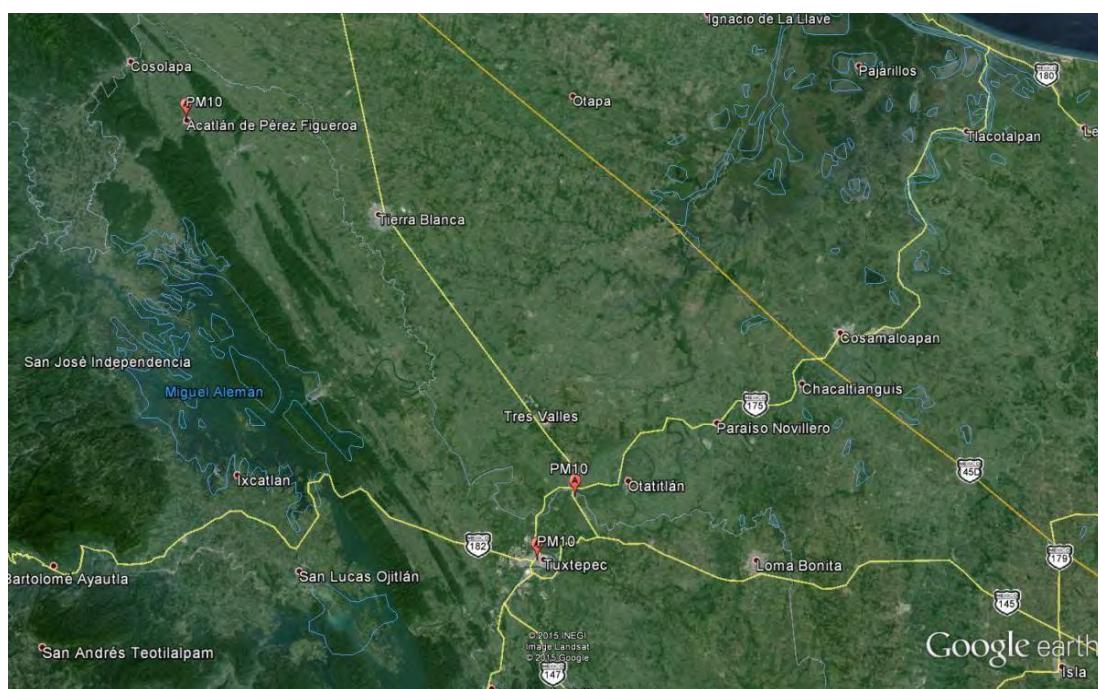


Figura III. 38 Puntos de monitoreo sugeridos de partículas PM10 en Tuxtepec.



Asimismo se precisa que por el momento este municipio no cuenta con las condiciones para establecer un programa de contingencias operativamente efectivo, por lo que, se deberá atender a las recomendaciones ya establecidas, asimismo se establece que el contaminante PM<sub>10</sub> es el que presenta altas concentraciones y que requiere de un programa reactivo para la disminución de estas concentraciones.

### **III.2.6 Conclusiones y recomendaciones del análisis de calidad del aire**

Del análisis realizado en las tres zonas de estudio: Zonas Metropolitanas de Oaxaca, Tehuantepec y ciudad de Tuxtepec, se observa que cada una de ellas tiene características específicas que reflejan la presencia de contaminantes que contribuyen al deterioro de la calidad del aire, debido al desarrollo de cada región.

La Zona Metropolitana de Oaxaca es la que cuenta con mayor información para el análisis y de la cual se tienen datos de monitoreo que permiten tener un panorama más claro de la situación, no obstante a que solo cuenta con dos estaciones fijas de monitoreo, es prioritario habilitar la unidad móvil de monitoreo para ampliar el monitoreo y abarcar zonas estratégicas como Santa Cruz Xoxocotlán, que de acuerdo al impacto reflejado con el modelo de dispersión principalmente de partículas PM<sub>10</sub> y a datos del inventario de emisiones que lo ubican en el segundo lugar de contribución en la zona.

En cuanto a la Zona Metropolitana de Tehuantepec y Tuxtepec, aunque solo se tienen datos de los inventarios de emisiones, de acuerdo a la dispersión de contaminantes se hace también imperante la necesidad de establecer en cada una de estas zonas monitoreo atmosférico, con la finalidad de conocer de manera más precisa la calidad del aire en cada región y en su caso estar en posibilidades de establecer acciones para disminución de emisiones.

Es menester reiterar lo imperante de la necesidad de ampliar el Sistema de Monitoreo en la Zona Metropolitana de Oaxaca, y se comience con el monitoreo en la Zona Metropolitana de Tehuantepec y ciudad de Tuxtepec; es recomendable que se inicie con monitoreo manual, para corroborar los datos del modelo y en caso de que se corrobore, instalar equipos de monitoreo automático.

Para el análisis y propuesta de sitios de posible ubicación de las nuevas estaciones de monitoreo se sugiere tener en cuenta los resultados obtenidos con las modelaciones y las proyecciones, considerando en cada caso lo especificado los lineamiento de ubicación de estaciones de monitoreo emitidos por el INECC.

Se reitera también la necesidad de la publicación en tiempo real de la información de calidad del aire en la Zona Metropolitana de Oaxaca que permita mantener informada a la población y tomar acciones para protección de su salud. Además se sugiere la implementación de procedimientos de calibración,

capacitación del personal, transferencia de manuales de calidad y revisiones técnicas necesarias para garantizar el funcionamiento adecuado de la estación de monitoreo y de la información generada.

De igual forma es recomendable comenzar a establecer acciones preventivas en la zona metropolitana de Oaxaca de acuerdo a sus propias particularidades, que contribuyan a la disminución de Partículas PM<sub>10</sub> y Ozono.

Así también es primordial que se precise la información de los inventarios de emisiones a nivel local y contar con información de emisiones por tipo de fuente y contaminante a nivel municipal, además de considerar la recolección de información en campo que permita tener una estimación real de las fuentes locales, principalmente en las tres zonas de estudio, que son las que se han identificado con un mayor impacto en cuanto a calidad del aire en el Estado.

### III.3 Marco Legal

#### III.3.1 Introducción

La emisión de contaminación de fuentes fijas, móviles y los fenómenos naturales o por las diversas actividades del hombre provocan alteraciones en la atmósfera, produciendo efectos perjudiciales en el medio ambiente, los que se circunscriben no solo a las grandes ciudades sino a la entidad en estudio.

En mérito de lo anterior, se hace imperativo el análisis y adecuación del marco legal que permita contar con los elementos para regular a las emisiones; en este sentido, es necesario contar con un reglamento en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica, buscando con este instrumento fortalecer el desarrollo sustentable del estado en beneficio de la sociedad y el medio ambiente, con el objeto de que el programa de contingencias ambientales atmosféricas sea en total apego a una normatividad existente.

De acuerdo con el artículo 3, fracción VIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, una contingencia ambiental se define como la “situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas”.

*Programa de Contingencia Ambiental.*- Es un mecanismo de carácter regulatorio que se utiliza en algunas ciudades o zonas metropolitanas, en donde las normas de calidad del aire son rebasadas con frecuencia y especialmente cuando se presentan episodios de alta contaminación atmosférica.

Un programa de contingencia ambiental contempla la aplicación temporal de un conjunto de medidas restrictivas en los sectores generadores de emisiones para reducir la contaminación atmosférica, así como medidas orientadas a informar y a evitar o reducir la exposición de la población.

En general, los programas de contingencias ambientales atmosféricas de las ciudades o zonas metropolitanas de nuestro país tienen el mismo objetivo, pero difieren en su contenido y en la forma de instrumentación.

### **III.3.2 Ámbito de competencia de los tres órdenes de gobierno.**

#### **III.3.2.1 Federación**

Las atribuciones de la federación son las que expresamente prevé La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en su artículo 111.

Es importante destacar que, en materia ambiental es de competencia federal, ejercidas las atribuciones en las dependencias de la administración pública centralizada, también tienen responsabilidad directa los organismos descentralizados que, en el caso de Oaxaca, se tomarán en consideración atendiendo a los factores que contribuyan de manera importante en la contaminación en el Estado, en el entendido que tendrían la obligación de contribuir, por una parte, para resarcir el daño causado al medio ambiente, así como de manera activa en la creación del programa que en materia de control de contaminación al medio ambiente se generen; lo anterior tomando en consideración lo preceptuado por el artículo 5 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que prevé la competencia federal en cuanto la participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales.

Le corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en observancia a lo previsto en el artículo 111 de la citada Ley, expedir normas oficiales para controlar, reducir y evitar la contaminación de la atmósfera indicando la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública; debiendo integrar y mantener actualizado el inventario de fuentes emisoras de contaminantes, coordinándose con los gobiernos locales; indicando niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles; formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada zona, área o región; apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire que tengan por objeto el cumplimiento de la normatividad aplicable; expedir las normas oficiales para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire incluyendo las relativas a la certificación de los niveles de emisión de contaminantes del mismo, regular todo lo relacionado con los contaminantes atmosféricos, provenientes de vehículos automotores, terrestres, aéreos, marítimos; promover la aplicación de nuevas tecnologías para prevenir y restringir la contaminación atmosférica. La referida Secretaría debe expedir las autorizaciones y las reglas relacionadas con la emisión de olores, gases, partículas sólidas y líquidas que puedan afectar al medio atmosférico, como son: las industrias químicas, del petróleo, petroquímicas, pinturas y tintes, automotriz, de celulosa, papel, metalúrgica, vidrio, generación de energía eléctrica, asbesto, cementera, calera y residuos peligrosos que se equiparen a fuentes fijas de jurisdicción federal.



En este contexto, se colige, y con apoyo de la legislación federal en materia ambiental, que existen los mecanismos jurídicos necesarios para que la participación de la federación en el Programa de Contingencias este respaldada legalmente.

Asimismo, serán atribuciones de la SEMARNAT, de manera específica en el Programa de Contingencias ambientales atmosféricas, revisar los términos de las licencias otorgadas a los establecimientos industriales de jurisdicción federal pudiendo realizar modificaciones a las mismas si así lo consideraran necesarias. Asimismo, la PROFEPA es la instancia responsable de vigilar en el ámbito de su competencia el cumplimiento de las acciones y medidas que en un momento dado se implementen en el programa de contingencias ambientales atmosféricas.

### **III.3.2.2      *Estado***

Son atribuciones del Estado las que se establecen en la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca en su artículo 4.

En este sentido, podemos deducir del análisis de la legislación ambiental en el ámbito estatal, que es imperativa la necesidad de emitir un reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico en materia de prevención y control de la Contaminación de la atmósfera, donde exista un capítulo especial para contingencias ambientales atmosféricas, con lo cual se contaría con el marco normativo indispensable para la creación del Programa de Contingencias Ambientales atmosféricas en el Estado o específicamente para los municipios en los que se echaría andar el programa. Todas las atribuciones y facultades de los diferentes órganos constitutivos del Programa de contingencias ambientales atmosféricas, serán establecidas y consideradas de conformidad con el reglamento que prevea su creación.

Asimismo, son facultades del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca, de manera específica para el programa de contingencias, analizar y validar la información que genere la red de monitoreo, así como realizar una revisión de las licencias otorgadas a las fuentes de jurisdicción estatal y si lo considera conveniente, hacer modificaciones a las mismas.

La Dirección de Inspección y Vigilancia, perteneciente al Instituto de Ecología del estado de Oaxaca, será la instancia responsable en el ámbito de su jurisdicción de vigilar el cumplimiento de las acciones y medidas que en un momento dado se establezcan en el programa de contingencias ambientales.

Se precisa que el involucramiento de otras instancias estatales como el Instituto Estatal de Educación Pública del Estado de Oaxaca y la Secretaría de Salud entre otras, se dará considerando sus facultades en cada materia.



### **III.3.3.3 Municipio**

Son facultades de los municipios, en el ámbito de su competencia en materia de contaminación a la atmósfera, las que se establecen en el artículo 5 de la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.

Del análisis realizado de la reglamentación en el ámbito municipal, se identificó únicamente la existencia de un Reglamento en materia ambiental para el municipio de Oaxaca de Juárez, denominado Reglamento del Equilibrio Ecológico y de la Protección Ambiental, el cual en su artículo 6 especifica sus atribuciones.

Sin embargo, se sugiere crear un capítulo especial para la reglamentación de fuentes de área y móviles de competencia municipal, que permita dar atención primordialmente a comercios, servicios y transporte. Así como establecer las medidas que se aplicarán en caso de que fuentes de jurisdicción municipal con sus emisiones a la atmósfera pongan en riesgo la salud o el equilibrio ecológico. Además de reglamentar las prohibiciones para producir, expeler, descargar o emitir contaminantes que alteren a la atmósfera o que puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana, la flora, la fauna silvestre, acuática y en general de los ecosistemas; incluyendo también quemas al aire libre de cualquier tipo de residuos sólidos y líquidos, incluyendo residuos domésticos, hojarasca, hierba seca, lubricantes usados, esquilmos agrícolas, llantas, plásticos, solventes y desechos industriales y hospitalarios sean o no peligrosos.

Del mismo modo, este capítulo deberá establecer las fuentes emisoras que de acuerdo a su competencia serán reguladas por el Municipio; incentivando el desarrollo de investigaciones sobre las causas y efectos de los fenómenos ambientales, así como el desarrollo de técnicas y procedimientos tendientes a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera. Establecer las facultades del departamento de calidad del aire tomando en consideración la creación de programas de contingencias ambientales atmosféricas. Además de disposiciones para establecimientos fijos o semifijos que se dediquen a expender alimentos fritos o asados y que, por el tipo de combustible que usen o por la cantidad de alimentos que se procesen, generen humos, olores o partículas sólidas. Así como disposiciones relativas a la quema al aire libre y la prevención de los incendios forestales.

No obstante lo anterior, aun y cuando se establecen facultades concretas para cada una de las autoridades en el ámbito de su competencia, también la ley del Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca, establece facultades del Instituto Estatal de Ecología, para celebrar acuerdos o convenios para ejercer facultades fuera de su jurisdicción.

### III.3.3 Instrumentos Legales actuales para la Creación del Programa de Contingencias Ambientales

A lo largo de los últimos años, la normatividad en materia de calidad del aire se ha modificado procurando evitar la sobre regulación y el establecimiento de trámites innecesarios, apuntando al fortalecimiento del marco normativo. A continuación se mencionan los instrumentos jurídicos actuales con los que cuenta el estado de Oaxaca para la creación de un Programa de contingencias ambientales.

- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente. Artículo 111.
- Constitución Política del Estado de Oaxaca. Artículo 80 fracciones II segunda y XXX trigésima, artículo 84.
- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo del Estado de Oaxaca. Artículos 2, 9, 59, 60 y 63.
- Ley de Entidades Paraestatales del Estado de Oaxaca. Artículos 2, 4, y 5.
- Ley del Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca. Artículos 2, 4, 5, 6, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91 y 92.
- Ley del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca. Artículo 3, 4.
- Ley de Cambio Climático para el Estado de Oaxaca.
- Ley Orgánica Municipal del Estado de Oaxaca. Artículos 1.2 y 3.
- Reglamento del Equilibrio Ecológico y de la Protección Ambiental para el Municipio de Oaxaca de Juárez.
- Normas oficiales mexicanas:
  - NOM-156-SEMARNAT-2012
  - O3: NOM-020-SSA1-2014
  - CO: NOM-021-SSA1-1993
  - SO2: NOM-022-SSA1-2010
  - NO2: NOM-023-SSA1-1993
  - PM: NOM-025-SSA1-2014
  - Pb: NOM-026-SSA1-1993
  - CO: NOM-034-SEMARNAT-1993
  - PST: NOM-035-SEMARNAT-1993
  - O3: NOM-036-SEMARNAT-1993
  - NO2: NOM-037-SEMARNAT-1993
  - SO2: NOM-038-SEMARNAT-1993

### III.3.4 Identificación de Instrumentos Jurídicos necesarios para la aplicación de un Programa de Contingencias.

En el presente rubro se llevará a cabo el análisis jurídico para constituir un Programa de contingencias ambientales, en los diversos ámbitos de competencia, atendiendo a los siguientes supuestos:



### III.3.4.1 *Constitución del programa de contingencias.*

Con los instrumentos legales actuales, es posible que el Estado de Oaxaca y los municipios participantes lleven a cabo la creación del programa de contingencias ambientales, tomando en consideración lo previsto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley Orgánica del poder Ejecutivo de Oaxaca, La ley de Instituciones Paraestatales, la Ley del Equilibrio Ecológico para el estado de Oaxaca, la ley del Instituto de ecología y Desarrollo Sustentable, la ley orgánica Municipal y el Reglamento del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente para el Municipio de Oaxaca de Juárez.

Sin embargo, para tener los escenarios posibles de decisión, se describen a continuación las alternativas:

- De crearse un programa de contingencias ambientales atmosféricas por parte del Estado de Oaxaca, se observaría lo previsto por la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, La ley de Instituciones Paraestatales, la Ley del Equilibrio Ecológico para el estado de Oaxaca, la ley del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable, la ley orgánica Municipal y demás disposiciones legales aplicables previstas en el presente estudio.
- Es de interés público eminente, se tome la batuta por parte del Estado en el ámbito de su competencia, para atender la problemática ambiental; fijando un precedente para futuros programas en este rubro.
- La propuesta de crear el programa de contingencias ambientales atmosféricas por parte del Estado, podrá ser reforzada llevando a cabo las reformas a la Ley de Equilibrio Ecológico para el Estado y la creación del reglamento de la ley de Equilibrio Ecológico para el estado de Oaxaca, en materia de emisiones a la atmósfera.

Cualquier programa de contingencias que se instrumente, tendrá la participación de las autoridades en sus tres órdenes de gobierno; federal, local y municipal, así como la sociedad civil, fungiendo como autoridad responsable el gobierno del estado por conducto del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca.

Para el caso de la Zona Metropolitana de Oaxaca, de existir un programa de contingencias ambientales atmosféricas, se observaría lo previsto por la Ley de Equilibrio Ecológico para el estado, la Ley Orgánica Municipal, reglamento en materia de ecología y demás disposiciones legales aplicables, fungiendo como autoridad reguladora la Dirección de Ecología, a través de su Director.

Asimismo, no obstante que la legislación local en esta materia establece los mecanismos legales necesarios para la creación del programa de contingencias ambientales atmosféricas, esta nos remite a la aplicación supletoria de la legislación federal; por lo que es menester destacar que atendiendo a que la materia ambiental es de competencia federal, ejercidas las atribuciones en las dependencias de la administración pública centralizada, también tienen responsabilidad directa los organismos descentralizados que en el caso de Oaxaca contribuyen de manera importante en la contaminación en

el Estado; en el entendido que tendrían, por un lado, la obligación de contribuir para resarcir el daño causado al medio ambiente, así como de participar de manera activa en la creación de programas que en materia de control de contaminación al medio ambiente se generen.

Lo anterior, tomando en consideración lo preceptuado por el artículo 5 fracción VII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que prevé la competencia federal en cuanto a la participación en la prevención y el control de emergencias y contingencias ambientales.

Asimismo, le corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales en observancia a lo previsto en el artículo 111 de la citada Ley, expedir normas oficiales para controlar, reducir y evitar la contaminación de la atmósfera indicando la calidad ambiental de las distintas áreas, zonas o regiones del territorio nacional, con base en los valores de concentración máxima permisible para la salud pública; debiendo integrar y mantener actualizado el inventario de fuentes emisoras de contaminantes, coordinándose con los gobiernos locales; indicando niveles máximos permisibles de emisión de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera provenientes de fuentes fijas y móviles; formular y aplicar programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera, con base en la calidad del aire que se determine para cada zona, área o región; apoyar técnicamente a los gobiernos locales en la formulación y aplicación de programas de gestión de calidad del aire que tengan por objeto el cumplimiento de la normatividad aplicable; expedir las normas oficiales para el establecimiento y operación de los sistemas de monitoreo de la calidad del aire incluyendo las relativas a la certificación de los niveles de emisión de contaminantes del mismo, regular todo lo relacionado con los contaminantes atmosféricos, provenientes de vehículos automotores, terrestres, aéreos, marítimos; promover la aplicación de nuevas tecnologías para prevenir y restringir la contaminación atmosférica.

### ***III.3.4.2 Funcionamiento y Organización del Programa de Contingencias.***

En el presente rubro se establecerán bases generales para el funcionamiento y organización del programa de contingencias ambientales en el estado de Oaxaca, que servirán de apoyo cuando se materialice el mismo.

#### ***Reglamentos para la regulación del Programa de contingencias ambientales.***

Primeramente, una vez implementado el PCAA, será imperativa la necesidad de emitir un reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en materia de prevención y control de la Contaminación de la atmósfera, donde se incluya un capítulo especial para contingencias ambientales atmosféricas; en este contexto, se contaría con el marco normativo que refuerce la operación del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas en el Estado o específicamente para los municipios en los que tendrá aplicabilidad el programa.

Todas las atribuciones y facultades de los diferentes órganos constitutivos del Programa de contingencias ambientales atmosféricas, podrán ser establecidas y consideradas en dicho reglamento.



En este contexto, es recomendable que en dicho reglamento se incluya el respaldo legal para el programa de contingencias ambientales atmosféricas, en el cual queden especificados y atendidos entre otros los siguientes conceptos:

- 1.- Supuestos bajo los cuales se puede realizar una declaratoria de contingencia ambiental atmosférica.
- 2.- Mecanismos de coordinación con los municipios, para llevar a cabo la inspección y vigilancia cuando se decrete alguna fase de activación establecida en los programas o bien para prevenir altas emisiones de gases a la atmósfera.
- 3.- Contenido mínimo de un programa de contingencias ambientales atmosféricas considerando:
  - Ámbito territorial de aplicación;
  - Fases de activación, incluyendo niveles de activación y desactivación,
  - Medidas que deberán llevarse a cabo cada que se determine cada una de las fases.
  - Mecanismos de seguimiento y evaluación de las acciones que deben tomar cada uno de los sectores involucrados.

En este contexto, y para poder lograr una eficiente aplicación del programa de contingencias ambientales, se hace indispensable la creación de reglamentos municipales para las Direcciones o dependencias directamente involucradas en el Programa como: ecología, tránsito y vialidad, entre otros.

Por otro lado, por lo que respecta al rubro de educación, en la sección VII, referente a la investigación y educación ecológica, artículos 32 y 33 de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, se establecen los lineamientos para celebrar convenios en materia ambiental con el Comité de Educación, que es un organismo estatal.

Por lo que respecta al municipio de Oaxaca, este cuenta con un reglamento de tránsito, en el cual resulta conveniente incluir dentro de su artículo 24 de definiciones, lo que es un programa de contingencias ambientales; asimismo, también es importante que se establezca una reglamentación sobre las medidas de control en situaciones ambientales extremas, para lo cual es conveniente que se realice una reforma al reglamento de tránsito del municipio de Oaxaca para contemplar las siguientes situaciones:

- a) Las acciones que deberá llevar a cabo la dirección de tránsito al presentarse ocasional o reiteradamente una situación de contingencia ambiental o de emergencia en el territorio del municipio, el Ayuntamiento podrá aplicar las siguientes:

Podrá restringir la circulación de vehículos y peatones por determinado periodo, en determinadas áreas o zonas urbanas, ha determinado tipo de vehículo;

- Tratándose de contingencias que se presenten de manera reiterada, el Ayuntamiento podrá restringir un día de cada semana la circulación de vehículos automotores; y,



- En condiciones de emergencia ecológica, o de emergencia, las disposiciones a cumplir serán fijadas por la Autoridad de acuerdo a la gravedad del evento que se presente.
- b) Estableciendo disposiciones sobre las sanciones que se impondrán a los vehículos que contravengan las disposiciones anteriores.
- c) También deberá establecer que vehículos quedan exentos de las limitaciones para poder circular, ejemplo: servicio médico, bomberos, seguridad pública, etcétera.

### ***Zona metropolitana de Oaxaca***

De los municipios que conforman esta zona, únicamente el municipio de Oaxaca de Juárez tiene reglamento en materia de ecología, por lo que es necesario que se impulse la creación de reglamentos en los demás municipios.

En este mismo sentido, por lo que respecta al municipio de Oaxaca, también es importante hacer algunas reformas en el reglamento de ecología con el objeto de que en el mismo se establezcan los siguientes conceptos que para el adecuado funcionamiento de un programa de contingencias, resulta de suma importancia como que se cuente con la reglamentación adecuada en este rubro por lo que se sugiere crear un capítulo especial para la reglamentación de comercios y servicios y otras fuentes de competencia municipal.

De ser posible, se deberán establecer las medidas que se aplicarán en caso de que fuentes de jurisdicción municipal con sus emisiones a la atmósfera pongan en riesgo la salud o el equilibrio ecológico, además de las siguientes:

- Reglamentar las prohibiciones para producir, expeler, descargar o emitir contaminantes que alteren a la atmósfera o que puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana, la flora, la fauna silvestre y acuática y en general de los ecosistemas.
- Reglamentar las quemas al aire libre de cualquier tipo de residuos sólidos y líquidos, incluyendo residuos domésticos, hojarasca, hierba seca, lubricantes usados, esquirlas agrícolas, llantas, plásticos, solventes y desechos industriales y hospitalarios sean o no peligrosos.
- Establecer que fuentes emisoras de acuerdo a su competencia regulará el Ayuntamiento.
- Incentivar el desarrollo de investigaciones sobre las causas y efectos de los fenómenos ambientales, así como el desarrollo de técnicas y procedimientos tendientes a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.
- Establecer las facultades del departamento de ecología tomando en consideración la creación de programas de contingencia.
- Establecer los lineamientos para el adecuado funcionamiento de fábricas de ladrillos, cerámica, industriales.
- Establecer disposiciones para puestos fijos o semifijos que se dediquen a expender alimentos fritos o asados y que, por el tipo de combustible que usen o por la cantidad de alimentos que se procesen, generen humos, olores o partículas sólidas.



### **Zona Metropolitana de Tehuantepec**

En el mismo contexto que la ZMO, en esta zona se deben fortalecer de igual forma la regulación ambiental en los municipios que conforman la Zona Metropolitana de Tehuantepec (ZMT): Salina Cruz, San Blas Atempa y Santo Domingo Tehuantepec, dado que como se mencionó en apartado anterior es una zona con actividad industrial relacionada con la industria petrolera, con existencia de pequeños parques industriales; sin embargo, su economía sigue siendo predominantemente agrícola y comercial, por lo que debe de impulsarse la regulación local.

En relación a los reglamentos de Tránsito, también se hace necesario hacer las reformas para incluir los temas que se abordaron al hacer el análisis del Reglamento de Tránsito del Municipio de Oaxaca y que en obvio de repeticiones téngase por reproducidas estas observaciones.

### **Municipio de Tuxtepec**

Asimismo por lo que respecta al Municipio de Tuxtepec, Oaxaca y tomando en consideración que se caracteriza por que la mayoría de sus suelos tienen vocación agrícola se deben tener especial cuidado en incluir dentro del reglamento de ecología para el Ayuntamiento además de las indicaciones que se precisaron para el reglamento de Oaxaca, disposiciones relativas a la quema al aire libre y la prevención de los incendios forestales.

Por lo que respecta al reglamento de Tránsito del municipio de Tuxtepec, también se hace necesario hacer las reformas para incluir los temas que se abordaron al hacer el análisis del Reglamento de Tránsito del Municipio de Oaxaca y que en obvio de repeticiones téngase por reproducidas estas observaciones.

### **III.3.5 Consideraciones normativas para la aplicación de un Programa de Contingencias Ambientales**

1. Se hace necesaria la reforma a la Ley del Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca, en el título Quinto de la protección al ambiente, con el objeto de incluir dentro de las facultades del Estado y los municipios, la formulación y aplicación de programas de contingencias ambientales de manera coordinada y en su caso con la participación de la Autoridad Federal competente, con base en la calidad del aire que se determine para cada zona, área o región del estado. Procurando incluir dentro del programa los objetivos que se pretendan alcanzar, los planes correspondientes y los mecanismos para la implementación.
2. Para la creación de un programa de contingencias ambientales en el Estado de Oaxaca, existen un marco normativo general para llevar a cabo el proyecto, pero resulta imperativa la necesidad de un reglamento en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera.
3. Con la creación del Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca en materia de emisiones a la atmósfera se estaría dando certeza jurídica a los particulares sobre los ordenamientos que contienen las disposiciones en materia de emisiones a la atmósfera.

4. Asimismo con la expedición del Reglamento se proveería en la esfera administrativa el exacto cumplimiento de la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado de Oaxaca.
5. Los trámites a realizar por los propietarios de fuentes emisoras de contaminantes a la atmosfera al estar contenidos en un solo ordenamiento legal haría más ágil la obtención de permisos y autorizaciones que en esta materia se requieren para el funcionamiento de las mismas.
6. Con este instrumento de contribuiría a fortalecer el desarrollo sustentable en el Estado, en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.
7. Se propone que en la creación del programa de contingencia participe el Estado de Oaxaca y los municipios, estableciendo: nombre concreto del programa; sectorización; objeto y fines; sede; medidas aplicables en las diferentes fases de contingencia, así como un manual de aplicación.
8. Realizar las reformas correspondientes en los reglamentos de tránsito y ecología de los municipios en los que estará vigente el Programa de contingencias ambientales para una adecuada aplicación del mismo dentro de su ámbito de competencia.

#### **IV. Estructuración del Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas para la Zona Metropolitana de Oaxaca**

Un Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA) es un mecanismo de carácter emergente, que se utiliza en las ciudades y metrópolis donde las normas de calidad del aire son rebasadas con frecuencia y especialmente cuando se presentan episodios de alta contaminación atmosférica. Contempla la aplicación temporal de un conjunto de medidas restrictivas en los principales sectores emisores de contaminantes, para reducir la concentración y orientadas a informar y reducir la exposición de la población a altos niveles que pongan en riesgo su salud.

También, un programa de contingencias puede ser utilizado como un instrumento de prevención, dado que al prevenir el aumento del nivel de contaminantes, ayuda a evitar costos y daños mayores a la salud de la población. Por lo que, al reducir las concentraciones de contaminantes, se contribuye a evitar el ausentismo escolar y laboral, a disminuir los casos de atención médica de enfermedades respiratorias o cardiovasculares, asistencia a salas de emergencia e índice de mortalidad.

Para la aplicación de un PCAA, es indispensable contar con un Sistema de Monitoreo de Contaminantes Atmosféricos, dado que es el instrumento para vigilar los niveles de concentración de contaminantes en el aire y su cumplimiento con la Normas Oficiales Mexicanas y con el cual se mantiene informada a la población los niveles de contaminación.

Una vez que se ha determinado la necesidad o conveniencia de establecer un PCAA y que se cuenta con información sobre la calidad del aire, se debe seguir el proceso para estructuración que inicia con la definición del ámbito de aplicación, la determinación de contaminantes a incluir, fases y niveles de activación y desactivación, así como determinación de mecanismos de comunicación para su activación y desactivación y acciones a seguir por cada uno de los actores o sectores involucrados de acuerdo al contaminante y fase activada.

En el presente apartado, se presenta el proceso de estructuración desarrollado para la integración del PCAA para la Zona Metropolitana de Oaxaca.

#### **IV.1 Justificación**

Como se refirió en apartados anteriores, la Zona Metropolitana de Oaxaca cuenta con el "Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire de Oaxaca" y, no obstante que por el momento solo cuenta con dos estaciones fijas de monitoreo, estas son representativas sobre la calidad del aire que respira la población en el área de cobertura de la misma.

Por ello, y toda vez que como se mostró en el diagnóstico realizado de calidad del aire, los niveles registrados en la estación CEDART, muestran la necesidad de, por un lado, implementar acciones para reducir las emisiones generadas por Partículas PM<sub>10</sub> y NOx como precursor de Ozono, así como establecer mecanismos de prevención a la población para reducir los niveles de exposición.

En este sentido, se plantea la estructuración e implementación de un Plan de Contingencias Ambientales Atmosféricas, que por el momento sea aplicable únicamente en el área de cobertura de la estación con un enfoque preventivo, por lo que se sugiere que se denomine "Programa de Prevención para una Mejor Calidad del Aire en la ZMO"; en este caso, se omite la palabra contingencias, toda vez que los niveles encontrados por el momento no representan niveles arriba o muy por arriba de los límites establecidos, ni tiempos de exposición elevados.

#### **IV.2 Ámbito de aplicación**

Una vez aceptada la propuesta y tomada la decisión por parte del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable del estado de Oaxaca para la estructuración del programa, se procedió a delimitar el área de cobertura en la cual podrá ser aplicable el Programa de Prevención para una Mejor Calidad del Aire en la ZMO, para ello se consideró tomar de base la cobertura definida para el estación CEDART, esto dado que los datos reportados por esta estación serán utilizados para la activación y desactivación de las fases propuestas.

En este sentido y tomando de referencia las vialidades como límites para la aplicación, así como el análisis minucioso de la zona, se definió como ámbito de aplicación el área mostrada en la siguiente figura.



Figura IV. 1 Área delimitada para aplicación del Programa

Las calles que delimitan el área mostrada son las siguientes:

Norte: Niños Héroes

Noroeste: Manuel S Crespo, Martiniano Aranda, El Calvario y División del Norte.

Oeste: Miguel Negrete, Guadalupe. Victoria, Francisco Zarco, Constituyentes y Morelos.

Suroeste: Morelos, La paz, Ferrocarril

Sur: Eulalio Gutiérrez, Puerto Mazatlán, Mártires de Tacubaya, Jorge L. Tamayo Castellanos y Linderos. Sureste: Huamúchil, Cieneguita, 10 de Mayo, 21 de Marzo, Reforma Agraria, Universidad.

Este: Periférico,

Noreste: Lázaro Cárdenas, 5 de febrero, 2da sección, Norte 1, Brasil.

Es menester señalar que la delimitación anterior podrá ser ajustada, en caso de que se determine para una mejor operatividad.

### IV.3 Contaminantes y determinación de fases de activación

Los contaminantes definidos para la aplicación del Programa de Prevención para una Mejor Calidad del Aire en la ZMO son Partículas menores a diez micrómetros PM<sub>10</sub> y Ozono O<sub>3</sub>, esto conforme al diagnóstico realizado, en el que se observó que son los dos contaminantes que hasta el momento, de acuerdo a los datos del monitoreo atmosférico, presentan concentraciones cercanas a las normas de salud.

De igual forma, se precisa que para PM<sub>10</sub> se tomarán promedios móviles de 24 horas y para ozono promedio móvil de 8 horas, esto sustentado en el resultado del diagnóstico, en el cual se observaron valores de concentración y tiempos de exposición más elevados.

Una vez definido que estos contaminantes son los que se incluirán en el Programa de Prevención para una Mejor Calidad del Aire en la ZMO, se analizaron las propuestas para la denominación y definición de las fases, en este sentido y toda vez que la ZMO aún no registra episodios de altas concentraciones, y que por ello la denominación de Programa de Prevención, se consideró oportuno el que en las fases propuestas se omitiera la palabra "Precontingencia" y "Contingencia", por lo que la denominación sería: preventiva, alerta, crítica y muy crítica, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV. 1 Fases de activación

Fase de activación	Comparación con otros programas
Preventiva	Interna
Alerta	Precontingencia
Crítica	Contingencia Fase I
Muy crítica	Contingencia Fase II

De igual forma, se realizó el análisis respectivo para identificar los límites de activación de cada una de las fases propuestas; para esto, se hizo una comparación con los PCAA vigentes en otras entidades, encontrando que las fases de activación son similares; sin embargo, los límites son diferentes, entendiendo que es de acuerdo a los niveles presentados y particularidades de cada una, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 2 Niveles de activación considerados en otros PCAA de país

Fases		Salamanca 27 sep 2009		Distrito Federal 9 Ago 2012	Edo de México 2do sem 2012	Monterrey jun 2013	Guadalajara 8 Feb 2014	León 29 Jun 2009	
		SO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub> y PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub> y PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub> y PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub> y PM <sub>10</sub>	PM <sub>10</sub>	Fases
		ppb	µg/m <sup>3</sup>	IMECAS					
Alerta						>150			
Precontingencia	Activación	≥130	≥115	>150	>150	>165	>120	>200	Preventiva
	Desactivación	< 120	< 100	<150	<150	<150	<110	<180	
Fase I	Activación			>180 O <sub>3</sub> >175 PM <sub>10</sub> combinada O <sub>3</sub> >160 y PM <sub>10</sub> >125	>180 O <sub>3</sub> >175 PM <sub>10</sub> combinada O <sub>3</sub> >165 y PM <sub>10</sub> >125			>240	Alerta
	Desactivación	< 120	< 100	<150	<150	<150	<140	> 200	
Fase II	Activación	≥305	≥221.3	>230	>230	>280	>200	> 393	Crítica
	Desactivación	< 120	< 100	<150	<150	<150	<250	< 240	
Fase III	Activación		-	-	-	-	>250	-	-
	Desactivación		-	-	-	-	240	-	

115 IMECA = 150 µg/m<sup>3</sup>  
115 IMECA = 127 ppb

120 IMECA = 160 µg/m<sup>3</sup>  
120 IMECA = 132 ppb

150 IMECA = 220 µg/m<sup>3</sup>  
150 IMECA = 165 ppb

A excepción de las ciudades de Salamanca y León en el estado de Guanajuato, se observa también el uso del “Índice Metropolitano de la Calidad del Aire” (IMECA), en este sentido se hace la precisión que el IMECA está referido a normas de salud y los algoritmos para su cálculo deben ser actualizado cada que se ajuste o actualice la normatividad, por lo que en este momento es necesario el ajuste para Ozono y partículas, que sus normas fueron actualizadas en 2014.

Así también, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) cuenta con un plan de Fortalecimiento de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, en el que contempla la generación de un Índice Nacional de Calidad del Aire, que actualmente se encuentra en desarrollo y habrá que esperar a tener resultados del mismo para adecuarse a los requerimientos nacionales (INECC, 2014a; INECC, 2014b).

Derivado de lo anterior, se propuso al Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca que se utilizaran las unidades en las que son generados como se hace para Salamanca y León, en tanto queda definido el índice nacional al cual se tendrá que apegar en su momento, aceptando la propuesta. Por lo que se deberá observar que los valores propuestos estén en las unidades correspondientes a cada contaminante.

#### IV.4 Niveles de activación y desactivación

Para la determinación de los niveles de activación, se analizó la información suponiendo dos escenarios, ambos considerando que la fase preventiva se active antes de que se llegue al límite establecido por la norma. Los resultados del análisis se muestran a continuación:

Lo primero que se realizó, fue un análisis de toda la información a partir del nivel de 60 para ambos contaminantes, y se tomaron intervalos de cinco hasta llegar a 90, con la finalidad de identificar los registros en estos intervalos. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla IV. 3 Comportamiento de las horas con promedios móviles para un año base<sup>15</sup>

Contaminante	Intervalo de concentración								Horas <= límite de la NOM	Max	Registros
	0 a 60	60.1 a 65.0	65.1 a 70.0	70.1 a 75.0	75.1 a 80.0	80.1 a 85.0	85.1 a 90.0	90.1 o más			
Ozono (móvil 8h) ppb	7836	39	14	7	0	0	0	0	7889	74 ppb	7896
PM10 (móvil 24h) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7338	285	161	19	10	12	5	2	7803	90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	7832

Con esta información, se realizaron dos propuestas de niveles de activación, las cuales se describen a continuación:

<sup>15</sup> Generado a partir de promedios móviles para 2013 y 2014

## Opción 1

La opción uno con niveles más conservadores, en los cuales la fase preventiva comienza cinco unidades abajo del límite de norma para ambos contaminantes, y los valores siguientes son con incrementos de 1.5 y 2 el valor de la NOM, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 4 Opción 1 para niveles de activación

Fase de activación	Niveles de Activación (móviles <sup>a</sup> )	
	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (ppb)
Preventiva	70.5 a 90.4	65.5 a 85.4
Alerta	90.5 a 112.4	85.5 a 105.4
Crítica	112.5 a 150.4	105.5 a 140.4
Muy crítica	150.5 o más	140.5 o más

<sup>a</sup> PM<sub>10</sub> 24 hr y O<sub>3</sub> 8 hr

Tomando en consideración los niveles anteriores, se realizó el análisis de datos colectados en 2014, para saber, en caso de que se hubiera tenido implementado el programa, cuantos eventos se hubieran presentado y el total de horas en esa fase, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos.

Tabla IV. 5 Eventos que se hubieran presentado en 2014 (opción1)

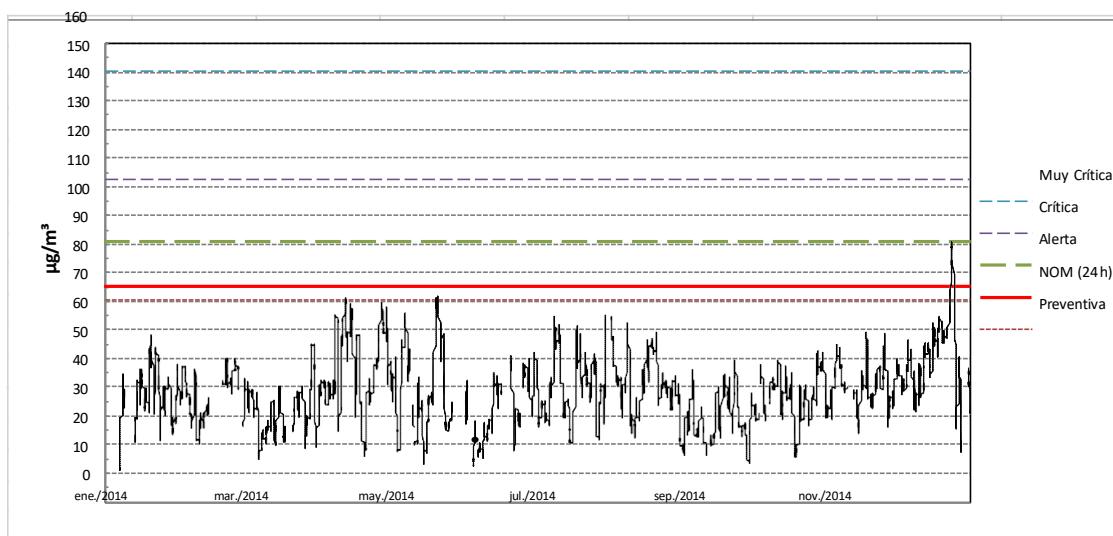
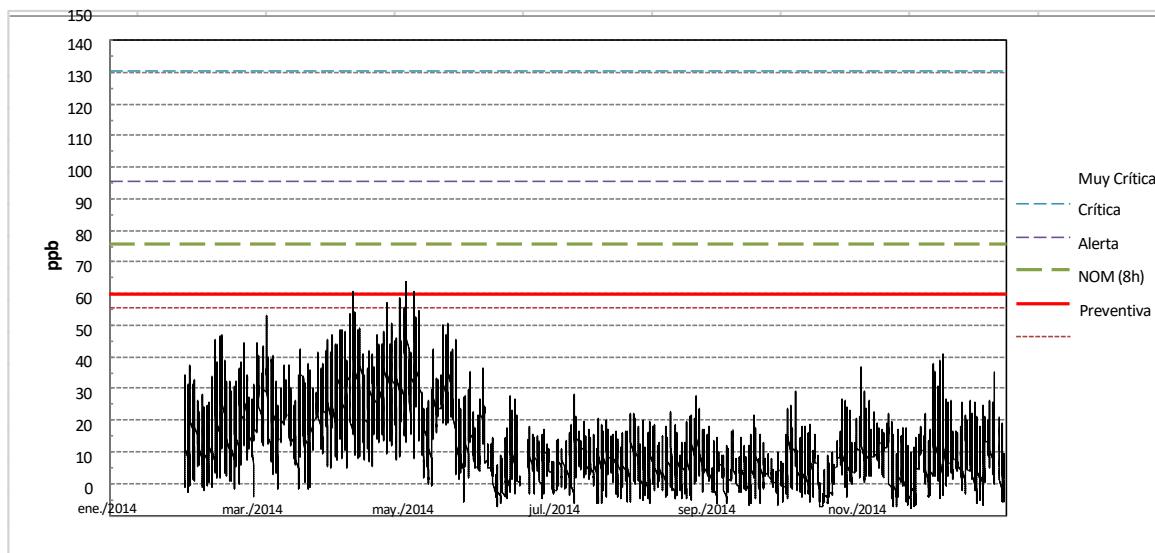
Fase de activación	No. Eventos	
	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Preventiva	4	6
Alerta	0	0
Critica	0	0
Muy critica	0	0

Tabla IV. 6 Horas que se hubieran presentado en 2014 (opción 1)

Fase de activación	No. De horas	
	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Preventiva	39	16
Alerta	0	0
Critica	0	0
Muy critica	0	0

Como se aprecia en las tablas anteriores, de tomar estos valores solo se hubiera activado la fase preventiva y los eventos presentados hubieran sido 6 para partículas PM<sub>10</sub> y 7 para ozono y 40 horas en fase preventiva de partículas y 18 horas de ozono.

A continuación se presenta el comportamiento grafico tanto de partículas PM<sub>10</sub> como de ozono.

Gráfica IV. 1 Comportamiento de partículas PM<sub>10</sub> móvil de 24 horas. Considerando la Opción 1 propuesta para niveles.

Gráfica IV. 2 Comportamiento de Ozono móvil de 8 horas. Considerando la Opción 1 propuesta para niveles.

## Opción 2

La opción dos con niveles más ajustados, en los cuales la fase preventiva comienza cinco unidades abajo del límite de norma y termina en el límite de la norma para ambos contaminantes, en este caso los demás rangos se ajustaron de tal forma en crítica quedará 1.5 veces el valor de la norma , como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV. 7 Opción 2 para niveles de activación

Fase de activación	Niveles de Activación (móviles <sup>a</sup> )	
	PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (ppb)
Preventiva	70.5 a 75.4	65.5 a 70.4
Alerta	75.5 a 90.4	70.5 a 85.4
Crítica	90.5 a 112.4	85.5 a 105.4
Muy crítica	112.5 o más	105.5 o más

<sup>a</sup> PM<sub>10</sub> 24 hr y O<sub>3</sub> 8 hr

Del análisis realizado a los datos obtenidos en 2014 con estos niveles, en caso de que se hubiera tenido implementado el programa, se presenta el escenario de cuantos eventos se hubieran presentado y el total de horas en esa fase, en las tablas siguientes se muestran los resultados obtenidos.

Tabla IV. 8 Eventos que se hubieran presentado en 2014  
(opción 2)

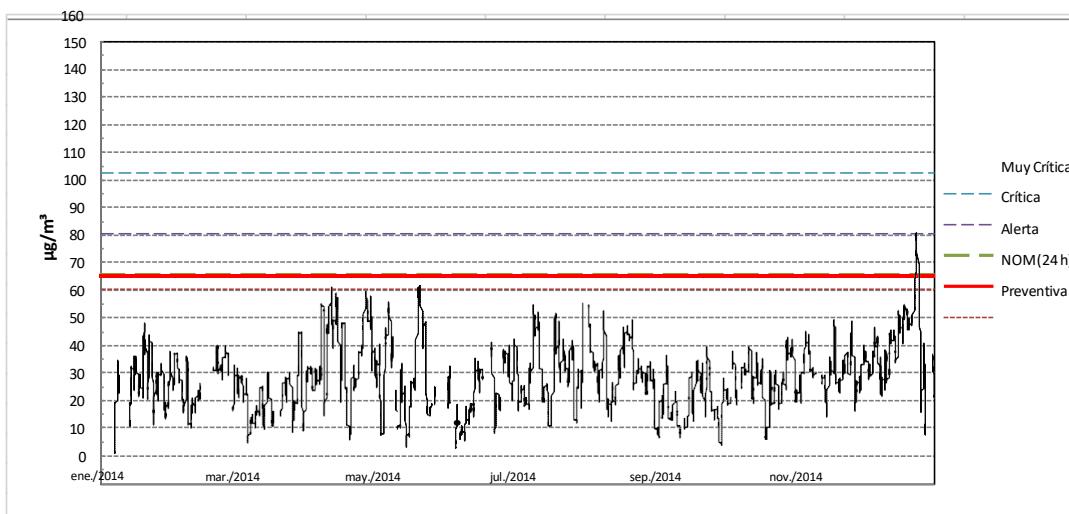
Fase de activación	No. Eventos	
	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Preventiva	4	5
Alerta	1	3
Critica	0	0
Muy critica	0	0

Tabla IV. 9 Horas que se hubieran presentado en 2014  
(opción 1)

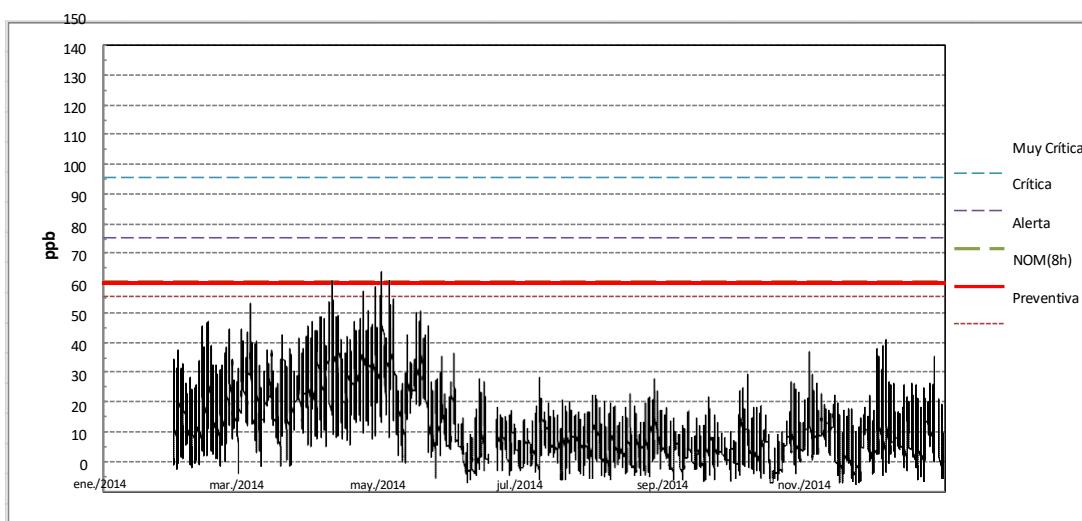
Fase de activación	No. De horas	
	PM <sub>10</sub>	O <sub>3</sub>
Preventiva	11	10
Alerta	28	6
Critica	0	0
Muy critica	0	0

Tomando estos valores, se hubieran activado las fases preventiva y de alerta, los eventos presentados en fase de alerta hubieran sido 1 para partículas PM<sub>10</sub> y 4 para ozono, con 28 horas en fase preventiva de partículas y 7 horas de ozono; sin embargo, debe considerarse que de estar establecido el mecanismo al activarse la fase preventiva antes de la alerta se evitaría llegar a dicha alerta, es decir los eventos de fase de alerta deberían de verse disminuidos.

A continuación se presenta el comportamiento grafico tanto de partículas PM<sub>10</sub> como de ozono.



Gráfica IV. 3 Comportamiento partículas PM<sub>10</sub> móvil de 24 hora. Considerando la Opción 2 propuesta para niveles.



Gráfica IV. 4 Comportamiento Ozono móvil de 8 horas. Considerando la Opción 2 propuesta para niveles.

Una vez realizado el análisis de las dos opciones, se realizaron las consideraciones siguientes:

1. El PCAA iniciará como un programa preventivo, por lo que se consideró más recomendable que se tomará la opción uno y en un año se ajusten los niveles a la opción dos. Esto permitiría fortalecer las áreas de oportunidad internas tanto en el IEEDS como de las demás instituciones involucradas para la implementación inmediata del programa, entre las que destacan la publicación en tiempo real de la calidad del aire que implica entre otras cosas contar con personal capacitado tanto para la operación como para el análisis de información, así como tener la infraestructura adecuada de comunicación.

2. Si se opta por la opción uno, tomando como referencia el análisis realizado con datos 2014, se esperaría que al implementarse solo se activen fases preventivas en las cuales la comunicación solo es interna y aunque se establezcan medidas, no se realiza difusión a la población, por lo que se podrán ir fortaleciendo de manera interna y coordinada las áreas de oportunidades que se vayan identificando; así, también servirá para la implementación de estrategias de comunicación que permitan preparar a la población para asimilar los conceptos y acciones que deberán implementarse en la fase de alerta.
3. El programa es muy dinámico y deberán ajustarse los niveles de activación y las acciones para que los niveles se ajusten a los límites establecidos en las normas de salud, por lo que se deberá considerar su actualización periódica.

Derivado de las consideraciones anteriores, se decidió por parte del IEESD comenzar con la opción uno, y proponer la revisión y actualización periódica del programa.

## IV.5 Procesos y criterios para la activación y desactivación

Una vez definidos los contaminantes, niveles y área de cobertura se elaboró la propuesta de proceso y criterios para la activación y desactivación que se muestra a continuación.

### IV.5.1 Conformación de Comité Técnico

Para poder implementar el Programa de prevención, es necesario el involucramiento y coordinación con diferentes instituciones para que pueda ser operable, que fungirá como un órgano colegiado de decisión, responsable de declarar la Fase establecidas en el Programa así como de la instrumentación del mismo.

Dado lo anterior, este comité técnico tendría la atribución para la revisión, modificación y actualización del Programa, para que paulatinamente se incorporen los niveles de activación conforme a la necesidad que su objeto requiera.

Para la operatividad del Programa se consideró que este comité técnico deberá quedar integrado por las siguientes dependencias:

- Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable
- Instituto Estatal de Educación Pública
- Secretaría de Salud del Estado
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- Instituto Estatal de Protección Civil
- Seguridad Pública
- Secretaría de Vialidad y Transporte



- Ayuntamiento de Oaxaca de Juárez a través de:
  - Dirección de Desarrollo Urbano, Ecología y Obras Públicas
  - Dirección de Servicios a la Comunidad
  - Comisión de seguridad pública, vialidad, transporte y Protección Civil
- Instituciones de Educación e Investigación
- Sociedad Civil Organizada

Este comité técnico deberá quedar conformado de manera formal una vez que se publique el programa en el cual se establecerá el tiempo para su instalación. Una vez formalizada su creación, deberán establecer sus propias reglas de operación y funcionamiento.

#### **IV.5.2 Seguimiento permanente del monitoreo de la calidad del aire**

Como se ha mencionado, la base técnica para la activación y desactivación de las fases establecidas en el presente Programa es el monitoreo de la calidad del aire, por lo que resulta primordial el promover la sistematización de las unidades fijas de monitoreo y al mismo tiempo incorporar la unidad móvil para realizar monitoreos en sitios clave de la ZMO, además de realizar el análisis y validación de la información para garantizar la difusión en tiempo real de manera oportuna.

Por tanto, como punto medular, el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable continuara difundiendo publica y diariamente en la Zona Metropolitana de Oaxaca la información generada por las estaciones de monitoreo y analizará de manera permanente el comportamiento de los niveles de contaminantes que se registren en la estación, realizando el control y aseguramiento de calidad necesarios.

#### **IV.5.3 Activación**

Se activarán cualquiera de las fases establecidas: Preventiva, Alerta, Crítica y Muy Crítica, cuando las concentraciones superen el límite de activación establecido por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo sustentable para cada una de las fases.

La activación de la Fase presentada, será decretará por el Comité Técnico en el transcurso de la siguiente hora posterior al reporte del valor para la activación, mediante comunicado con la declaratoria de activación, el cual deberá estar en el formato contenido en el Manual de aplicación del presente programa, el cual contendrá como mínimo la siguiente información:

- Declaratoria de activación.
- Lugar, fecha y hora
- Clave de activación
- Fase de activación de acuerdo al nivel presentado
- Valor de activación y contaminante por el que se está activando.

El Comité Técnico informará de la activación a los titulares de las dependencias y Entidades de gobierno así como los responsables de las instalaciones y servicios públicos mencionados e involucrados en el Programa, y a los medios de comunicación masiva, basándose en el diagrama de flujo de comunicación establecido el Manual.

Al declararse cualquiera de sus fases y/o se alcancen niveles de fase preventiva, el Comité Técnico tendrá contacto permanente con todos sus integrantes, por lo que cada institución deberá designar a un responsable de la implementación de las medidas contenidas en el Manual.

Cuando una fase dure más de 24 horas, el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable de Oaxaca analizará la información generada por el SMCAO y mantendrá informado al Comité Técnico, el cual dará aviso sobre la continuación de la fase, en el formato establecido en el manual de aplicación.

En el caso de alcanzarse los niveles de activación de cualquiera de las fases, entre las 20:00 y 8:00 horas, la declaratoria correspondiente se deberá realizar a más tardar a las 9:00 horas.

#### IV.5.4 Desactivación

Para la desactivación de cualquiera de las fases establecidas: Preventiva, Alerta, Crítica y Muy Crítica, se realizará cuando las concentraciones estén por debajo del límite de desactivación establecido por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo sustentable para cada una de las fases y una vez analizadas las condiciones meteorológicas de la región.

La desactivación de la Fase presentada, será decretará por el I E E D S en el transcurso de la siguiente hora posterior al reporte del valor para la desactivación, mediante comunicado con la declaratoria de desactivación, el cual deberá estar en el formato establecido por el Comité Técnico contenido en el Manual de aplicación del presente programa, el cual contendrá como mínimo la siguiente información:

- Declaratoria de desactivación.
- Lugar, fecha y hora
- Clave de desactivación
- Fase de desactivación de acuerdo al nivel presentado
- Valor de activación y contaminante por el que se está desactivando.

El Comité Técnico informará de la desactivación a los titulares de las dependencias y Entidades así como a los responsables de las instalaciones y servicios públicos mencionados e involucrados en el Programa, ya los medios de comunicación masiva, basándose en la información que se establece en el Manual.

En el caso de alcanzarse los niveles de desactivación de cualquiera de las fases, entre las 20:00 y 8:00 horas, la declaratoria de desactivación se realizará a más tardar a las 9:00 horas.

## IV.6 Modelo de Operación

El mecanismo de operación del programa será a través del Comité Técnico y comienza con la activación de alguna de las fases, el esquema de operación propuesto para comunicación se muestra en el diagrama de flujo siguiente:

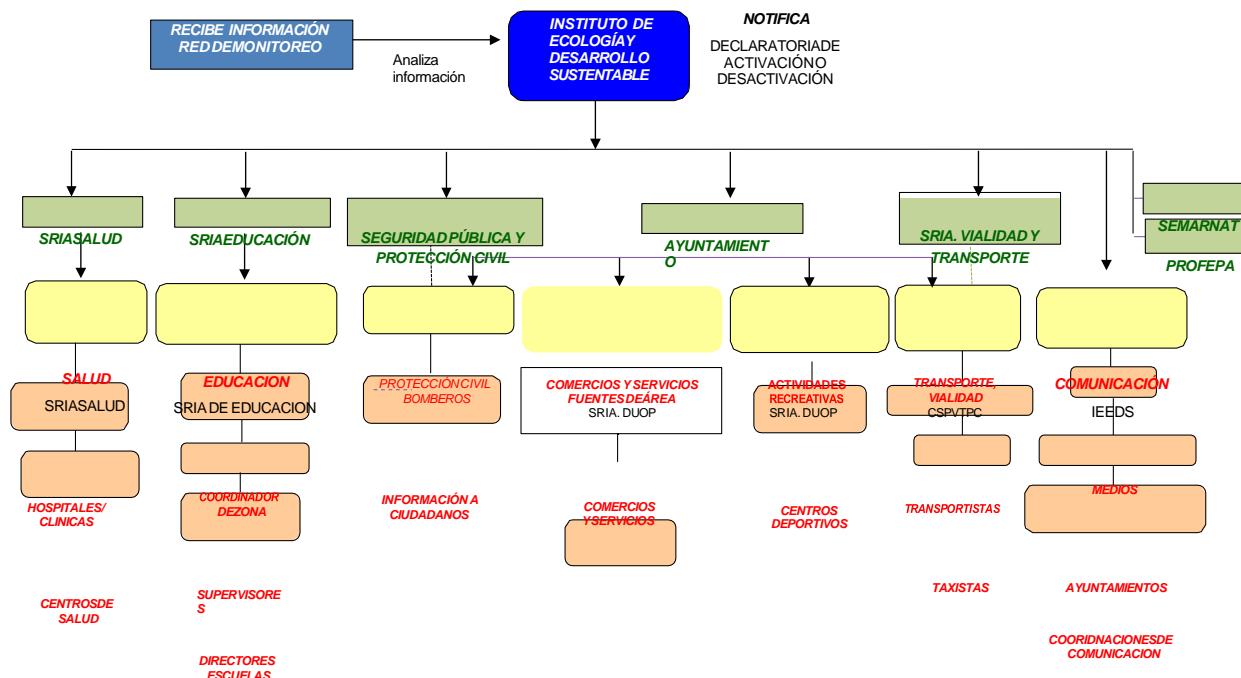


Figura IV. 2 Diagrama de Flujo de comunicación del Comité Técnico.

En el diagrama anterior se identifican tres niveles de comunicación: el primero es a titulares de dependencias, el segundo el personal técnico que será el encargado de bajar la información a nivel operativo que es el tercer nivel.

Es importante precisar que el diagrama propuesto se refiere a comunicación interna para activar y garantizar que se implementen las acciones propuestas. Para el caso específico de comunicación a la ciudadanía, el área de comunicación social del IEEDS será la encargada de realizar la coordinación con medios de comunicación, en el entendido que se definió como vocero oficial a dicho instituto-

Dado lo anterior, el IEEDS será el responsable de la emisión de boletines informativos y atención a medios de comunicación, no obstante que todas las áreas de comunicación de las dependencias estarán informadas y manejando la misma información.

Una vez activada cualquiera de las fases, se deberán implementar las medidas consideradas en cada una, así como los mecanismos de supervisión, información y control. Por lo que para la coordinación de estas acciones se propuso la creación de subcomités, esto además para asegurar que se involucren a todas las instituciones que deban estar involucradas, el esquema siguiente:

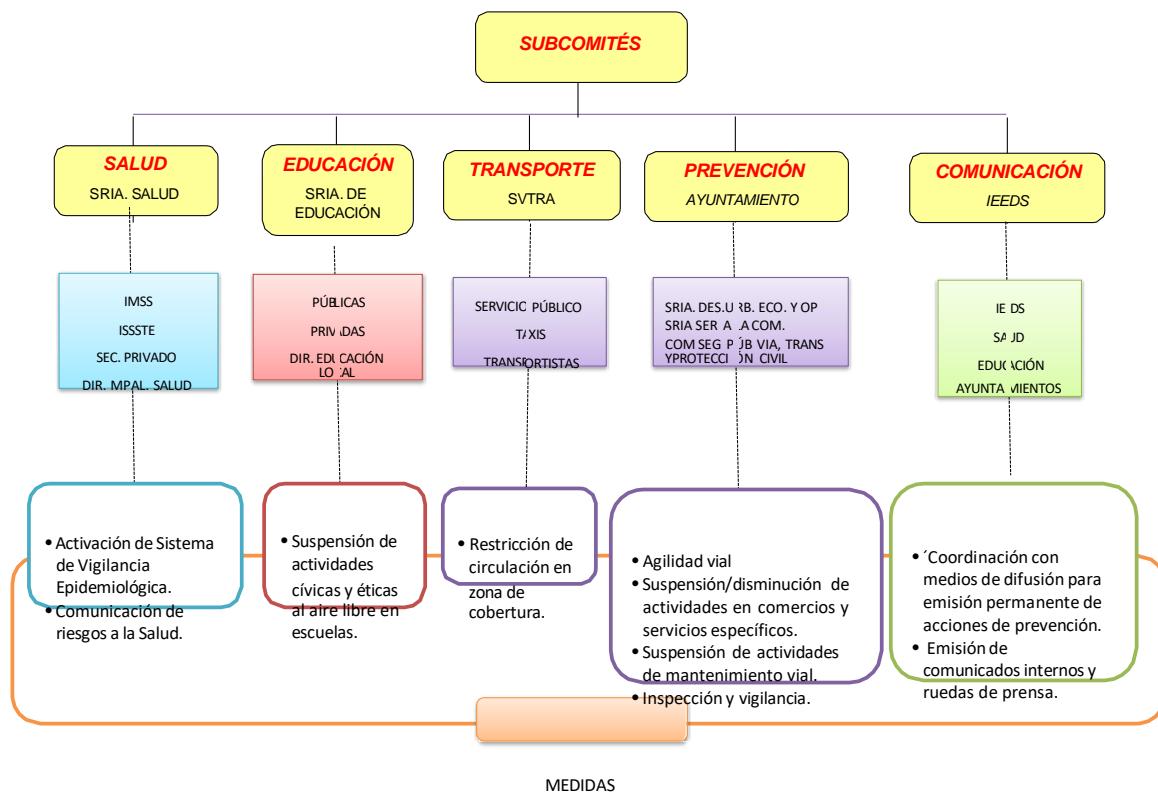


Figura IV. 3 Esquema de organización operativa a través de subcomités para la implementación de medidas

Como se puede observar, cada subcomité tiene una institución responsable, quien será la encargada de rendir informes al comité técnico y responsable de que cumpla con los mecanismos de comunicación e implementación de medidas.

Para lograr la coordinación y supervisión adecuadas, cada subcomité debe establecer su procedimiento de comunicación y supervisión de acciones, mismo que deberá estar validado por el Comité Técnico. Dentro del manual de operación se establecen las bases para elaborar dichos procedimientos.

## IV.7 Medidas de aplicación

Para la propuesta de medidas a implementar en cada una de las fases, en primera instancia se consideró tomar como base la información general de los inventarios de emisiones; sin embargo, no se tiene información precisa para poder establecer acciones de manera más específicas, esto toda vez que en la ZMO el cálculo de contribución de las fuentes de área fue estimada per cápita.

No obstante lo anterior, como se menciona en el diagnóstico, se pudo identificar que la principales fuentes de contribución de Partículas PM<sub>10</sub>, son los incendios forestales, combustión habitacional de Gas LP, combustión habitacional de leña, combustión de Gas LP en el sector servicios y hornos tabaqueros; además de la contribución de fuentes móviles provenientes de los autobuses urbanos, autobuses foráneos. Para ozono el principal contribuyente son las fuentes móviles.



Con lo anterior, se plantearon las medidas propuestas; sin embargo, se resalta la necesidad de precisar la información de los inventarios, además de comenzar a generar sistemas de información locales que permitan tener información puntual para fortalecer las medidas propuestas e incorporar algunas otras que por el momento no se hubieran identificado.

#### IV.7.1 Fase preventiva

Cuando se alcancen los niveles de activación de esta fase, se deberá avisar de manera inmediata a los miembros del comité técnico, quienes mantendrán una comunicación interna permanente, y realizar acciones necesarias para evitar la elevación de los niveles de contaminantes.

Medidas aplicables en fase preventiva para PM<sub>10</sub>

- Implementar recorridos de vigilancia para identificar y mitigar fuentes puntuales de emisión en comercios y servicios.
- Realizar recorridos de vigilancia para evitar o prevenir incendios y reforzar combate de incendios activos.
- Identificar áreas o zonas con bloqueos que puedan estar desviando el tráfico por caminos no pavimentados.

Medidas aplicables en fase preventiva para O<sub>3</sub>

- Agilizar tráfico en tramos identificados con mayor conflicto vial.
- Identificar actividades que estén generando congestionamientos en zonas específicas.
- Intensificar operativos de vigilancia para identificar la circulación de vehículos altamente contaminantes.

#### IV.7.2 Medidas generales aplicables al activarse las fases alerta, crítica y muy crítica.

Cuando se activen cualquiera de las fases alerta, crítica y muy crítica, se deberán implementar de manera inmediata las siguientes medidas.

1. Por parte del Instituto Estatal de Educación Pública se deberá notificar a los directivos, responsables o encargados de todos los centros escolares públicos y privados del sector educativo y guarderías establecidas en el área de aplicación del programa, para que se suspendan actividades deportivas, cívicas, de recreo u otras al aire libre. Los directivos, responsables o encargados, serán responsables de conocer el comportamiento de la calidad del aire y en caso de activarse cualquiera de las fases, suspender las actividades al aire libre.
2. La Secretaría de Salud del Estado de Oaxaca deberá activar el sistema de vigilancia epidemiológica en la zona de aplicación del Programa, y deberá difundir la información relativa a la prevención de riesgos a la salud, incluyendo recomendaciones para minimizar la exposición a altas concentraciones de contaminantes, particularmente en escuelas, clínicas y hospitales.



3. Por parte de Tránsito Municipal, se deberán llevar a cabo operativos especiales para agilizar la circulación vehicular en el área de aplicación, principalmente en las zonas donde se presente mayor congestión vial.

#### **IV.7.3 Medidas aplicables en la Fase Alerta**

Cuando se decrete la fase de alerta, además de la aplicación de las medidas generales y las establecidas para la fase preventiva, deberán observarse de manera inmediata y hasta el momento en que se declare su desactivación las siguientes medidas:

##### Medidas aplicables en fase de Alerta para PM<sub>10</sub>

- Prohibir la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto, incluyendo las quemas realizadas para adiestramiento y capacitación de personal encargado del combate de incendios.
- Intensificar la vigilancia y control de cualquier tipo de incendio, a través de operativos continuos.

##### Medidas aplicables en fase de Alerta para O<sub>3</sub>

- Suspensión de actividades de bacheo, pintado y pavimentación así como las obras y actividades que obstruyan o no permitan el tránsito fluido de vehículos automotores.
- Recomendar a la población evitar el uso de automóvil particular.

#### **IV.7.4 Medidas aplicables en Fase Crítica**

Cuando se decrete la fase de crítica, además de la aplicación de las medidas generales y las establecidas para las fases preventiva y de alerta, deberán observarse de manera inmediata y hasta el momento en que se declare su desactivación las siguientes:

##### Medidas aplicables en fase de Crítica para PM<sub>10</sub>

- Realizar las medidas necesarias para reducir la circulación en caminos sin pavimentar y riego de áreas erosionadas.
- Intensificar vigilancia para detención de vehículos de transporte de materiales de construcción, abiertos sin lona de cobertura.
- Reducir y/o suspender actividades comerciales y de servicios o cualquier actividad que genere emisiones y/o que por influencia de los vientos pudieran afectar el incremento de contaminantes en la estación de monitoreo.



Medidas aplicables en fase de Crítica para O<sub>3</sub>

- Prohibir la circulación de transporte de carga.

#### **IV.7.5 Medidas aplicables en Fase Muy Crítica**

Cuando se decrete la fase de Muy Crítica, además de la aplicación de las medidas generales y las establecidas para las fases alerta y crítica, deberán observarse de manera inmediata y hasta el momento en que se declare su desactivación las siguientes:

Medidas aplicables en fase de Muy Crítica para PM<sub>10</sub>

- Suspensión de actividades en fuentes específicas ubicadas en las zonas que por influencia de los vientos pudieran afectar el incremento de los niveles de contaminantes en la zona de influencia.
- Se suspenderán las actividades de construcción, demolición y movimiento de tierras en obras.

Medidas aplicables en fase de Muy Crítica para O<sub>3</sub>

- Evitar la circulación de vehículos oficiales a excepción de los destinados a servicios básicos y emergencias.

#### **IV.7.6 Medidas adicionales.**

Cuando se declare cualquiera de las Fases, además de las medidas establecidas para cada una de ellas, se aplicarán todas aquellas medidas adicionales que el Comité Técnico determine como necesarias a fin de garantizar la salud y seguridad de la población.

### **IV.8 Revisión de Programa**

Deberá considerarse la inclusión de esta apartado en el Programa con la finalidad de que se establezca su revisión periódica, para su actualización y/o modificación conforme sea necesario a través del comité técnico de tal manera que paulatinamente se incorporen los niveles o medidas conforme a la necesidad que su objeto lo requiera.



#### IV.9 Conclusiones de la estructuración de Programa

Se debe considera trazar una ruta crítica para fortalecer las áreas de oportunidad identificadas para la aplicación del programa entre las cuales se destaca:

1. Implementar controles de calidad en la operación de las estaciones de monitoreo.

Dado que los datos de monitoreo serán el insumo para la aplicación del programa, se debe garantizar su correcta operación, a fin de que la generación de información sea continua, además de la implementación de controles de calidad que garanticen que el dato que se generé sea real.

2. Publicación de información de calidad del aire en tiempo real.

3. Implementar estrategias de comunicación.

Antes de que arranque el programa se debe prever el arranque de estrategias de comunicación, para lograr que se tenga el conocimiento de la información que se trasmitirá, así como la sensibilización y concientización de la población. Asimismo se debe tener en cuenta a medios de comunicación como los principales transmisores de la información.

4. Fortalecer la coordinación con dependencias involucradas.

Antes de la entrada en vigor del programa se debe lograr la coordinación eficiente y eficaz con las dependencias involucradas, que formarán parte del Comité Técnico, que garantice por un lado el tener líneas de comunicación permanente y el compromiso de cada una de ellas para cumplir con los procesos y procedimientos establecidos para su operación.

Por lo anterior, se sugiere que para la publicación del Programa se establezca que su entrada en vigor será tres meses posteriores a su publicación, con la finalidad de que tenga oportunidad fortalecer y reforzar los puntos que se mencionan y asegurar la operatividad del programa.

## V. Propuesta para la generación de un Índice de Calidad del Aire

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), a nivel mundial al año ocurren 7 millones de muertes debido a la contaminación del aire, de estos: en los países de bajos ingresos de América mueren más de 131 mil personas (OMS, 2014). Por otro lado en el año 2013 la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC, según sus siglas en inglés) clasificó a la contaminación del aire como un cancerígeno para los humanos (OMS, 2013). Nivel nacional, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), reporta que entre 2001 y 2005, aproximadamente 38 mil personas murieron por cáncer de pulmón, enfermedades cardiopulmonares e infecciones respiratorias relacionados con la exposición a la contaminación atmosférica (INECC, 2006).

De ahí la relevancia de contar con información oportuna y confiable de la calidad del aire para informar a la población y sensibilizarla para no exponerse a niveles dañinos a su salud.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) cuenta con un plan de Fortalecimiento de Sistemas de Monitoreo de la Calidad del Aire, en el que contempla la generación de un Índice Nacional de Calidad del Aire, que actualmente se encuentra en desarrollo y habrá que esperar a tener resultados del mismo para adecuarse a los requerimientos nacionales (INECC, 2014a; INECC, 2014b). Por otro lado, varias ciudades en el país cuentan con indicadores de la calidad del aire, sin embargo no hay un criterio homogéneo para definirlos, en algunos casos se emplea el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire definido por la Ciudad de México (IMECA), cuya publicación data noviembre de 2006 (NADF-009-AIRE-2006), sin embargo posterior a esa fecha se han actualizado los límites de las normas de dióxido de azufre (8/09/2010), ozono (19/08/2014) y partículas menores a 10 y 2.5 micrómetros (20/08/2014) con lo cual el IMECA ha dejado de ser representativo, pues requiere que se adecue a las condiciones actuales.

El IEEDS actualmente difunde diariamente a la población la calidad del aire que se registra en la estación de monitoreo (CEDART), por medio de un semáforo el cual consiste en reportar el color y calificativo de calidad del aire asociado al contaminante con mayor riesgo a la salud, a partir de la evaluación de los límites de las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiente (NOM). A la fecha la estación (Santa Rosa) se encuentra recopilando información estadística necesaria para que el comité de contingencias pueda definir su área de influencia y posteriormente incluirla en los reportes de calidad del aire.

A partir de los límites y los indicadores establecidos por contaminante atmosféricos (Tabla V.2), se crea el semáforo con clases definidas por múltiplos de la mitad del límite, por medio de las siguientes relaciones (Tabla V. 1).



Tabla V. 1 Semáforo de calidad del aire

Calificativo de calidad del aire	Relación con el límite de la NOM	Color asociado con referencia a la gama de colores RGB <sup>1</sup> (R,G,B)
Buena	0.5 veces NOM	Azul (0,175,240)
Satisfactoria	NOM	Verde(0,175,80)
No Satisfactoria	1.5 veces NOM	Amarillo (255,255,0)
Mala	2 veces NOM	Rojo(255,0,0)
Severa	Más de 2 veces NOM	Morado (100,50,150)

Tabla V. 2 Límites de las NOM e indicadores para generar el semáforo de calidad del aire

Contaminante criterio	Límite de exposición	Tiempo promedio	Decimales para comparar	NOM	Última modificación
Ozono (O <sub>3</sub> )	70 ppb	Móvil de 8 horas	Uno después del punto	NOM-020-SSA1-2014	19/08/2014
Monóxido de Carbono (CO)	11 ppm	Móvil de 8 horas	Uno después del punto	NOM-021-SSA1-1993	23/12/1994
Dióxido de Azufre (SO <sub>2</sub> )	110 ppb	Móvil de 24 horas	Uno después del punto	NOM-022-SSA1-2010	08/09/2010
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	210 ppb	1 hora	Ninguno	NOM-023-SSA1-1993	23/12/1994
Partículas menores a 10 micrómetros (PM10)	75 µg/m <sup>3</sup>	Móvil de 24 horas	Uno después del punto	NOM-025-SSA1-2014	20/08/2014
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM2.5)	45 µg/m <sup>3</sup>	Móvil de 24 horas	Uno después del punto	NOM-025-SSA1-2014	20/08/2014

La propuesta de comunicación aunada a este semáforo radica en emitir preferentemente cada hora en un horario de 8:00 a 20:00 horas el color y calificativo del contaminante que registra la escala de mayor riesgo, como en los siguientes ejemplos:

Tabla V. 3 Mensajes de comunicación de la calidad del aire

A las 8:00 horas la calidad del aire en la región____ es <b>Buena</b> . No representa riesgos para la salud de la población. Se pueden realizar actividades al aire libre.
A las 10:00 horas la calidad del aire en la región____ es <b>Satisfactoria</b> . Pueden tener un efecto moderado en la salud para un pequeño grupo de personas que presentan una gran sensibilidad a algunos contaminantes.
A las 12:00 horas la calidad del aire en la región____ es <b>No Satisfactoria</b> . Algunas personas pueden presentar efectos a concentraciones menores que el resto de la población, como es el caso de personas con problemas respiratorios o cardíacos, los niños y ancianos.
A las 16:00 horas la calidad del aire en la región____ es <b>Mala</b> La población experimenta efectos negativos en la salud. Los miembros de grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.
A las 17:00 horas la calidad del aire en la región____ es <b>Severa</b> La población en general experimenta problemas graves de la salud.

Para la transmisión de mensajes de alerta se tomaron de referencia los que tienen establecidos para la Zona Metropolitana de Valle de México ZMVM, toda vez que es un referente para la comunicación del riesgo, la tabla siguiente se ilustra la propuesta.

Tabla V. 4 Propuesta de mensajes de calidad del aire.

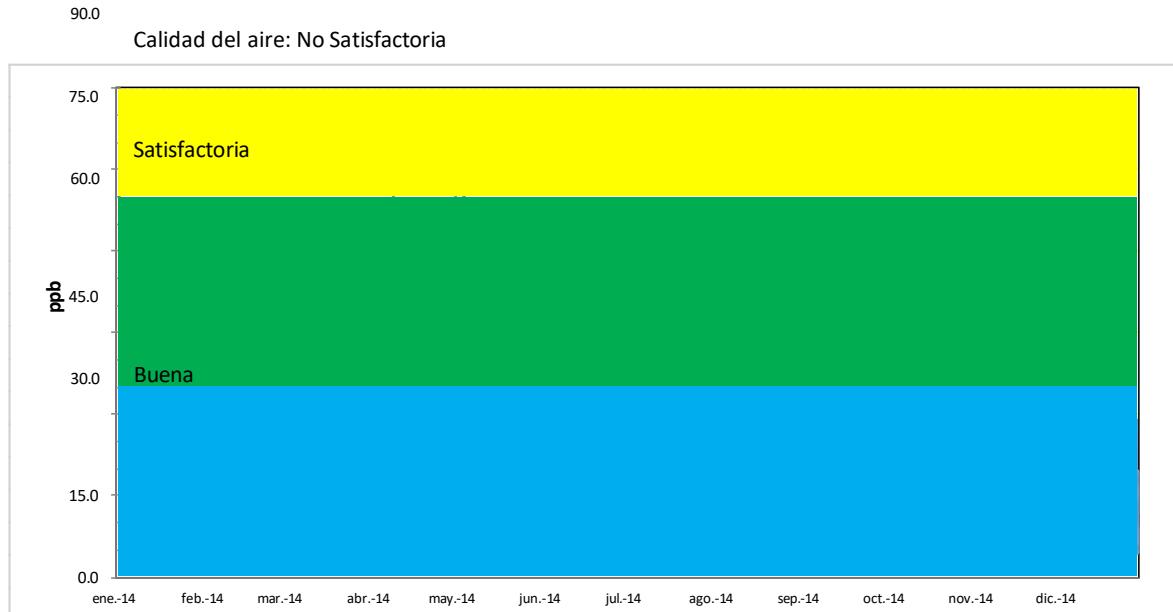
Categoría	Mensaje	Significado	Recomendaciones
BUENA	Sin riesgo	La calidad del aire es buena, no existe riesgo para la salud.	Se puede realizar cualquier actividad al aire libre.
SATISFACTORIA	Aceptable	La calidad del aire es aceptable, no obstante para algunos contaminantes, las personas inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados.	Las personas extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar esfuerzos prolongados al aire libre.
NO SATISFACTORIA	Dañina a la salud de los grupos sensibles	La población de grupos sensibles puede experimentar efectos en la salud. La ciudadanía en general usualmente no es afectada.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
MALA	Dañina a la salud	Se pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud.	Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre. En general la población debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
SEVERA	Muy dañina a la salud	Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada.	La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre.

A continuación se presenta la relación de los intervalos de concentración de cada contaminante:

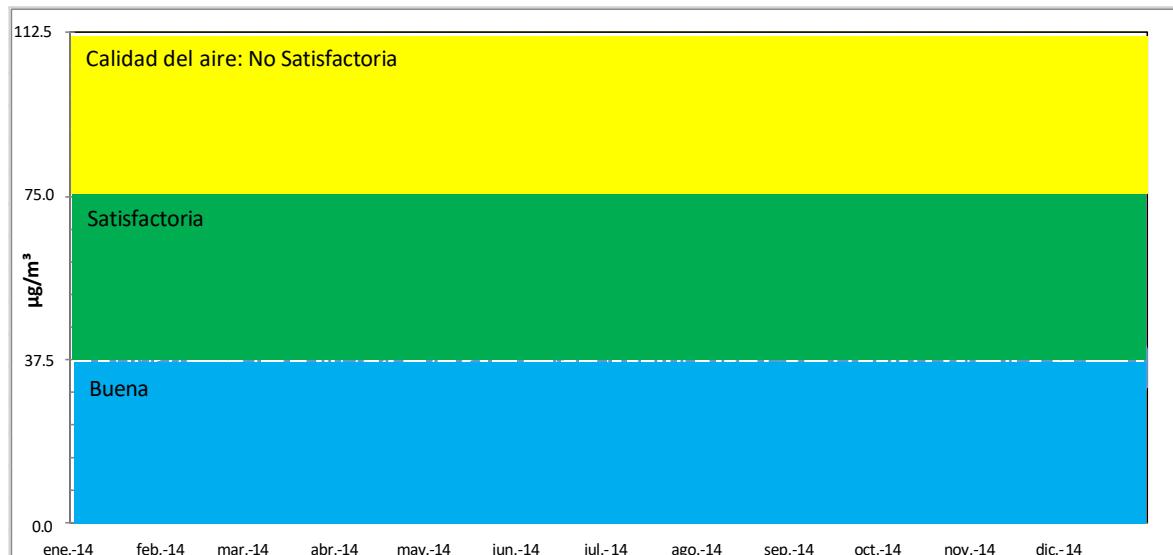
Tabla V. 5 Intervalos de concentración por contaminante para la clasificación del semáforo de calidad del aire

Calidad del aire	O <sub>3</sub> (ppb)	PM10 (µg/m <sup>3</sup> )	PM2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	SO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)
	Promedio móvil de 8 horas	Promedio móvil de 24 horas	Promedio móvil de 24 horas	Promedio móvil de 8 horas	Promedio móvil de 24 horas	Promedio horario
Buena	0 a 35.4	0 a 37.4	0 a 22.4	0 a 5.4	0 a 55.4	0 a 105.4
Satisfactoria	35.5 a 70.4	37.5 a 75.4	22.5 a 45.4	5.5 a 11.4	55.5 a 110.4	105.5 a 210.4
No Satisfactoria	70.5 a 105.4	75.5 a 112.4	45.5 a 67.4	11.5 a 16.4	110.5 a 165.4	210.5 a 315.4
Mala	105.5 a 140.4	112.5 a 150.4	67.5 a 90.4	16.5 a 22.4	165.5 a 220.4	315.5 a 420.4
Severa	140.5 o más	150.5 o más	90.5 o más	22.5 o más	220.5 o más	420.5 o más

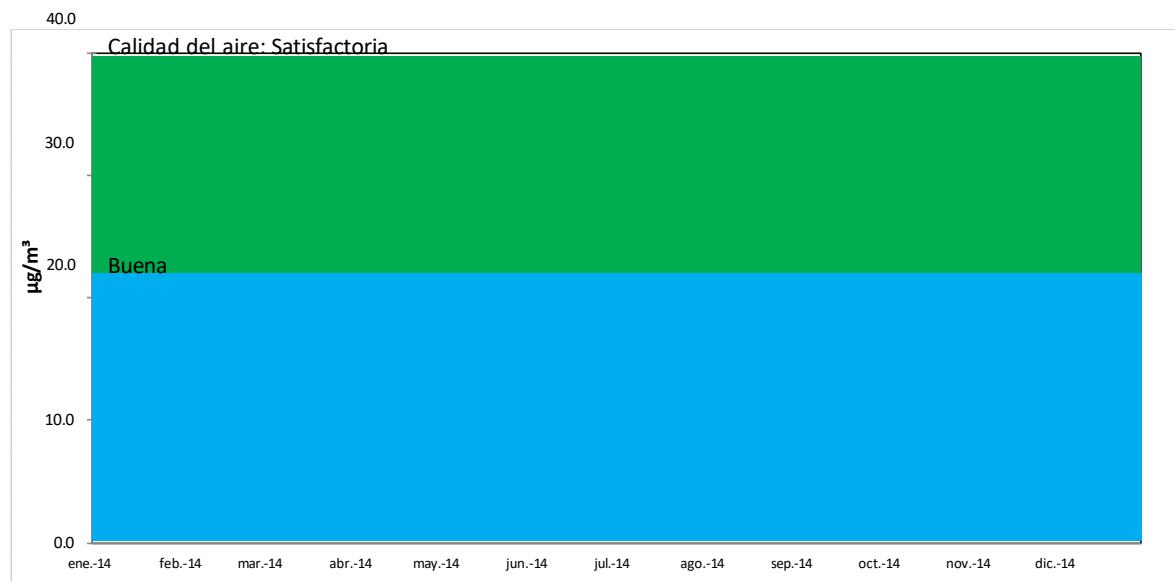
A partir de los registros que se tienen del año 2014 de la estación CEDART, se habrían presentado los siguientes semáforos de calidad del aire (ver figuras), con buena calidad del aire en CO, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>; entre buena y satisfactoria en el caso de PM<sub>2.5</sub>; y hasta no satisfactoria en el caso de O<sub>3</sub> y PM<sub>10</sub>.



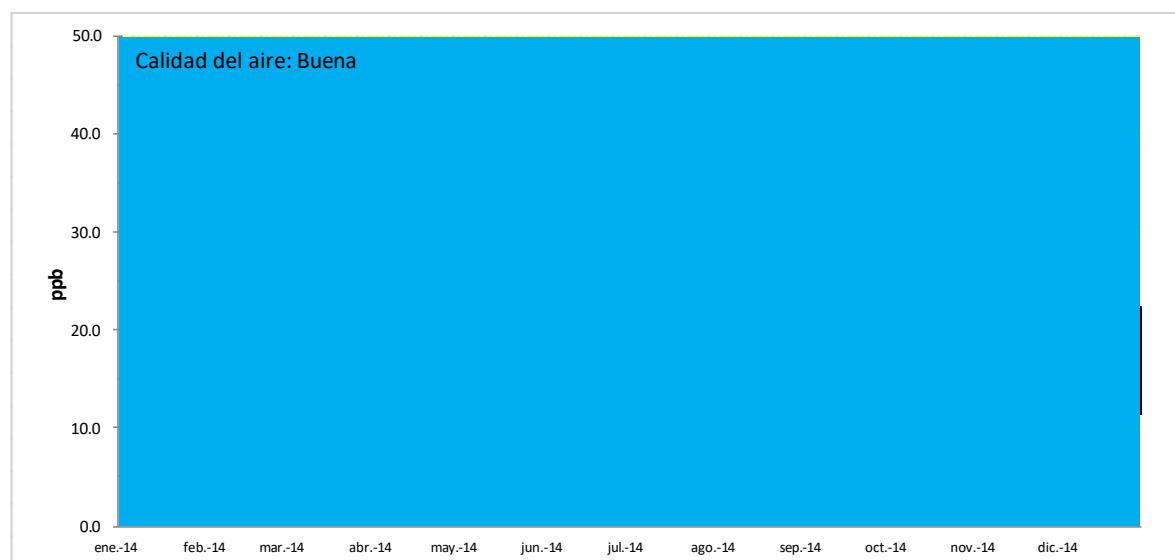
Gráfica V. 1 Semáforo de calidad del aire por Ozono, 2014 (promedios móviles de 8 horas)



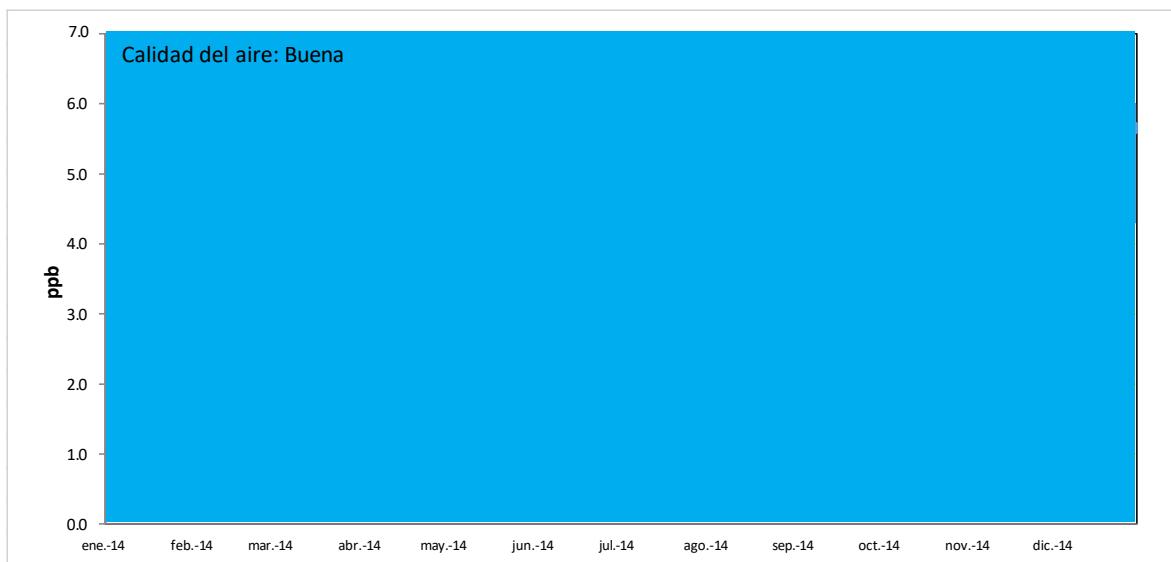
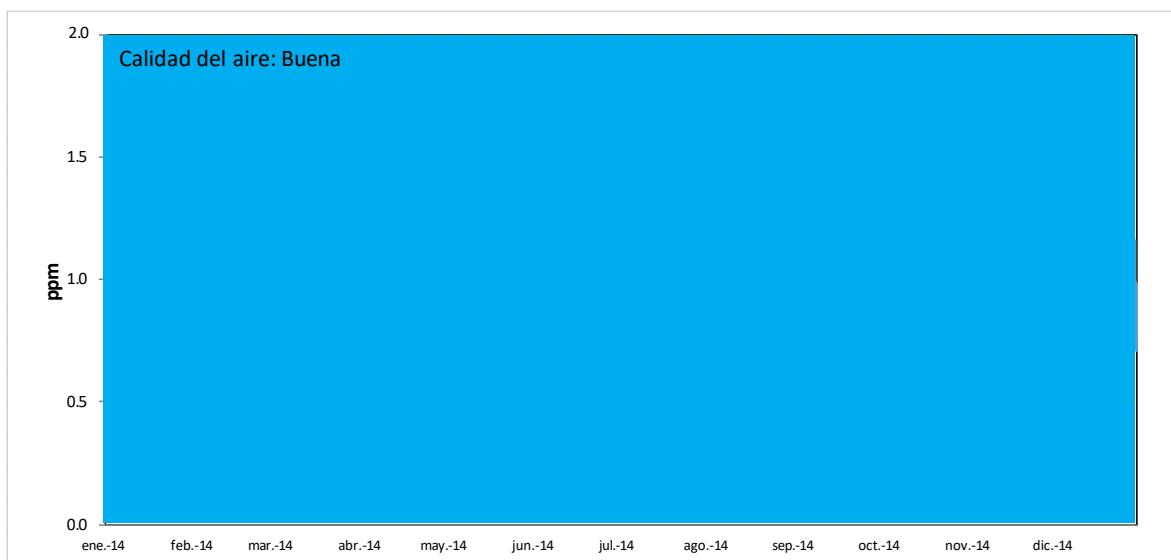
Gráfica V. 2 Semáforo de calidad del aire por PM<sub>10</sub>, 2014 (promedios móviles de 24 horas)



Gráfica V. 3 Semáforo de calidad del aire por PM<sub>2.5</sub>, 2014 (promedios móviles de 24 horas)



Gráfica V. 4 Semáforo de calidad del aire por NO<sub>2</sub>, 2014 (promedios horarios)

Gráfica V. 5 Semáforo de calidad del aire por SO<sub>2</sub>, 2014 (promedios móviles de 24 horas)

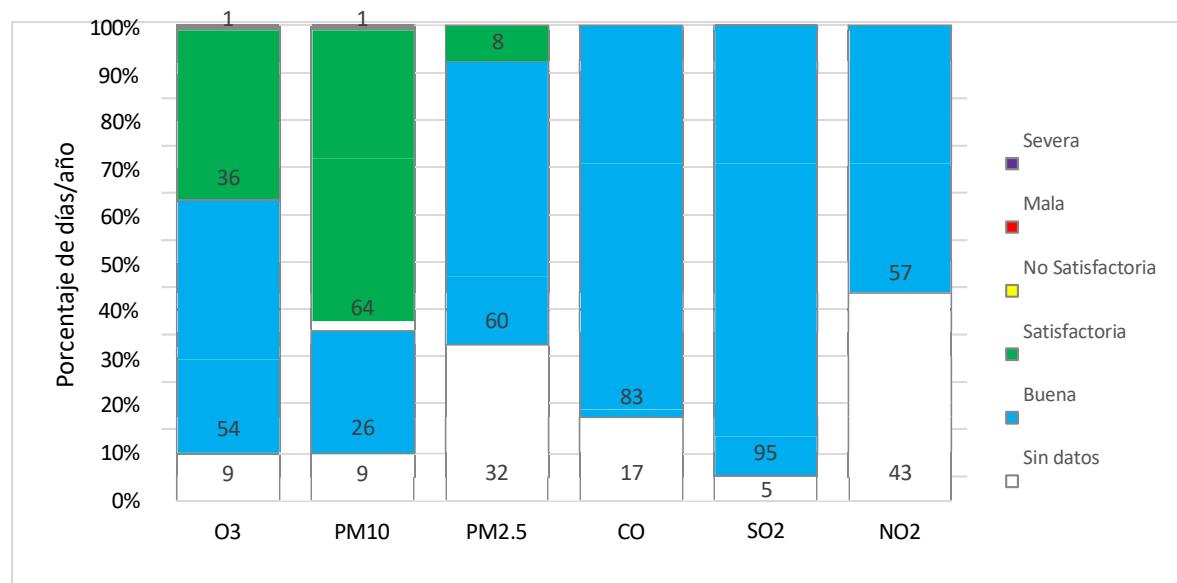
Gráfica V. 6 Semáforo de calidad del aire por CO, 2014 (promedios móviles de 8 horas)

En resumen, la calidad del aire en 2014 para la estación CEDART habría registrado 76 días con buena calidad del aire, 273 días con calidad satisfactoria y 6 días con calidad no satisfactoria; de estos últimos: tres se registraron en abril y mayo por O<sub>3</sub>, y tres en diciembre por PM<sub>10</sub>.

Tabla V. 6 Número de días por clasificación del semáforo de calidad del aire y contaminante

Calidad del aire	O <sub>3</sub>	PM10	PM2.5	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CEDART
	(ppb)	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	(ppb)	(ppb)	(ppb)	
Buena	196	95	219	303	346	207	76
Satisfactoria	132	233	28	0	0	0	273
No Satisfactoria	3	3	0	0	0	0	6
Mala	0	0	0	0	0	0	0
Severa	0	0	0	0	0	0	0
Sin datos	34	34	118	62	19	158	10
Total	365	365	365	365	365	365	365

Cabe comentar que los contaminantes que registraron menos del 10 % de datos faltantes en el primer año de monitoreo fueron SO<sub>2</sub> (5 %), O<sub>3</sub> (9 %) y PM10 (9 %) y el mayor porcentaje de faltantes lo registró NO<sub>2</sub> (43 %), véase Figura siguiente.



Gráfica V. 7 Porcentaje de días por clasificación del semáforo de calidad del aire (2014)

Cabe señalar que este índice que comenzó a usar por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable a través de un formato de reporte diario que se les sugirió (anexo III), el cual se ha estado emitiendo diariamente a dependencias involucradas, teniendo la expectativa que en cuanto se implementen las estrategias de comunicación se hará una difusión más extensa a líderes de opinión.



## VI. Estrategias de Comunicación

La comunicación es una herramienta más para la gestión pública que se nutre de datos e información; pero su función va más allá de la labor informativa, cuando comunicamos un proyecto o una actividad, lo que queremos es trasladar un mensaje a alguien para conseguir una finalidad.

La información refuerza lo objetivo, mientras que la comunicación fortalece lo subjetivo, y es ahí, en lo subjetivo, lo emocional, donde trabaja y donde se genera la verdadera comunicación, la comunicación eficaz. Lo importante de tener claro este aspecto que caracteriza la función de la comunicación, es porque siempre debemos trabajar desde la perspectiva de persuasión.

La percepción es la idea que las personas construyen en su mente a partir de la comunicación que reciben, es la base de la comunicación. Lo importante es lo que las personas dicen y creen (percepción percibida) y no lo que nosotros comunicamos (percepción proyectada) de nuestra marca o entidad. A través de la percepción de las personas y de la nuestra se construye el posicionamiento que contribuye a la creación de la imagen de una institución. Y es el primer posicionamiento creado a base de percepciones (quizás no haya segunda oportunidad), el que permite construir la realidad. Esta batalla de percepciones (en busca de la percepción deseada) es la que debemos librar con la comunicación.

Recordemos que se comunica con lo que se dice y con lo que se hace, pero también con lo que no se dice o no se hace, y que la comunicación no es solo un trabajo de palabras sino también de imágenes. Todos estos aspectos definirán la comunicación que hagamos e influirán de distinta manera en los públicos a los que se dirija la comunicación. No debemos olvidar que hoy nos encontramos en un momento de transición ante los cambios y el desarrollo de nuevas herramientas de comunicación provocada principalmente por internet y las nuevas tecnologías. La web, las redes sociales, los SMS, etc. y, en definitiva, los nuevos medios sociales están transformando la manera de relacionarse con el público. Lo que es un hecho y que debemos estar conscientes es que estas herramientas demandan rapidez y atención. La comunicación actual sin duda busca mayor transparencia y capacidad de escucha, más rigor y capacidad de análisis.

Para toda administración pública es de vital importancia que la población esté informada sobre el acontecer, problemáticas y soluciones a los problemas que se viven y deben enfrentar.

### VI.1 Antecedentes

Para el Estado de Oaxaca el tema del medio ambiente es primordial, por tal motivo informa a través de estrategias de comunicación y difusión sobre el estado que guarda la calidad del aire que respira la población. En este sentido, los mecanismos para informar a los medios de comunicación que son la principal alianza para dar a conocer los reportes de la calidad del aire y mantener informada a la ciudadanía sobre las acciones preventivas que deben realizar cuando la calidad del aire no es satisfactoria, así como las distintas etapas que pudieran decretarse en su momento establecidas en el Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas.



El Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable (IEEDS), busca que el tema de calidad del aire entre la población del estado de Oaxaca llegue a consultarse tal como se hace de manera habitual con el clima, es decir la persona va a realizar actividades al aire libre, consulte la página del Instituto para ver si puede o no realizar este tipo de acciones con amplia libertad, o en su defecto que recomendaciones sugiere dependiendo de la fase en la que se encuentre la calidad del aire.

Sin embargo para llegar al punto antes mencionado primero se debe trabajar en el tema de educación ambiental, para que sea a través de los propios ciudadanos y generadores de emisiones contaminantes por medio de quienes se combata el deterioro de la calidad del aire, esto a través de la comunicación, información y capacitación de la población.

En Oaxaca, la contaminación del aire es ocasionada por distintas fuentes de emisión mismas que están clasificadas de manera convencional como fuentes móviles que son todos aquellos vehículos automotores, las fuentes de área, son aquellas que son emitidas por establecimientos comerciales y de servicios.

Para lograr la sensibilización y concientización en los ciudadanos oaxaqueños, el Instituto de Ecología, a través del Departamento de Capacitación, Cultura Ambiental y Comunicación Social, podrá impulsar el desarrollo de cursos y talleres, así como la difusión de los temas ambientales que debe saber la población mediante los medios de comunicación locales y estatales.

Un antecedente de que la comunicación efectiva puede cambiar la percepción de la población local y visitante referente a la contaminación de la calidad del aire, son la Zona Metropolitana de Valle de México, Guadalajara, Guanajuato entre otras, donde hoy ha quedado de lado la posibilidad de que el gobierno es el único culpable de la situación por la que atraviesa la entidad, y se ha convertido a un todos podemos mejorar la calidad del aire que respiramos, a través de acciones precisas como ciudadanos y de la mano del Gobierno estatal.

## VI.2 Elementos básicos de la comunicación actual

Si se quiere crear una comunicación efectiva e integral, la clave está en crear una comunicación relevante (estratégica), fácil, más cercana y participativa, interpersonal, global (sin barreras), operativa (dirigida a la acción), en tiempo real y para todo el mundo.

El Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable (IEEDS) tiene la obligación de mantener a la sociedad informada y promover la cultura de la información comunicando desde todos los ámbitos. La comunicación institucional debe responder de esta manera ante la necesidad de satisfacer el derecho a la información de la ciudadanía.

Al mismo tiempo la comunicación pública satisface también otras necesidades, como la de informar sobre lo realizado y de forma indirecta promover las acciones que realiza; es así, como la comunicación es una parte importante de las administraciones pues hace posible el acercamiento con la sociedad. Por ello la relevancia de trabajar en una comunicación institucional integral, lo que implica contar con la capacidad de comunicar continua y globalmente sobre el día a día de las actividades que realiza.

Es imprescindible adquirir la infraestructura necesaria que permita concentrar la información generada por las unidades de monitoreo en un solo servidor que proporcione datos en tiempo real y de fácil acceso, considerando que hoy en día la población accede para estar informada, por lo que la actualización al momento es vital, debido a que por un lado la ciudadanía accede de manera constante al sitio web donde espera obtener información actualizada y oportuna.

En este sentido el Instituto de Ecología del Estado de Oaxaca, debe contar con la sección consulta la calidad del aire en tiempo real. De tal forma que cualquier persona que acceda a esta sección pueda conocer cuál es la situación que guarda la calidad del aire en la entidad en ese momento. En la figura siguiente se muestra lo que se informa hoy en Oaxaca.



Figura VI. 1 Sitio web actual donde se sube la información de calidad del aire. IEEDS

La figura anterior muestra el sitio oficial del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, es sin duda información desfasada basada en gráficos que no cualquier ciudadano puede descifrar y que no coadyuva a informar a la población, al contrario desinforma y sirve como arma a los medios de comunicación para evidenciar desde cuando no se actualiza la información no se trabaja) o hay avances en los temas de medio ambiente, en este caso Calidad del Aire en Oaxaca.

Asimismo con la finalidad de tener una idea más clara sobre qué es lo deseable, se realizó un análisis de las acciones de comunicación en otras Entidades que Monitorean la Calidad del Aire en el país, como el Distrito Federal, Guadalajara y Guanajuato, en las cuales, se tiene la información disponible en tiempo real, por tanto la población en general y los medios de comunicación pueden acceder con facilidad. A continuación se describe lo encontrado en cada una de ellas:



En la Zona Metropolitana del Valle de México:

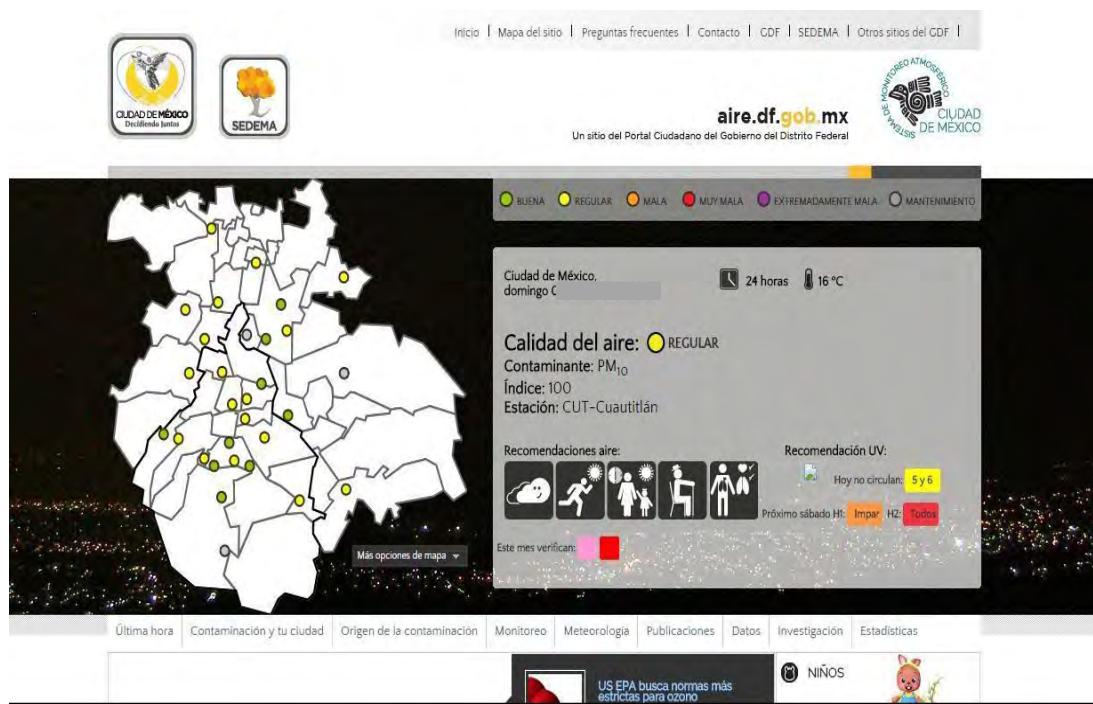


Figura VI. 2 Pagina web del Gobierno del D.F. donde se informa la calidad del aire.

<http://www.aire.df.gob.mx>

En Guadalajara:



Figura VI. 3 Pagina web del Gobierno Jalisco. donde se informa la calidad del aire.

<http://sigaj.jalisco.gob.mx>

En Guanajuato:



Figura VI. 4 Pagina web del Gobierno Guanajuato, donde se informa la calidad del aire.  
<http://calidadaire.guanajuato.gob.mx>

Una de las estrategias de éxito que han coadyuvado para cambiar la percepción en la población referente al tema de la calidad del aire en otras entidades es informar oportunamente, dado que con esto se evita asustar a la población, debido a que no podemos negar lo que está sucediendo y la forma correcta es informar oportunamente, con esto se evita psicosis o desinformación en los habitantes.

Por lo que es primordial proporcionar información real a la población a través de los medios de comunicación específicos, reiterando la relevancia de que sea información de lo que está sucediendo en tiempo real, y cuál es el estado que guarda en el momento la calidad del aire.

Como ejemplo de información precisa a la población y al alcance de los medios de comunicación es el que se muestra a continuación en el Estado de Guanajuato, donde se publicó en la página web que en la ciudad de Salamanca la calidad del aire es "NO Satisfactoria" a través de un letrero visible para cualquier persona que ingrese a la página y lo pueda observar de manera inmediata. Así mismo se informa sobre las recomendaciones que se deben tomar cuando se activa esta fase.

Activación de fase en Estado de Guanajuato



Figura VI. 5 Forma en cómo se difunde de una fase de activación en Guanajuato.

Lo propio sucede en el Distrito Federal, cuando se decreta una pre contingencia el informar de manera oportuna evita asustar a la población o aquellas personas que visitan la entidad pues al informar, la población que hoy está educada en el tema toma sus precauciones, sigue recomendaciones y protocolos para contribuir a estabilizar la calidad del aire, tales como el hoy no circula, la verificación vehicular y medidas precautorias para evitar afectaciones en la salud.

La finalidad de implementar una buena estrategia de comunicación es cambiar justo la percepción de la población al leer este tipo de información que además de asustar desinforma pues esto podría provocar una psicosis en los habitantes de la zona donde se han realizado dichos estudios. Al informar a los medios de comunicación de manera adecuada ellos darán a conocer la información precisa y con ello se logrará el objetivo.

### VI.3 Percepción de la Calidad del Aire en Oaxaca

De acuerdo con el análisis realizado sobre medios de comunicación de Oaxaca se observa que respecto al tratamiento del tema de Calidad del Aire, no hay sensibilización, ni se tiene información de avances, o de manera clara que está trabajando el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable respecto al tema.

Y es que de las publicaciones más recientes que se pueden visualizar en medios de comunicación sobre el tema fueron emitidas desde el 20 de noviembre del 2013 cuando en el marco de la celebración del Día Internacional del Aire Puro, el gobierno de Oaxaca hizo público el anuncio de a través del Instituto Estatal de Ecología que desde hacía 7 meses antes, ya se monitoreaba la calidad del aire en la ciudad de



Oaxaca de Juárez. Lo que pone entre dicho la información que se emite, pues los medios pueden cuestionar la información tardía del monitoreo así mismo exigir los resultados que se han registrado a partir del inicio del monitoreo. Por ejemplo notas publicadas desde noviembre del 2013.

**Oaxaca de Juárez ya monitorea la calidad de su aire**

Escrito por agustín el 20 noviembre 2013 en Sin categoría con las etiquetas

**Recomendaciones de política pública para mejorar la calidad del aire en México.**

**Una visión compartida**

**calculadora**

¿Cuánto nos cuesta la contaminación del aire en México?

**IMCse Calidad del Aire**

**Calidad del aire en ciudades de México**

**CIUDAD DE MÉXICO**

**GUADALAJARA**

Figura VI. 6 Nota informativas sobre temas de calidad del aire en Oaxaca.

Fuente:<http://respiramexico.org.mx/2013/11/oaxaca-de-juarez-ya-monitorea-la-calidad-de-su-aire/>

### **Publicaciones sobre monitoreo de calidad del Aire en Oaxaca**

Derivado de la nota anterior y prácticamente un mes después es decir, el 11 de diciembre del 2013, los medios de comunicación le dieron seguimiento al tema, derivado de que no se les siguió información sobre acciones o el status de calidad del aire a partir de que comenzó a monitorearse.

La nota publicada fue Oaxaca: mueren 49 por contaminación, misma que puede provocar psicosis en la población si no están informadas y si no leen la nota en su totalidad y se dejan llevar por la "cabeza, titular" como se destaca la información en los medios impresos, provocaría desinformación y miedo, de ahí la relevancia de mantener siempre informada a la ciudadanía.

Oaxaca: mueren 49 por contaminación  
 Ismael García Morales  
 Mar, 11/12/2013 - 02:43 NOTICIAS Voz e Imagen del ITSmo



Figura VI. 7 Nota informativas sobre temas de calidad del aire en Oaxaca.

Fuente: <http://www.noticiasnet.mx/portal/oaxaca/179715-oaxaca-mueren-49-contaminacion>

*La contaminación ambiental también mata y seca los bolsillos. Y por lo menos en Oaxaca de Juárez con su zona conurbada el saldo fatal es, de enero de 2010 a la fecha, 49 muertes, 106 hospitalizaciones y ocho mil 293 consultas médicas, que arrojan como resultado económicos 32 millones 896 mil 747 pesos en pérdidas por productividad y seis millones 555 mil 715 por gastos en salud.*

*Ello se desprende de un estudio que elaboró el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) en 34 ciudades de la República Mexicana con mayor concentración poblacional, entre las que se encuentra la capital de este estado y su área metropolitana.*

*Sin embargo, durante el desarrollo del trabajo, el IMCO no encontró en esta entidad un programa para mejorar la calidad del aire y tampoco hay registros de que el Gobierno del Estado lo labore en el corto plazo.*

*Además, tampoco la autoridad estatal proporcionó datos para calcular el nivel de contaminación que tiene la ciudad de Oaxaca y sus alrededores, por lo que sus habitantes desconocen la cantidad de riesgos a los que está sometido el cuidado ambiental, lo que se traducirá en una mejor calidad de vida.*

Analizando esta nota informativa muestra en la parte superior la percepción que tienen los medios de comunicación, esta publicación la realiza NOTICIAS, uno de los medios con mayor penetración en la población Oaxaqueña y Estados aledaños, basta con ver un solo medio de comunicación para darnos cuenta como con un solo tiraje puede dar a conocer un estudio mediante una nota alarmista para vender, evidentemente es la finalidad en medios de comunicación.



Sin embargo, se hace notar el hecho de que no se emitió postura alguna al respecto, lo que deja en evidencia que no se están efectuando acciones para revertir o informar de manera precisa las acciones que están realizando para contrarrestar la problemática que se está exponiendo, cuando en la actualidad se está trabajando en ello, mejoramiento de la calidad del aire en Oaxaca, para informar en primera instancia al medio y este a su vez a la población en general.

### ***Cambio de Percepción a través de la Educación Ambiental***

Para cualquier administración gubernamental es de vital importancia trabajar en la concientización a la sociedad, sobre los problemas de contaminación al ambiente ocasionado por las actividades humanas.

Esto debe realizarse a través de un Programa de Educación Ambiental con el objetivo de generar en la sociedad conocimientos, hábitos y actitudes, a través de actividades de capacitación, información, difusión, divulgación, investigación y colaboración, mediante la participación activa y consciente, que permita conservar y aprovechar la riqueza natural de manera sustentable en el Estado.

Es importante restablecer la confianza y credibilidad en los gobiernos. Para ello la Comunicación se convierte en una herramienta estratégica como instrumento de transparencia y de gobierno abierto. Esta debe entenderse desde esta perspectiva y no como un mero mecanismo de defensa y ataque para los intereses de unos cuantos.

La percepción de la población sobre la Administración pública debe estar basada en el modelo de comunicación institucional a favor de la ciudadanía porque tiene derecho de estar informada.

### ***Principales Medios de Comunicación en el Estado***

Es necesario elegir a los medios de comunicación que informarán a la población, es importante siempre que se emita algún comunicado sobre el tema darlo a conocer a todos los medios sin distinción, aun así debemos de analizar y poner entre nuestras prioridades hablar de manera directa con los reporteros de la fuente para corroborar que la información les haya llegado.

Con ello garantizaremos la publicación de la información, así mismo debemos analizar cuáles son los medios que pueden golpear o publicar cosas que no favorezcan la estrategia que queremos llevar, con ellos es importante realizar convenios directos de publicación, esto permitirá acordar que la línea de comunicación debe ser directa y sin tendencias.

Algunos medios que hoy publican en Oaxaca son: Presa Escrita, El Imparcial, Noticias Oaxaca, el Tiempo, Despertar Oaxaca, Marca Oaxaca, Rotativo Oaxaca, Acontecer Oaxaca, A Diario Oaxaca, el Sol del ISTMO, Enfoque Diario, Rotativo Oaxaca, el Sol de la Costa Oaxaca, Noticias Net, Noticias Voz e Imagen, Diario Oaxaca, Diario Despertar de Oaxaca, Tiempo en Línea, Últimas Noticias- Quadratín, El Sur, Diario Independiente del ISTMO.



Corporación Oaxaqueña de Radio y Televisión, TV en Vivo Oaxaca Realidad, MVM Televisión Oaxaca, Guerreros de Oaxaca TV en Vivo, TV Azteca Oaxaca, Ver Oaxaca TV en vivo. Radio la Comadre Grupo Acir, Radio Fórmula de Organización Radiofónica Oaxaqueña de Grupo Fórmula, Ke Buena del Grupo Radiodifusoras Unidas del Sureste Televisa Radio, Exa FM Organización Radiofónica Oaxaqueña de MVS Radio, La Poderosa Grupo Radiorama, Los 40 Principales Grupo Radiorama y Televisa Radio.

### ***Focos Rojos en el Tema de Calidad del Aire***

El área de comunicación social debe tener presente siempre que al emitir un comunicado de prensa se tiene como finalidad informar o aclarar a los medios de comunicación sobre cierto tema, en este caso, hablamos principalmente del tema de calidad del aire.

Sin embargo, es necesario estar atento a la agenda de temas que traen los medios de comunicación es decir los "focos rojos", los temas que pueden hacer ver mal a nuestra dependencia y en general al gobierno del estado por algún tema que no se esté atendiendo o informando de manera adecuada.

Una vez identificado o dado el seguimiento, no se debe perder la comunicación constante con el medio que haya puesto el tema en medios, recordemos que cuando sólo un medio de comunicación da a conocer la noticia, es más fácil aclarar el tema, que cuando ya lo tomaron todos los medios en la entidad, pues una vez maximizado podemos perder el control del mismo, por ello la importancia de atender a los medios de comunicación cuando nos solicitan entrevistas o hablar sobre cierto tema, siempre y cuando sea de nuestra competencia, hay que evitar subirnos a temas que no son de competencia estatal.

En este sentido se identifica como principales focos rojos los siguientes:

- Ladrilleras como fuente de contaminación visible.
- Emisiones Vehiculares.
- Emisiones de partículas menores a diez micras ( $PM_{10}$ ) y Ozono.

En el caso de las partículas  $PM_{10}$  y Ozono dado, se incluyen debido a que son los contaminantes que se estarán vigilando y por tanto estarán en la agenda de medios de comunicación. Por ello se debe contar con información sobre las fuentes que lo generan y sus afectaciones en salud, así como las recomendaciones sobre lo que se debe hacer para protección a la salud para una vez que los medios cuestionen saber por qué el incremento de los mismos.

Respecto al tema de ladrilleras, es importante que se tenga clara la estrategia de seguimiento y el impacto real causado por estas, a fin de que cada vez que se saque el tema se dé información precisa del impacto en población por emisiones y se informe sobre las acciones que se están llevando a cabo.

Así también el tema de fuentes móviles, se debe de dar mayor difusión sobre el impacto generado y aprovechar el posicionamiento del tema de verificación vehicular.



Lo anterior servirá para acotar el tema una vez que el medio de comunicación cuestione el porqué del incremento de los niveles de partículas PM<sub>10</sub> y O<sub>3</sub> en alguna zona en específico, para ello es importante que las personas encargadas de la comunicación y difusión, estén en constante comunicación con los encargados del tema de calidad del aire, pues son ellos quienes deberán proveer de información precisa de las fuentes que generan el incremento de partículas específicamente.

## VI.4 Estrategias de comunicación propuestas

En base al análisis anterior, y con el objetivo de incidir para lograr una buena percepción ciudadana respecto a las acciones que está llevando a cabo el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo sustentable, así como su posicionamiento, se recomienda la implementación de las siguientes estrategias.

1. Comunicación Estratégica
2. Dirección Estratégica
3. Desarrollo de un Plan de Comunicación ante una Crisis
4. Reforzar la Comunicación Institucional
5. Desarrollo de la Comunicación Externa
6. La Comunicación de la Institución con la Ciudadanía

A continuación se describe cada una de ellas.

### VI.4.1 Comunicación Estratégica

Para lograr una comunicación estratégica, la clave está en crear una comunicación relevante, fácil, más cercana y participativa, interpersonal, global (sin barreras), operativa (dirigida a la acción), en tiempo real y para todo el mundo. Para ello se debe buscar:

- Democratización de la información.
- Información en tiempo real.
- Información a la carta, adaptada a las necesidades de las personas usuarias.
- Información más multimedia.
- Poder de movilización ciudadana.
- Nuevos espacios de diálogo y participación (redes sociales).
- Nuevos horizontes informativos: mensajes en pocos caracteres (140 twetter).
- Multiplicidad de canales: la información llega fragmentada.
- TV por internet y bajo demanda.



Se debe ser estratégico en la forma de actuar e interactuar con la población, dejando de interrumpir a las personas con lo que no están interesadas para convertirnos en parte de lo que les interesa. Esto se tiene que hacer a través de los cambios que han surgido en las tecnologías como lo son: (internet, la web, telefonía móvil). Los cuales provocan el surgimiento de una nueva comunicación y la integración de los mundos on y offline, que conllevarán la necesidad de adecuar las estrategias comunicativas a la inclusión de la web.

Asimismo se debe dejar de lado la dificultad para conseguir la información: en ocasiones no se dispone de toda la información para difundirla o no se conocen bien los datos antes de comunicarlos, para ello se recomienda:

- Evitar la falta de comunicación sobre un tema.
- Lentitud comunicativa.
- Uso de un lenguaje poco comprensible.
- Insatisfacción de las necesidades de la población, organizaciones y empresas.
- Declaraciones contradictorias entre personas de las distintas áreas, siempre la línea debe ser la misma. (Gobernador, Secretario, Directivos, etc).
- Dificultad en la comunicación de la institución como un conjunto.
- Rumorología.
- Elasticidad en la comunicación: el transcurso de los acontecimientos implica flexibilidad en los horarios y jornadas de comunicación.
- Falta de dominio de las herramientas de la comunicación internet y medios electrónicos.

En este escenario es preciso modernizar y poner al día a todas las personas que manejan la comunicación dentro de la administración pública y, ante la necesidad de proveer de información clara y concisa a los medios de comunicación y sociedad, se hace imprescindible un cambio en la comunicación más eficaz.

Al iniciar esta nueva etapa de comunicación sobre temas como el Monitoreo de la Calidad del Aire en Oaxaca, se presenta para el área de comunicación un momento clave para restablecer la confianza y la credibilidad del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable a través de nuevas formas de relación basadas en la sinceridad.

Para ello la Comunicación se convierte en una herramienta estratégica como instrumento de transparencia y de una dependencia y un gobierno abierto. Por tanto se debe trabajar en la dirección de la comunicación del Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable, y se debe basar en la comunicación institucional pro-ciudadanía, en el que esta es la titular del derecho a la información, y el servicio de comunicación es prestado con profesionalidad. Su éxito va a depender de la implicación de los altos responsables del área en la credibilidad y efectividad de la comunicación.

Entonces el responsable máximo de la comunicación que generalmente es una persona de confianza de la dependencia gubernamental, (por su acceso a información sensible) que ha de depender de los puestos más altos de la institución y debe integrarse en los consejos de decisión, pues para realizar su labor necesita saber y formar parte de las decisiones.

Algunas de sus funciones más habituales deberán ser las siguientes:

- Definición del plan, de la política de comunicación y de la estrategia comunicativa para la entidad en su conjunto o para proyectos y actividades concretos.
- Gestión de la imagen pública y de la reputación del área a su cargo dentro de la administración pública.
- Supervisión y coordinación de la comunicación entre las distintas áreas de la institución (dirección de personas) o, en su defecto, gestión de toda la labor comunicativa (si no hay personas a su cargo).
- Información a los máximos cargos sobre los resultados obtenidos en el área de comunicación en base a los trabajos efectuados en la dependencia. Es decir se debe realizar un informe en este caso sobre el Programa de Prevención para una Mejor Calidad del Aire de manera anual, donde se den a conocer tanto a los funcionarios del Comité Técnico como a la población en general incluyendo todos los sectores sobre los avances y próximas metas a cumplir respecto al tema.

Para lograr lo anterior el departamento de comunicación debe estar organizado de la siguiente manera.

1. Dirección estratégica
2. Comunicación institucional
3. Relación con los medios
4. Atención ciudadana
5. Comunicación interna

#### VI.4.2 Dirección Estratégica

La comunicación como herramienta clave al servicio de los objetivos marcados en la entidad adquiere un valor estratégico y, por tanto, debe de ser pensada. Y debe abordarse desde el desarrollo de la comunicación estratégica y la gestión de la comunicación de crisis.

La dirección o comunicación estratégica es la que aborda la definición del plan de comunicación para cualquier actividad desde una perspectiva global y transversal.

Para realizar el diseño de planes de comunicación cuyo principal objetivo es la construcción del acontecimiento, se tiene que planificar qué mensaje se va a comunicar a la sociedad sobre el tema que está ofreciendo el gobierno, para ello se debe procurar profundizar en el mismo, y al mismo tiempo elaborar un discurso básico sobre la información que se quiere dar a conocer, siempre debe captar la atención de la ciudadanía.

Es de vital importancia sobre cualquier tema siempre investigar y analizar el entorno para poder diseñar o planificar la comunicación para cada necesidad en particular así como definir la imagen de la institución que se desea proyectar a la sociedad al desarrollar la función de portavoz de comunicación.

Dado lo anterior, este es un momento crucial y una oportunidad muy buena para el Instituto Estatal de Ecológica y Desarrollo Sustentable, el que comience con un plan muy bien estructurado para la difusión tema de calidad del aire y de los programas y proyectos que permita su posicionamiento en el corto plazo.

De ser así, el plan deberá que contener como mínimo:

- Imagen con la cual se posicionará el tema de calidad de aire.
- Mensaje recto.
- Proyección anual (calendarizada) sobre posicionamiento de productos (monitoreo, programa de prevención, Proaire, entre otros).

#### **VI.4.3 Desarrollo de un Plan de Comunicación ante una Crisis**

Cuando algún tema dentro de la administración pública se sale de control por alguna circunstancia, es importante y necesario implementar y trabajar en la comunicación de crisis, que pretende evitar los daños que puedan surgir de una situación adversa y anticipar soluciones al mal ocasionado.

Para ello se debe contar con una comisión interna, es decir un grupo de personas que deben crear un manual de crisis donde se especifique el diseño de estrategia para salir de la crisis a través de acciones concretas que van desde elaborar comunicados para que los medios estén informados y éstos a su vez den a conocer a la población lo que nosotros deseamos sea informado, siempre con un lenguaje claro.

Así mismo la postura debe darse a conocer mediante las redes sociales para asegurar que ésta llegue a la población y usuarios de este medio de comunicación, se debe dar el seguimiento en todo momento en medios de comunicación ante la crisis, y pos crisis, estas funciones deben ser vigiladas por la persona con mayor responsabilidad en el desarrollo de la comunicación en la institución.

#### **VI.4.4 Reforzar la Comunicación Institucional**

La comunicación institucional engloba las actividades orientadas al desarrollo de la comunicación en términos de imagen y mensajes, esta se puede dividir en comunicación corporativa y comunicación externa.

La comunicación corporativa, se basa en el discurso o mensaje que la entidad emite de sí misma en palabras e imágenes y cuyo trabajo se orienta a crear una marca propia y definida de la administración en este caso para el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable se sugiere posicionar el área de Calidad del Aire.

Para ello es necesario la elaboración de un manual de identidad, que contenga la visual corporativa y vigilar su cumplimiento a través de la gestión de material informativo y corporativo como lo son: folletos, presentaciones, material gráfico audiovisual, gestión de la web corporativa, así como crear una memoria plasmada en papel, video o fotográfica de manera anual, donde se den a conocer las actividades que realiza la dependencia para el cumplimiento de sus metas y objetivos, misma que puede ser compartida en los sitios web, redes sociales para que nuestros públicos estén debidamente informados sobre los avances de la institución.

Lo anterior se debe desarrollar en primera instancia para el monitoreo atmosférico, el programa de prevención para una mejor calidad del aire y para el Proaire, lo cual se difundirá a través de las estrategias de educación ambiental que se implementen.

En tanto la comunicación externa busca a través de su desarrollo conseguir los objetivos marcados. Sus herramientas son el marketing, la publicidad, internet y las relaciones públicas para dar a conocer el mensaje de la administración o dependencia a sus públicos y derivar en la consecución de los objetivos como se detalla a continuación:

- El Marketing y publicidad: están orientados a satisfacer las necesidades del público objetivo, a informar y a convencer sobre el mensaje emitido por la dependencia.
- Internet: los nuevos canales de comunicación y las nuevas formas de relacionarse a través de la red ofrecen una oportunidad para gestionar un contacto más cercano entre la dependencia y sus públicos.
- Relaciones públicas y protocolo: trabajan para conseguir una imagen positiva de la dependencia a través del establecimiento de relaciones de diálogo y de participación con la ciudadanía y otras dependencias, instancias públicas y privadas.

#### VI.4.5 El Desarrollo de la Comunicación Externa

Para poder llevar a cabo la Comunicación Externa de manera efectiva es necesario diseñar un plan de marketing en el cual se incluya la creación y desarrollo de campañas de publicidad donde se emplee la creatividad a través de los distintos medios de comunicación. Así mismo se deben gestionar perfiles de la dependencia en redes sociales o si ya existen, actualizarlos de manera constante con la información que deseamos dar a conocer.

Es importante también para llegar a la ciudadanía con nuestros programas e información realizar actos públicos para anunciar o dar a conocer acciones que abonen para lograr la meta del proyecto que tenemos y queremos compartir con la ciudadanía.

Así mismo es importante trabajar en la medición de los resultados de las acciones, emprendidas a través del seguimiento de cada uno de los departamentos y realizar un diagnóstico donde se refleje el avance que se ha logrado al respecto.

Elaborar informes y presentaciones de los grandes resultados, este instrumento es de vital importancia, toda vez que con estos se dejará un antecedente de los trabajos, avances y pendientes en los diferentes temas en este caso en materia de calidad del aire, para que las siguientes administraciones partan de lo que se ha trabajado sobre el tema.

Se sugiere que el documento informativo que se concrete, sea plasmado en distintos formatos, para que todos tenga acceso a él, es decir en digital para consulta en la página web, en CD para que cualquier persona lo pueda tener y sea entregado en el evento donde se dé a conocer la información con ello evitamos el empleo de recursos extraordinarios para su distribución, pero si es preciso dejar material impreso es decir un libro que pueda ser utilizado para consulta, tanto en el Instituto Estatal de Ecología, como en las distintas áreas de medio ambiente del estado, instituciones educativas que cuenten con carreras a fin de medio ambiente, para que tengan acceso directo a la información de relevancia que queremos que se conozca.

#### **VI.4.6 La Comunicación de la Institución con la Ciudadanía.**

La comunicación institucional se centra en construir una relación cercana con la ciudadanía, pues es uno de los pilares básicos en las administraciones. Por su importancia y amplitud esta dimensión requiere de herramientas de comunicación propias y de una gestión particular. El desarrollo de la atención ciudadana engloba la puesta en marcha de una serie de actuaciones:

- Web/internet
- Teléfonos de información
- Oficinas de atención ciudadana

Si bien en cierto en un área como Medio Ambiente es casi imposible tener una persona para atender a la ciudadanía, si se puede hacer el esfuerzo y desarrollar la atención a la población a través de los medios con los que se cuente, entonces hablamos de una página web institucional orientada a la ciudadanía, donde se tenga un fácil acceso para todos.

La finalidad es ofrecer un servicio de información cercano a través del correo electrónico cuando nos sea requerido, así mismo gestionar consultas a través de los teléfonos directos del Instituto y donde las personas de atención o recepción vinculen directamente a la persona que requiere información con quien les atenderá o proveerá de información, nunca negar u ofrecer información errónea, mucho menos dejar en evidencia ante la población que desconocemos sobre los temas de nuestra institución.

#### **VI.5 Consideraciones|**

El Instituto Estatal de Ecología, está en un momento crucial para emprender las estrategias de comunicación planteadas y comenzar a difundir la calidad del aire y los programas y acciones que se están realizando, enfocando su posicionamiento acorto plazo.

En base a las estrategias propuestas, se deberá realizar un programa anual de comunicación, para ello se debe considerar el contar la estructura interna adecuada y el presupuesto mínimo requerido, para su implementación.

Una vez que se tenga el programa con las acciones específicas y las necesidades, se deberán buscar patrocinadores o esquemas de coordinación con municipios que permitan disminuir costos.

Como se puede apreciar en las estrategias, es imprescindible que este programa contemple acciones enfocadas a educación ambiental, por lo que necesariamente deberá quedar integrado el proyecto anual de educación ambiental.

Independientemente de lo anterior y los tiempos que se tengan, es sumamente importante que se comience con la difusión de la calidad del aire, cuidando el fortalecimiento de las áreas correspondientes.

Se debe considerar que antes de iniciar con la difusión, se realice la capacitación a medios de comunicación, con la finalidad de:

- Que conozcan: ¿cómo se mide la calidad del aire, quién la mide, cómo se reporta, dónde se puede consultar?.
- Con lo anterior tengan las herramientas y conocimiento para interpretar los valores (semáforo).
- Informar sobre cuáles son las posibles fuentes de contaminación atmosférica (que vean cómo contribuye la ciudadanía).
- Dar a conocer el programa como una herramienta que coadyuvará a disminuir la problemática de calidad del aire (no decir que viene a solucionar la problemática, pero contribuirá a mejorar la calidad del aire).



## VII. Referencias

- Agenda de la Administración Pública Federal. Vigésima edición. ISEF S.A. México 2008.
- Atlas de Riesgo del Municipio de Oaxaca, 2011. Ayuntamiento de Oaxaca de Juarez 2011-2013.
- Clasificación de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de Norte América EPA (CFR 40, 1994).
- INE. Manual 5. Protocolo de Manejo de Datos de Calidad del Aire.
- INE, Primer catálogo. Estaciones de Monitoreo Atmosférico en México.
- Legislación de Ecología. Décima edición. Editorial Sista. México 2008.
- Constitución Política del Estado de Oaxaca. Última reforma Decreto Núm. 2045 aprobado el 28 de agosto del 2013, publicado en el Periódico Oficial Extra del 6 de septiembre del 2013.
- Ley de Entidades Paraestatales del Estado de Oaxaca, 2014. *Secretaría de Finanzas del Poder Ejecutivo del Estado*
- Ley del Equilibrio Ecológico para el Estado de Oaxaca. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del 10 de mayo de 2008
- Ley del Instituto de Ecología y Desarrollo Sustentable. Última Reforma Publicada en el Periódico Oficial: 3 de Marzo de 2011.
- Ley Orgánica del Poder Ejecutivo. Periódico Oficial del Estado de Oaxaca, Diciembre 2010.
- Ley Orgánica Municipal de Estado de Oaxaca. Última Reforma: Decreto No. 996 aprobado el 22 de febrero del 2012 y publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado Extra del 28 de Febrero del 2012
- Reglamento Interno del Instituto de Ecología del Estado de Oaxaca. Última reforma publicada en el Periódico Oficial del 10 de mayo de 2008.
- Reglamento de tránsito y vialidad de los municipios de Oaxaca, Tuxtepec y Salina Cruz.
- Reglamento de ecología de los municipios de Oaxaca, Tuxtepec y Salina Cruz.
- Reglamento interno de la Secretaría de Educación del Estado de Oaxaca.
- Inventario de Emisiones de Gases Criterio para el estado de Oaxaca, 2011.
- Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Oaxaca, versión preliminar 2014.
- Programa Para Contingencias Ambientales Atmosféricas En El Distrito Federal, Gaceta oficial GDF, 9 de agosto 2012.
- Plan de Respuesta a Emergencias y Contingencias Atmosféricas del Estado de Jalisco. Periódico oficial del Estado de Jalisco, 8 de febrero de 2014.
- Programa De Contingencias Ambientales Atmosféricas Para el Municipio de Salamanca, Guanajuato, Periódico Oficial del Estado de Guanajuato, 27 de julio de 2009.
- Protocolo de manejo de datos de la calidad del aire publicado por INE (INE-DGCENICA, 2010).
- Proyecciones de población. [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones\\_Datos](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos)
- Guías de calidad del aire (2005). [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/)

