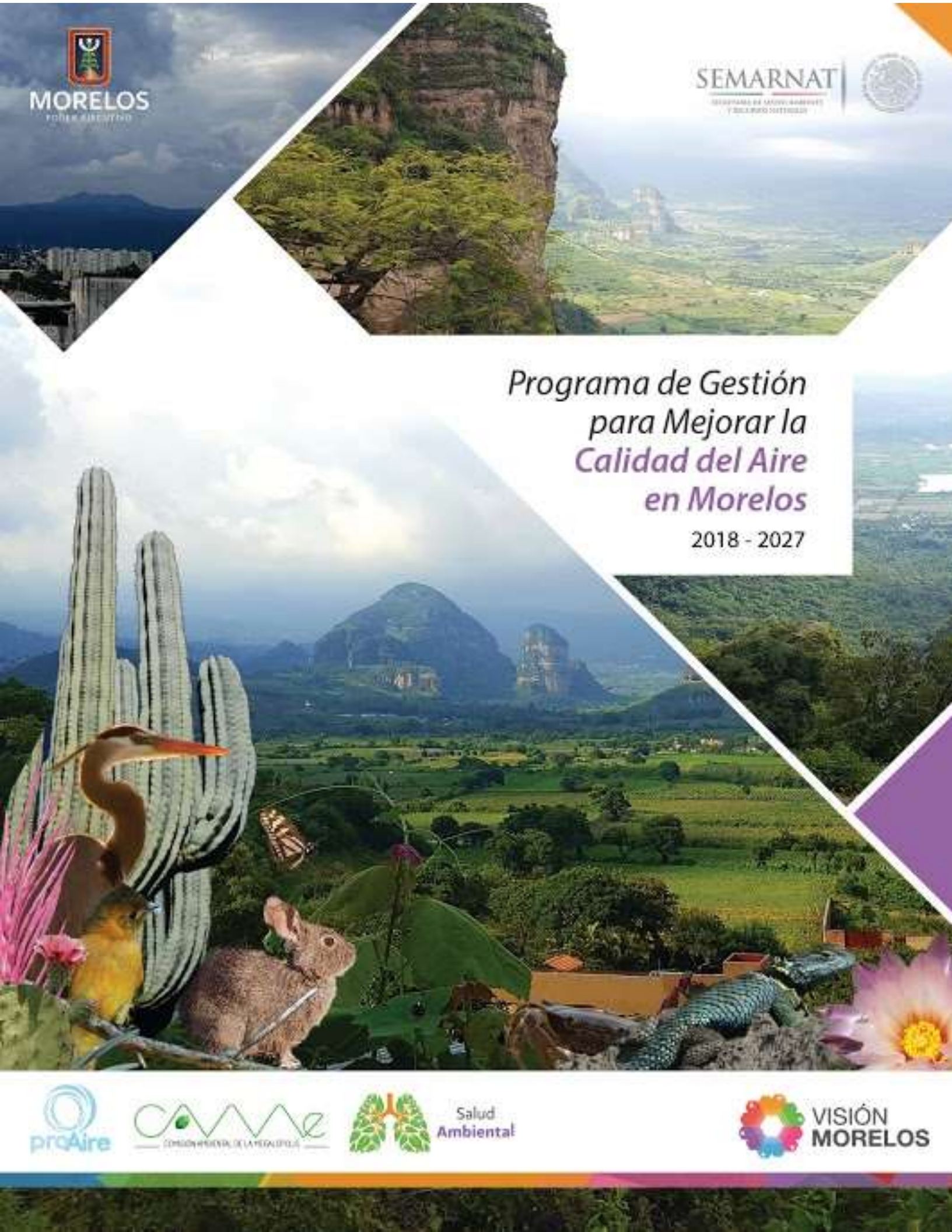
MORELOS

SEMARNAT

Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en Morelos

2018 - 2027



proAire

Salud Ambiental

VISIÓN MORELOS

Este Programa fue elaborado con recursos del Fideicomiso 1490 para apoyar los programas, proyectos y acciones ambientales de la Megalópolis.

Directorio

Gobierno del Estado de Morelos

Graco Luis Ramírez Garrido Abreu
Gobernador Constitucional

Einar Topiltzin Contreras MacBeath
Secretario de Desarrollo Sustentable

José Iván Fernández Galván
Subsecretario de Gestión Ambiental Sustentable

Noé Náñez González
Director General de Gestión Ambiental

Stephanie Montero Bending
Directora de Salud Ambiental

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Rafael Pacchiano Alamán
Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Martha Garcíarivas Palmeros
Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental

Ana Patricia Martínez Bolívar
Directora General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

Daniel López Vicuña
Director de Calidad del Aire

COMISIÓN AMBIENTAL DE LA MEGALÓPOLIS

Martín Gutiérrez Lacayo
Coordinador Ejecutivo

César Reyna de la Madrid
Director General Adjunto de Calidad del Aire en Zonas Metropolitanas

Víctor Manuel Menéndez Flores
Director General Adjunto de Planeación, Sostenibilidad Metropolitana y Vinculación Institucional

Gloria Julissa Calva Cruz
Directora de Prevención y Control de la Contaminación Urbana en Zonas Metropolitana

Agradecimientos

Por su participación para la realización de este documento, se agradece a las siguientes instituciones:

GOBIERNO FEDERAL

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Morelos
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Morelos
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Morelos
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) Morelos
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Morelos

GOBIERNO ESTATAL

- Comisión para la Protección contra Riesgos Sanitarios del Estado de Morelos (COPRISEM)
- Congreso del Estado de Morelos
- Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos
- Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)
- Secretaría de Cultura
- Secretaría de Desarrollo Agropecuario
- Secretaría de Desarrollo Sustentable
- Secretaría de Economía
- Secretaría de Educación
- Secretaría de Hacienda
- Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología
- Secretaría de Movilidad y Transporte
- Secretaría de Obras Públicas
- Secretaría de Salud
- Servicios de Salud de Morelos

GOBIERNO MUNICIPAL

- H. Ayuntamiento de Axochiapan
- H. Ayuntamiento de Ayala
- H. Ayuntamiento de Cuautla
- H. Ayuntamiento de Cuernavaca
- H. Ayuntamiento de Jiutepec
- H. Ayuntamiento de Jojutla
- H. Ayuntamiento de Tlaltizapán
- H. Ayuntamiento de Yecapixtla
- H. Ayuntamiento de Zacatepec

INICIATIVA PRIVADA

- Asociación de Propietarios de la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (PROCIVAC)
- Bridgestone de México, S.A. de C.V.
- Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) Morelos
- Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX)
- Corporación Moctezuma S.A.B. de C.V.
- Corporativo Azucarero Emiliano Zapata, S. A. de C.V.
- Grupo Pullman de Morelos
- Ingenio Central Casasano, S.A de C.V.
- Transportistas - Ruta 20
- Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del Ingenio Emiliano Zapata
- Unipak, S.A. de C.V.

ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL

- Acción Ecológica A.C.
- Centro de Colaboración Cívica (CCC)
- Comité Pro Ambiente de Zacatepec
- Federación de Asociaciones de Colonos del Estado de Morelos (FACEM)
- Grupo bicicletero "Mochila Rodante"
- Red Mexicana de Manejo Ambiental de Residuos Morelos

INSTITUCIONES DE INVESTIGACIÓN Y SECTOR ACADÉMICO

- El Colegio de Morelos
- Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
- Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)
- Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)
- Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)
- Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca
- Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) Campus Norte
- Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)
- Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR)
- Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata (UTEZ)

ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO

- Consultoría en Ingeniería de Proyectos S. de R.L. (CINPRO)
- Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Contenido

Introducción 13
Capítulo 1. Generalidades de la zona de estudio 15
1.1. Delimitación geográfica del estado de Morelos 15
1.2. Aspectos físicos 16
1.2.1. Fisiografía 16
1.2.2. Hidrografía 18
1.2.3. Clima 19
1.2.4. Meteorología 19
1.2.5. Uso de suelo y vegetación 23
1.2.6. Áreas naturales protegidas 26
1.3. Aspectos socioeconómicos 27
1.3.1. Dinámica poblacional 27
1.3.2. Desarrollo económico 29
1.3.3. Pobreza y rezago social 32
1.3.4. Consumo energético 33
1.4. Movilidad y desarrollo urbano sustentable 35
1.4.1. Movilidad en el estado de Morelos 36
1.4.2. Vías de comunicación 38
1.5. Regionalización y zonas metropolitanas del estado de Morelos 40
1.5.1. Regionalización 41
1.5.2. Zonas Metropolitanas 42
1.6. Marco jurídico e institucional en materia de calidad del aire en el estado de Morelos 44
1.6.1. Acuerdos e instrumentos internacionales aplicables a nivel nacional 45
1.6.2. Análisis jurídico en materia de calidad del aire en el estado de Morelos. 45
1.6.3. Análisis institucional en materia de gestión de la calidad del aire existente en el estado de Morelos. 50
1.7. Conclusiones 51
Capítulo 2. Diagnóstico de la calidad del aire en el estado de Morelos 53
2.1. Introducción 53
2.2. Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos 54
2.2.1. Antecedentes del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos 54
2.2.2. Estado actual del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos 55
2.2.3. Centro de control 60
2.2.4. Cumplimiento de la NOM-156-SEMARNAT-2012 61
2.2.5. Auditorías del Sistema de Monitoreo Atmosférico 62
2.3. Normas Oficiales Mexicanas EN MATERIA DE Salud Ambiental vigentes 63
2.3.1. Contaminantes atmosféricos criterio 64
2.4. Indicadores de la calidad del aire 65
2.4.1. Indicadores primarios 66
2.4.2. Indicadores secundarios 69
2.5. Índice de Calidad del Aire 78
2.6. Estudios de la calidad del aire en el estado de Morelos 78
2.7. Transporte de contaminantes 81
2.8. Programa de Contingencia Ambiental Atmosférica 81

2.9. Programa de Verificación Vehicular Obligatoria 83
2.9.1. Antecedentes del Programa de Verificación Vehicular OBLIGATORIO en el estado de Morelos 83
2.9.2. Situación actual del Programa de Verificación Vehicular en el estado de Morelos 84
2.10. Conclusiones 86
Capítulo 3. Inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera 88
3.1. Descripción general del Inventario de Emisiones 2014 del estado de Morelos 88
3.2. Análisis del Inventario de Emisiones 2014 del estado de Morelos 90
3.2.1. Emisiones en el estado de Morelos 90
3.2.2. Análisis por tipo de fuente antropogénica 97
3.2.3. Análisis de emisiones por región en el estado 101
3.2.4. Análisis de emisiones por zona metropolitana 107
3.2.5. Hallazgos del Inventario de Emisiones 2014 del estado de Morelos. 111
3.3. Proyección del inventario de emisiones a 10 años 112
3.3.1. Proyección econométrica 112
3.4. Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 115
3.5. Conclusiones 118
Capítulo 4. Impacto en la salud asociado a la contaminación del aire 120
4.1. Introducción 120
4.2. Factores que determinan el impacto de la contaminación del aire en la salud 121
4.3. Normatividad y efectos en la salud humana 121
4.3.1. Ozono y partículas 122
4.3.2. Dióxido de nitrógeno 126
4.3.3. Dióxido de azufre 127
4.3.4. Monóxido de carbono 127
4.3.5. Compuestos orgánicos volátiles 127
4.3.6. Estudios realizados en México 127
4.4. Evaluación de impacto en salud 129
4.4.1. Evaluación del impacto de la contaminación del aire en la salud de la población del estado de Morelos 131
4.5. Conclusiones 132
Capítulo 5. Comunicación pública, educación y participación ciudadana en materia de calidad del aire 133
5.1. Introducción 133
5.2. Lineamientos jurídicos para la comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana, en materia de calidad del aire. 134
5.3. Diagnóstico 137
5.3.1. Generación de información de calidad del aire 137
5.3.2. Estudio de percepción de la calidad del aire 143
5.4. Alcances y desafíos de la comunicación pública de la calidad del aire en el estado de Morelos 145
5.5. Estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire y salud del estado de Morelos 146
5.6. Conclusiones 149
Capítulo 6. Estrategias y medidas 150
6.1. Introducción 150
6.2. Objetivo 150
6.3. Metas 151

6.4. Selección de medidas para el ProAire 2018-2027 151
6.4.1. Resultados de la propuesta, jerarquización y selección de las medidas 152
6.5. Descripción de las medidas 158
Estrategia 1. Reducción de emisiones en fuentes fijas 161
Estrategia 2. Reducción de emisiones en fuentes móviles 165
Estrategia 3. Reducción de emisiones en fuentes de área 176
Estrategia 4. Protección a la salud 188
Estrategia 5. Comunicación y educación ambiental.....194
Estrategia 6. Fortalecimiento institucional y financiamiento 198
6.6. Reducción de emisiones y cobeneficios 216
6.6.1. Reducción de emisiones.....216
6.6.2. Co-beneficios.....217
Capítulo 7: Fuentes de financiamiento 220
7.1. Contexto general y antecedentes 220
7.2. Estrategia general: ámbitos y alcances 221
7.3. Fondo de financiamiento del ProAire Morelos 226
7.4. Articulación financiera de medidas del Programa 227
Bibliografía 232
Glosario 242
Siglas y Acrónimos 249
Anexo I. Marco jurídico en materia de calidad del aire
Anexo II. Proyección Econométrica del inventario de emisiones del estado de Morelos
Anexo III. Programas de Educación Ambiental
Anexo IV. Resultados de la encuesta de percepción de calidad del aire en Morelos
Anexo V. Manual de Identidad ProAire
Anexo VI. Fichas de fuentes de financiamiento

Tablas

Tabla 1. Principales elevaciones en el estado de Morelos.....17
Tabla 2. Superficie estatal por tipo de clima en porcentaje 19
Tabla 3. Áreas naturales protegidas en el estado de Morelos 27
Tabla 4. Población por municipio en el estado de Morelos.....27
Tabla 5. Participación de las actividades económicas en el PIB estatal y nacional, 2015. 30
Tabla 6. Grado de rezago social a nivel municipal en el estado de Morelos, 2015. 32
Tabla 7. Infraestructura vial en el estado de Morelos, 2014.....39
Tabla 8. Zonas metropolitanas del estado de Morelos 42
Tabla 9. Características generales de las estaciones del SIMAEM.....56
Tabla 10. Caracterización de las estaciones del SIMAEM 58
Tabla 11. Estado de las bases de datos de los contaminantes medidos en el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos de 2014 a 2016. 60
Tabla 12. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental vigentes. 63
Tabla 13. Cumplimiento de las NOM Salud Ambiental, SIMAEM 66
Tabla 14. Días* con calidad del aire buena, regular o mala durante 2016, en la estación Cuernavaca del SIMAEM, año 2016.....67
Tabla 15. Percentiles del año 2016 para contaminantes atmosféricos medidos en la estación Cuernavaca, SIMAEM. 68
Tabla 16. Características de los datos de meteorología medidos en la estación Cuernavaca, SIMAEM en 2014. 75
Tabla 17. Estudios relacionados con calidad del aire en el estado de Morelos.....79
Tabla 18. Emisiones por tipo de fuentes en Mg/año 90
Tabla 19. Emisiones por fuente y subcategoría en Mg/año 91
Tabla 20. Emisiones totales por municipio en Mg/año, para el estado de Morelos 2014. 93
Tabla 21. Principales emisores antropogénicos y municipios a nivel estatal 96
Tabla 22. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Centro-Poniente..... 102
Tabla 23. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Centro-Oriente 103
Tabla 24. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Sur 105
Tabla 25. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Poniente 106
Tabla 26. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Oriente..... 107
Tabla 27. Principales emisores antropogénico y municipios en la ZM de Cuernavaca..... 108
Tabla 28. Principales emisores antropogénicos y municipios en la ZM de Cuautla 109
Tabla 29. Principales emisores antropogénicos y municipios en la ZM de Jojutla 110
Tabla 30. Proyección de las emisiones para el año 2017 en Morelos (Mg/año)..... 114
Tabla 31. Proyección de las emisiones para el año 2027 en Morelos (Mg/año)..... 114
Tabla 32. Emisiones de GEI (Gg de CO_2eq) por categoría 2010 y 2030 para el estado de Morelos 115
Tabla 33. Medidas afines entre el PEACCMOR y el PROAIRE 2018-2027..... 117
Tabla 34. Límites máximos permisibles establecidos en las guías de calidad del aire de la OMS y en las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental 122
Tabla 35. Estudios que asocian exposición a $PM_{2.5}$, PM_{10} y O_3 y mortalidad. Riesgo relativo o función concentración – respuesta. 124
Tabla 36. Estudios epidemiológicos relevantes en México que asocian contaminación del aire por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 y mortalidad. 125
Tabla 37. Estudios en México que relacionan la exposición a contaminantes del aire y sus efectos en la salud. 128

Tabla 38. Información obtenida para el estado de Morelos por mortalidad, incidencia y admisiones hospitalarias 131
Tabla 39. Resultados del diagnóstico de la situación de la calidad del aire en Morelos 152
Tabla 40.Principales fuentes de emisión según tipo de contaminante..... 153
Tabla 41. Miembros del Comité Núcleo del ProAire 156
Tabla 42. ProAire Morelos 2018-2027: Matriz de Estrategias y Medidas 159
Tabla 43. Porcentaje de reducción de emisiones por medida aplicable..... 216
Tabla 44. Co-beneficios de las medidas del ProAire Morelos 2018 -2027..... 217
Tabla 45. Instrumentos para el fortalecimiento institucional y de la regulación 223
Tabla 46. Programa de gestión financiera de las medidas del ProAire Morelos 2018-2027..... 224
Tabla 47. Fuentes y plazos para la sostenibilidad del ProAire Morelos 2018-2027..... 225
Tabla 48. Articulación financiera de medidas del Programa..... 228

Figuras

Figura 1. División política del estado de Morelos 15
Figura 2. Zonas urbanas en la Megalópolis 16
Figura 3. Fisiografía del estado de Morelos 17
Figura 4. Hidrografía del estado de Morelos 18
Figura 5. Tipo de clima en el estado de Morelos 19
Figura 6. Precipitación pluvial promedio mensual histórica 20
Figura 7. Humedad relativa promedio mensual, 2014 20
Figura 8. Temperatura promedio mensual histórica 21
Figura 9. Radiación solar promedio horario, 2014 21
Figura 10. Rosas de viento anuales presentes en el estado de Morelos 22
Figura 11. Campos de viento presentes en el estado de Morelos en dos días del año 2014, utilizando Surfer 13 23
Figura 12. Uso de suelo y vegetación en el estado de Morelos 24
Figura 13. Superficie estatal por uso de suelo y vegetación 24
Figura 14. Distribución de la superficie de áreas no forestales 25
Figura 15. Áreas naturales protegidas del estado de Morelos 26
Figura 16. Estructura de la población en el estado de Morelos (2015) 28
Figura 17. PIB del estado de Morelos por actividad económica, 2014 30
Figura 18. Subsectores más importantes de las industrias manufactureras en Morelos, 2015. 31
Figura 19. Consumo de petrolíferos en el estado de Morelos 1996-2016 33
Figura 20. Consumo de gas licuado de petróleo en el estado de Morelos 2006-2015 34
Figura 21. Usuarios y consumo de energía eléctrica en el estado de Morelos 2002-2016 34
Figura 22. Vías de comunicación en el estado de Morelos 40
Figura 23. Regionalización del estado de Morelos 42
Figura 24. Zonas metropolitanas del estado de Morelos 43
Figura 25. Relación de contaminantes criterio, contaminantes climáticos de vida corta y GEI 44
Figura 26. Esquema del marco legal federal y estatal en materia de calidad del aire. 46
Figura 27. Esquema de instrumentos de planeación nacionales y estatales en materia de calidad del aire. 49
Figura 28. Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos. 50
Figura 29. Ubicación de las estaciones automáticas del SIMAEM. 55
Figura 30. Formación del ozono en la tropósfera. 64
Figura 31. Comportamiento diario de los contaminantes atmosféricos criterio medidos en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM. 71
Figura 32. Comportamiento semanal de los contaminantes atmosféricos criterio medidos en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM. 72
Figura 33. Comportamiento mensual de las PM_{10} medidas con equipos automáticos y manuales en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM. 73
Figura 34. Comportamiento mensual de las $PM_{2.5}$ medidas con equipos automáticos y manuales en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM. 74
Figura 35. Concentraciones de PM_{10} versus hectáreas afectadas por incendios forestales en la estación Cuernavaca en 2016 74
Figura 36. Comportamiento anual de la temperatura (TMP) en la estación Cuernavaca, 2014. SIMAEM. 76
Figura 37. Comportamiento diario de la temperatura (TMP) en la estación Cuernavaca, 2014. SIMAEM. 76

Figura 38. Comportamiento del carbono negro en la estación Cuernavaca, 2016. 77
Figura 39. Diagrama de las fuentes, categorías y subcategorías del Inventario de Emisiones 2014 del estado de Morelos 89
Figura 40. Contribución porcentual de las emisiones por contaminante y tipo de fuente 91
Figura 41.Contribución porcentual de las emisiones por subcategoría y contaminante. 95
Figura 42. Número de industrias por sector (izquierda) y por municipio (derecha) incluidas en el IE, 2014. 97
Figura 43.Contribución de emisiones por contaminante por sector industrial en el estado de Morelos en 2014 97
Figura 44. Contribución de emisiones por contaminante por categoría de fuentes de área en el estado de Morelos en 2014 98
Figura 45. Contribución de emisiones por contaminante por municipio de fuentes de área en el estado de Morelos en 2014 99
Figura 46. Crecimiento de la flota vehicular registrado en el estado de Morelos de 2005 a 2014 .99
Figura 47. Contribución de emisiones por contaminante por categoría de fuentes de móviles en el estado de Morelos en 2014 100
Figura 48. Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente antropogénica y contaminante en la Región Centro-Poniente de Morelos 101
Figura 49. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Centro-Oriente de Morelos 103
Figura 50. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Sur de Morelos 104
Figura 51. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Poniente de Morelos 105
Figura 52. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Oriente de Morelos 106
Figura 53. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Cuernavaca 108
Figura 54. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Cuautla 109
Figura 55. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Jojutla 110
Figura 56. Emisión porcentual de GEI por categoría en 2010 para Morelos. 116
Figura 57.Componentes de difusión de los datos de la calidad del aire en Morelos 139
Figura 58. Imagen de la Campaña Date un respiro… Por una mejor #CalidadDelAire 140
Figura 59. Taller de participación del Comité Núcleo del ProAire 142
Figura 60. Sitio Web proairemorelos.org 142
Figura 61. Diagrama de componentes de comunicación pública de calidad del aire en Morelos. 146
Figura 62. “ProAire Morelos 2018-2027: Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento” 221
Figura 63. Hoja de ruta de para pasar de las acciones limitadas a la adaptación a las transformaciones provocadas por el cambio climático 223

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Tan sólo en 2015, el deterioro de la calidad del aire estuvo relacionado con 6.5 millones de muertes en el mundo y con al menos 19,087 muertes en México, donde el costo estimado de estos eventos fue de 396,639 millones de pesos.

En Morelos, si bien no existe una evaluación de impactos en salud para el estado, diversos estudios realizados en la entidad y mediciones provenientes del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado muestran concentraciones de ozono y partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$), superiores a los que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y las guías de calidad del aire de la OMS, lo que significa un riesgo para la salud y el bienestar de la población.

A su vez, Morelos forma parte de la concentración urbana más grande del país denominada 'Megalópolis' (localizada en la región Centro del país), y conformada por la Ciudad de México, el Estado de México y los estados de Hidalgo, Puebla, Morelos, Tlaxcala y Querétaro. Dicha región presenta una problemática importante en materia de calidad del aire causada por las emisiones generadas en los estados mencionados, y por tanto, es clave la participación de Morelos en la solución de la misma.

En este sentido y con el objetivo principal de proteger la salud de la población, el asegurar una buena calidad del aire en la entidad y en el 'Megalópolis', se convierte en una prioridad para el Gobierno del Estado de Morelos. Para ello, la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, con apoyo de la Comisión Ambiental de la Megalópolis y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, desarrollaron el presente Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Morelos (ProAire Morelos) con una vigencia de 10 años (2018-2027).

El ProAire Morelos, es el resultado de un primer esfuerzo realizado para integrar la información existente sobre todos los factores que influyen en la calidad del aire en el Estado. En este programa se describen las condiciones geográficas, físicas y socioeconómicas de Morelos; su planeación, desarrollo y movilidad urbana; el marco jurídico vigente en la materia y el marco de actuación de las instituciones que participan en la gestión de la calidad del aire.

Por otro lado, se describe la situación actual e histórica del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (SIMAEM), su operación y generación de datos, así como la descripción del estado de la calidad del aire presente en Cuernavaca y los resultados de estudios realizados en la entidad.

Asimismo, se integran los resultados del Inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera del estado de Morelos, año base 2014, con el que se identificaron los diferentes tipos de fuentes de emisión (industrias, vehículos automotores, comercios y servicios, quemas agrícolas, entre otras), el lugar donde se generan, el tipo de contaminantes y el volumen de sus emisiones. Se analizaron también las emisiones a nivel municipal, de cada

una de las cinco regiones de Morelos y de las tres zonas metropolitanas (Cuernavaca, Cuautla y Jojutla).

Posteriormente, se abordan los efectos en salud de los contaminantes del aire con base en algunos estudios realizados en México y en el mundo, y se recalca la necesidad de evaluar el impacto en salud por contaminación atmosférica en Morelos y los pasos para lograrlo.

Por último, se muestran las acciones de comunicación pública, educación ambiental y participación ciudadana relativas a calidad del aire y salud implementadas en la entidad, los resultados de un estudio de percepción de calidad del aire en el estado y las acciones mínimas necesarias para establecer una campaña de comunicación cercana a las necesidades de información de la ciudadanía, que permita lograr una sociedad informada y proactiva en el tema, en un tenor de corresponsabilidad.

Con este diagnóstico de base, se diseñaron seis estrategias, 21 medidas y 188 acciones que buscan reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos y fortalecer la gestión de la calidad del aire en la entidad. En la última sección, se identificaron los mecanismos y fuentes de financiamiento que permitirán contar con los recursos necesarios para implementar dichas medidas.

Cabe mencionar que el ProAire no es un documento estático, sino que el diagnóstico y las medidas obtenidas deberán someterse a una actualización continua para garantizar que su propósito de mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población se alcance.

Desde el inicio del diseño del ProAire y a lo largo de todo su desarrollo se contó con la participación de la sociedad civil, la academia, el sector privado y las instituciones de gobierno municipal, estatal y federal integrados en un comité, denominado Comité Núcleo del ProAire. Dicho Comité tendrá ahora la gran responsabilidad de que el ProAire trascienda administraciones, de dar seguimiento a la implementación de las medidas y acciones, a la evaluación de las mismas, a su constante actualización, y de comunicar dichos avances a la población. La participación de la ciudadanía, así como el diálogo permanente entre gobierno y sociedad será clave para el éxito del mismo.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

En el presente capítulo se analizan las condiciones geográficas, físicas y socioeconómicas del estado de Morelos, así como su planeación, desarrollo y movilidad urbana; se analiza a la Entidad en el contexto de la Megalópolis, y hacia el interior de la misma, de acuerdo a su división regional y a las zonas metropolitanas existentes.

Asimismo, se presenta un análisis del marco jurídico vigente en materia de calidad del aire y su aplicación en el Estado, incluidas las leyes ambientales, reglamentos y normas, y un análisis del marco de actuación de las instituciones que participan en la gestión de la calidad del aire.

1.1. DELIMITACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTADO DE MORELOS

El estado de Morelos se localiza en la región centro del país, tiene una extensión territorial de 4,958 km^2 que equivalen al 0.25% de la superficie del país. El Estado se divide en 33 municipios (Figura 1), su capital es Cuernavaca.

Sus coordenadas geográficas extremas son: al norte 19°07' 54", al sur 18°19' 56", al este 98°37'58" y al oeste 99°29'39". Al norte colinda con el Estado de México y la Ciudad de México; al este con el Estado de México y Puebla; al sur con los estados de Puebla y Guerrero; al oeste con Guerrero y el Estado de México (INEGI, 2015).

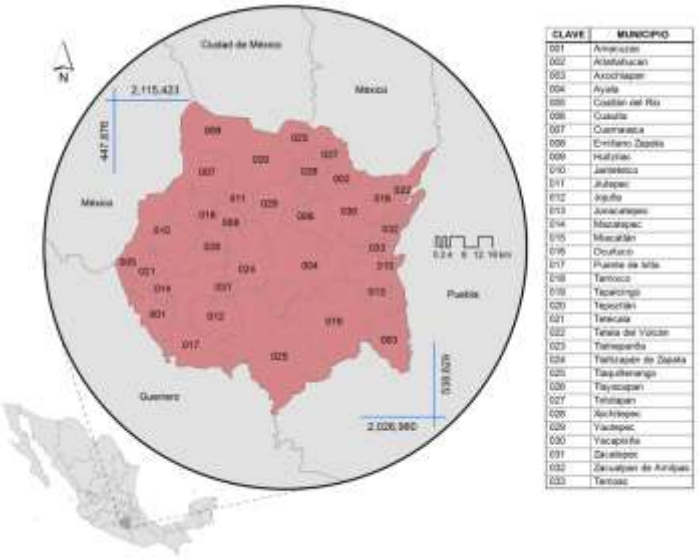


Figura 1. División política del estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI.

El estado de Morelos es parte de la denominada Megalópolis. La Megalópolis es una gran concentración urbana que se encuentra en la región centro de México, que está conformada por la Ciudad de México, el Estado de México y los estados de Hidalgo, Puebla,

Morelos, Tlaxcala y recientemente Querétaro. En las últimas tres décadas, esta zona urbana – la más grande del país – ha tenido un gran crecimiento que obedece a factores económicos y a la fuerte tendencia hacia el centralismo que caracteriza a nuestro país, generando flujos de habitantes en ambos sentidos entre las principales ciudades de la región (SEMARNAT-INECC-CAMe, 2017).

En la Figura 2 se presenta un mapa de la Megalópolis y las zonas urbanas que la conforman.

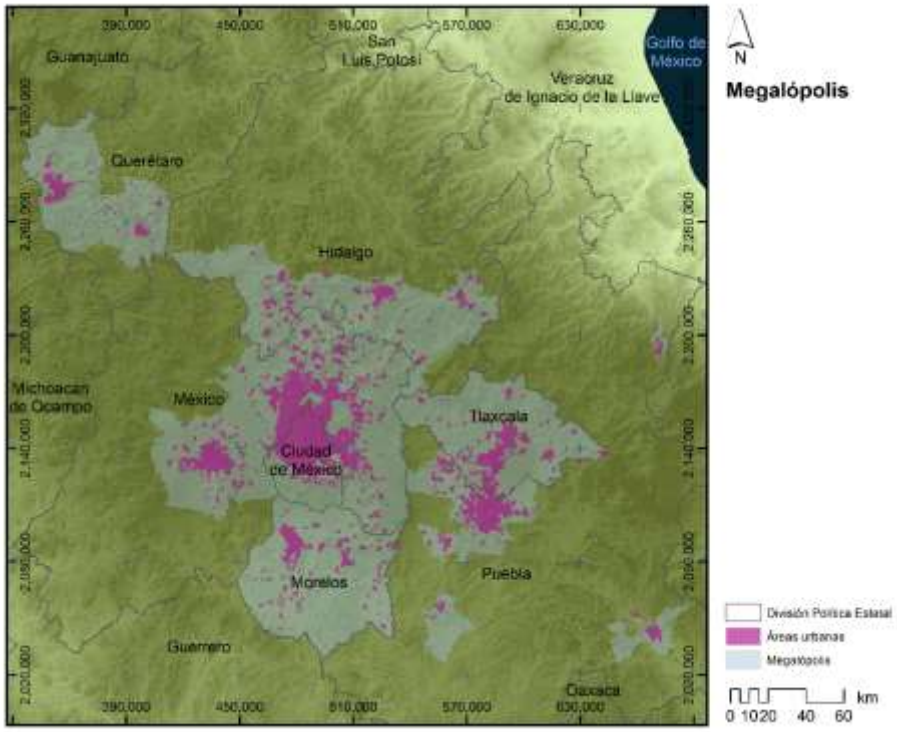


Figura 2. Zonas urbanas en la Megalópolis
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI.

1.2. ASPECTOS FÍSICOS

1.2.1. FISIOGRAFÍA

El estado de Morelos se caracteriza porque en éste convergen porciones de dos provincias fisiográficas: el Eje Neovolcánico, el cual comprende el 56.7% del territorio estatal y abarca las zonas de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, y las Sierras ubicadas al sur del estado de Puebla; y la Sierra Madre del Sur, la cual abarca el 43.2% restante del territorio estatal, en el que se encuentran las Sierras y Valles Guerrerenses. Los cuerpos de agua constituyen el 0.09% del territorio estatal (SEMARNAT-CONAFOR, 2014) (Figura 3).

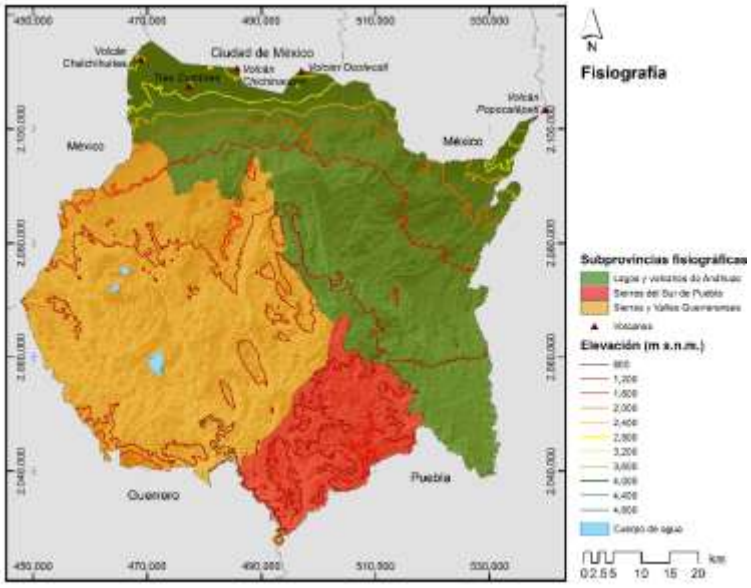


Figura 3. Fisiografía del estado de Morelos

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017 con información de INEGI, 2013 y SEMARNAT-CONAFOR, 2014.

Las zonas centro, centro-norte y centro-sur del Estado están conformadas por sierras, las cuales tienen altitudes superiores a 3,000 msnm en la zona norte (INEGI, 2015).

En el extremo nororiental del Estado se encuentra la mayor elevación, el volcán Popocatépetl con 5,419 msnm, y el punto más bajo se localiza en el cauce del Río Amacuzac a 800 msnm. En la Tabla 1 se listan las principales elevaciones del Estado y en la Figura 3 se indica su ubicación espacial.

Tabla 1. Principales elevaciones en el estado de Morelos

Nombre	Altitud (msnm)
Volcán Popocatépetl	5,419
Volcán Ocotecatl	3,480
Volcán Chichinautzin	3,460
Volcán Chalchihuites	3,420
Tres Cumbres	3,280

Fuente: INEGI, 2015

En la parte central del Estado las sierras están separadas por valles, llanuras y algunos lomeríos. En la parte occidental, la mayoría de las sierras tienen forma de meseta, separadas por lomeríos y valles; en esta zona se encuentra el lago de Tequesquitengo.

La altitud sobre el nivel del mar de las cabeceras municipales varía desde las que se encuentran en altitudes de 882 a 1000 msnm como Jojutla, Puente de Ixtla, Amacuzac, entre otras; las que están entre 1000 a 2000 msnm donde están la mayoría de los municipios como Cuernavaca, Cuautla, Emiliano Zapata, por mencionar algunos; hasta las más altas, mayores a 2000 msnm como Tlalnepantla, Tetela del Volcán y Huitzilac.

1.2.2. HIDROGRAFÍA

El estado de Morelos se encuentra en la región hidrológica Balsas, que se integra por las cuencas de los ríos Atoyac y Grande de Amacuzac. La cuenca río Atoyac está conformada por la subcuenca río Nexapa y abarca el 13.05% del territorio; mientras que la cuenca río Grande de Amacuzac, que abarca el 86.95% del territorio, está conformada por las subcuencas de los ríos Bajo Amacuzac, Cuautla, Yautepec, Apatlaco, Coatlán y Alto Amacuzac (INEGI, 2015) (Figura 4).

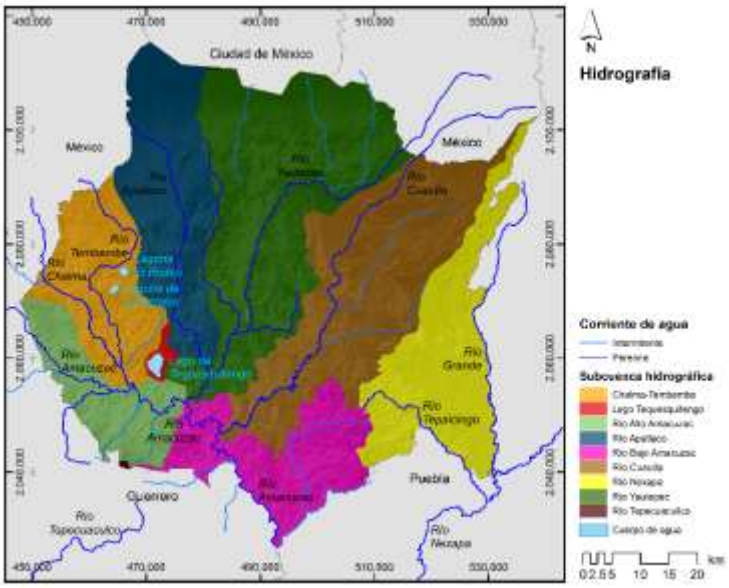


Figura 4. Hidrografía del estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI, 2013 y SEMARNAT-CONAFOR, 2014.

La disponibilidad de recursos hídricos en la entidad se relaciona con la precipitación media anual, la cual es de 1,045 mm; sin embargo, ésta se distribuye de forma irregular en el tiempo y el espacio, en el norte de la entidad la precipitación es aproximadamente de 1,200 mm y en el sur es de 800 mm, y los meses de mayor precipitación comprenden de junio a septiembre (SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

Los cuerpos de agua más importantes del Estado son el Lago de Tequesquitengo, el cual acumula 120 millones de m^3 de agua, y los lagos de Zempoala que se localizan en el Parque Nacional Lagunas de Zempoala.

También existen nueve presas para la irrigación: El Rodeo, Tilzapotla, Plan de Ayala, Chinameca, La Poza, Quilamula, Coahuixtla, Los Carros y Cayehuacan. Entre éstas destaca la presa El Rodeo, debido a su déficit de almacenamiento y problemas de contaminación (SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

1.2.3. CLIMA

El clima cálido es característico en el 87% del territorio del Estado, mientras que el clima templado caracteriza al 9.7% de la superficie localizada en la franja norte de la entidad y el 3.3 % restante tiene un clima frío, el cual se localiza en el extremo noreste y norte del Estado (Tabla 2 y Figura 5).

Tabla 2. Superficie estatal por tipo de clima en porcentaje

Tipo	Tipo o subtipo	Símbolo	Superficie estatal (%)
Cálido	Cálido subhúmedo con lluvias en verano	A(w)	68.17
	Semicálido subhúmedo con lluvias en verano	A(C)w	18.85
Templado	Templado subhúmedo con lluvias en verano	C(w)	9.70
Frío	Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	C(E)(m)	2.25
	Semifrío subhúmedo con lluvias en verano	C(E)(w)	1.03

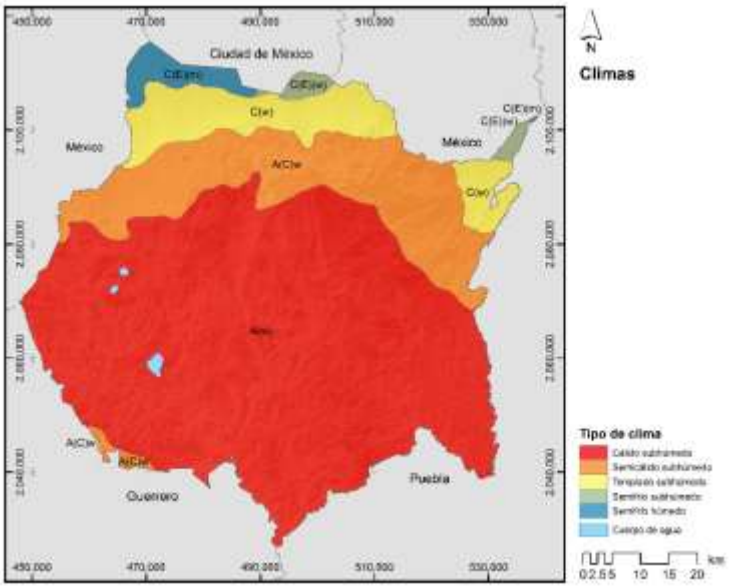


Figura 5. Tipo de clima en el estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI, 2013.

El clima es una de las variables a considerar para la comprensión de los fenómenos asociados con la calidad del aire regional, debido a que en climas fríos la presencia de contaminantes como las partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}) se asocia, en parte, con fenómenos meteorológicos como la presencia de inversiones térmicas que mantienen a los contaminantes "atrapados" en la superficie; mientras que los climas cálidos favorecen la formación de ozono por la presencia de radiación que conlleva a una mayor fotoquímica en la atmósfera (Thad Godish, et al., 2014; Seinfeld John H., et al., 2016).

1.2.4. METEOROLOGÍA

En el estado de Morelos las lluvias se presentan durante el verano, principalmente en el período que comprenden los meses de junio a septiembre (Figura 6). Como se mencionó anteriormente, la precipitación media anual en el Estado alcanza los 1,045 mm, la cual es mayor a la media histórica nacional de 779.3 mm (CONAGUA, 2016).

La precipitación pluvial afecta de manera positiva la calidad del aire porque ésta remueve a los contaminantes que se encuentran en la atmósfera, sin embargo, al depositarlos en el suelo y/o en el agua de lagos o ríos, propicia cambios negativos al generar acidez en ambos medios. La presencia de contaminantes en el aire ambiente y su depositación a través de la lluvia se asocia también con problemas de corrosión en edificaciones y efectos dañinos en la vegetación y vida acuática (Seinfeld John H., et al., 2016).

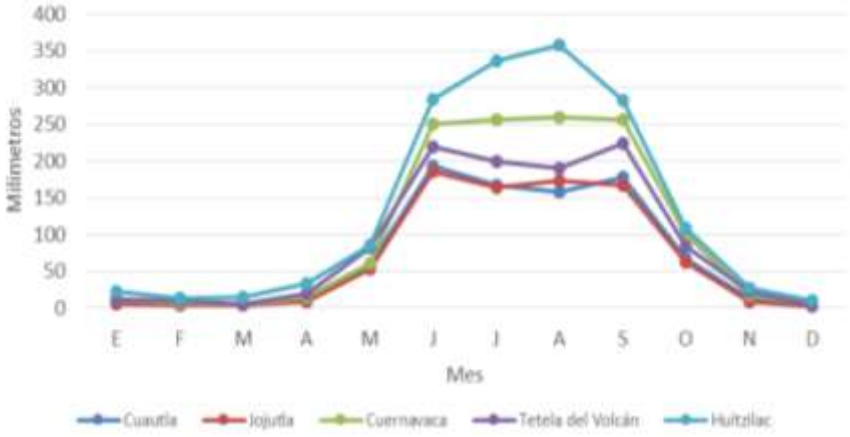


Figura 6. Precipitación pluvial promedio mensual histórica
Fuente: Modificado de Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, 2016b.

La humedad relativa promedio mensual en 2014 se presenta en la Figura 7, donde los meses más húmedos son de julio a octubre, y los más secos de marzo a abril.

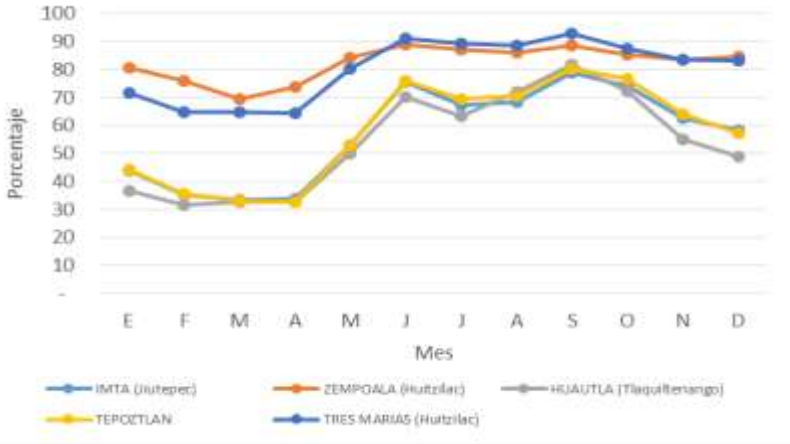


Figura 7. Humedad relativa promedio mensual, 2014
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información del SMN de 2014.

La temperatura media anual del Estado es de 21.5°C, mientras que a nivel nacional la temperatura promedio histórica oscila entre 20 y 25°C. Los valores mínimos de temperatura promedio que se alcanzan en el Estado tienen valores de 10°C y son frecuentes en enero; por su parte, los máximos llegan a ser de 32°C y suelen presentarse en abril y mayo.

La Figura 8 presenta la temperatura media en distintas estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicadas en el Estado.

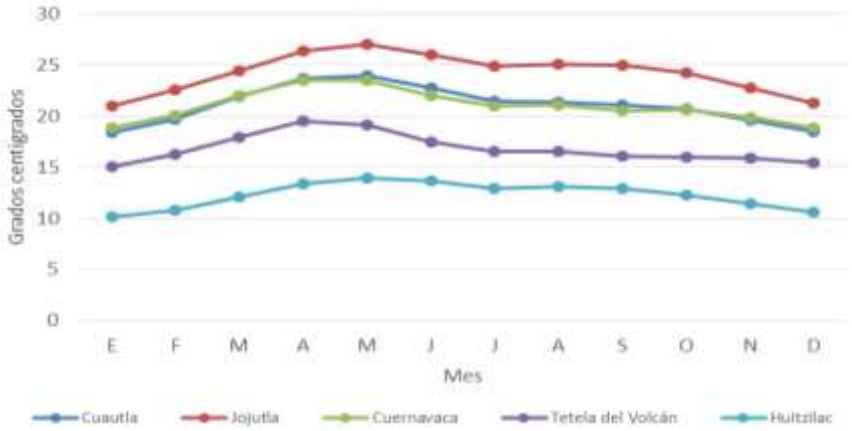


Figura 8. Temperatura promedio mensual histórica
Fuente: Modificado de Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, 2016b.

La temperatura ambiente incide directamente en la dinámica de la atmósfera; a mayor temperatura mayor movimiento de masas de aire lo que contribuye a una mayor dispersión de contaminantes (Thad Godish, et al., 2014).

En la Figura 9 se presenta la radiación solar promedio horario, medida en cinco estaciones del SMN para el año 2014 en el estado de Morelos. En ella se observa que el promedio máximo horario se da alrededor de las 13:00 horas (11:00 a 15:00 horas), que es el periodo del día donde se presenta la mayor fotoquímica en la atmósfera, lo cual favorece la formación de ozono. Cabe mencionar que la intensidad de la radiación solar presente en algunas estaciones del estado de Morelos (IMTA y Tepoztlán) es similar a la reportada en Ciudad de México, donde en 2016 el promedio de la intensidad máxima diaria de la radiación fue de 840 W/m^2 (Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2017).

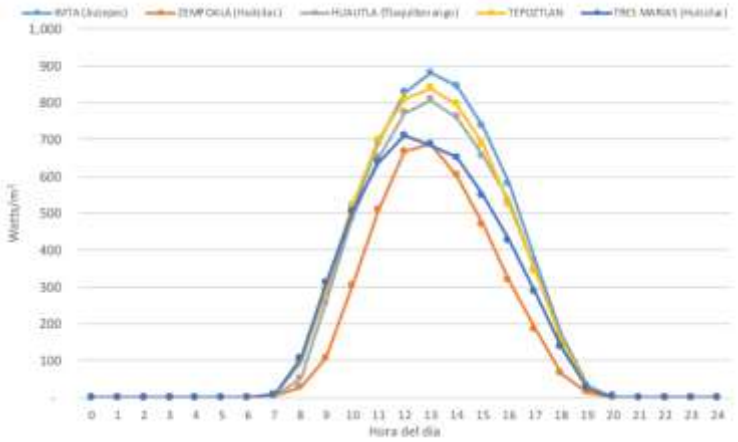
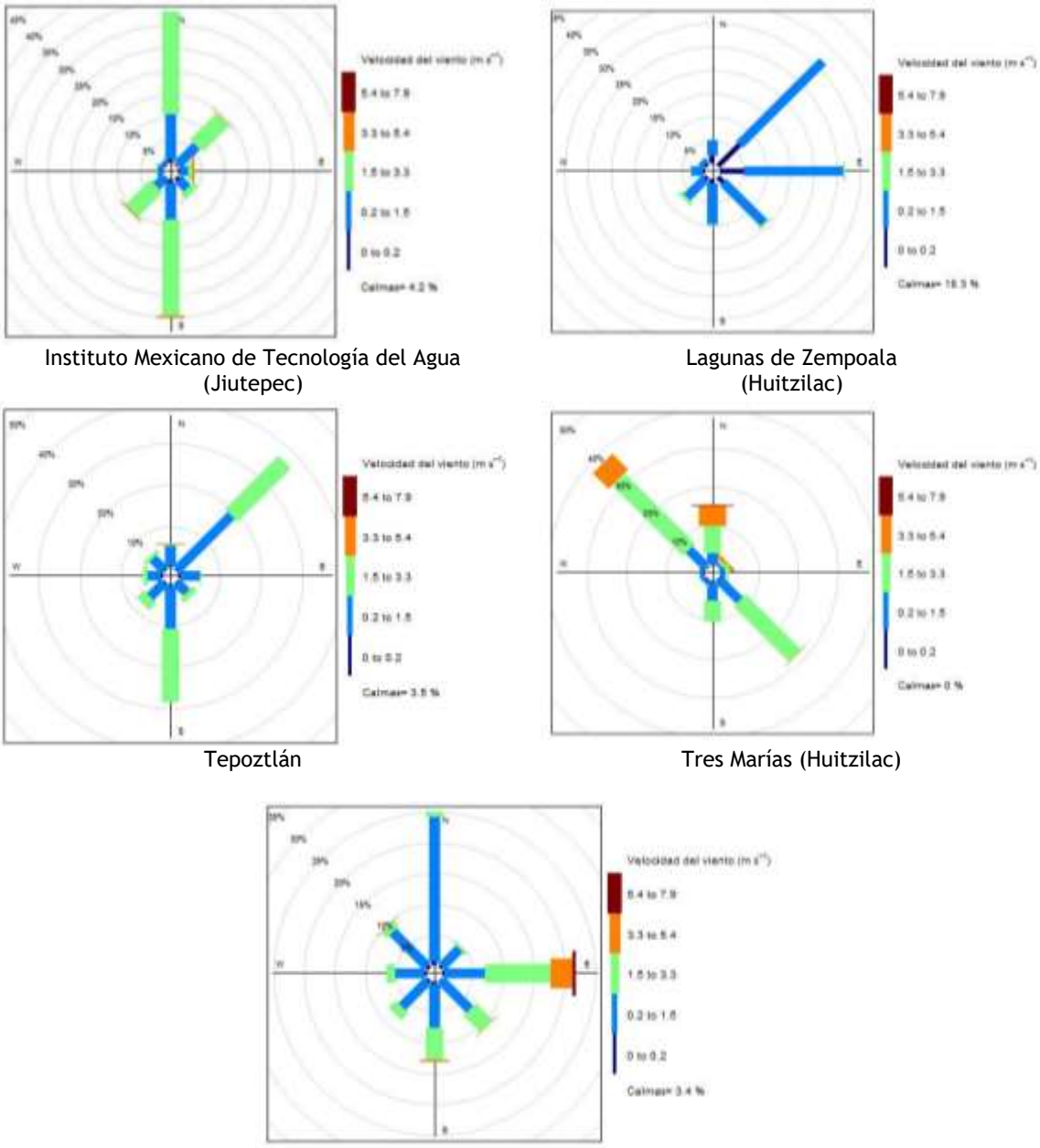


Figura 9. Radiación solar promedio horario, 2014
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información del SMN de 2014.

De acuerdo con el análisis de la trayectoria y velocidad del viento en el estado de Morelos, a partir de la información obtenida de cinco estaciones del SMN del año 2014, la dirección del viento en las diferentes regiones del Estado es variada, con pocos episodios de calma, con velocidad del viento predominante menor a 3.3 m/s equivalente a la escala de viento Beaufort 2 denominada flojito (Figura 10).



Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Jiutepec)

Lagunas de Zempoala (Huitzilac)

Tepoztlán

Tres Marías (Huitzilac)

Sierra de Huautla (Tlaquiltenango)

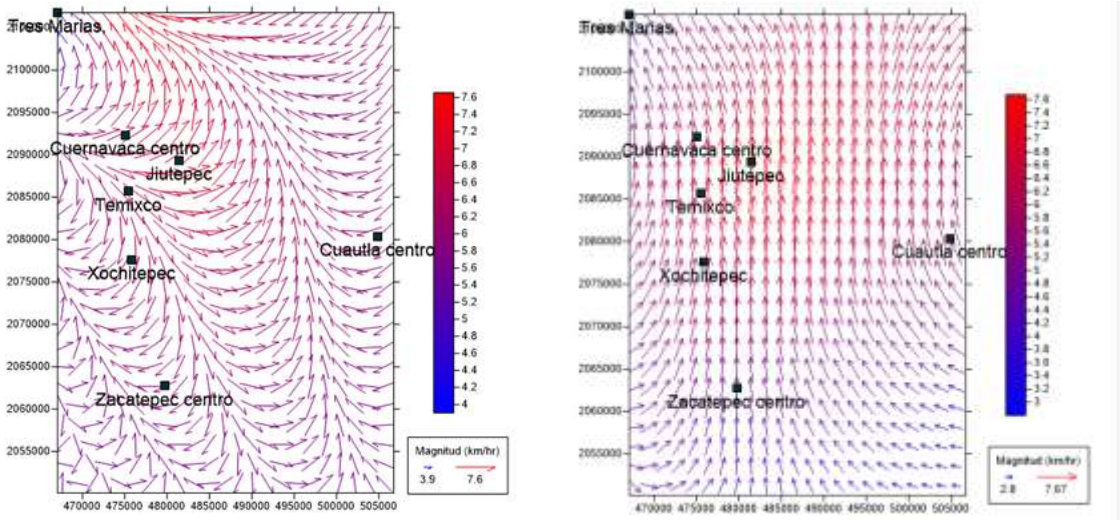
Figura 10. Rosas de viento anuales presentes en el estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de CONAGUA 2014.

En la Figura 11 se presentan los campos de viento en el Estado para los días 19 de marzo y 12 de octubre de 2014, los cuales fueron seleccionados aleatoriamente para mostrar dos

épocas distintas del año sólo como indicativo de lo que pasa con los vientos en la entidad. En ambos días se aprecia que la magnitud de viento es similar, de 7.6 km/h (2.11 m/s).

En cuanto a la dirección del viento, el 19 de marzo la trayectoria predominante tuvo una componente de Cuernavaca hacia Tres Marías y Jiutepec, y de Cuernavaca y Zacatepec hacia Xochitepec. En Cuautla la influencia del viento es del noreste, en donde se ubica el municipio de Tetela del Volcán.

En cambio, el 12 de octubre se observa que la trayectoria del viento en Zacatepec sigue una componente hacia el norte, en donde se localizan Temixco, Jiutepec, Cuernavaca y Tres Marías (Huitzilac). En Cuautla el viento sigue una trayectoria con dirección noreste, la cual es inversa a la observada el 19 de marzo, cuando su trayectoria provenía de Tetela del volcán. Es necesario hacer un estudio completo de vientos en el Estado que incluya más sitios de medición y todas las semanas de un año para poder llegar a conclusiones sobre el comportamiento de las masas de aire en la entidad.



19 de marzo 2014 12 de octubre 2014

Figura 11. Campos de viento presentes en el estado de Morelos en dos días del año 2014, utilizando Surfer 13.

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de CONAGUA 2014.

La presión atmosférica promedio en las diferentes estaciones del SMN en el año 2014 fue: en IMTA (Jiutepec) 649.5 mmHg, Zempoala (Huitzilac) 546.8 mmHg, Huautla (Tlaquiltenango) 651 mmHg, Tepoztlán 648 mmHg y Tres Marías (Huitzilac) 548.3 mmHg. Este parámetro nos indica la fuerza por unidad de área que ejerce el aire sobre la superficie terrestre, en los distintos puntos de la entidad.

1.2.5. USO DE SUELO Y VEGETACIÓN

En el estado de Morelos hay 14 tipos de vegetación que son el resultado de su variación climática, geográfica y biológica; nueve son bosques, tres son selvas, uno es matorral xerófilo y el último se considera como otras áreas forestales (SEMARNAT-CONAFOR, 2014); en cuanto a los usos de suelo, se distinguen en la entidad al menos 11 tipos diferentes (Figura 12).

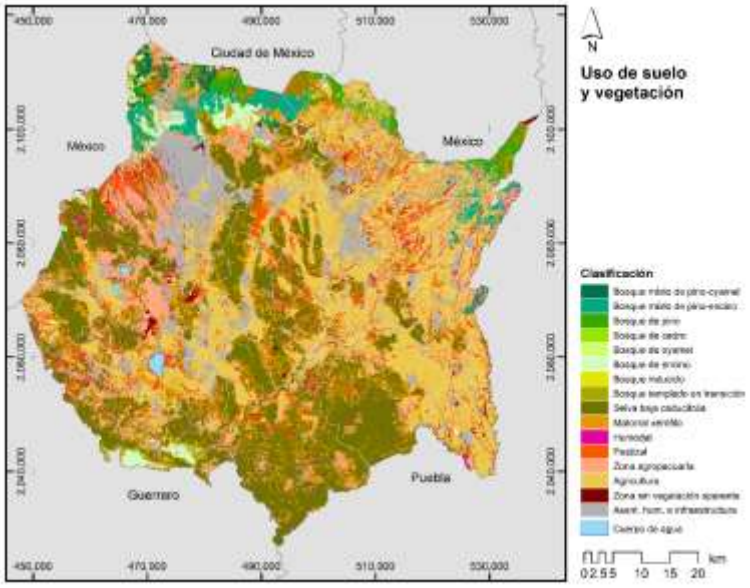


Figura 12. Uso de suelo y vegetación en el estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de CONAFOR.

En cuanto a la extensión correspondiente a cada uso de suelo y tipo de vegetación (Figura 13), el uso no forestal comprende 279,841 ha de la superficie[1] del Estado (57.6%). La superficie forestal se distribuye en los 33 municipios de la entidad y cubre cerca de 206,100.2 ha (42.4%), de las cuales el 16.5 % es vegetación primaria y 83.5 % es vegetación secundaria. Este último indicador señala que existe un considerable grado de perturbación de la superficie forestal del estado de Morelos; siendo este un factor negativo para la calidad del aire en la entidad.

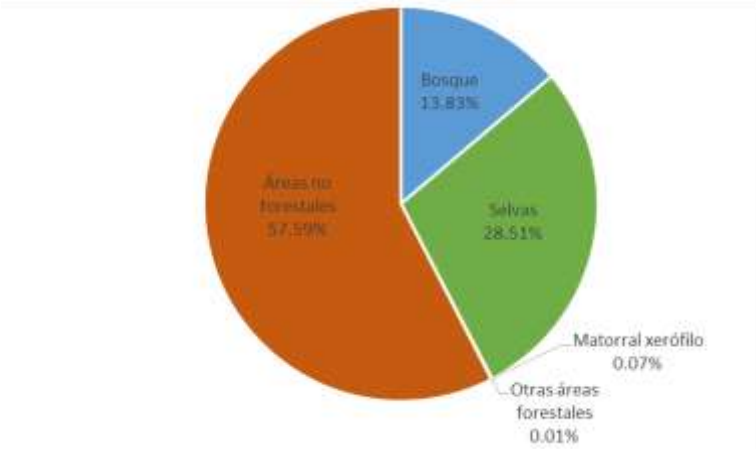


Figura 13. Superficie estatal por uso de suelo y vegetación
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de CONAFOR.

[1] La información de uso de suelo y vegetación se obtuvo del Inventario Estatal Forestal y de Suelos de Morelos 2013, elaborado por CONAFOR.

Las áreas no forestales comprenden los suelos destinados a la agricultura de temporal, el pastizal inducido, las áreas desprovistas de vegetación aparente, las zonas urbanas y los cuerpos de agua (Figura 14).

La agricultura ocupa el 36.7% de la superficie estatal, mientras que las zonas urbanas con mayor superficie corresponden a las localidades con más de 100 mil habitantes, como es el caso de Cuautla, Cuernavaca y Jiutepec.

Figura 14. Distribución de la superficie de áreas no forestales
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de CONAFOR.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM) publicado en el 2014, el 20% de la superficie total de la entidad no presenta erosión. El resto de la superficie tiene erosión en cierto grado, lo que se asocia principalmente con las actividades humanas derivadas del cambio del uso de suelo.

El cambio de uso de suelo forestal a uso agrícola o pastizal, ha aumentado paulatinamente a lo largo de los últimos años, además el establecimiento de asentamientos humanos en la entidad ha ido en aumento (Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, 2014).

Sin embargo, el POEREM asignó al 49% de la superficie estatal a una política de restauración, preservación o protección por su alto valor ecológico con la finalidad de reducir el cambio de uso de suelo. De esta superficie, 27% ya está decretada como área natural protegida.

La deforestación es un fenómeno que incide directamente en la calidad del aire regional debido al incremento de áreas susceptibles a la erosión y la presencia de partículas que resultan de este fenómeno por resuspensión de polvo desde suelos desprotegidos de vegetación (Seinfeld John H., et al., 2016).

1.2.6. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El estado de Morelos cuenta con 119,225.49 ha de zonas destinadas a la conservación. Estas incluyen áreas naturales protegidas (ANP), áreas con ecosistemas de alto riesgo ecológico como el bosque mesófilo, selva alta perennifolia y vegetación de galería, áreas con superficies mayores a los 3,000 msnm o con pendientes mayores al cien por ciento (cuarenta y cinco grados), todas éstas consideradas como objetos de protección debido a su alto grado de riesgo erosivo (SEMARNAT-CONAFOR, 2014).

El 81.4% (96,216.86 ha) de las zonas de conservación del Estado son consideradas como ANP declaradas como reservas de la biósfera, parques nacionales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios o áreas naturales protegidas federales y estatales. En estas áreas el gobierno ejerce su soberanía según su jurisdicción, y se caracterizan porque los ambientes originales no están alterados significativamente por las actividades del ser humano o requieren ser preservadas y restauradas.

Las actividades que pueden llevarse a cabo dentro de las ANP se establecen en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico; así como en la Ley Estatal en la materia y sus reglamentos.

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos (SDS), en la entidad existen ANP con jurisdicción federal, estatal y/o municipal (Figura 15).

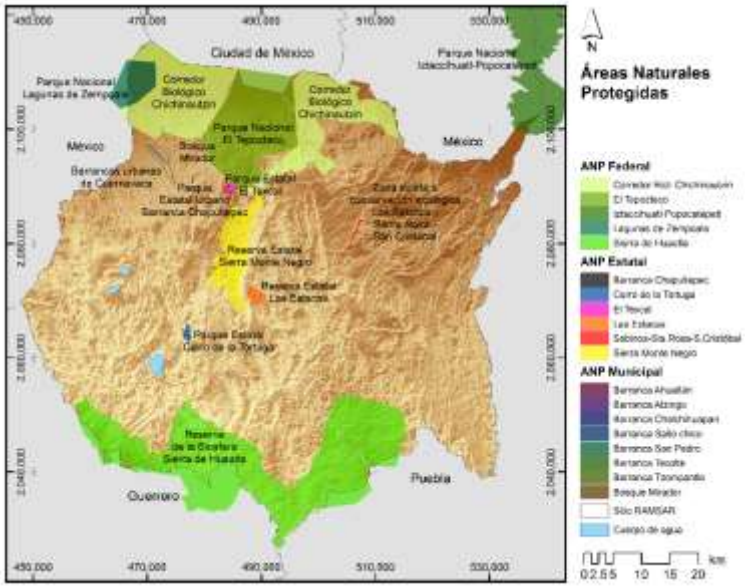


Figura 15. Áreas naturales protegidas del estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017 con información de SDS.

Es importante mencionar que las ANP son espacios naturales que contribuyen a reducir los impactos negativos de fenómenos como el cambio climático y que fortalecen la resiliencia de los ecosistemas, y las poblaciones se benefician de sus servicios ambientales. Sin

embargo, la mala calidad del aire representa un factor de riesgo para la conservación de estos espacios (SEMARNAT, 2017), por ejemplo, por la acidificación de los suelos por la presencia de contaminantes como NO_2 y SO_2, o la oxidación de ciertas especies por la presencia de O_3. La Tabla 3 presenta las ANP en la entidad.

Tabla 3. Áreas naturales protegidas en el estado de Morelos

Nombre del área natural protegida	Categoría	Superficie (ha)
Sierra Monte Negro	Reserva estatal	7,725
Las Estacas	Reserva estatal	652
El Texcal	Parque estatal	259
Cerro de la Tortuga	Parque estatal	310
Barranca de Chapultepec	Parque estatal urbano	11
Los Sabinos, Santa Rosa, San Cristóbal.	Zona de restauración ecológica	152
Corredor Biológico Chichinautzin	Área federal de protección de flora y fauna	37,302
El Tepozteco	Parque nacional	23,259
Lagunas de Zempoala	Parque nacional	4,790
Iztaccíhuatl-Popocatépetl	Parque nacional	39,819
Sierra de Huautla	Reserva de la biósfera	59,031

Fuente: INEGI, 2015.

1.3. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

1.3.1. DINÁMICA POBLACIONAL

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), en el estado de Morelos hay 1’903,811 personas, una población equivalente al 1.6% del total nacional. De esta población, el 52% se asienta en 5 municipios: Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Temixco y Yautepec (Tabla 4).

Tabla 4. Población por municipio en el estado de Morelos

Clave INEGI	Municipio	Habitantes (Año 2015)	Área (km^2)	Densidad poblacional (Hab/km^2)
1	Amacuzac	17,772	116.79	152.17
2	Atlatlahucan	22,079	79.82	276.61
3	Axochiapan	35,689	143.10	249.40
4	Ayala	85,521	377.82	226.35
5	Coatlán del Río	9,768	83.27	117.31
6	Cuautla	194,786	96.99	2,008.31
7	Cuernavaca	366,321	200.41	1,827.86
8	Emiliano Zapata	99,493	68.37	1,455.21
9	Huitzilac	19,231	191.18	100.59
10	Jantetelco	17,238	102.12	168.80
11	Jiutepec	214,137	55.49	3,859.02
12	Jojutla	57,121	153.41	372.34
13	Jonacatepec	15,690	90.27	173.81
14	Mazatepec	9,967	57.81	172.41
15	Miacatlán	26,713	214.49	124.54
16	Ocuituco	18,580	86.91	213.78
17	Puente de Ixtla	66,435	297.43	223.36
18	Temixco	116,143	102.89	1,128.81
19	Tepalcingo	27,187	367.67	73.94

Clave INEGI	Municipio	Habitantes (Año 2015)	Área (km²)	Densidad poblacional (Hab/km²)
20	Tepoztlán	46,946	252.87	185.65
21	Tetecala	7,772	67.93	114.41
22	Tetela del Volcán	20,698	98.46	210.22
23	Tlalnepantla	7,166	109.62	65.37
24	Tlaltizapán	52,110	238.06	218.89
25	Tlaquiltenango	33,844	543.59	62.26
26	Tlayacapan	17,714	57.33	308.98
27	Totolapan	11,992	60.08	199.60
28	Xochitepec	68,984	92.93	742.32
29	Yautepec	102,690	192.11	534.54
30	Yecapixtla	52,651	176.41	298.46
31	Zacatepec	36,159	26.28	1,375.91
32	Zacualpan	9,370	53.77	174.26
33	Temoac	15,844	37.04	427.75
	Estatal	**1,903,811**	**4,893**	**389**

Fuente: Encuesta Intercensal 2015 (INEGI, 2016c).

Los resultados de la Encuesta Intercensal referida, indican también que el 84% de la población del estado de Morelos se consideraba como urbana y el 16% rural; la densidad poblacional a nivel estatal se estimó en 390 personas por km^2, siendo la tercera entidad más densamente poblada a nivel nacional después de la Ciudad de México y el Estado de México; sin embargo, es contrastante que en municipios como Jiutepec, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Zacatepec y Temixco, las densidades oscilan entre mil y cuatro mil habitantes por km^2, mientras que en municipios como Tlaquiltenango la densidad es de 62 habitantes por km^2 (Tabla 4).

En el año 2015 la población menor de 15 años representaba el 25.8% del total del Estado, mientras que la población en edad laboral de 15 a 64 años constituía el 65.9% y la población de edad avanzada el 8.3% (Figura 16). Así mismo, 8.3% de la población era menor de 5 años.

Es importante resaltar que los niños menores de 5 años y los adultos mayores son de los grupos más vulnerables a la contaminación atmosférica (DOF, 2014b).

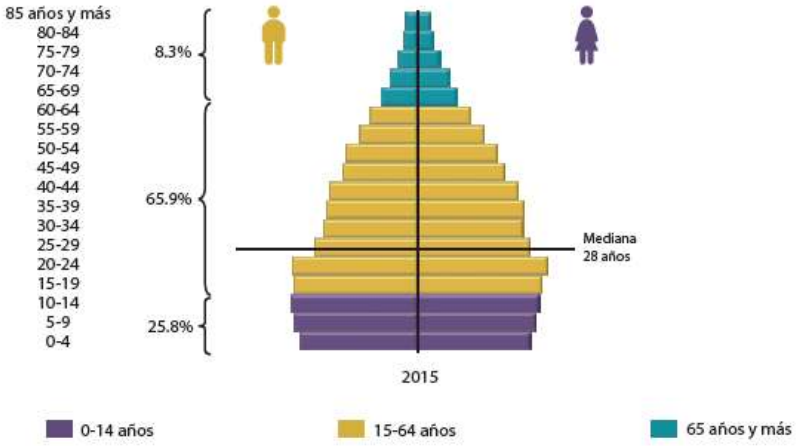


Figura 16. Estructura de la población en el estado de Morelos (2015)
Fuente: INEGI, 2016c

Por otro lado, la esperanza de vida de la población femenina era de 78.4 años y de la población masculina de 73.1 años; la tasa de natalidad era de 18.21 por cada 1000 habitantes y la tasa de mortalidad de 5.93 por cada 1000 habitantes. Las principales causas de muerte fueron las enfermedades del corazón, la diabetes mellitus y los tumores malignos.

La Encuesta Intercensal del año 2015 permitió contabilizar 523,984 viviendas particulares, las cuales representan el 1.64% del total nacional. El 95.7% (501,452) de éstas contaban con agua entubada, el 97.2% (509,312) con drenaje y el 99.3% (520,316) con energía eléctrica (INEGI, 2016c).

Asimismo a través de la encuesta se identificó que el 10.7% de las viviendas usaban leña o carbón como combustible para cocinar, es decir, los habitantes de una de cada diez viviendas se exponen a los graves riesgos a la salud que provoca respirar humo de leña.

Por último, el crecimiento de la población generalmente implica una mayor demanda de servicios, crecimiento de la mancha urbana, cambio de uso de suelo, entre otros, que conllevan a una mayor generación de contaminantes atmosféricos. A nivel nacional la tasa de crecimiento poblacional en 2015 fue de 1.4%, mientras que en Morelos fue de 1.6%, misma que se encuentra en el promedio de otras entidades que también pertenecen a la megalópolis (INEGI, 2016b).

1.3.2. DESARROLLO ECONÓMICO

El desarrollo económico del Estado se relaciona con la planificación urbana y el cambio de uso de suelo, con el transporte y los viajes, con la infraestructura y los servicios, y en conjunto son elementos que pueden impactar la calidad del aire.

De acuerdo con el Programa Sectorial de Innovación de la Economía 2013-2018, en el estado de Morelos existen sectores estratégicos como el agroindustrial, automotriz, la investigación (servicios profesionales, científicos y técnicos) y el turismo, mientras que los sectores con potencial de crecimiento son el farmacéutico, el cosmético y el de las tecnologías de la información (Secretaría de Economía, 2014).

En 2015 el Producto Interno Bruto (PIB) del estado de Morelos fue de 203 mil 044 millones de pesos corrientes, correspondiente al 1.18% del PIB nacional. En ese año el sector terciario contribuyó con el 65.15% del PIB estatal, por encima del promedio nacional (63.81%); en contraste, el sector primario (agropecuario) y el secundario (industria) contribuyeron respectivamente con el 2.47% y el 32.38% del PIB estatal, ambos porcentajes fueron menores al promedio nacional (Figura 17).

Figura 17. PIB del estado de Morelos por actividad económica, 2014.
Fuente: INEGI, 2017a

Entre las actividades económicas que generaron el 80.55% del PIB estatal en 2015, desataca la industria manufacturera con la participación más alta (Tabla 5) y sobre todo los subsectores dedicados a la fabricación de equipos de cómputo, equipos electrónicos y del transporte (Figura 18).

La industria manufacturera del Estado alcanzó tal relevancia en 2015, que llegó a superar la participación de esta actividad en el PIB nacional (Tabla 5). Otros sectores importantes en el Estado son el comercio y los servicios inmobiliarios.

Tabla 5. Participación de las actividades económicas en el PIB estatal y nacional, 2015.

Actividad económica	% Estatal	% Nacional
Industrias manufactureras	24.82	18.87
Comercio	18.00	17.44
Servicios inmobiliarios	14.52	11.66
Construcción	6.54	7.65
Servicios educativos	5.97	4.43
Actividades del gobierno	5.56	4.44
Transporte, correos y almacenamiento	5.16	6.56
Otros	19.45	28.96

Fuente: INEGI, 2017a

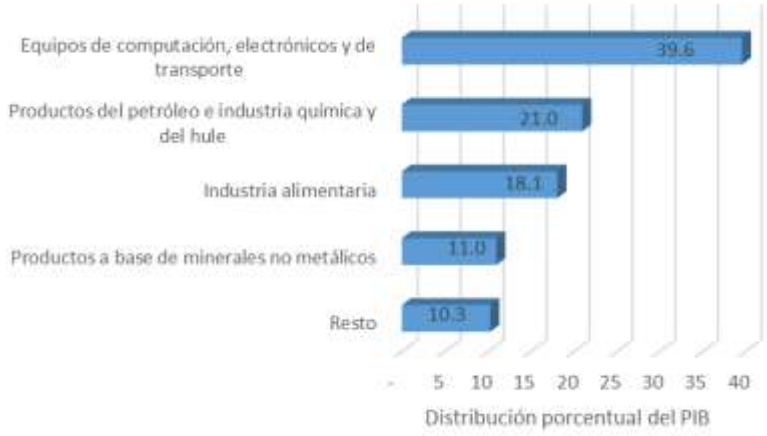


Figura 18. Subsectores más importantes de las industrias manufactureras en Morelos, 2015.
Fuente: INEGI, 2017a

El desarrollo del sector industrial en el estado de Morelos se concentra en cuatro puntos, los cuales se caracterizan de la siguiente forma:

- Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (CIVAC), se localiza en Jiutepec y fue fundada en 1965; cuenta con 230 ha de superficie y más de 150 empresas.
- Parque Industrial Cuautla (PIC), se localiza en Ayala y fue fundado en 1982, cuenta con una superficie de 114 ha y concentra 25 empresas.
- Ciudad de la Confección, se encuentra en Emiliano Zapata y fue fundada en el año 2000, tiene una superficie de 26 ha y concentra a maquiladoras como Moda Maya S.A. de C.V. y Avi de México S.A. de C.V.
- Parque industrial Burlington, está asentado en el municipio de Yecapixtla y fue fundado en 1999, cuenta con 20 ha de superficie y en éste se encuentran empresas como Casimires Burlmex, S. A. de C. V., Cone Denim Yecapixtla, S.A. de C.V. e Hilos de Yecapixtla S.A. de C.V.

Existen industrias como la planta de cemento de Corporación Moctezuma S.A.B. de C.V. que se ubica en Tepetzingo, en el municipio Emiliano Zapata; la fábrica de papel Unipak S.A. de C.V. en la zona de Las Quintas del municipio de Cuernavaca; la fábrica de neumáticos Bridgestone de México S.A. de C.V., en la autopista México-Acapulco del municipio de Cuernavaca; Fomento Económico Mexicano, S.A.B. DE C.V (FEMSA) en el municipio de Temixco; el Corporativo Azucarero Emiliano Zapata, S. A. de C.V., el más importante por su producción, en el municipio de Zacatepec, y el Ingenio Central Casasano, S.A de C.V. en el municipio de Cuautla.

Todas estas zonas industriales generan emisiones a la atmósfera, tanto por el consumo de combustibles como por los diversos procesos productivos que se realizan en sus instalaciones.

En el estado de Morelos la extracción de minerales no metálicos se realiza en gran parte de su territorio. En las calizas de la formación Morelos[2] se asientan 122 plantas, entre las cuales se encuentran: la cementera en el municipio de Emiliano Zapata; caleras y plantas de trituración para agregados pétreos y carbonato de calcio en Jiutepec, Yautepec y Emiliano Zapata; 88 plantas para la calcinación de yeso en Tilzapotla, municipio de Puente de Ixtla y en Axochiapan; y bancos de basalto, tezontle y otros materiales en las áreas adyacentes a Cuernavaca.

Siendo la producción de minerales una actividad económica importante en la entidad (SE-SGM, 2014), su explotación a cielo abierto genera impactos ambientales y contaminación del aire, principalmente por la emisión de partículas.

1.3.3. POBREZA Y REZAGO SOCIAL

De acuerdo a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la pobreza en Morelos se ha incrementado. En 2014 en el estado de Morelos se registró un porcentaje de familias bajo la línea de pobreza igual a 52.27%, más de 6 puntos porcentuales mayor que el promedio nacional que fue de 46.16% (OECD, 2017).

Al interior del Estado, los indicadores de rezago social[3] señalan que los problemas sociales son mayores en los municipios ubicados fuera de las zonas metropolitanas (ZM), y se concentran sobre todo en la parte oriental del Estado. Sin embargo, el indicador muestra que no hay municipios con rezago social alto y muy alto (Tabla 6).

Tabla 6. Grado de rezago social a nivel municipal en el estado de Morelos, 2015.

Municipio	2015	Municipio	2015
Amacuzac	Bajo	Temixco	Bajo
Atlatlahucan	Bajo	Tepalcingo	Bajo
Axochiapan	Medio	Tepoztlán	Bajo
Ayala	Bajo	Tetecala	Bajo
Coatlán del Río	Bajo	Tetela del Volcán	Medio
Cuautla	Bajo	Tlalnepantla	Medio
Cuernavaca	**Muy bajo**	Tlaltizapán	Bajo
Emiliano Zapata	Bajo	Tlaquiltenango	Bajo
Huitzilac	Bajo	Tlayacapan	Bajo
Jantetelco	Bajo	Totolapan	Medio
Jiutepec	**Muy bajo**	Xochitepec	Bajo
Jojutla	Bajo	Yautepec	Bajo
Jonacatepec	Bajo	Yecapixtla	Bajo
Mazatepec	Bajo	**Zacatepec**	**Muy bajo**

[2] Esta formación está compuesta por una interestratificación de capas de caliza y caliza dolomítica, con lentes y nódulos de pedernal y fragmentos de fósiles silicificados formados por montículos arrecifales y biostromas discontinuos de rudistas en calizas micríticas (Fries, 1960).

[3] El Índice de Rezago Social es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales. Se distribuye en cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, (http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx).

Municipio	2015	Municipio	2015
Miacatlán	Medio	Zacualpan	Bajo
Ocuituco	Medio	Temoac	Bajo
Puente de Ixtla	Bajo		

Fuente: CONEVAL, 2016

Como podemos ver en la tabla anterior Cuernavaca, Jiutepec y Zacatepec son los municipios con el menor grado de rezago social en la entidad.

Por otro lado, de acuerdo al Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social en el estado de Morelos que genera la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), destaca la reducción consistente del rezago educativo, de la carencia por acceso a los servicios de salud y de las carencias asociadas a la calidad, espacios y servicios básicos en la vivienda en el periodo comprendido entre 1990 y 2015 (SEDESOL, 2017).

El porcentaje de personas que vive en pobreza, es un problema social grave y es señal de exclusión de la economía. Las familias con menores ingresos y con poco acceso a los servicios de salud se encuentran dentro de los grupos considerados vulnerables a la contaminación atmosférica (Sandra Treviño-Siller et al, 2005).

1.3.4. CONSUMO ENERGÉTICO

En los últimos 20 años (1996-2016) ha crecido el consumo de petrolíferos en el estado de Morelos, la Secretaría de Energía (SENER) apunta que en el caso de las gasolinas el aumento es del 58% y del diésel es del 56% (Figura 19).

Este consumo de gasolina y diésel puede asociarse, entre otras cosas, con el crecimiento del 200% de los vehículos automotores durante el periodo 2005 – 2014. De acuerdo con el Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos 2014 del estado de Morelos, este aumento del parque vehicular y del consumo de combustibles se asocia con un mayor volumen de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

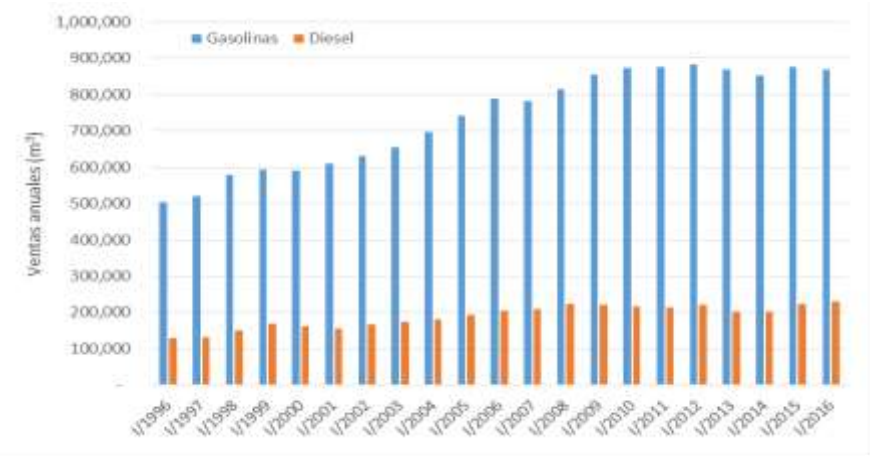


Figura 19. Consumo de petrolíferos en el estado de Morelos 1996-2016
Fuente: Elaboración propia con información de SIE, 2017.

En el caso del consumo de gas licuado de petróleo (GLP), la SENER señala que su consumo fue fluctuante entre 2006 y 2015, y con cierto patrón decreciente entre 2013 y 2015 (Figura 20); probablemente por el consumo de otro tipo de combustible en la entidad como puede ser el gas natural. De acuerdo a lo reportado por SENER en la Prospectiva de Gas Natural 2016-2030, el consumo de gas natural en la entidad ha ido en aumento a partir de 2012 (SENER, 2016).

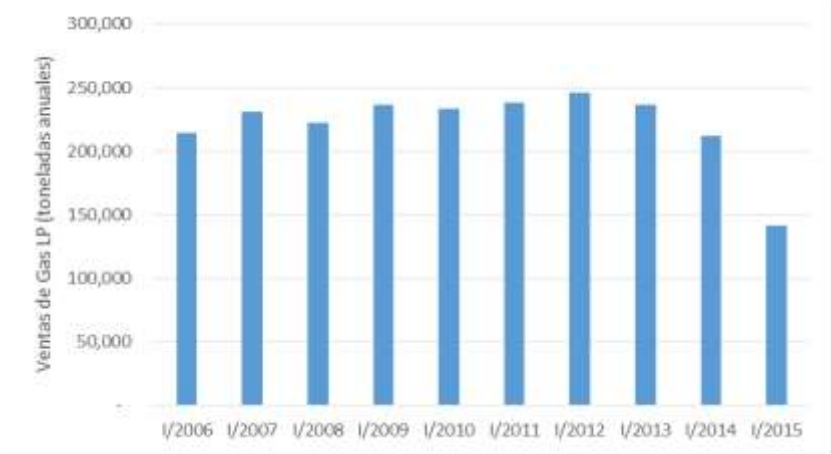


Figura 20. Consumo de gas licuado de petróleo en el estado de Morelos 2006-2015
Fuente: Elaboración propia con información de SIE, 2017.

Con respecto al consumo de energía eléctrica del Estado, éste aumentó en un 72.4% del 2002-2016, mientras que el número de usuarios aumentó en un 58.5% en el mismo periodo (Figura 21).

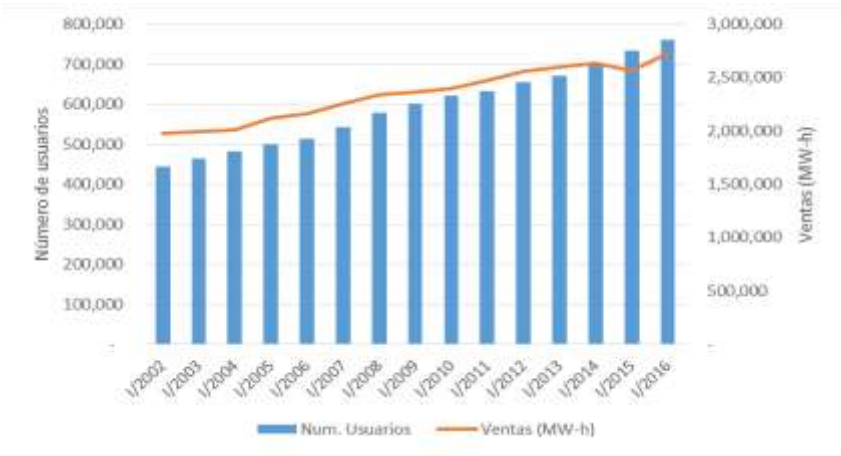


Figura 21. Usuarios y consumo de energía eléctrica en el estado de Morelos 2002-2016
Fuente: Elaboración propia con información de SIE, 2017.

En términos de la planificación para el consumo de energía en el estado de Morelos, la Comisión Federal de Electricidad (CFE, 2014) realiza el Proyecto Integral Morelos para construir dos centrales de ciclo combinado (CC), denominadas como Centro (capacidad bruta de 658 MW) y Centro II (capacidad bruta de 660 MW), las cuales se ubicarán en el sitio denominado Huexca en el municipio de Yecapixtla.

También se planifica un sistema para el transporte de gas natural, denominado Gasoducto Morelos que tendrá un diámetro de 30 pulgadas, una capacidad de 320 Mpcd y una longitud de 160 km que comprende desde La Magdalena Soltepec en Tlaxcala hasta Yecapixtla en Morelos.

Asimismo, se planifica instalar una línea de transmisión de energía eléctrica para ampliar la infraestructura de generación y suministro de energía.

Entre las acciones concluidas que buscan satisfacer las necesidades de energía del Estado, en mayo de 2016 se inauguró la primera planta de cogeneración de energía localizada en el relleno sanitario "La Perseverancia" en el municipio de Cuautla. Dicha planta genera 4 MW de energía eléctrica a partir del biogás que produce la descomposición de los desechos, mitigando la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

1.4. MOVILIDAD Y DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE

El desarrollo urbano sustentable es un modelo de organización y ordenamiento del territorio que tiene como propósito mejorar la calidad de vida de los ciudadanos; éste promueve una movilidad y un transporte con poco impacto al ambiente; y el buen funcionamiento del modelo depende de todos los ámbitos de la sociedad.

En la práctica, el propósito es crear ciudades compactas, conectadas, integradas e incluyentes, pensadas y planeadas para las personas y no para el automóvil (ONU-Hábitat, 2015).

Esta perspectiva de movilidad urbana sustentable se contrapone a considerar como indicador de desarrollo económico al índice de motorización, que entre más vehículos haya mejor, dando lugar a problemas de movilidad y al uso irracional del automóvil, cuando el transporte público debería ser la columna vertebral de la movilidad en las ciudades. En este sentido, la eficiencia de la movilidad debe estar dada por la calidad de los viajes en transporte público, la accesibilidad universal, la intermodalidad y la sustentabilidad.

Otro indicador de movilidad urbana sustentable es el tiempo que invierten las personas para realizar sus actividades cotidianas. Cuando la oferta y los usos del transporte no son variados aunque las distancias sean cortas, la gente puede llegar a invertir una gran cantidad de tiempo en transportarse.

Un factor de competitividad en cuanto a infraestructura se refiere a la implementación (en las ciudades de más de 500 mil habitantes) de sistemas integrados de autobuses o BRT, siendo una prioridad en la Estrategia de Movilidad Urbana Sustentable en SEDATU y en el Programa Institucional de BANOBRAS 2014-2018 (ONU-Hábitat, 2015).

En este contexto, el Plan Nacional de Desarrollo que se implementa en México incorpora una visión sustentable a futuro para el desarrollo urbano y, a nivel estatal, Morelos cuenta con un Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018 (PED) que precisa como ejes rectores los siguientes:

1. Morelos Seguro y Justo
2. Morelos con Inversión Social para la Construcción de Ciudadanía
3. Morelos Atractivo, Competitivo e Innovador.
4. Morelos Verde y Sustentable.
5. Morelos Transparente y con Democracia Participativa.

Dentro del eje 4 "Morelos Verde y Sustentable" se aborda el diagnóstico sobre el transporte y la movilidad en Morelos y las medidas a implementar para atenderlo.

1.4.1. MOVILIDAD EN EL ESTADO DE MORELOS

En el PED se indica que en las principales ciudades del Estado la infraestructura vial está rebasada por el tamaño de sus poblaciones. El exceso de unidades del servicio público y de vehículos particulares en circulación genera conflictos viales complicando la movilización de las personas y de materiales.

En cuanto al transporte público, el PED refiere que la presencia de vehículos que sobrepasan la edad promedio recomendada (10 años), que son de grandes dimensiones, y con carrocerías en mal estado, incrementa el riesgo de accidentes por fallas mecánicas y generan importantes emisiones a la atmósfera. En este sentido, se requiere la renovación de dichos vehículos e incorporarlos a un sistema de transporte masivo y moderno.

El PED menciona que en relación al equipamiento de la red de transporte, existe una falta de señalamientos, información e infraestructura en los paraderos de ascenso y descenso de personas y, no existe transporte para personas con discapacidad. Asimismo, se carece de lugares para encierro de vehículos de transporte público y, al exceso de vehículos en circulación existente en las vialidades principales, se suma una cantidad importante de vehículos del servicio foráneo.

Por otro lado, los conductores del transporte público proporcionan un mal trato al usuario, conducen en exceso de velocidad y abusan en el cobro de la tarifa. El hecho de que los concesionarios no tienen control del ingreso y su mentalidad hombre-camión frena su desarrollo como empresas, resaltando la falta de compromiso y responsabilidad con los usuarios. En 2016 se realizó el Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) para la Zona Metropolitana de Cuernavaca, por medio del cual se pretende aprovechar el potencial de los municipios (turístico e histórico) para planear integralmente el crecimiento urbano, y se busca intensificar la implementación de zonas peatonales, desarrollar la infraestructura peatonal, ciclista, de transporte urbano y de transporte privado, asegurando una mayor conectividad, accesibilidad y seguridad vial, y con ello, incrementar el porcentaje de viajes que se realizan a pie y en bicicleta en la ZM de Cuernavaca (actualmente es de 0.3% del total de viajes).

El Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable municipal debe atender desde las construcciones ilegales en zonas de riesgo (barrancas), hasta las zonas distantes y desconectadas, y la heterogeneidad asociada con la normatividad y la ausencia de una visión integral en el uso de suelo municipal. También debe atender y supervisar las zonas de prevención ecológica.

A través de la gestión del PIMUS se espera tener una ciudad mejor planeada, respetuosa del ambiente y que haga un uso eficiente de los recursos energéticos empleados por el transporte motorizado para satisfacer viajes locales y foráneos. Al mismo tiempo se busca impulsar un esquema de planeación de transporte público para la ZM de Cuernavaca bajo estándares de movilidad ordenada y sustentable.

Con ello se espera tener impacto en el volumen de contaminantes que se emiten a la atmósfera por parte de las fuentes móviles.

EcoZona de Cuernavaca

Las ecozonas o zonas de baja emisión (LEZ por sus siglas en inglés, Low Emission Zone) se establecen en zonas urbanas y donde los vehículos son generalmente la principal fuente de emisión. El objetivo es reducir las emisiones de contaminantes al aire de fuentes móviles, mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población que vive, transita o se recrea en la zona. Esto se logra limitando la entrada a los vehículos en función de sus emisiones contaminantes. Dicha política se ha implementado de forma exitosa en ciudades como Berlín.

En el estado de Morelos se estableció una Ecozona en el perímetro del Centro Histórico de Cuernavaca con una superficie de 2 km^2. De acuerdo a un estudio elaborado por el Centro Mario Molina (2016) la Ecozona tiene una población de 27,000 personas presentes diariamente (6,000 residentes y 21,000 empleados) y es un gran atractor de viajes frecuentes. Más del 50% de las personas visita la Ecozona en transporte público, 30% acude caminando y sólo 8% en vehículos particulares. Existe una sobreoferta de unidades de transporte público, en ocasiones hasta 5 veces superior a la cantidad de viajes demandada, y una parte importante de la flota vehicular del transporte público (59%) ha superado su vida útil. Asimismo, 76% de los tramos de banqueta en la zona se califican de regular a malo y la infraestructura de acceso universal es prácticamente nulo. Existe una gran cantidad de estacionamientos de bajo costo que incentiva el uso del automóvil. A partir de dicho estudio se confirmó la necesidad y factibilidad de instrumentar dicha política en la ciudad de Cuernavaca tomando en cuenta las siguientes acciones:

- Limitar el flujo de vehículos en la zona y dar prioridad a los modos de transporte no motorizados y al transporte colectivo.
- Reordenar y modernizar el transporte público para que se convierta en una opción digna, eficiente y no contaminante de movilidad.
- Desincentivar el uso del auto particular, por ejemplo, a través de tarifas de estacionamiento y parquímetros disuasivas.
- Habilitar vías alternas de circulación con vistas a desahogar el centro de la ciudad de viajes que sólo cruzan en tránsito hacia otro destino.
- Reparar y ensanchar las banquetas, crear corredores peatonales y la señalización adecuada que asegure la tranquilidad y seguridad de todos los transeúntes, en particular de aquellos con una discapacidad y de los ciclistas.
- Difundir los beneficios de la zona de baja emisión.
- Aplicación gradual de estas medidas no sólo en el Centro Histórico sino en la ZM de Cuernavaca.

Como paso inicial para limitar el flujo de vehículos en la Ecozona se pretende realizar de forma más estricta la vigilancia de la verificación vehicular. Como segundo paso se propone restringir la entrada a los vehículos en función de sus emisiones, y en este sentido, en función del holograma con que cuentan. Es decir, se restringirá la entrada, en primer lugar a los vehículos con holograma 2 y después a los que cuentan con el holograma 1.

La Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y las autoridades ambientales del Estado con apoyo de la Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) desarrollaron una línea base de exposición personal a los contaminantes atmosféricos para la población que habita, trabaja o transita en esta Ecozona con el objetivo de evaluar el impacto de las medidas a implementar (ver Tabla 17 Capítulo 2).

1.4.2. VÍAS DE COMUNICACIÓN

Morelos es uno de los estados mejor comunicados del país, su densidad carretera es mayor a la nacional, en proporción a la superficie de la entidad (0.4 km/km^2), y cubre a la mayoría de las comunidades (SCT, 2009). Esta infraestructura carretera posibilita que se desarrollen actividades sociales y productivas, y que se distribuyan bienes y servicios.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Morelos 2015, la infraestructura de comunicación en el año 2014 constaba de 2,401 km de carreteras, 259 km de vías férreas, un aeropuerto internacional y 9 aeródromos (Tabla 7, Figura 22).

Tabla 7. Infraestructura vial en el estado de Morelos, 2014

Longitud de la red carretera (Km)	**2,401**
- Troncal federal	433
- Alimentadoras estatales	1,134
- Caminos rurales	402
- Brechas mejoradas	432
Vías Férreas (Km)	**259**
- Troncales y ramales	228
- Secundarias	22
- Particulares	9
Aeropuertos	
- Internacional	1
- Aeródromos	9

Fuente: INEGI, 2015.

El aumento de la cobertura carretera del Estado, entre otros aspectos, representan uno de los factores indispensables para el desarrollo de la actividad productiva a fin de crear una mayor conexión del territorio estatal y reduce los costos de transacción y transporte. Tanto el sector público como el sector privado juegan un papel importante en la creación de infraestructura básica, pues ante la falta de recursos disponibles del gobierno se deben buscar alternativas para lograr la colaboración del sector privado de tal manera que se convierta en parte activa en el desarrollo de obras y servicios públicos. En este sentido toman importancia las asociaciones público - privadas y las concesiones de obra pública. Sin embargo, esto también trae como consecuencia el aumento de flujo vehicular, con lo cual existe mayor consumo de combustible y una mayor generación de emisiones contaminantes a la atmósfera. En los hechos el índice de motorización en la entidad cambió de 7 habitantes por vehículo en 1990 a 3 habitantes por vehículo en el 2015 (INEGI, 2015).

Las vías de comunicación del estado de Morelos se complementan con 27 terminales para el autotransporte federal y siete unidades de verificación de condiciones físico mecánicas.

Las vías férreas que atraviesan el Estado conectan al Parque Industrial Cuautla y Yecapixtla Burlington, con empresas de esa región y otras que se asientan en Guerrero y Puebla, lo que reduce los costos de logística y transporte de mercancías, y permite la conectividad del corredor interoceánico Golfo-Pacífico y la red ferroviaria nacional.

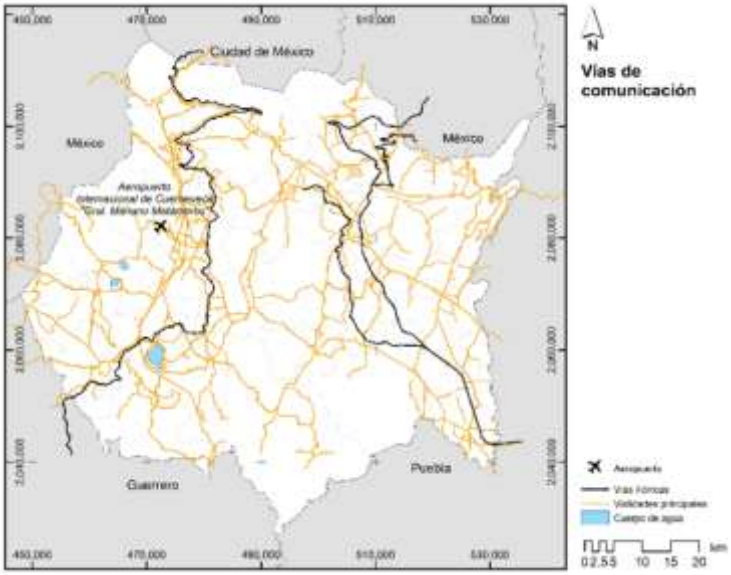


Figura 22. Vías de comunicación en el estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

Las empresas que cuentan con el servicio ferroviario son las siguientes: Saint Gobain, Burlington, Nissan, Cementos Moctezuma, Relleno Sanitario "La Perseverancia" de Cuautla, Cementos Cruz Azul, Bachoco, Continental Automotrive, Grupack, Magna Autotek, Malta Cleyton.

El Aeropuerto Internacional General Mariano Matamoros o Aeropuerto Internacional de Cuernavaca, se localiza a 16 kilómetros de Cuernavaca, en el municipio de Temixco. El aeropuerto cuenta con una pista de 3.8 kilómetros de longitud que permite la operación de aviones modernos de pasajeros y de carga. Actualmente el aeropuerto ofrece los servicios de aviación privada, la renta de hangares así mismo como el servicio de carga a cualquier parte del país; y no ofrece vuelos comerciales.

1.5. REGIONALIZACIÓN Y ZONAS METROPOLITANAS DEL ESTADO DE MORELOS

En la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA) se considera que hay 67 cuencas atmosféricas en México, las cuales son regiones geográficas que están delimitadas parcial o totalmente por obstáculos de origen natural como líneas costeras o formaciones montañosas, dentro de éstas se modifica la circulación general del viento, dando lugar a la formación de vientos locales que influyen en la dispersión de contaminantes emitidos en la propia cuenca o que se emiten por fuentes exógenas (SEMARNAT, 2017).

En el estado de Morelos, existen dos cuencas atmosféricas, la de Cuernavaca y la de Cuautla (SEMARNAT, 2017), sin embargo falta un estudio específico para determinar las características de las mismas.

En este sentido, se decidió considerar la gestión de la calidad del aire en el ProAire desde un enfoque regional y de zonas metropolitanas que a continuación se describe. Sin

embargo, como acción en dicho Programa se considerará el estudio de las cuencas atmosféricas en Morelos.

1.5.1. REGIONALIZACIÓN

En el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012 (POEDU), el Estado se divide en cinco regiones de acuerdo con la dinámica funcional de los municipios que las conforman (Gobierno del Estado de Morelos, 2007), su ubicación geográfica, su correlación espacial, su infraestructura vial y su economía (Figura 23).

Región Centro-Poniente: integrada por los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Tepoztlán, Huitzilac, Jiutepec, Temixco y Xochitepec, los cuales concentraron hasta el año 2015 a cerca de 931,255 habitantes, el 48.92% de la población total de la entidad. Esta región concentra los servicios y equipamientos de mayor nivel y cantidad proporcional a las otras concentraciones urbanas, además de contar con la mejor infraestructura.

En esta región se desarrollan actividades propias del sector terciario enfocadas a la prestación de servicios; los municipios de Cuernavaca, Jiutepec y Emiliano Zapata, también presentan una actividad importante del sector secundario, ubicándose la principal zona industrial de la entidad. A excepción de Tepoztlán, el resto de los municipios ha reducido su participación en el sector primario.

Región Centro-Oriente: Articulada por los municipios de Cuautla, Atlatlahucan, Ayala, Tlayacapan, Tlalnepantla, Totolapan, Tetela del Volcán, Ocuituco, Yautepec y Yecapixtla. Esta región tiene una extensión territorial de 995.6 km^2 y concentra a 533,877 habitantes, por lo que es considerada la segunda concentración urbana más importante del Estado.

Esta región se especializa en dos sectores, el primario en los municipios de Tetela del Volcán, Tlalnepantla y Totolapan; y el sector terciario destacando en los municipios de Cuautla, Tlayacapan y Yautepec, los cuales son los de mayor atractivo turístico.

Cabe mencionar que la segunda zona industrial más importante del estado se localiza en esta región, así como la presencia de la industria de alimentos y bebidas y la industria textil.

Región Sur: concentra a los municipios de Amacuzac, Jojutla, Puente de Ixtla, Tlaltizapán, Zacatepec y Tlalquiltenango, los cuales tienen potencial turístico. Cuenta con 263,441 habitantes que representan el 13.84% de la población estatal, en una extensión territorial de 1,414.8 km^2 equivalente al 28.53% de la superficie de la entidad.

Esta región se enfoca en actividades propias del sector terciario, en ella se concentran los balnearios de mayor atractivo en el Estado. El sector primario destaca por el cultivo de: caña de azúcar, arroz, cebolla, sorgo, jitomate, maíz y frijol; además de importantes viveros de árboles frutales, plantas y flores de ornato.

Finalmente es importante mencionar que en esta región sólo se cuenta con una industria del sector alimentos y bebidas.

Región Poniente: Esta región de 435.4 Km^2 está conformada por los municipios de Coatlán del Río, Mazatepec, Miacatlán y Tetecala; en su conjunto aloja a 54,220 habitantes.

Lo más destacado en la región es el desarrollo del sector primario por sus cultivos florales y frutales, entre las que destacan las palmeras, variedades de mango, mamey rojo, chicozapote, zapote prieto, aguacate, guanábana, tamarindo, entre otros. Así como el cultivo de caña de azúcar, maíz y sorgo principalmente.

Región Oriente: Incluye a los municipios de Axochiapan, Jantetelco, Jonacatepec, Zacualpan, Temoac y Tepalcingo, cubre una extensión de 810.6 km^2 y alberga a 121,018 habitantes, el 16.35% de la población estatal.

En esta región se desarrolla el sector primario, especialmente los cultivos de maíz, sorgo, cacahuate y cebolla; destacando el municipio de Temoac como productor de amaranto.

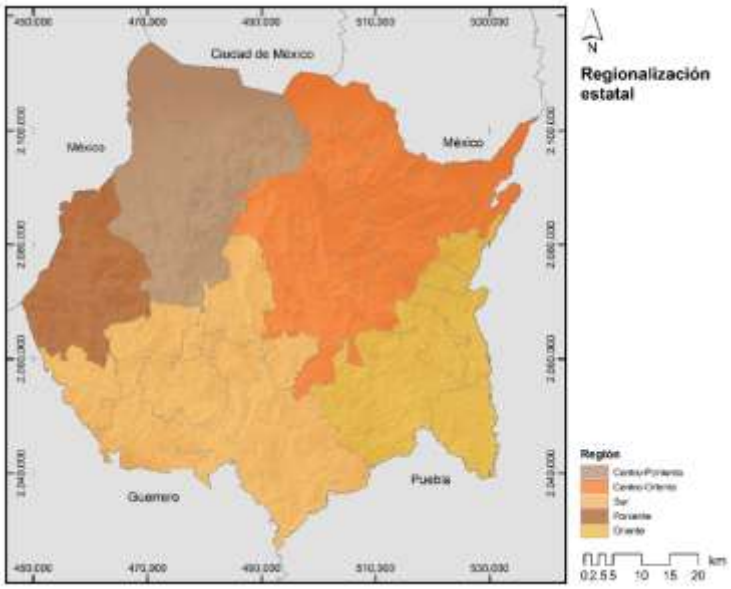


Figura 23. Regionalización del estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI.

1.5.2. ZONAS METROPOLITANAS

Las ZM son ciudades en las que se conjuntan dos o más municipios que suman 50 mil o más habitantes, por lo que su área urbana, funciones y actividades rebasan los límites municipales e integran una sola entidad socioeconómica (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012).

De acuerdo con la SEDESOL, en el estado de Morelos se conforman dos ZM, Cuernavaca y Cuautla (SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012); por su parte, el Gobierno del Estado reconoce también a Jojutla como ZM desde el año 2014 (CEPM, 2014), (Tabla 8 y Figura 24).

Tabla 8. Zonas metropolitanas del estado de Morelos

Zona Metropolitana	Municipios	Población 2015	Superficie (Km^2)
ZM de Cuernavaca	Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco, Tepoztlán, Tlaltizapán, Xochitepec	983,365	1,189.9

Zona Metropolitana	Municipios	Población 2015	Superficie (Km^2)
ZM de Cuautla	Cuautla, Atlatlahucan, Ayala, Tlayacapan, Yautepec, Yecapixtla	475,441	979.6
ZM de Jojutla	Amacuzac, Coatlán del Río Jojutla, Mazatepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Tetecala, Tlaquiltenango y Zacatepec.	265,551	1,608.5

Fuente: SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012.; CEPM, 2014

En 2015 la ZM de Cuernavaca tenía 983,365 habitantes, el 52% del total del Estado, y una tasa de crecimiento anual de 4.1% cuando el promedio estatal de la última década fue de 2.6%. La ZM de Cuautla reunía a 475,441 habitantes, el 25% de la población del Estado y crecía a una tasa del 2.8% anual. Finalmente la ZM de Jojutla concentraba el 14% de la población del Estado (265,551 habitantes) y crecía con una tasa del 1.28% anual.

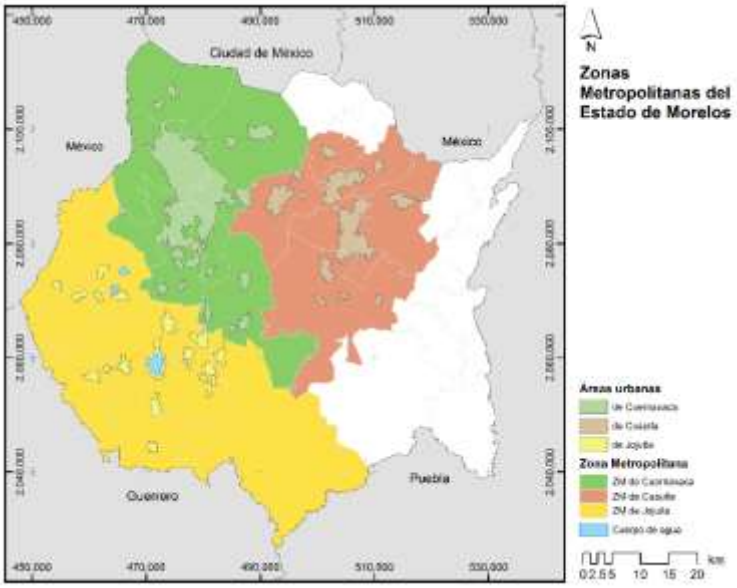


Figura 24. Zonas metropolitanas del estado de Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de INEGI.

Las actividades económicas en las zonas metropolitanas, tienen similitudes con las regiones de la sección anterior. En el caso de la ZM de Cuernavaca equivale en su mayoría a los municipios de la Región Centro-Poniente, las principales actividades son del sector de servicios y el crecimiento del sector secundario (industria manufacturera).

La ZM de Cuautla, corresponde en su mayoría a la Región Centro-Oriente, donde la actividad económica principal es el sector terciario (servicios), así como la segunda zona industrial principal.

Finalmente la ZM de Jojutla, que corresponde a las regiones sur y poniente, es una zona mixta donde las actividades económicas principales son del sector terciario por sus actividades turísticas y el sector primario por su agricultura.

1.6. MARCO JURÍDICO E INSTITUCIONAL EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS

La gestión de la calidad del aire y el cambio climático se vinculan debido a que las fuentes de emisión de los contaminantes atmosféricos son similares, y ambos tienen impactos en el ecosistema y en la salud pública.

Existen contaminantes y compuestos forzantes del clima que pueden reducirse y controlarse simultáneamente, mitigando los efectos del cambio climático y abatiendo los problemas de contaminación del aire a nivel local y de salud pública (SEMARNAT, 2013a).

En esta condición se encuentran los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) como el carbono negro (CN), el metano (CH_4), el ozono troposférico (O_3) y algunos hidrofluorocarbonos (HFC). A diferencia del dióxido de carbono (CO_2), cuyo tiempo de vida en la atmósfera puede llegar hasta cientos de años, el tiempo de vida de los CCVC es relativamente corto y puede comprender desde días hasta décadas.

En la Figura 25 se muestra la interacción de los contaminantes criterio, los contaminantes de vida corta y los GEI.

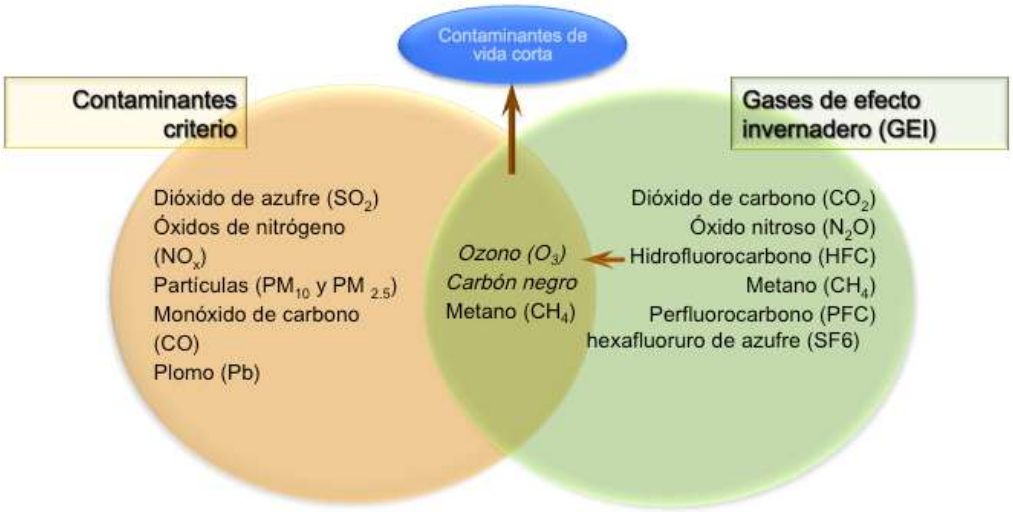


Figura 25. Relación de contaminantes criterio, contaminantes climáticos de vida corta y GEI
Fuente: CINPRO, 2017 con información de SEMARNAT, 2013c.

A continuación se hace una revisión de los instrumentos jurídicos y de planeación que contemplan la gestión de los contaminantes atmosféricos criterio, los GEI y los CCVC. Estos instrumentos son importantes ya que servirán de respaldo jurídico para sustentar las medidas a implementar en materia de calidad del aire.

1.6.1. ACUERDOS E INSTRUMENTOS INTERNACIONALES APLICABLES A NIVEL NACIONAL

Entre los acuerdos e instrumentos internacionales relacionados con calidad del aire y en los cuales México participa se encuentran: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), la Coalición de Clima y Aire Limpio, el Acuerdo de París, y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Cabe mencionar que los convenios o tratados internacionales en los que se reconocen derechos humanos, y entre los que se encuentran los mencionados anteriormente, al ser ratificados por el Senado de la República tienen el nivel de Ley General, por lo que los Estados y los Municipios deben cumplir con las obligaciones establecidas en estos convenios, sin menoscabo de los instrumentos nacionales.

1.6.2. ANÁLISIS JURÍDICO EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS.

1.6.2.1. MARCO LEGAL REGULATORIO FEDERAL Y ESTATAL EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE

El mejoramiento de la calidad del aire en Morelos se fundamenta en el Artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que establece que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar” (DOF, 2016). Para dar cumplimiento a este precepto constitucional, México cuenta con diversos ordenamientos jurídicos, entre los que destaca la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus reglamentos (Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC)).

La LGEEPA, establece la distribución de facultades a los tres órdenes de gobierno en lo relacionado en los artículos 5°, 7° y 8°(DOF, 2017a).

El establecimiento de programas para la reducción de emisión de contaminantes a la atmósfera está establecido en el artículo 111 de la LGEEPA, el cual otorga facultades a la SEMARNAT para 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 área, zona o región del territorio nacional.

Para los gobiernos de los Estados y Municipios, el artículo 112 de la LGEEPA define las facultades para controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción local, aplicar los criterios generales para la protección a la atmósfera en los planes de desarrollo urbano de su competencia, establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación, sistemas de monitoreo de la calidad del aire, regular las emisiones del transporte público, implementar las medidas necesarias para evitar contingencias ambientales por contaminación atmosférica y aplicar las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que expida la Federación para establecer programas de gestión de calidad del aire.

Para dar cumplimiento a lo establecido en la Constitución y en la LGEEPA, el Gobierno del estado de Morelos cuenta con la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos (CPELSM), la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (LEEPAEM), y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación generada por los Vehículos Automotores que circulan por el Estado.

La CPELSM establece en su artículo 85-d, que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. También se establece que el Estado garantizará que el desarrollo en la entidad sea integral y sustentable.

Por su parte la LEEPAEM, en su artículo 120, otorga facultades al Gobierno Estatal y a los Municipios para controlar la contaminación del aire en los bienes y zonas de jurisdicción estatal, así como en fuentes fijas tales como establecimientos industriales, comerciales y de servicios, establecer los sistemas de monitoreo y formular y aplicar programas de gestión de calidad del aire.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos (LDFSEM), inciden de manera directa sobre la calidad del aire, ya que su objetivo es regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos. La calidad del aire y los bosques están estrechamente relacionados en ambos sentidos, por una parte, la mala calidad del aire provoca acidez en el ecosistema lo que genera pérdida de nutrientes para los bosques y, por otra parte, los bosques ayudan a evitar la erosión del suelo, retienen partículas, y secuestran carbono.

En la Figura 26 se presenta un esquema general del marco regulatorio de la Federación y del Estado. La existencia o carencia de instrumentos jurídicos para una adecuada gestión de la calidad del aire se presenta en el Anexo I.

Figura 26. Esquema del marco legal federal y estatal en materia de calidad del aire.
Fuente: Propia con información nacional y del estado de Morelos.

En cuanto a la normatividad en materia de atmósfera, tanto a nivel nacional como en el estado de Morelos, se consideran las NOM elaboradas por SEMARNAT, que regulan las emisiones contaminantes provenientes de fuentes fijas y fuentes móviles y su medición. En materia de salud ambiental, las NOM que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes atmosféricos se definen por la Secretaría de Salud (SSA).

Actualmente, para el control y regulación de las emisiones contaminantes hay 14 NOM dirigidas a las fuentes fijas y nueve a las fuentes móviles; también hay una NOM para realizar el monitoreo de calidad del aire y una más para regular la calidad de los combustibles que se consumen a nivel nacional. En el Anexo I, se presentan las NOM vigentes en materia de calidad del aire y prevención de la contaminación atmosférica.

A nivel municipal el marco regulatorio en materia de calidad del aire es inconsistente, debido a que en algunos municipios hay un mayor número de instrumentos en comparación de otros (Ver Anexo I); la atención de los vacíos legales que representa esta situación debe ser prioritaria ante los procesos de expansión metropolitana que presenta el Estado.

1.6.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN NACIONALES Y ESTATALES

Los instrumentos de planeación nacionales y estatales son la base para regir las acciones de los gobiernos durante los períodos de administración. En ese sentido, se fijan las prioridades nacionales y estatales y se establecen las estrategias y líneas de acción necesarias para la ejecución y cumplimiento de sus metas.

Los instrumentos regulatorios en materia de calidad del aire, se ven fortalecidos por instrumentos de planeación nacional y estatal.

A nivel federal inciden en materia de calidad del aire: el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT), la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA), la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), y el Programa Especial de Cambio Climático (PECC).

En el marco del PND 2013-2018, la elaboración del ProAire de Morelos forma parte de la meta nacional sobre “Un México Próspero” que promueva el crecimiento sostenido de la productividad en un clima de estabilidad económica enfocada a generar innovación y crecimiento en sectores estratégicos (DOF, 2015).

Con el PROMARNAT 2013-2018, se impulsa y orienta un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve el patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo. Busca detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo (DOF, 2013b).

Por su parte, la ENCA 2017-2030 es una herramienta de planeación que orienta y coordina acciones entre diferentes instancias gubernamentales para controlar, mitigar y prevenir la emisión de contaminantes a la atmósfera en ambientes rurales y urbanos, con proyección al año 2030.

La ENCC visión 10-20-40, es el instrumento de planeación que define la visión de largo plazo y que además rige y orienta la política nacional en materia de cambio climático estableciendo prioridades nacionales. Esta Estrategia es un paso fundamental en la instrumentación de la LGCC y muestra el avance del país en el cumplimiento de sus compromisos internacionales (SEMARNAT, 2013a).

El PECC 2014-2018, establece los objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación, investigación, así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones y de resultados, de acuerdo con la ENCC (DOF, 2014d).

A nivel estatal inciden: el Plan Estatal de Desarrollo (PED), el Programa Sectorial de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos, el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM), el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos (PEACCMOR), y el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el Estado de Morelos (PVVO) (Figura 27).

En cuanto a los instrumentos de planeación en el Estado, el eje rector lo establece el PED, donde se define la visión del gobierno, el diagnóstico de la situación económica y social en los ámbitos estatal, regional y sectorial, los principios y valores sobre los cuales se cimentarán las acciones y las decisiones, las prioridades del desarrollo integral del estado, los objetivos y las estrategias para alcanzar éstos. En el eje rector “Morelos verde y sustentable” se promueve el uso extensivo de tecnologías que fomenten el respeto por el ambiente, el uso ordenado de agua, energías limpias y el reciclado de desechos sólidos.

Con el POEREM se promueve y regula el uso del suelo en la Entidad, sin dejar de lado las cuencas hidrológicas, por lo que se articulan a nivel regional y municipal medidas de mitigación para anular o compensar ambientes adversos que incluyan la participación de los sectores productivos y la sociedad en el proceso de ordenamiento ecológico del Estado, dándoles a éstos y al ordenamiento territorial el carácter de instrumentos de planeación estratégicos para la Entidad.

El PEACCMOR tiene por objeto coordinar e impulsar acciones públicas en el Estado, para contribuir a las metas nacionales de mitigación y prevenir los riesgos e impactos previsibles del cambio climático, mediante el establecimiento de estrategias de adaptación; establece además, las bases conceptuales y científicas, así como el marco de acción que permitirá integrar y fomentar la participación de los sectores público y privado, además de la sociedad civil, en el diseño de estrategias de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación frente a los impactos del cambio climático. Está estrechamente vinculado con el ProAire por tener fuentes de emisión a mitigar similares.

El PVVO regula las emisiones contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación a través de su medición semestral, de acuerdo con las NOM y las leyes o decretos que emita el Gobierno Federal y Estatal para tal efecto.

Figura 27. Esquema de instrumentos de planeación nacionales y estatales en materia de calidad del aire.

Fuente: Propia con información nacional y estatal

Entre los instrumentos estatales que, si bien no están directamente relacionados con la gestión de calidad del aire, inciden en materia de prevención y mitigación de emisiones a la atmósfera, se encuentran:

El POEDU como un instrumento que determina las formas de coordinación y participación de los diferentes grupos sociales que intervienen en el desarrollo urbano en la entidad.

En términos de movilidad urbana sustentable, el Estado busca contar con el Sistema Integrado de Transporte Masivo previsto por la Ley de Transporte del estado de Morelos; así como con el PIMUS para la ZM de Cuernavaca.

La Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos (EGIR), busca valorizar los residuos sólidos urbanos generados mediante un sistema enfocado en la producción de energía alternativa, mejoradores de suelo y promoción del reciclaje, evitando así las quemas de basura que afectan la calidad del aire.

En virtud de las necesidades actuales de atención coordinada entre el Gobierno Federal, los Estados y la Ciudad de México, para atender la problemática de la calidad del aire y otros temas ambientales en el centro del país, fue necesario incorporar a las entidades que intervienen en la generación de dicha contaminación en una comisión denominada Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe).

Para ello se firmó un convenio de coordinación celebrado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala.

Dicho convenio tiene como objetivo planear y ejecutar acciones en materia de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico en la zona (DOF, 2013a).

La participación del estado de Morelos en la CAMe ha detonado acciones de gestión de calidad del aire en el Estado.

1.6.3. ANÁLISIS INSTITUCIONAL EN MATERIA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EXISTENTE EN EL ESTADO DE MORELOS.

La LEEPAEM define las responsabilidades que tiene la SDS en la gestión de la calidad del aire del Estado. En la Figura 28 se presenta el organigrama de la SDS del estado de Morelos.

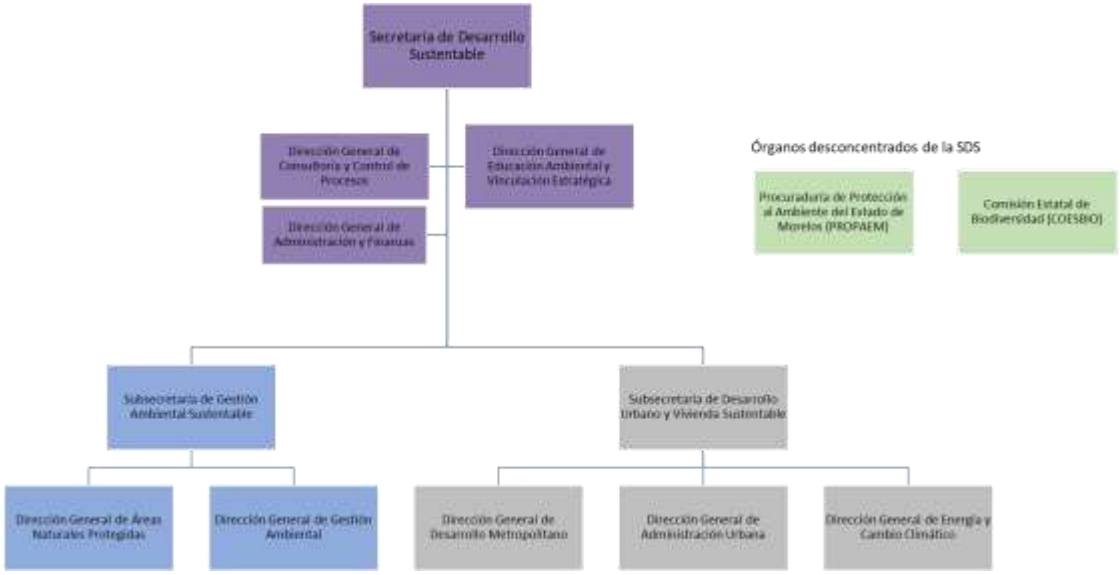


Figura 28. Organigrama de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos.
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017 con información de SDS

En el artículo 22 del reglamento interno de la SDS, se describen las atribuciones de la Dirección General de Gestión Ambiental en materia de calidad del aire.

Dentro de su estructura, la Dirección General de Gestión Ambiental cuenta con seis personas que atienden los temas relativos a la gestión de la calidad del aire: un director, un subdirector, tres jefes de departamento y un auxiliar administrativo.

Otra área de la SDS que incidirá en el ProAire es la Dirección de Emergencias y Contingencias Ambientales, la cual tiene a su cargo la atención de incendios, inundaciones, temblores, es decir cualquier contingencia o emergencia, y que en el caso de ser necesario cuando se tengan emergencias en materia de calidad del aire, deberán atenderla en colaboración con los responsables de la gestión de la calidad del aire. Esta dirección cuenta con: un director de área, dos técnicos, veintidós brigadistas permanentes y tres auxiliares administrativos. En época de incendios se contratan: 30 brigadistas eventuales y 100 brigadistas rurales (10 brigadas). Existen además: 6 brigadas de ANPs estatales y 6 brigadas voluntarias.

Por otra parte en el año 2014, la Dirección General Jurídica de la SDS se convirtió mediante Decreto en la Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Morelos (PROPAEM),

un órgano desconcentrado de la SDS que tiene como finalidad garantizar el derecho a un medio ambiente sano para los habitantes del Estado y sancionar a los infractores, para lograr una relación armónica y sana de sus habitantes con el ambiente.

Actualmente la PROPAEM cuenta con el siguiente personal: un procurador; en el área de inspección y vigilancia: un subprocurador, un subdirector y tres auxiliares técnicos; en el área jurídica: un subprocurador, dos directores, cinco auxiliares administrativos. Así como dos auxiliares administrativos, un analista y un personal supernumerario (eventual), esto conforme a la suficiencia presupuestal y los manuales administrativos.

1.7. CONCLUSIONES

La fisiografía fragmentada de la entidad, así como los vientos débiles, pueden tener un impacto negativo en la dinámica atmosférica. Además sus predominantes climas cálidos, con temperaturas arriba de la media nacional y la presencia de radiación solar contribuyen a una mayor fotoquímica en la atmósfera que conlleva a la formación de ozono. Sin embargo, su precipitación media anual es mayor a la media nacional favorece la limpieza del aire al remover los contaminantes presentes.

El grado de perturbación de la superficie forestal en la entidad es considerable, teniendo suelos erosionados, los cuales generan emisiones a la atmósfera de partículas. Esto ha sido resultado en su mayoría de las actividades humanas debido al cambio del uso de suelo y el crecimiento poblacional en la Entidad.

Por tanto, la conservación del ambiente en la Entidad debe ser una de las prioridades para su desarrollo, actualmente más de la mitad del territorio estatal es no forestal, la superficie agrícola ocupa el 37.5% del Estado mientras que las ANP sólo representan el 19.4%. Morelos cuenta con una población de 1.9 millones de habitantes, de la cual el 84% vive en áreas urbanas, siendo uno de los estados más urbanizados con una densidad poblacional de 390 personas por km^2. Sin embargo, esta no es homogénea habiendo municipios altamente poblados y otros escasamente poblados.

Cabe resaltar que el 16.6% de la población es considerada como la más vulnerable a la contaminación del aire por tratarse de los niños menores de 5 años y los adultos mayores. Así como el 52.27% de las familias en el Estado están bajo la línea de pobreza haciéndolos también vulnerables a la contaminación atmosférica.

En el Estado se identificó que el 10.7% de las viviendas usaban leña o carbón como combustible para cocinar, mismo que afecta la salud de quien lo usa.

La actividad económica más importante es la industria manufacturera (resaltando la presencia de 4 zonas industriales y la extracción de minerales no metálicos), seguida del comercio y los servicios inmobiliarios.

Lo ideal es que la gestión de la calidad del aire se realice por cuencas atmosféricas, sin embargo, se requiere un estudio en el estado para determinarlas; en este ProAire se considera la división regional y las zonas metropolitanas existentes en el estado. Cada

región y cada zona metropolitana tienen características particulares tanto de población, como de actividades económicas, lo que a su vez determina sus emisiones a la atmósfera.

El crecimiento poblacional y económico de toda región generalmente conlleva una mayor demanda de servicios, consumo de energéticos, mayor número de vehículos en circulación y con ello como consecuencia una mayor generación de contaminantes a la atmósfera. En este sentido, las zonas metropolitanas de Cuernavaca y Cuautla tienen ese enfoque urbano que hay que atender. El desarrollo urbano sustentable, en donde se tenga una visión integral de la infraestructura y movilidad, se presenta en estas zonas y en el Estado en general, como área de oportunidad, para tener un desarrollo controlado.

Por otro lado, la dinámica de la Zona Metropolitana de Jojutla es distinta dado que coexiste la componente rural y urbana, ambas con una actividad importante y que deberán atenderse.

En cuanto al marco legal en el Estado hay un campo de oportunidad sustancial y prioritario, la creación de los reglamentos en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica y en materia de Auditoría Ambiental, así como la actualización del PVVO. Así mismo, aprovechar la sinergia que estos pueden hacer con el marco legal en materia de cambio climático.

Otra área de oportunidad encontrada es el reforzamiento de la reglamentación en los municipios no sólo en materia de calidad del aire, sino en temas transversales a ésta, como salud, desarrollo urbano, entre otros.

La revisión del marco institucional del Estado permitió identificar espacios de oportunidad para la gestión de la calidad del aire, por ejemplo, la necesidad de incrementar el personal en las áreas relacionadas directamente con la calidad del aire y las que participarán en la implementación y ejecución del ProAire.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS

2.1. INTRODUCCIÓN

La medición de la calidad del aire por medio de sistemas de monitoreo es una herramienta prioritaria para la gestión ambiental (INE, 2010) porque permite generar información para evaluar el estado y tendencias de este recurso. Con el análisis de dicha información se pueden generar estudios relacionados con el impacto de los contaminantes en la salud de las personas[4] y los ecosistemas, definir estrategias o medidas para el control de los contaminantes, comunicar los riesgos a la población y activar programas de emergencia (DOF, 2012).

La LGEEPA en el artículo 112, Fracción VI, señala que es atribución de los Estados realizar el monitoreo de la calidad del aire; así mismo, en el artículo 41, del Reglamento en la materia, dispone que el Distrito Federal, los Estados, y los Municipios establecerán y operarán, con el apoyo técnico, en su caso, de la SEMARNAT, sistemas de monitoreo de la calidad del aire.

Mientras que, en el artículo 120 fracción IX de la LEEPAEM indica “que la SDS establecerá y operará, con el apoyo técnico, en su caso, de la Federación, sistemas de monitoreo de la calidad del aire. La Secretaría remitirá a la Federación los reportes de monitoreo atmosférico, a fin de que se integren al Sistema Nacional de Información Ambiental”.

En este capítulo se describe la situación actual e histórica del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (SIMAEM), su operación y generación de datos, así como la descripción del estado de la calidad del aire presente en la ciudad de Cuernavaca a partir de los datos disponibles.

En la evaluación de la calidad del aire se consideran como parámetros de referencia los límites máximos permisibles para contaminantes criterio que se señalan en las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental (NOM Salud Ambiental).

En este capítulo también se analiza la situación y oportunidad que tendría un Programa de Contingencia Ambiental Atmosférica (PCAA) en las condiciones de operación del SIMAEM, y se revisan los aspectos técnicos vinculados al Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO), ambos en el contexto de la coordinación de la Comisión

[4] Estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados, cuyos niveles máximos de concentración se establecen en las NOM (Diario Oficial de la Federación, 2012).

Ambiental de la Megalópolis (CAMe). Finalmente en el Anexo I se presenta el marco jurídico que existe en el Estado para los rubros antes descritos.

2.2. SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE MORELOS

2.2.1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE MORELOS

En el estado de Morelos la medición de la calidad del aire se inició en el año 2000 con la instalación de una estación de monitoreo en el municipio de Cuernavaca; en 2001, por la necesidad de monitorear la influencia del volcán Popocatépetl en la calidad del aire, inició la operación de la estación Ocuituco. Posteriormente, en 2006 y 2007 iniciaron su operación la estación automática de Cuautla y la de Zacatepec, respectivamente.

Durante estos años, las estaciones de monitoreo han operado de forma “irregular” debido a la falta de recursos para llevar a cabo un mantenimiento preventivo y correctivo que garantizara su operación continua.

Dada esta situación, en el Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012 (ProAire, 2009-2012), se planteó una acción para regularizar la operación de la estación Cuernavaca (CUE) y ampliar la cobertura de monitoreo con nuevas estaciones; además, se consideró que el municipio de Cuernavaca ya formaba parte de una conurbación con más de 800,000 habitantes (Gobierno del Estado de Morelos, 2009).

En el año 2014 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) elaboró un diagnóstico de la operación de las estaciones de monitoreo del SIMAEM, por medio del cual calificó que su operación fue "intermitente” durante ocho años y que sus mediciones fueron insuficientes para evaluar el cumplimiento de las normas de salud ambiental (INECC, 2014).

También han existido esfuerzos para medir la calidad del aire por medio de campañas cortas de monitoreo, éstas se realizaron entre los años 1996 y 2000 en diversos puntos de la ZMC (Tabla 17). Los contaminantes medidos fueron: ozono (O_3), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_X), dióxido de azufre (SO_2) y partículas suspendidas totales (PST), así como ciertas variables meteorológicas (radiación solar, intensidad y dirección del viento, temperatura y humedad relativa) (Gobierno del Estado de Morelos, 2009).

2.2.2. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO DEL ESTADO DE MORELOS

El SIMAEM (Figura 29) cuenta actualmente con cuatro estaciones de monitoreo automáticas[5] que se localizan en los municipios de Cuernavaca (CUE)[6], Cuautla (CUA), Ocuituco (OCU) y Zacatepec (ZAC) (SEMARNAT, 2014).

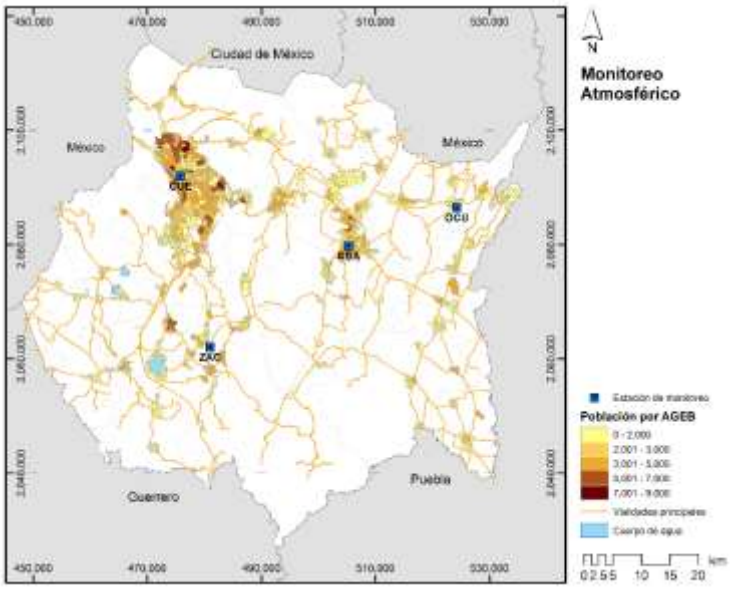


Figura 29. Ubicación de las estaciones automáticas del SIMAEM.
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

En la revisión técnica del SIMAEM realizada en marzo de 2017 por la Consultoría en Ingeniería de Proyectos (CINPRO) para la elaboración de este ProAire 2018 – 2027, se documentó que las estaciones de monitoreo CUE y CUA se encontraban en operación, mientras que OCU y ZAC estaban fuera de operación debido a la falta de refacciones y recursos para sustituir a sus equipos porque están descontinuados, sin embargo se notificó que se adquirirán equipos nuevos[7].

En esta visita técnica se reportó que las cuatro estaciones tenían instalados equipos para medir O_3, CO, SO_2 y NO_X, e instrumentos para medir parámetros meteorológicos como: temperatura (TMP), velocidad de viento (WSP), dirección del viento (WDR), radiación solar (RS), humedad relativa (HR) y presión barométrica (Tabla 9).

Las estaciones CUE y CUA cuentan además con equipos automáticos para medir PM_{10} y $PM_{2.5}$, la primera de estas estaciones también está equipada para medir carbono negro

[5] De acuerdo con el tipo de equipo que tienen para la determinación y transmisión de datos.
[6] En este informe se emplean las siglas CUE, CUA, OCU y ZAC para las estaciones de monitoreo, en lugar de las siglas PGO, PMNC, PMNO y TEC empleadas en páginas electrónicas u otros documentos impresos.
[7] A través de recursos del FONADIN gestionados por la CAMe.

(CN)[8], lo cual es importante debido a la intensa quema de biomasa que se realiza en el Estado y por los incendios forestales.

La estación CUE también está equipada con equipos manuales para medir PM_{10} y $PM_{2.5}$.

Tabla 9. Características generales de las estaciones del SIMAEM

Estación de monitoreo: Cuernavaca (CUE) Domicilio: Palacio de Gobierno. Calle Plaza de Armas s/n. Colonia Centro. CP 62000. Cuernavaca Morelos. Representatividad: Escala vecinal (500 m a 4 Km).															
Tipo	Año de inicio	Status	Coordenadas	Equipamiento											
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO	TMP	HR	WSP	WDR	RS	CN
Automática	2000	En operación	Lat. 18.92°	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
Manual	2015	En operación	Lon. - 99.23°	√	√										
Estación de monitoreo: Cuautla (CUA) Domicilio: Palacio Municipal. Calle del Temor o Respeto, Centro. CP 62740. Cuautla Morelos. Representatividad: Escala vecinal (500 m a 4 Km).															
Tipo	Año de inicio	Status	Coordenadas	Equipamiento											
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO	TMP	HR	WSP	WDR	RS	
Automática	2006	En operación	Lat. 18.81° Lon. - 98.95°	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
Estación de monitoreo: Ocuituco (OCU) Domicilio: Palacio Municipal. Plaza principal s/n, Barrio de Tecamachalco, Ocuituco Morelos. Representatividad: Escala vecinal (500 m a 4 Km).															
Tipo	Año de inicio	Status	Coordenadas	Equipamiento											
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO	TMP	HR	WSP	WDR	RS	
Automática	2001	Fuera de operación	Lat. 18.87° Lon. - 98.77°	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
Estación de monitoreo: Zacatepec (ZAC) Domicilio: Instituto Tecnológico de Zacatepec. Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos. Representatividad: Escala vecinal (500 m a 4 Km).															
Tipo	Año de inicio	Status	Coordenadas	Equipamiento											
				PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	SO_2	NO_2	CO	TMP	HR	WSP	WDR	RS	
Automática	2007	Fuera de operación	Lat. 18.65° Lon. - 99.18°	√	-	√	√	√	√	√	√	√	√	√	

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

Debido a los antecedentes operativos del SIMAEM y la situación de las estaciones OCU y ZAC, para que este sistema opere de forma aceptable y confiable (DOF, 2012), será necesario implementar, mantener y mejorar un Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad, y asegurar la representatividad espacial vecinal[9] de las estaciones de monitoreo. En el año 2017 las características generales de operación de las estaciones de monitoreo que se observaron son las que se indican en la Tabla 10 (CINPRO, 2017).

Así mismo, en los próximos años el SIMAEM debe incorporar los recursos humanos, técnicos y administrativos suficientes para establecer y operar[10] un conjunto de estaciones de monitoreo que respondan a las situaciones que señala la normativa correspondiente (DOF, 2012):

[8] Contaminante climático de vida corta que absorbe energía en las longitudes de onda del visible e infrarrojo y un agente de forzamiento radiactivo del clima con efectos similares al metano.

[9] Caracterizan la calidad del aire en zonas comerciales y habitacionales con fuentes de emisión distribuidas de forma homogénea.

[10] Refiere el mantenimiento y calibración de equipos; gestión, control y aseguramiento del sistema de calidad; y manejo de datos.

- Asentamientos humanos con más de quinientos mil habitantes;
- Zonas metropolitanas;
- Asentamientos humanos con emisiones anuales a la atmósfera que superan las veinte mil toneladas de contaminantes criterio primarios;
- Conurbaciones; y
- Actividad industrial que por sus características se requiera del establecimiento de estaciones de monitoreo de calidad del aire y/o de muestreo de contaminantes atmosféricos.

Tabla 10. Caracterización de las estaciones del SIMAEM

Estación de monitoreo: Cuernavaca (CUE)

Caracterización.

- Se localiza en la azotea de un edificio público en el centro de la Ciudad, su altura rebasa a los edificios colindantes (uso comercial, habitacional y de oficinas).
- El tránsito de vehículos y transporte público es característico de las avenidas y calles colindantes al inmueble.
- Hay una instalación obstructiva a un costado de la estación de monitoreo.

Observaciones.

- Caracteriza la calidad del aire de una zona comercial y turística con presencia predominante de tránsito vehicular.
- Su cobertura espacial puede estar limitada por la topografía accidentada que caracteriza al municipio.

Este

Oeste

Sur

Norte

Estación de monitoreo: Cuautla (CUA)

Caracterización.

- Se localiza en la azotea del edificio de la presidencia municipal, su toma de muestra libra la altura de los inmuebles colindantes de la zona, la cual es predominantemente comercial.
- Tránsito vehicular local en calle colindante en dirección norte.

Observaciones.

- Caracteriza la calidad del aire de la zona centro del municipio, en donde se mezclan las emisiones provenientes de la periferia debida a quemas agrícolas y/o de los ingenios azucareros.
- Es necesario corroborar la influencia de zonas urbanas en expansión o con actividad industrial.

Oeste

Norte

Este

Estación de monitoreo: Ocuituco (OCU)

Caracterización.

- Se encuentra en la azotea de un edificio de oficinas públicas ubicado en el centro del pueblo de Ocuituco.
- El volcán Popocatépetl se ubica a 22.8 Km en dirección noreste (aproximadamente).
- El tránsito vehicular es reducido y en las zonas aledañas hay una cobertura vegetal predominante y permanente.

Observaciones.

- La estación caracteriza adecuadamente la calidad del aire del poblado debido a las dimensiones del mismo, incluyendo las emisiones del volcán Popocatépetl.
- Hay árboles que rebasan o se encuentran al nivel de la toma de muestra, 88 m aproximadamente en dirección este.

Oeste

Norte

Este

Sur

Estación de monitoreo: Zacatepec (ZAC)

Caracterización.

- La estación de monitoreo se ubica en la azotea de un edificio escolar al sur del municipio.
- A 320 m en dirección oeste hay un ingenio azucarero que libera emisiones periódicas de contaminantes.
- A 152 m en dirección oeste se localiza la avenida tecnológica, con tránsito vehicular regular y compuesto en parte por camiones de carga.
- En los alrededores (88 m en dirección este, noreste y sur-este) hay campos de cultivo y terrenos con cubierta vegetal.

Observaciones.

- La estación caracteriza la calidad del aire en una zona con diversas fuentes de emisión.
  - Cuando la dirección del viento predominante es este-oeste, las emisiones del ingenio azucarero se transportan hacia la zona urbana y éstas no se registran en la estación de monitoreo.

Oeste | Norte | Este | Sur

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

2.2.3. CENTRO DE CONTROL

La limpieza, verificación y validación de los datos crudos que se registran por medio de los equipos automáticos o manuales, son actividades que permiten supervisar la calidad analítica y la precisión de los equipos,[11] así como administrar y respaldar las bases de datos en medios electrónicos o gráficos.

Actualmente el SIMAEM cuenta con una plantilla mínima de personal especializado y capacitado, sin embargo, aún carece de áreas, equipos y personal suficiente para llevar a cabo estas actividades.

Actualmente las cuatro estaciones cuentan con instrumentos para transmitir datos vía remota,[12] aunque sólo las estaciones de CUE y CUA están conectadas al Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA) y transmiten datos crudos en tiempo real. Otros procesos como la limpieza, verificación y validación de datos se realizan de forma desfasada, en plazos de tiempo que son diarios o semanales.

2.2.3.1. BASES DE DATOS

La revisión de las bases de datos de los contaminantes atmosféricos medidos por medio de equipos automáticos en el SIMAEM entre 2014 y 2016, así como los datos medidos con equipos manuales (Tabla 11), permite identificar una serie de necesidades técnicas que deben abordarse para mejorar la fiabilidad de las bases de datos y superar el 75% de los datos y muestreos que se esperan de cada estación de monitoreo conforme a la normativa correspondiente (DOF, 2012).

Tabla 11. Estado de las bases de datos de los contaminantes medidos en el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos de 2014 a 2016.

Estación	Año	Equipos automáticos							Equipos manuales	
		Parámetro							Parámetro	
		PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	SO_2	CO	C	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Cuernavaca (CUE)	2014									
	2015									
	2016									
Cuautla (CUA)	2014									
	2015									
	2016									
Ocuituco (OCU)	2014									
	2015									
	2016									
Zacatepec (ZAC)	2014									
	2015									
	2016									

		Sin monitoreo o medición
		Sin datos (existe medición, pero los datos son inválidos)
<25%		Base de datos con menos del 25% de la información esperada.
≥25 % ≤ 50%		Base de datos con más del 25% y menos del 50% de la información esperada.
>50 % ≤ 75%		Base de datos con más del 50% y menos del 75% de la información esperada.
>75%		Base de datos con más del 75% de la información esperada.

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

[11] Garantiza obtener el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas bajo las mismas condiciones.
[12] Observaciones de la visita técnica al SIMAEM realizada en marzo de 2017 por Consultoría en Ingeniería de Proyectos.

Entre los aspectos que destacaron de esta revisión y que deben asegurarse para mejorar la calidad analítica y la precisión de los equipos de monitoreo, se encuentran:

- Detectar y atender los datos atípicos;
- Atender la presencia de datos constantes;
- Atender el desplazamiento de la línea base.

En el caso de las bases de datos, los aspectos a considerar para su mejora implican:

- Asignar los campos y la nomenclatura correcta;
- Utilizar claves breves para las estaciones de monitoreo;
- Utilizar etiquetas similares para datos faltantes;
- Utilizar banderas y criterios de validación semejantes en el proceso;
- Establecer el mismo formato de las bases de datos para todas las estaciones de monitoreo.

En síntesis, en los próximos años se deben atender y mejorar los aspectos referidos para evaluar el desempeño de los equipos de monitoreo y la integración de las bases de datos con códigos (nombres y claves de las estaciones) y una estructura estándar (formatos de fecha u hora).

Un aspecto a resaltar en la operación del SIMAEM, es que en los últimos años disminuyó la prevalencia de las situaciones técnicas antes referidas, en los hechos, las bases de datos del año 2016 tuvieron un mayor número de registros (Tabla 11), lo que se explica por la mejora de los procedimientos de operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo y los procedimientos de limpieza, verificación y validación de datos. Actualmente los datos validados son enviados al SINAICA, aunque en forma desfasada.

2.2.4. CUMPLIMIENTO DE LA NOM-156-SEMARNAT-2012

La Norma Oficial Mexicana para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire (NOM-156-SEMARNAT-2012), define una serie de lineamientos que permiten consolidar y mejorar estos sistemas y los datos que generan (DOF, 2012b).[13]

Por las condiciones de operación del SIMAEM, los lineamientos que establece la NOM-156-SEMARNAT-2012 se convierten en áreas de oportunidad a desarrollar en un plan de trabajo para los próximos años, en sinergia con las acciones que se desarrollan por parte de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado (Secretaría de Desarrollo Sustentable, comunicado de prensa).

Las áreas de oportunidad referidas son:

- Diseñar y establecer un programa de aseguramiento y control de la calidad,
- Diseñar y establecer un procedimiento de validación y respaldo de datos;
- Contar con un procedimiento para la elaboración de un índice de calidad del aire;

[13] Datos que se generan en las redes de monitoreo de la calidad del aire y muestreo de contaminantes atmosféricos, que no han pasado por las etapas de limpieza, verificación y validación

- Administrar y gestionar las bases de datos validadas;
- Diseñar y establecer un sistema de cumplimiento de los lineamientos de la NOM-156-SEMARNAT-2012.

2.2.5. AUDITORÍAS DEL SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFÉRICO

La auditoría de los procedimientos de un Sistema de Monitoreo Atmosférico, es una actividad que realiza un área responsable del propio sistema o un tercero acreditado[14] (DOF, 2012); en este sentido la visita técnica realizada al SIMAEM en 2017 (CINPRO, 2017) y su complemento con un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, permiten identificar como prioridades:

- Establecer el Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad antes referido, para mejorar el desempeño del SIMAEM y su expansión futura,
- Suministrar refacciones para los equipos instalados en las cuatro estaciones o sustituir los equipos de monitoreo en dos estaciones,
- Instalar un taller para el mantenimiento correctivo,
- Contratar personal con experiencia en electrónica y manejo de datos con capacitación posterior en temas de monitoreo y calidad del aire,
- Adquirir un vehículo pare el traslado de personal y visitar las estaciones de monitoreo, así como el suministro de combustible.

Las prioridades antes señaladas coincidieron con las realizadas en el año 2016 por parte del personal técnico del monitoreo de la calidad del aire del estado de Guanajuato (IEE de Guanajuato, 2016.), algunas de las cuales se encuentran aún pendientes de realizar y que comprenden:

- Suministrar refacciones para mejorar la operación, supervisión, mantenimiento y calibración de los sistemas,
- Adquirir un sistema portátil de calibración,
- Instalar un taller para el mantenimiento correctivo de los componentes de los equipos de monitoreo,
- Realizar adecuaciones físicas y tareas de mantenimiento preventivo de los instrumentos para mejorar su desempeño;
- Adecuar la escalera de servicio de la estación OCU siguiendo recomendaciones de protección civil.
- Conformar equipos con dos personas para llevar a cabo el programa de visitas a las estaciones de monitoreo.
- Contratar personal con experiencia en electrónica.

[14] De conformidad con lo establecido por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (DOF, 2009a)

De igual forma, en el Informe Nacional de Calidad del Aire 2014 (SEMARNAT, 2014) se recomendó fortalecer el desempeño del SIMAEM para generar un diagnóstico más robusto sobre la calidad, lo que implicaba:

- Atender la operación deficiente de los equipos de medición debido a su antigüedad;
- Atender la falta de refacciones y consumibles para el correcto mantenimiento de estos equipos.

2.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN MATERIA DE SALUD AMBIENTAL VIGENTES

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Salud Ambiental (NOM Salud Ambiental), establecen valores límite para contaminantes criterio con el objetivo de proteger la salud humana. Estos valores límite derivan de los resultados de estudios epidemiológicos en los que se analiza la relación entre contaminantes atmosféricos y su impacto a la salud humana en el corto o largo plazo, por lo que las NOM Salud Ambiental de algunos contaminantes definen límites permisibles para una exposición aguda o crónica.

El cálculo e interpretación del límite permisible en las NOM Salud Ambiental es específico para cada contaminante, en la Tabla 12 se refieren estos valores límite, su indicador de referencia y el tipo de exposición que caracteriza.

Tabla 12. Especificaciones técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental vigentes.

Contaminante	**Valores límite**			**Norma Oficial Mexicana**
	Exposición aguda		**Exposición crónica**	
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio	
Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10})	75 µg/m^3 promedio de 24 horas	No se debe rebasar	40 µg/m^3 promedio anual	NOM-025-SSA1-2014 20 de agosto de 2014 (DOF, 2014b)
Partículas menores de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	45 µg/m^3 promedio de 24 horas	No se debe rebasar	12 µg/m^3 promedio anual	
Ozono (O_3)	0.095 ppm promedio de una hora	No se debe rebasar	_	NOM-020-SSA1-2014 19 de agosto de 2014 (DOF, 2014a)
	0.070 ppm promedio móvil de 8 horas	No se debe rebasar	_	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm promedio móvil de 8 horas	Una vez al año		NOM-021-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994) (DOF, 1994a)
Dióxido de azufre (SO_2)	0.11 ppm promedio de 24 horas	Una vez al año	0.025 ppm promedio anual	NOM-022-SSA1-2010 (8 de septiembre de 2010) (DOF, 2010)
	0.200 ppm promedio de 8 horas	Dos veces al año		
Bióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm promedio de una hora	Una vez al año		NOM-023-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994) (DOF, 1994b)

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017. Con información de las NOM Salud Ambiental: NOM-025-SSA1-2014 (20 de agosto de 2014), NOM-020-SSA1-2014 (19 de agosto de 2014), NOM-021-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994), NOM-022-SSA1-2010 (8 de septiembre de 2010), NOM-023-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)

2.3.1. CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS CRITERIO

Ozono (O_3). Es un contaminante secundario que se forma por la reacción fotoquímica de óxidos de nitrógeno (NO_X) y compuestos orgánicos volátiles (COV) o hidrocarburos (HCs) en presencia de la radiación solar (Figura 30). El potencial de formación de O_3 a través de esta reacción también está condicionado por las características geográficas, climatológicas y meteorológicas de la región.

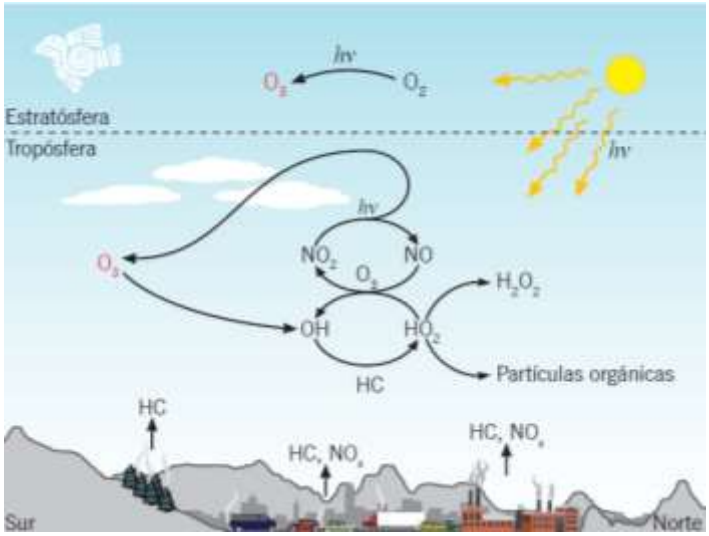


Figura 30. Formación del ozono en la tropósfera.
Fuente: Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México (SIMAT), http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/simat-cartel-formacion-o3.pdf

El tiempo de vida del O_3 en la atmósfera, depende de la presencia y abundancia de sus precursores y de las condiciones antes mencionadas, por lo que sus concentraciones máximas pueden ocurrir en las horas del día con mayor radiación solar (DOF, 2014a).

Monóxido de carbono (CO). Es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles, consecuentemente sus emisiones a la atmósfera pueden provenir de los vehículos automotores y la industria.

El CO también se emite en algunos procesos naturales como los incendios forestales o los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos, aunque su relevancia como fuentes de emisión es menor.

Mención especial debe hacerse de la acumulación intramuros por procesos domésticos y el hábito de fumar (DOF, 1994a).

Dióxido de azufre (SO_2). Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Tiene una vida corta en la atmósfera, de unos 2 a 4 días, por lo que una proporción importante se deposita en la superficie y el resto se convierte en iones sulfato (SO_4^{2-}). Es un importante factor en la lluvia ácida.

Una propiedad importante del SO_2 es su poder reductor, por lo que reacciona con oxidantes como el peróxido de hidrógeno (H_2O_2), bromo (Br_2), yodo (I_2), óxido de plomo (PbO_2) y el oxígeno atmosférico (O_2).

Sus emisiones provienen de diversas actividades humanas, principalmente en aquellas que requieren de la combustión de carbón y el petróleo, así como en la metalurgia. Otra fuente importante de SO_2 es la oxidación del ácido sulfhídrico (H_2S), en la naturaleza, este contaminante es emitido por la actividad volcánica, y la descomposición de materia orgánica (tiene un olor característico a huevo podrido) (DOF, 2010).

Dióxido de nitrógeno (NO_2). Es un contaminante que proviene principalmente de procesos de combustión; principalmente en los motores de los automóviles.

Su efecto y potencial de daño a la salud humana tiene doble consecuencia, como contaminante primario puede impactar de forma directa y también por ser un precursor del O_3 (DOF, 1994b).

Partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$). El material particulado es una mezcla compleja de sustancias en estado líquido o sólido que puede permanecer suspendida en la atmósfera por periodos variables de tiempo.

Por su origen, se clasifican como partículas primarias cuando se producen directamente por una fuente contaminante o como partículas secundarias cuando se forman en la atmósfera como el resultado de la interacción química entre gases y partículas primarias. Por su origen, puede considerarse que las partículas son naturales o antropogénicas.

Por su diámetro aerodinámico, las partículas se clasifican como menores a 10 micrómetros (PM_{10}), menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) y menores o iguales a 1 micrómetro (PM_1). Este parámetro tiene importancia porque define su comportamiento en la atmósfera y su impacto en la salud de la población.

Las PM_{10} contienen principalmente materiales de la corteza terrestre y se originan en su mayoría por procesos de desintegración de partículas más grandes. También pueden contener material biológico como polen, esporas, virus o bacterias o provenir de la combustión incompleta de combustibles fósiles.

Las $PM_{2.5}$ están formadas primordialmente por gases y por material proveniente de la combustión, una gran proporción de esta fracción son secundarias (DOF, 2014b).

2.4. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AIRE

Los indicadores de calidad del aire se obtienen cuando hay suficiencia o compleción de los datos medidos por una estación de monitoreo y conforme a los lineamientos para el establecimiento y operación de un sistema de monitoreo de la calidad del aire (DOF, 2012).

De acuerdo con lo referido en los apartados previos, en el año 2016 las bases de datos de contaminantes y parámetros meteorológicos medidos en la estación CUE (Tabla 11) con equipos automáticos, son los que tienen una mayor suficiencia y por este motivo se procesaron para obtener indicadores primarios y secundarios de conformidad con la norma vigente (DOF, 2012).

2.4.1. INDICADORES PRIMARIOS

2.4.1.1 EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LAS NOM, SALUD AMBIENTAL

Las NOM Salud Ambiental establecen los valores límite permisibles de concentración de los contaminantes en el aire ambiente para la protección de la salud humana; así como los criterios para su evaluación.

Cuando se evalúa el cumplimento de las NOM Salud Ambiental, el criterio es que se protege la salud humana en la medida que no se rebase dichas concentraciones en los términos que indican estas normas.

La situación de las NOM Salud Ambiental para los contaminantes que se registraron durante 2016 en la estación CUE se sintetiza en la Tabla 13, en ésta se observa en primera instancia que el límite permisible de O_3, señalado en 0.095 ppm, no se cumple en el municipio de Cuernavaca debido a que se registró una concentración máxima de 0.097 ppm.

En el caso de las concentraciones de $PM_{2.5}$, éstas superaron ampliamente las concentraciones que se indican como límites permisibles para evaluar situaciones de riesgo para la salud humana por exposición aguda o crónica. En la Tabla 13 se observa que el límite de la NOM Salud Ambiental para una exposición aguda, con valor de 45 $\mu g/m^3$, fue superado por una concentración promedio de 71 $\mu g/m^3$. Así mismo, el valor de exposición crónica de 12 $\mu g/m^3$ se superó con una concentración promedio anual de 21 $\mu g/m^3$.

Por su parte, la concentración promedio máxima de PM_{10} en 2016 fue 99 $\mu g/m^3$, la cual superó el valor del límite de exposición aguda señalado en 75 $\mu g/m^3$; en este caso el valor del promedio anual se mantuvo ligeramente por debajo del valor del límite anual de exposición crónica.

Finalmente, los valores de las concentraciones máximas o promedios para el SO_2, NO_2 y CO, indican que las concentraciones de estos contaminantes fueron menores a los límites que recomiendan las NOM Salud Ambiental y por lo tanto no representan un riesgo para la salud humana.

Tabla 13. Cumplimiento de las NOM Salud Ambiental, SIMAEM

Parámetro	Limite permisible	Indicador	Concentración o promedio máximo (2016)	Condición
Ozono (O_3)	0.095 ppm	Promedio horario máximo anual	0.097 ppm	No cumple
	0.070 ppm	Promedio de 8 horas máximo anual	0.080 ppm	No cumple
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.21 ppm	Promedio horario máximo anual	0.121 ppm	Cumple
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm	Promedio de 8 horas máximo anual	1.83 ppm	Cumple
Dióxido de azufre (SO_2)	0.11 ppm	Promedio de 24 horas máximo anual	0.009 ppm	Cumple
	0.025 ppm	Promedio anual de concentraciones horarias	0.002 ppm	Cumple

Parámetro	Limite permisible	Indicador	Concentración o promedio máximo (2016)	Condición
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})	75 µg/m^3	Promedio de 24 horas máximo anual	98 µg/m^3	No cumple
	40 µg/m^3	Promedio anual de concentraciones horarias	37 µg/m^3	Cumple
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	45 µg/m^3	Promedio de 24 horas máximo anual	69 µg/m^3	No cumple
	12 µg/m^3	Promedio anual de concentraciones horarias	21 µg/m^3	No cumple
*Obtenido como promedio móvil de 24 horas				

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

2.4.1.2 NÚMERO DE DÍAS CON CALIDAD DEL AIRE BUENA, REGULAR Y MALA

La calificación del riesgo que representa la contaminación del aire para la salud humana se realiza en función de los límites de las NOM Salud Ambiental (SEMARNAT, 2015a) y es una forma de comunicar a la población estos riesgos a lo largo del año.

En este ProAire Morelos 2018 – 2027, se ilustra la condición de riesgo que representaron los contaminantes registrados en la estación CUE en el año 2016 y se califica dicho riesgo considerando la calidad del aire como: buena, regular o mala (Tabla 14).

En el caso del O_3, se presentaron dos días con una "mala" calidad del aire debido a que sus niveles superaron el límite de la NOM Salud Ambiental y estos representaron el 0.5% de los 366 días del año.

Tabla 14. Días* con calidad del aire buena, regular o mala durante 2016, en la estación Cuernavaca del SIMAEM, año 2016.

Parámetro	Calificación	Días	%	Parámetro	Calificación	Días	%
Ozono (O_3)	Sin datos	52	14.2	Dióxido de azufre (SO_2)	Sin datos	33	9
	Buena < 0.0475 ppm	208	56.8		Buena < 0.055 ppm	333	91
	Regular > 0.0475 y <0.095 ppm	104	28.5		Regular > 0.055 y < 0.11 ppm	0	0
	Mala > 0.095 ppm	2	0.5		Mala > 0.11 ppm	0	0
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	Sin datos	33	9	Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})	Sin datos	36	9.8
	Buena < 0.105 ppm	217	59		Buena < 37.5 µg/m^3	187	51.1
	Regular > 0.105 y < 0.21 ppm	116	32		Regular > 37.5 y < 75 µg/m^3	136	37.2
	Mala > 0.21 ppm	0	0		Mala > 75 µg/m^3	7	1.9
Monóxido de carbono (CO)	Sin datos	88	24	Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	Sin datos	74	20.3
	Buena < 5.5 ppm	274	75		Buena < 22.5 µg/m^3	190	51.9
	Regular > 5.5 y < 11 ppm	4	1		Regular > 22.5 y < 45 µg/m^3	100	27.3
	Mala > 11 ppm	0	0		Mala > 45 µg/m^3	2	0.5

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.
* Se consideran únicamente los días con suficiencia de datos como promedios horarios o promedios móviles.

Los niveles de PM_{10} que tuvieron valores superiores al valor límite de la NOM Salud Ambiental en el año 2016 y que representaron una condición de "mala" calidad del aire, se registraron en 11 días (3% de los días).

Por su parte, las $PM_{2.5}$ se caracterizaron por ser el contaminante con un mayor número de días en los que se superó el límite permisible para una exposición aguda, lo cual se presentó en 53 días del año y que representan al 14.5% de los 366 días de 2016.

2.4.1.3 TENDENCIAS DE LOS CONTAMINANTES

La tendencia de un contaminante criterio permite reconocer su evolución en el tiempo e inferir el impacto de las estrategias para su control, disminución y el cumplimiento de las NOM Salud Ambiental. Para realizar este tipo de análisis se recomienda contar con series de datos de 10 años y generar indicadores estadísticos descriptivos, como el promedio anual o los percentiles 10, 50 o 90, siempre y cuando la información sea suficiente (SEMARNAT, 2015a).

Debido a que el desempeño del SIMAEM a lo largo de los años ha sido inconsistente y los datos generados en la mayoría de las estaciones de monitoreo son insuficientes, temporal y estadísticamente, es limitada la posibilidad de obtener este tipo de indicadores.

Por esto que se señala, los indicadores estadísticos percentil [15] 10, 50 y 90 correspondientes al año 2016, se obtuvieron únicamente con fines ilustrativos (Tabla 15) y como un referente para este tipo de análisis de tendencia, por lo que se deben considerar con reserva.

En los próximos años debe ser una prioridad operar un SIMAEM que permita conformar bases de datos con información suficiente, en este sentido se justifica plenamente llevar a cabo el fortalecimiento de un Programa de Aseguramiento y Control de la Calidad sólido que garantice datos anuales válidos.

Tabla 15. Percentiles del año 2016 para contaminantes atmosféricos medidos en la estación Cuernavaca, SIMAEM.

Parámetro	Percentil 90	Percentil 50	Percentil 10
Ozono (O_3), ppm	0.040	0.017	0.004
Dióxido de nitrógeno (NO_2), ppm	0.050	0.026	0.010
Monóxido de carbono (CO), ppm	0.93	0.68	0.31
Dióxido de azufre (SO_2), ppm	0.0027	0.0015	0.0005
Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10}), $\mu g/m^3$	56	36	20
Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$), $\mu g/m^3$	31	19	11

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

[15] Medida de posición usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo de observaciones.

2.4.2. INDICADORES SECUNDARIOS

Los indicadores secundarios hacen referencia al comportamiento diario, semanal o anual de los contaminantes atmosféricos (SEMARNAT, 2015a).

2.4.2.1 COMPORTAMIENTO DURANTE EL DÍA

El proceso de los datos medidos en la estación CUE en 2016, en forma de promedios horarios, permite observar los patrones típicos de referencia para los contaminantes criterio (Figura 31).

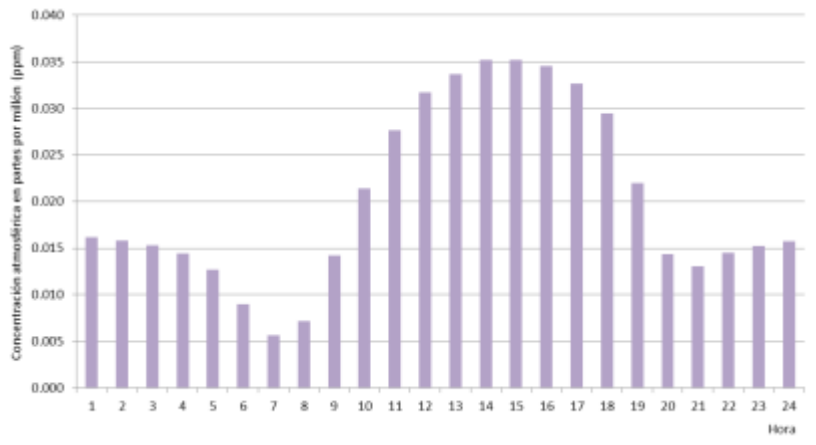
Estos promedios horarios permiten describir un "día promedio" del año, por lo que dificultan distinguir la presencia de eventos extraordinarios como los incendios, los cuales se distinguen mejor en análisis diarios o de eventos extraordinarios.

En el caso del O_3, el comportamiento que presenta y el aumento de concentraciones se explica por el proceso de formación fotoquímica antes expuesto, esto es, concentraciones menores de este contaminante durante la mañana y noche, y un aumento paulatino de las mismas en las horas de mayor radiación solar y formación fotoquímica.

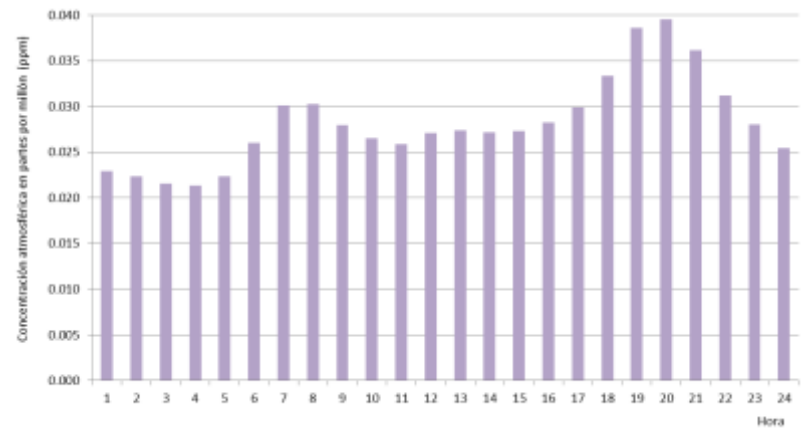
Por su parte, los patrones del CO y NO_2 reflejan la relación directa que hay entre las emisiones de ambos contaminantes en las inmediaciones de una estación como CUE y la circulación de los vehículos, debido a que los incrementos mayores se presentan a las 8:00 y 20:00 horas.

El SO_2 muestra un patrón con aumento de sus concentraciones promedio por la mañana principalmente. Aunque este aumento no parece significativo al comparar la magnitud de los valores promedio, refleja también la influencia de las emisiones del transporte público que circula por la zona.

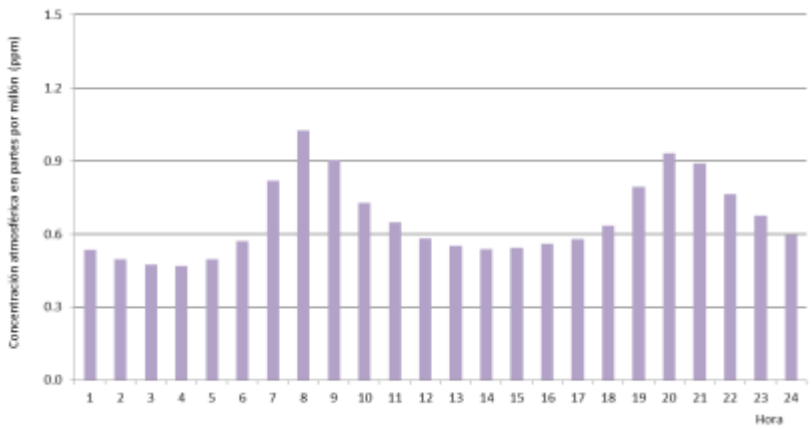
En el caso de las partículas, el patrón horario exhibe la influencia de las emisiones y procesos que desencadenan su presencia regular después de las 9:00 de la mañana, como son la actividad industrial y vehicular, así como el mayor tiempo de permanencia que suele tener este tipo de contaminante en la atmósfera por su tamaño. También puede observarse que existe otro pico de concentración entre las 20 y 22 h, el cual podría asociarse al desplazamiento de vehículos después de una jornada laboral.



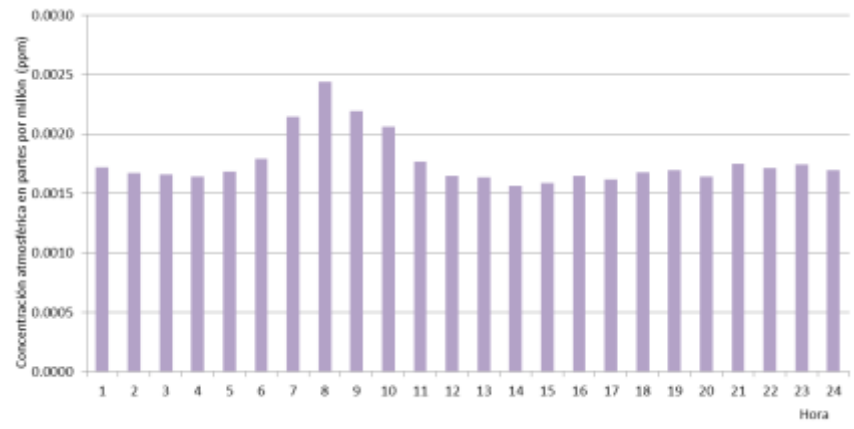
Ozono (O_3)



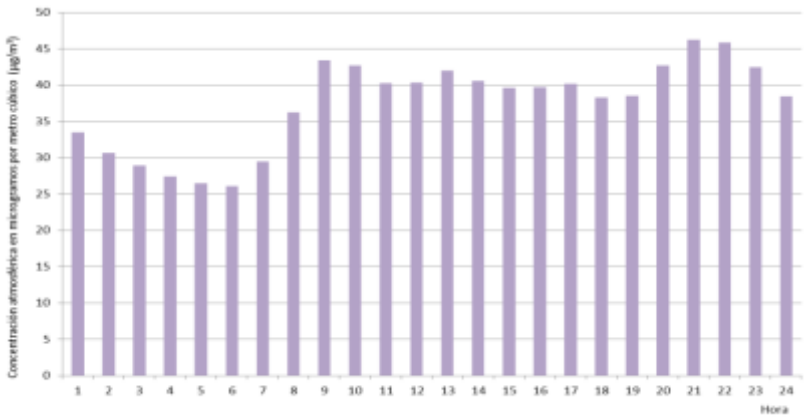
Dióxido de nitrógeno (NO_2)



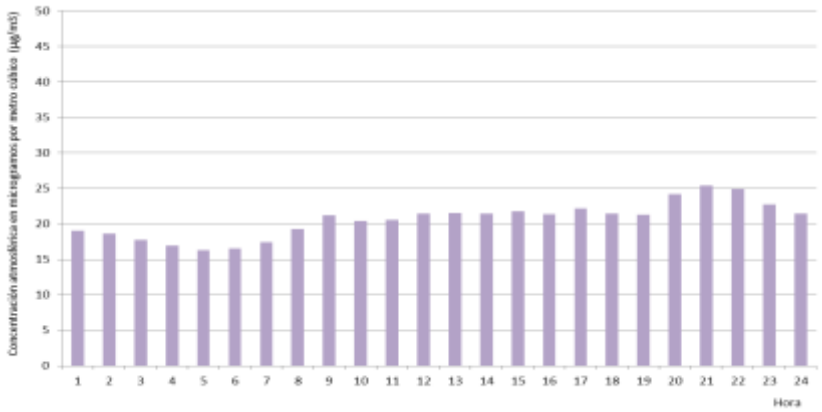
Monóxido de carbono (CO).



Dióxido de azufre (SO_2)



Partículas menores a 10 micrómetros (PM_{10})



Partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)

Figura 31. Comportamiento diario de los contaminantes atmosféricos criterio medidos en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM.
(El indicador se obtuvo como el promedio de las concentraciones registradas en cada hora del año 2016) Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017 con datos del SIMAEM.

2.4.2.2 COMPORTAMIENTO DURANTE LA SEMANA

El comportamiento semanal, obtenido a partir del promedio de cada día de la semana, para el O_3 y el NO_2 medidos en la estación CUE durante 2016, manifiesta diferencias mínimas cuando se comparan los días, por lo que no se destaca algún día de la semana como "más contaminado".

El CO y el SO_2 tampoco presentan diferencias importantes en los valores diarios de una "semana promedio", la excepción es el CO en día domingo cuando el valor del promedio disminuye y que puede asociarse con la disminución de la intensidad del tránsito vehicular que caracteriza a la zona en ese día. Hay una pequeña disminución en la concentración de SO_2 el día miércoles, que puede estar asociado a la actividad de la zona, que haya menor circulación de vehículos que utilizan diésel ese día de la semana.

En el caso de las partículas, ambos tipos presentan en general valores promedio con diferencias mínimas de un día a otro y sólo en el caso de las PM_{10} es notable la disminución del valor promedio que ocurre en domingo; como en el caso del CO esta disminución puede obedecer a una disminución de la actividad vehicular en la zona por ser un día de asueto y porque la actividad industrial, con un posible impacto regional, no opera en ese día (Figura 32).

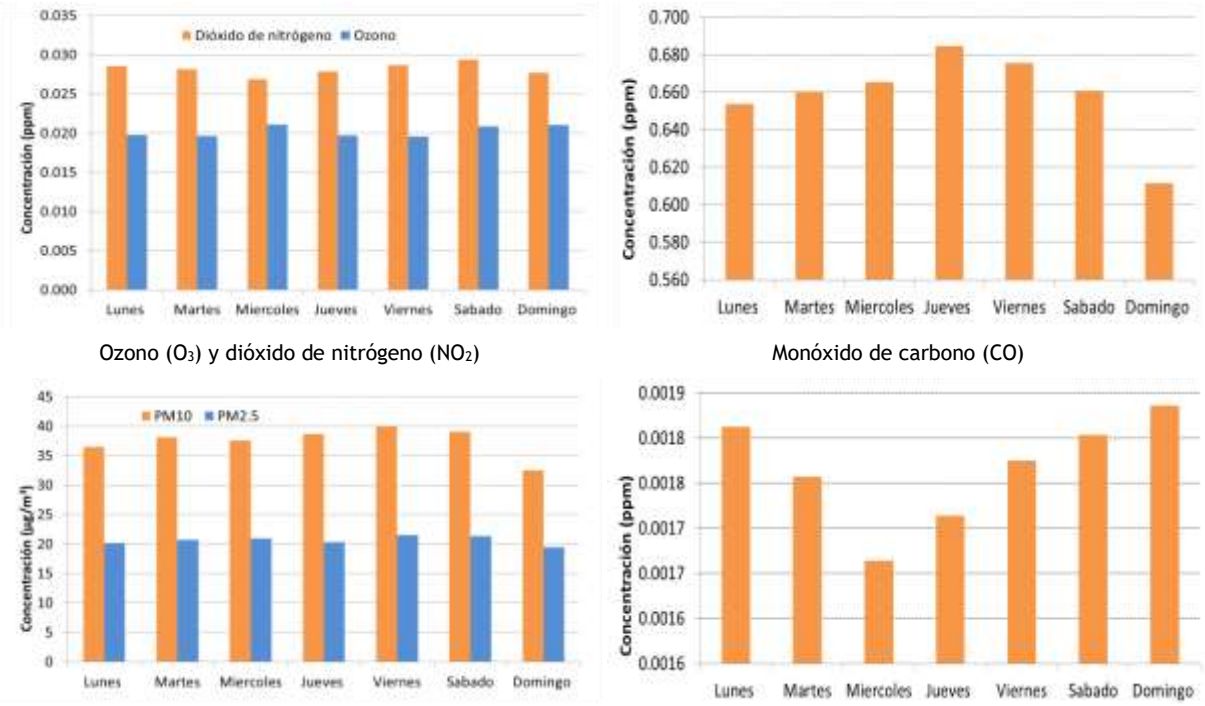


Figura 32. Comportamiento semanal de los contaminantes atmosféricos criterio medidos en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM.

(El indicador se obtuvo como el promedio de las concentraciones registradas en cada día de la semana durante el año 2016). Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017. Con datos del SIMAEM

2.4.2.3 COMPORTAMIENTO MENSUAL DE LAS PARTÍCULAS

Las partículas son un contaminante atmosférico que se mide por medio de equipos automáticos[16] y manuales[17], como se refirió antes la estación CUE del SIMAEM está equipada con ambos tipos de equipos. En 2016 los equipos manuales midieron durante todo el año, sin embargo, al momento del presente análisis, únicamente se contó con información de enero a julio para PM_{10} y de marzo a julio para $PM_{2.5}$, ya que el resto de las muestras se encontraban por procesarse en el laboratorio del INECC.

En el caso de PM_{10}, la comparación de los promedios mensuales obtenido de las mediciones de ambos tipos de equipo (Figura 33), muestra semejanza general en su comportamiento a lo largo del período de meses considerado.

En cuanto a la influencia de las condiciones ambientales, las mediciones de ambos equipos muestran la influencia de la época de lluvias en julio y agosto, cuando sus niveles disminuyen debido al arrastre en la atmósfera de las mismas.

Así mismo, en abril y mayo se aprecian diferencias importantes en la magnitud de las mediciones, con respecto al resto de los meses, lo cual se asocia con la presencia de quemas agrícolas e incendios forestales que ocurren mayormente en estos meses y porque las mediciones continúas de los equipos automáticos pueden registrar las emisiones de estos fenómenos.

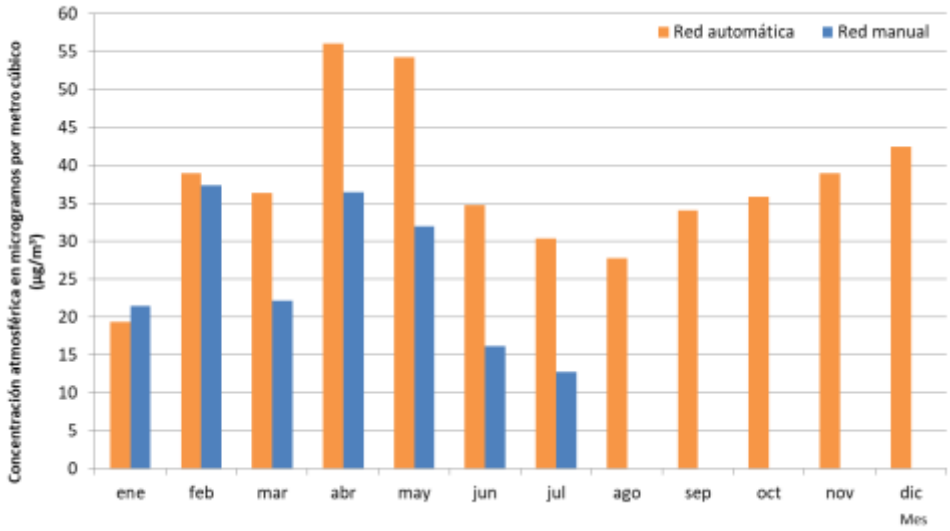


Figura 33. Comportamiento mensual de las PM_{10} medidas con equipos automáticos y manuales en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM.

(El indicador se obtuvo como el promedio de las concentraciones registradas en cada mes del año 2016)

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017. Con datos del SIMAEM

[16] Estos equipos permiten realizar mediciones minuto a minuto e integrar promedios horarios de concentración.

[17] Estos equipos permiten realizar mediciones acumuladas de 24 horas/día. En los gráficos solo se muestra la información de los meses enero a julio cuando estuvieron en operación

Por su parte, el comportamiento general de las mediciones de $PM_{2.5}$ con ambos equipos entre los meses de marzo y julio, muestra un aumento en la concentración en los meses de abril y mayo que reproduce el impacto de las emisiones directas provenientes de la agricultura y los incendios antes mencionado, mientras que el decremento de junio y julio reproduce el impacto de las lluvias y el lavado de la atmósfera (Figura 34).

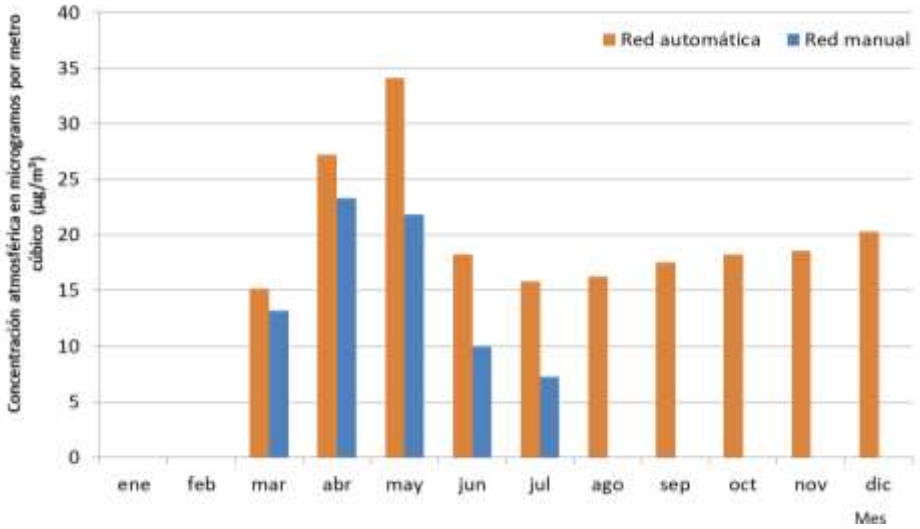


Figura 34. Comportamiento mensual de las $PM_{2.5}$ medidas con equipos automáticos y manuales en la estación Cuernavaca, 2016. SIMAEM.

(El indicador se obtuvo como el promedio de las concentraciones registradas en cada mes del año 2016)

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017. Con datos del SIMAEM

En la Figura 35 se presenta para la estación automática de Cuernavaca las concentraciones promedio de 24 horas de partículas PM_{10} comparado con las hectáreas afectadas por incendios forestales presentes en 2016 en el municipio de Cuernavaca, que de acuerdo a CONAFOR fueron de enero a mayo de ese año.

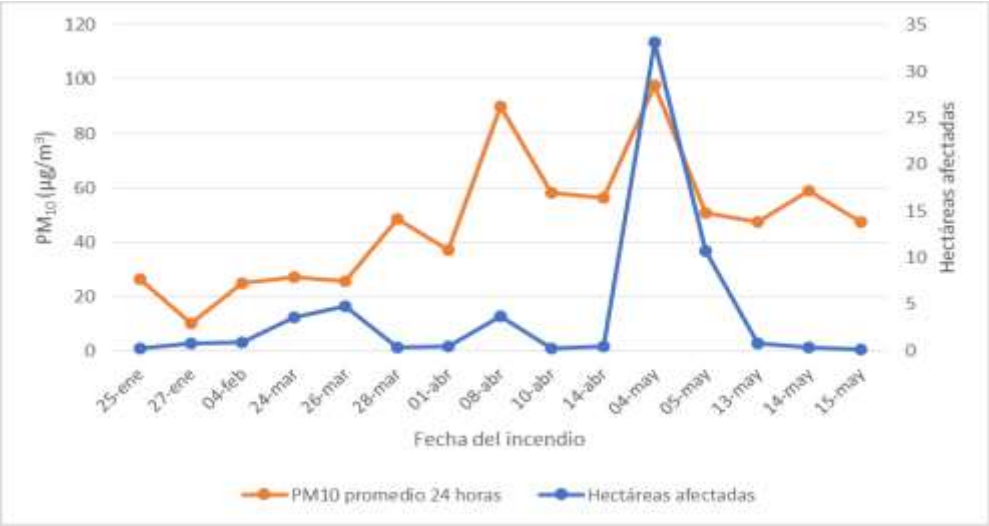


Figura 35. Concentraciones de PM_{10} versus hectáreas afectadas por incendios forestales en la estación Cuernavaca en 2016

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017. Con datos del SIMAEM y CONAFOR 2016.

2.4.2.4 COMPORTAMIENTO DE PARÁMETROS METEOROLÓGICOS

La revisión de las bases de datos de parámetros meteorológicos del año 2014, provenientes de los sistemas de adquisición de datos de la estación CUE, permite identificar aspectos técnicos que deben subsanarse para garantizar la integración de las mismas con suficiencia de información.

En la Tabla 16 se indican los aspectos técnicos identificados, por ejemplo, la presencia de banderas del tipo “O” que se refieren a fallas de operación o la bandera “P” que se refiere a fallas de energía eléctrica. También se observa la ausencia de datos y la presencia de datos con valor "0", lo que debe evaluarse considerando la implementación de un Programa de Aseguramiento de la Calidad.

Tabla 16. Características de los datos de meteorología medidos en la estación Cuernavaca, SIMAEM en 2014.

Aspecto técnico observado	**Parámetro**			
	Dirección de viento	Velocidad de viento	Temperatura	Humedad Relativa
% de datos registrados	51	51	70	39
Registros en blanco	√	√	√	√
Datos con bandera "O"	√	√		
Datos con bandera "P"	√	√	√	√
Ceros	√	√		

En este sentido las recomendaciones a realizar para mejorar la medición de los parámetros meteorológicos y proveer información continua, deben contemplar:

- Incorporar la validación de datos de meteorología a los procesos rutinarios de validación de la información, considerando el análisis y limpieza de la información a partir del catálogo de banderas del equipo de transmisión de datos,
- Suministrar refacciones para mantener la operación, supervisión, mantenimiento y calibración de los instrumentos meteorológicos.

En las condiciones de operación que se refieren, cuando se observa el comportamiento de la temperatura promedio mensual en 2014 medida en la estación CUE, se aprecia de forma indicativa un patrón estacional regional en el que los meses de abril, marzo y mayo, presentan los valores mayores (Figura 36).

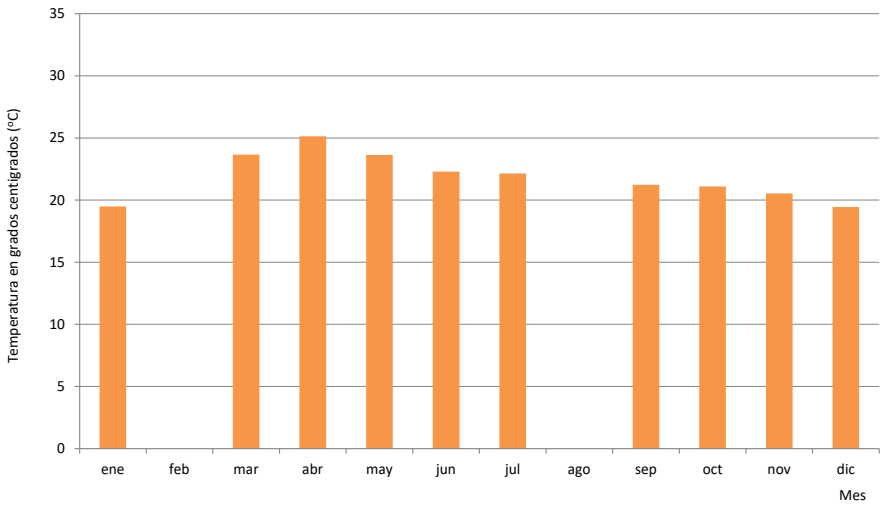


Figura 36. Comportamiento anual de la temperatura (TMP) en la estación Cuernavaca, 2014. SIMAEM.

El patrón diario de temperatura de 2014 en la estación CUE, refleja adecuadamente el comportamiento de este parámetro, con valores promedio que superan los 25 ºC entre las 12:00 y 16:00 horas (Figura 37).

En los próximos años debe haber garantía en la calidad y confiabilidad de los datos de temperatura y otros parámetros de meteorología, debido a que serán un soporte y un avance importante para los estudios en salud, la gestión de sistemas de vigilancia epidemiológica o de pronóstico de la calidad del aire.

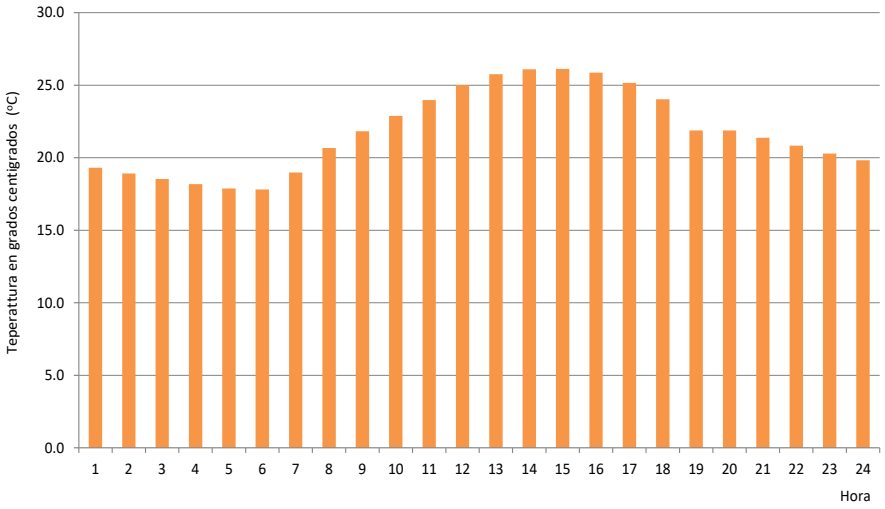


Figura 37. Comportamiento diario de la temperatura (TMP) en la estación Cuernavaca, 2014. SIMAEM.

2.4.2.5 COMPORTAMIENTO DE CARBONO NEGRO

El carbono negro (CN) es el componente principal de las partículas de hollín provenientes de los vehículos que usan diésel o biocombustible, así como de la quema de biomasa (SEDEMA, 2017).

Por sus características físico-químicas el CN forma parte de las $PM_{2.5}$ y puede mantenerse en la atmósfera durante días o semanas. Su presencia favorece la absorción de la luz y su transformación en calor, por lo que tiene un elevado potencial de calentamiento global. Debido a estos efectos climáticos, las acciones centradas en su reducción permiten mitigar los impactos del calentamiento global de la tierra.

Los efectos en la salud humana del CN son actualmente foco de estudio, la Organización Mundial de la Salud (OMS) está aportando conclusiones acerca de sus impactos en la salud debido a la exposición de corto plazo asociadas con fuentes de emisión como el tránsito vehicular (SEDEMA, 2017).

Con los datos disponibles de CN medidos en 2016 en la estación CUE del SIMAEM, es posible identificar la influencia e intensidad de actividades como el tránsito vehicular, con aumentos de sus concentraciones por la mañana y tarde de días laborales, y decrementos significativos en sábado y domingo (Figura 38).

También es posible observar que, en el transcurso de febrero a mayo del año 2016, hay un aumento paulatino del promedio de sus concentraciones de hasta 0.02 $\mu g/m^3$, el cual se puede asociar con la presencia de incendios.

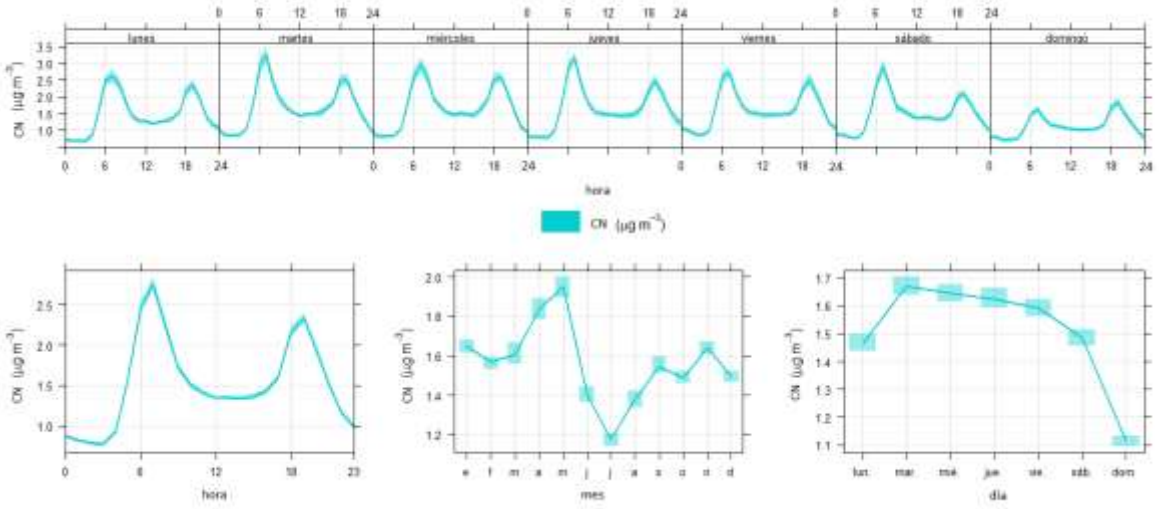


Figura 38. Comportamiento del carbono negro en la estación Cuernavaca, 2016.
Fuente: Elaborada por la Red de Carbono Negro (RCN), CCA-INECC.

A partir de los resultados observados en este apartado y ante la necesidad de que el SIMAEM genere datos suficientes, incluidos los parámetros meteorológicos y el CN, es necesario considerar como acciones prioritarias:

- Incorporar la validación de datos de meteorología a los procesos rutinarios de validación de la información, considerando el análisis y limpieza de la información a partir del catálogo de banderas del equipo de transmisión de datos,
- Suministrar refacciones para mantener la operación, supervisión, mantenimiento y calibración de los instrumentos meteorológicos.
- Continuar con la operación del equipo de medición de CN en la estación Cuernavaca, la validación y análisis de los datos generados.

2.5. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AIRE

El Índice de la Calidad del Aire es un medio para informar acerca del estado de la calidad del aire y que las personas salvaguarden su salud.

En este tipo de índices se emplean colores y mensajes breves de fácil comprensión para las personas, y se acompañan con mensajes para comunicar los riesgos, estos tienen una atención especial para las personas vulnerables debido a su estado de salud o por su edad, como son las personas de la tercera edad, niñas y niños.

En el caso del estado de Morelos, es necesario superar las limitaciones que tiene la operación de las estaciones de monitoreo y la generación continua de datos para sistematizar la elaboración de un Índice de la Calidad del Aire. Al superar esta condición sería necesario:

- Acondicionar y homologar a su operación rutinaria la elaboración de un Índice como el que se genera en la Ciudad de México y el Estado de México, debido a que éste es el Índice que se gestiona en la Megalópolis,
- Adoptar en el mediano plazo el SIMAEM los lineamientos del Índice Nacional de Calidad del Aire que se encuentran en etapa de elaboración normativa y cuya publicación se espera en el año 2018.

2.6. ESTUDIOS DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS

En el estado de Morelos se han realizado esfuerzos por distintas instituciones para generar información de calidad del aire en la entidad. Esto ha derivado en estudios que muestran que existe un problema de calidad del aire en el Estado, que requiere mayor análisis a través de estudios de mayor duración y de la operación continua de las estaciones del SIMAEM. La Tabla 17 muestra un resumen de los estudios realizados, de los cuales destacan las partículas $PM_{2.5}$ y el ozono como los contaminantes más importantes a atender.

Tabla 17. Estudios relacionados con calidad del aire en el estado de Morelos.

Objetivo del estudio	Contaminantes medidos	Sitios y periodo de muestreo	Resultados	Impactos	Referencia
Análisis de la calidad del aire como parte del Programa para el mejoramiento de la calidad del aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca 2009-2012	O_3, CO, NO_X, SO_2 y PST.	Dos campañas: mayo de 1996, durante 5 semanas; Sitios: primer cuadro de la ciudad de Cuernavaca; Colonia Tlahuapan en el municipio de Jiutepec y en el municipio de Temixco. Marzo a agosto de 2007: Palacio de Gobierno de Cuernavaca y Tlahuapan en Jiutepec.	PST por debajo de la norma; CO y NO_X por debajo de la norma con un comportamiento típico por flujo vehicular. SO_2 muy por debajo de la norma aunque los máximos se presentaron en la zona de Tlahuapan, debido a su ubicación cercana a la Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca. O_3 con concentraciones cercanas al valor normado de 110 ppb, en la zona centro. CO, NO_X, SO_2, muy por debajo de la norma. O_3 24 excedencias a la norma horaria en los seis meses más calurosos del año.	El ozono suele exceder las normas de calidad del aire para este parámetro, considerándose que los precursores provienen esencialmente de emisiones de origen vehicular.	Gobierno del Estado de Morelos, 2009.
Realizar un diagnóstico de la calidad del aire regional en Morelos.	O_3, NO_X, CO, SO_2, PM_{10} y $PM_{2.5}$	Febrero a Marzo 2007- 3 sitios: UAEM (rural), Cuernavaca (urbano) y Preparatoria No. 1 (industrial) Febrero a Marzo 2009 - 9 sitios: los 3 anteriores además de Xochitepec (urbano), Yautepec (rural), Cuautla (urbano), Parque Industrial Cuautla (industrial), Jantetelco (rural), Zacatepec (industrial) y Ocuituco (rural).	Concentraciones de casi todos los contaminantes estuvieron por debajo de los estándares de calidad del aire mexicanos. Excepciones: O_3 promedio de 8 h en Preparatoria No. 1 y Ocuituco; PM_{10} promedio 24 h en Zacatepec; y $PM_{2.5}$ en Parque Industrial Cuautla. Las concentraciones más altas de ozono se encontraron en el norte del Estado. Es probable que se deba al transporte eficiente de ozono y sus precursores de los sitios con altas emisiones (al interior de Morelos y de estados vecinos) a las zonas de bajas emisiones. Esto refuerza la idea de que el transporte regional de contaminantes juega un rol importante en las concentraciones observadas de ozono en Morelos. Los resultados sugieren la presencia de dos cuencas atmosféricas en el Estado separadas por la Sierra de Tepoztlán, la Sierra del Texcal y la Sierra de Montenegro.	Los resultados muestran que probablemente la mayor parte de la población y la mayor parte de la vegetación de Morelos está expuesta a niveles dañinos de O_3. Ya que fueron campañas cortas, se recomienda fortalecer el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos para generar datos históricos e identificar tendencias y patrones de contaminantes. Asimismo, se recomienda la ampliación de la red a otras zonas urbanas con alta densidad poblacional como Xochitepec, Temixco, Jiutepec y Yautepec.	Salcedo et.al., 2012.
Evaluar el impacto en la calidad del aire debido a las partículas emitidas por la quema de la caña de azúcar en los campos de cultivo y el procesamiento de la caña de azúcar en el ingenio en la	PM_{10}, $PM_{2.5}$ y HAPs	2 sitios: Zacatepec y Jojutla. 4 campañas de muestreo de PM_{10} y $PM_{2.5}$ durante las épocas de zafra	La concentración de $PM_{2.5}$ y PM_{10} aumenta significativamente en la época de zafra, llegando a superar la NOM-025-SSA1-2010. Durante la zafra los HAPs se incrementaron 6 veces. 44 al 52% de los HAP identificados son cancerígenos y exceden la norma de la Comunidad Europea.	Los riesgos a la salud e potencian durante la zafra por los incrementos en partículas y HAPs. Los niveles de HAP encontrados incrementan el potencial carcinogénico de 2 a 3 veces durante la época de zafra.	V. Mugica-Alvarez et al., 2015

zona cañera de Zacatepec, Morelos.		(cosecha y procesamiento de la caña) y no zafra.	El análisis de los resultados sugiere tres fuentes de emisión durante la zafra: el proceso de combustión en el ingenio azucarero, la quema de caña de azúcar en los campos de cultivo y las emisiones vehiculares, principalmente de los camiones a diésel que transportan la caña.		
Determinar los niveles ambientales de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) contenidos en las $PM_{2.5}$, y sus posibles fuentes en Cuernavaca, Morelos.	HAPs	2 sitios en la ciudad de Cuernavaca (Palacio de Gobierno y UAEM-CIQ) Enero – febrero de 2013.	Los HAP más abundantes fueron los de alto peso molecular. La concentración de Benzo[a]pireno equivalente (BaPE) fue de 4.05 ng·m−3. A partir de los resultados se sugirieron como principales fuentes de emisión, la quema de carbón y las emisiones de los vehículos.	Diversos HAPs, en especial los de alto peso molecular han demostrado ser carcinogénicos. El valor obtenido para el BaPE sugiere un riesgo para la población, tomando o en cuenta el grado de penetración que tienen las $PM_{2.5}$. Recomiendan modernizar el transporte e implementar sistemas de transporte masivos.	Saldarriaga-Noreña et al., 2015
Elaborar la línea base —o escenario de referencia— de exposición personal a contaminantes atmosféricos, de la población que habita, realiza sus actividades o transita en la EcoZona de Cuernavaca, Morelos, con el fin de contar con información técnica y científica que permitan diseñar y evaluar la implementación de medidas orientadas mejorar la calidad del aire y con ello reducir la exposición personal a contaminantes atmosféricos de la población.	CO, COV, BTEX, $PM_{2.5}$, CN	EcoZona de Cuernavaca y corredor vial Cuauhnáhuac – Plan de Ayala: vehículos de transporte público y microambientes. Noviembre de 2016	Los microambientes donde se encontraron las mayores concentraciones de monóxido de carbono, carbono negro y BTEX (benceno, tolueno, xileno y etilbenceno) fueron el parabús o paradero, el interior de los autobuses de transporte público y en el auto particular; es decir, los lugares donde hay mayor presencia de emisiones vehiculares. Respecto a las escuelas, las mayores concentraciones se encontraron en la que está más cercana a una vialidad con alto tránsito. En cuanto a $PM_{2.5}$, las mayores concentraciones se encontraron en el parabús y al interior de los autobuses de transporte público.	Aunque no se cuenta con una normatividad que establezca los valores máximos permisibles para exposición personal, diversos estudios han identificado impactos en la salud de la población cuando se exponen a concentraciones como las encontradas en el presente estudio. El estudio recomienda promover e incentivar modos sustentables de transporte como el uso de bicicletas; implementar corredores peatonales; y reordenar y reducir el número de vehículos empleados para el transporte público.	INECC, 2016b

2.7. TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

Derivado de estudios donde se analizan las trayectorias en superficie en la vecindad de las zonas urbanas del centro del país, entre ellas, Cuernavaca-Cuautla; se infirieron los siguientes patrones de intercambio de masas de aire entre Morelos y las cuencas atmosféricas de la Megalópolis (SEMARNAT-INECC-CAMe, 2017):

a) La ZMVM exporta partículas hacia el estado de Morelos en mayo, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

b) Cuernavaca-Cuautla exportan masas de aire de enero a abril y en noviembre hacia la ZMVM a través de la Sierra del Chichinautzin y el Paso de Tenango del Aire, y de mayo a octubre hacia el Valle de Toluca a través del Paso de Tenango del Valle.

c) Puebla-Tlaxcala exporta masas de aire hacia la frontera con Morelos en enero.

d) Para el mes de marzo a través del paso de Tenango del Aire dominan los vientos de Morelos hacia el Estado de México en su sector oriental, siendo más intensos estos flujos a las 18:00 hrs GMT (12:00 hrs local).

e) Para el mes de septiembre: Los flujos a través de Tenango del Aire son predominantemente hacia Morelos, se observa una zona frontal al pie occidental de la Sierra Nevada en el Valle de México y otra al pie occidental de la Sierra de las Cruces. En Morelos, en particular la zona de Cuernavaca está dominada por el ciclo diurno y las brisas de Valle-Montaña hacia la Sierra del Ajusco-Chichinautzin.

2.8. PROGRAMA DE CONTINGENCIA AMBIENTAL ATMOSFÉRICA

Una contingencia ambiental es una situación de riesgo y peligro para la integridad del ecosistema y se asocia con actividades humanas o fenómenos naturales (DOF, 2010), aunque la prioridad deber ser la salud humana. Cuando la calidad del aire de una región o localidad se deteriora y pone en riesgo la salud de la población, es pertinente establecer un PCAA con acciones programadas para mitigar la emisión de contaminantes primarios e informar a la población para que disminuya los riesgos y evite exponerse.

En el marco de la Ley Federal[18] y las legislaciones locales, es responsabilidad de los gobiernos estatales, el Distrito Federal (ahora Ciudad de México) y los municipios, tomar las medidas preventivas que sean necesarias para evitar las contingencias ambientales por contaminación atmosférica (DOF, 2010). Así como en la LEEPAEM, Artículo 161, dispone que “La prevención y control de las emergencias ecológicas y de las contingencias

[18] Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Fracción VIII del Artículo 112 del Capítulo II, de la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, así como artículos 7, 8 y 9.

ambientales corresponden al Gobierno del Estado y los Gobiernos Municipales conforme a las políticas y programas que Protección Civil Estatal al efecto establezca".

En este contexto y considerando que el estado de Morelos forma parte de la Megalópolis que conforman la Ciudad de México y los estados de México, Hidalgo, Puebla, Querétaro y Tlaxcala, es necesario establecer un PCAA que atienda la dimensión regional y local del fenómeno de contaminación del aire, en la perspectiva de motivar la comprensión de este fenómeno y la participación social para su atención. En este sentido, entre los aspectos relevantes a considerar en este PCAA destacan:

- Implementar una estrategia de comunicación de riesgos en salud con carácter preventivo, que informe regularmente sobre las condiciones de la calidad del aire en las zonas metropolitanas del Estado, en específico cuando ésta se califique como "regular" y proclive a ser "mala",
- Mejorar los sistemas estatales para la identificación, alerta y atención de incendios forestales,
- Promover en la sociedad del Estado el reconocimiento del impacto que tienen las fuentes locales de contaminación del aire y su diferenciación con la contaminación del aire que se genera en el Valle de México,
- Promover la consolidación de los estudios de la influencia y transporte de contaminantes precursores del ozono del Valle de México al estado de Morelos, conforme a los estudios científicos en la materia,
- Informar a la población sobre las restricciones que se establezcan en la Ciudad de México y el Estado de México cuando se implemente en éstas un PCAA, con el propósito de informar a la población del estado de Morelos y evite las sanciones debidas al incumplimiento de este programa o una exposición a niveles de contaminación que pongan en riesgo su salud, en la medida de lo posible se recomendaría evitar los traslados al Valle de México,
- Consolidar el ejercicio de coordinación que lleva a cabo la Comisión Ambiental de la Megalópolis.

En este sentido, el PCAA para el estado de Morelos deberá constituirse como una herramienta de comunicación efectiva para la prevención de los riesgos ambientales y sociales asociados con la contaminación del aire en las zonas metropolitanas del Estado y en los Estados que conforman la Megalópolis, principalmente la Ciudad de México y el Estado de México, por lo que:

- En el municipio de Zacatepec y Cuautla la presencia de niveles altos de partículas derivadas de las fuentes fijas y quemas agrícolas; en Cuernavaca derivadas de los incendios forestales; y en Ocuituco del volcán; serán justificación para detonar alertas preventivas locales acordes a este contexto y que empleen a los centros educativos y de servicios médicos como espacios de acción y reflexión.
  En este caso los sistemas locales de monitoreo de la calidad del aire y las estrategias locales de comunicación efectiva de los riesgos serán una herramienta fundamental.

- En el estado de Morelos, principalmente en las zonas metropolitanas con influencia social, económica y ambiental con la Megalópolis, se promoverá que el PCAA informe sobre las situaciones de emergencia ambiental en la Ciudad de México o el Estado de México, principalmente cuando se activen las fases de contingencia ambiental que limitan la circulación de vehículos y que promueven evitar la exposición de las personas al aire ambiente, evitando así sanciones y posibles casos de enfermedad para los habitantes de Morelos que viajen a esas entidades en el momento de esta crisis ambiental.
- El propósito general del PCAA será posicionar y hacer de conocimiento público una situación de emergencia ambiental, manifestando así la preocupación del Estado por el carácter regional de este fenómeno ambiental y que sea un tema de discusión y análisis social para distinguir la influencia que tienen estos eventos en la calidad del aire del Estado.

2.9. PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR OBLIGATORIA

El PVVO (Programa de Verificación Vehicular Obligatoria) tiene por objeto establecer los lineamientos conforme a los cuales, los vehículos automotores de combustión interna matriculados y/o que circulen en el estado de Morelos deberán ser verificados en sus emisiones contaminantes, con la finalidad de monitorear el desempeño ambiental de los vehículos y contribuir al control y la disminución de la contaminación atmosférica generada por las fuentes móviles. Esto, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas, las leyes y decretos que emita el gobierno del Estado para tal efecto.

La LGEEPA, en su artículo 112 Fracciones V y VII, disponen que los gobiernos de los Estados, del Distrito Federal y de los Municipios, “Establecerán y operarán sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación y establecerán requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, excepto el federal, y las medidas de tránsito, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación”. Así como la LEEPAEM lo establece en su Artículo 120.

La normatividad que soporta la implementación del PVVO permite regular las emisiones de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO), dilución (suma de CO y CO_2), oxígeno (O_2) y óxidos de nitrógeno (NO_X) de vehículos que emplean gasolina y combustibles alternativos, así como la medición del coeficiente de absorción de luz de vehículos que usan diésel como combustible.

2.9.1. ANTECEDENTES DEL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR OBLIGATORIO EN EL ESTADO DE MORELOS

El estado de Morelos tiene un Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO) desde 1995, el cual se publicó posterior a la emisión del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la

Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el estado de Morelos en 1994.

Desde un principio la verificación se realizaba de manera semestral, con pruebas de tipo estáticas con analizadores de cuatro gases para medir hidrocarburos, CO, la dilución (suma de CO y dióxido de carbono) y el oxígeno de vehículos que emplean gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural comprimido, mientras que en los vehículos a diésel se medía la opacidad.

En los anuarios estadísticos 1995, 1998 y 2002 publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), se señala que este PVVO contaba al inicio con 62 centros de verificación en los que se verificaron hasta 87,333 vehículos. En 1997 se contabilizaron 58 centros de verificación en los que se verificaron 137,564 en el primer semestre y 136,037 en el segundo semestre; en el año 2001 el número de centros de verificación decreció a 44 y se verificaron hasta 107,981 vehículos en el segundo semestre.

El 10 de julio del año 2008, el PVVO se modificó para responder a los convenios celebrados entre el estado de Morelos y el Estado de México, y por otro lado con el gobierno de la Ciudad de México para implementar la exención de la restricción vehicular del Programa Hoy No Circula (PHNC) a los vehículos matriculados en el estado de Morelos, mediante el otorgamiento del holograma cero y doble cero en el Estado. Cabe señalar que en sólo tres de los centros de verificación del Estado se realizaban pruebas dinámicas y se otorgaban dichos hologramas.

En 2011 se lanzó una convocatoria para establecer, operar e instalar centros de verificación vehicular que realicen pruebas dinámicas para vehículos que usan gasolina, gas licuado de petróleo y gas natural comprimido, y pruebas estáticas para vehículos definidos como inoperables en el dinamómetro ya sea por sus dimensiones o por el tipo de tracción.

A partir del 2012 se inicia la operación de 42 centros de verificación con las características antes mencionadas con 49 líneas.

En diciembre de 2012 se renuevan los convenios antes mencionados mediante los cuales el Estado de México y la Ciudad de México reconocen los procedimientos de verificación y la papelería generada como resultado de las pruebas de verificación.

Para 2014, el nivel de cumplimiento de la verificación vehicular fue del 42%.

2.9.2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA DE VERIFICACIÓN VEHICULAR EN EL ESTADO DE MORELOS

Ante la entrada en vigor de norma emergente NOM-EM-167-SEMARNAT-2016, el dictamen técnico de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) del estado de Morelos, señala que los centros de verificación que operaban en 2016 carecían de infraestructura, sistemas, equipos y protocolos para realizar el procedimiento de verificación vehicular conforme a la norma en comento. Ante este escenario el Estado emitió el día 30 de junio de 2016 un decreto para suspender el PVVO.

Finalmente, el 26 de octubre de 2016 se publica un PVVO, para la atención de la norma emergente referida, el cual considera el tipo de prueba para los vehículos en circulación, el aseguramiento de datos y candados de seguridad para los procesos y un Manual para Establecer y Operar Centros de Verificación Vehicular; asimismo, se emite la convocatoria para instalar centros de verificación.

En este proceso, la SDS autoriza doce centros de verificación, diez fijos y dos móviles, de ellos, nueve contarán con cuatro líneas, uno con dos líneas y los móviles con una sola línea.

Asimismo, y derivado del convenio firmado el 29 de junio de 2016 con la Ciudad de México por primera vez se cuenta con un sistema centralizado y automatizado vinculado a la Ciudad de México a través del cual todos los centros de verificación deberán operar.

El 5 de septiembre de 2017 se publicó la NOM-167-SEMARNAT-2017, que sustituye a la norma emergente, por lo cual se actualizará el PVVO para cumplir con dicha norma.

El porcentaje de la flota vehicular verificada actualmente es baja, por lo que es necesario fortalecer el PVVO con acciones de seguimiento y vigilancia en calle. Asimismo, el personal con el que cuenta el área responsable de implementar dicho Programa no es suficiente y requiere capacitación. Por último, hace falta mayor infraestructura y desarrollar el software necesario para operar el Programa de forma independiente a la Ciudad de México.

Las áreas de oportunidad que se encontraron comprenden:

- Modificar el PVVO en relación a los siguientes puntos:
    - La obligación de que los vehículos cuenten con pase turístico cuando tengan placas de los Estados que no son parte de la Megalópolis y no cuenten con PVVO en su Estado. En el caso de que los vehículos que requieran exceder la temporalidad prevista, deberán verificarse de forma obligatoria, ya que en caso contrario serán considerados como vehículos no verificados,
    - Destinar un porcentaje del cobro de la verificación vehicular a un fondo que financie programas de prevención y control de fuentes móviles (subsidio de convertidores catalíticos), contratación y capacitación del personal, adquisición de equipo de medición (monitoreo ambiental, sensores remotos, equipos de auditoría para centros), así como la implementación de las medidas dispuestas en el ProAire.
- Fortalecer las capacidades de los recursos humanos contratados para el seguimiento y vigilancia del PVVO, en la SDS y en la PROPAEM.
    - Las actividades de la SDS comprenden:
        - El desarrollo de *software* de control de la información generada en los centros de verificación y eliminar la dependencia de terceros,
        - El control y seguimiento de las auditorías realizadas por laboratorios acreditados en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización,

        - El control y seguimiento de la papelería oficial (venta y asignación al vehículo) constancias técnicas de verificación, hologramas y certificados, así como de los pases turísticos emitidos,
        - La atención al público,
        - La adquisición de mobiliario y equipo de cómputo para el personal encargado del seguimiento y vigilancia del Programa.
    - Las actividades a desarrollar en la PROPAEM comprenden:
        - El monitoreo remoto a los centros de verificación por medio de videos y *software* de vigilancia,
        - Las visitas de inspección a los centros de verificación programadas y para la atención de denuncias ciudadanas,
        - Los operativos para detectar vehículos que no porten el holograma de verificación vigente o que sean ostensiblemente contaminantes,
        - El seguimiento y control de la documentación oficial retenida (placas o licencias) a los vehículos sin holograma vigente o que sean altamente contaminantes.
- Implementar programas de detección de vehículos ostensiblemente contaminantes a través de sensores remotos, en congruencia con la normatividad,
- Realizar operativos en coordinación con los municipios o por medio de patrullas ecológicas, para detectar vehículos que no porten el holograma de verificación vigente,
- Implementar un programa para adoptar tecnologías que reduzcan las emisiones de vehículos automotores que no cumplan con los requerimientos del PVVO, principalmente la reparación y sustitución de sistemas de control de emisiones o la conversión sistematizada a combustibles alternativos.

La lista de normas oficiales mexicanas, en materia de emisiones a la atmósfera por fuentes móviles se encuentra en el Anexo I.

2.10. CONCLUSIONES

La Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos ha realizado esfuerzos importantes para fortalecer la operación del SIMAEM, dando como resultado una mejor operación de sus estaciones de monitoreo al año 2016. Sin embargo, aún existen oportunidades para su mejora de acuerdo con los resultados de las visitas técnicas y el análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas realizado con el personal responsable del SIMAEM de la entidad.

El mantenimiento y operación del SIMAEM requiere una adecuada gestión de sus procedimientos para generar datos válidos conforme a los lineamientos de la NOM-156-SEMARNAT-2012, las NOM técnicas y las NOM Salud Ambiental, por lo que deberá orientarse la conformación de un programa de aseguramiento y control de la calidad, su establecimiento y seguimiento.

Para un adecuado funcionamiento del SIMAEM, se identificaron necesidades como: actualizar los equipos de monitoreo, asegurar un stock de refacciones, incrementar el personal que opera el sistema y capacitarlos, así como establecer los procedimientos de validación de datos que se generan.

La representatividad espacial de las estaciones de monitoreo CUE, CUA y ZAC, es una condición que debe evaluarse en términos de la cobertura regional o municipal que representan. Así, es indispensable realizar un rediseño del SIMAEM con el objeto de determinar cuántas estaciones más y dónde se requieren en el Estado.

De acuerdo a los datos de la estación CUE de 2016, el límite permisible para exposición aguda de PM_{10} y $PM_{2.5}$ se excedió, así como el límite de $PM_{2.5}$ para evaluar situaciones de riesgo por exposición crónica. En el caso del O_3, éste también superó el límite máximo permisible y el resto de los contaminantes tuvieron concentraciones máximas con valores menores a los que establecen las NOM Salud Ambiental como límites permisibles.

Por lo anterior, es pertinente aplicar medidas de control de la contaminación atmosférica para proteger la salud de la población.

Resulta indispensable y a corto plazo que el Estado cuente con un Índice de Calidad del Aire y que se dé a conocer a la población; además de implementar un instrumento jurídico que contenga la disposición de integrar un Programa de Contingencia Ambiental Atmosférica.

Para la adecuada implementación y vigilancia del PVVO resulta indispensable que la SDS y la PROPAEM cuenten con mayor personal y equipamiento que permitan mantener el control del funcionamiento de los centros de verificación y realizar la vigilancia de la verificación vehicular en calle con patrullas ecológicas y sensores remotos.

Para ello, se propone el fortalecimiento del fondo verde que genere sustentabilidad financiera a éste y otros programas en materia de calidad del aire.

Por último, la reciente publicación de la NOM-167-SEMARNAT-2017, hace necesario que haya varios cambios en el PVVO.

CAPÍTULO 3. INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA

El inventario de emisiones (IE) de los contaminantes que se emiten a la atmósfera, es una herramienta para la gestión de la calidad del aire que identifica los diferentes tipos de fuentes de emisión, el lugar donde se generan, el tipo de contaminantes y el volumen de sus emisiones en un año base, y así diseñar medidas para regular o disminuir las emisiones de las fuentes prioritarias.

En México, el primer IE nacional de contaminantes criterio fue para el año base 1999 (SEMARNAT, 2006), seguido de los IE de los años base 2005, 2008 (SEMARNAT, 2012) y 2013 (INECC, 2015b).

En el estado de Morelos, el primer IE se elaboró para la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC) para el año base 2005 y fue el instrumento base para la elaboración del ProAire de la ZMC 2009-2012.

El segundo IE del estado de Morelos se elaboró para el año base 2014 y las estimaciones se realizaron para cada uno de los municipios de la entidad. Por su contenido y nivel de cobertura espacial es considerado como un elemento de diagnóstico fundamental para dar soporte y certeza a las medidas y acciones que se establecen en el presente ProAire Morelos 2018 – 2027.

En este contexto, el capítulo 3 integra los resultados del IE 2014 desagregando el tipo de fuente (fijas, área, móviles y naturales), las categorías y subcategorías y, el tipo de contaminante. Asimismo, se analizan las emisiones de forma general a nivel municipal, de cada una de las cinco regiones de Morelos y de las tres zonas metropolitanas (Cuernavaca, Cuautla y Jojutla).

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2014 DEL ESTADO DE MORELOS

La elaboración del IE del estado de Morelos se basó en los Manuales del Programa de Inventario de Emisiones en México (Radian, 1997) y en las herramientas que empleó la SEMARNAT para actualizar los IE nacionales 2005 y 2008, lo que garantiza su comparabilidad con los resultados a nivel nacional.

En el IE del estado de Morelos se incluyen las principales fuentes de emisión localizadas en el área de estudio. En él se logró mejorar la calidad de la información, la metodología y el control de calidad del proceso (SDS, 2017) en comparación con el inventario de la ZMC de 2005.

Las emisiones estimadas en el inventario corresponden a los contaminantes: partículas menores a 10 y a 2.5 micrómetros (PM_{10} y $PM_{2.5}$), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_X), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoniaco

(NH_3); su cantidad total en peso se reporta en mega-gramos por año (Mg/año), equivalente a toneladas por año.

A continuación, se describen los tipos de fuentes que se consideran en el IE. Los tipos de fuentes junto con sus categorías y subcategorías, se muestran en la Figura 39.

Figura 39. Diagrama de las fuentes, categorías y subcategorías del Inventario de Emisiones 2014 del estado de Morelos
Fuente: SDS, 2017.

Fuentes fijas. En términos del IE las fuentes fijas comprenden las instalaciones en las que se desarrollan operaciones o procesos industriales, clasificadas de acuerdo con su jurisdicción ya sea federal o estatal (DOF, 2017a). En el inventario se identificaron 15 giros industriales y se conformó un padrón de 70 de industrias, 35 federales y 35 estatales.

Fuentes de área. Representan las emisiones de fuentes que son numerosas y dispersas, sin embargo, en su conjunto las fuentes de área son emisores importantes de contaminantes al aire (Radian, 1997). En el inventario se identificaron 33 subcategorías las cuales se clasifican en 5 categorías: agrícolas, combustión, evaporativas, incendios y misceláneas.

Es importante mencionar que como parte de las actividades del ProAire se mejoró el cálculo de las emisiones de combustión doméstica de leña. Así como se complementaron las emisiones de fuentes de área con subcategorías reportadas en el inventario de emisiones de la CAMe 2014, dichas emisiones fueron calculadas por la DGGCARETC-SEMARNAT.

Fuentes móviles. Incluye 11 subcategorías de transporte motorizado que circula en las carreteras o calles que comprende el área de estudio (SEMARNAT, 2005a). Así como 4

subcategorías de fuentes móviles no carreteras que comprenden aviación, terminales de autobuses, lanchas recreativas y locomotoras.

Fuentes naturales. Incluye 2 subcategorías de procesos naturales que emiten sustancias a la atmósfera que son consideradas como contaminantes: las emisiones biogénicas que emite la vegetación (árboles, pastos, etc.) en los procesos de desnitrificación del suelo y el ciclo global del carbono; y las partículas provenientes de la erosión eólica (desgaste de las rocas o la remoción del suelo) (SEMARNAT, 2005a).

Cabe mencionar, que las emisiones del volcán Popocatépetl no fueron incluidas en el Inventario de Emisiones 2014, debido a que al ser una fuente natural compartida entre distintas entidades federativas se cuantifica a nivel nacional.

3.2. ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2014 DEL ESTADO DE MORELOS

3.2.1. EMISIONES EN EL ESTADO DE MORELOS

Los resultados del IE del estado de Morelos para el año base 2014, indican que se emitieron un total de 10,993 Mg/año de PM_{10}, 7,186 Mg/año de $PM_{2.5}$, 3,647 Mg/año de SO_2, 130,729 Mg/año de CO, 36,873 Mg/año de NO_X, 81,802 Mg/año de COV y 6,008 Mg/año de NH_3 (Tabla 18).

Tabla 18. Emisiones por tipo de fuentes en Mg/año

Fuentes	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fijas	1,745	1,069	2,881	2,116	7,540	1,515	5
Área	6,446	4,788	303	28,466	3,747	37,344	5,865
Móviles	1,020	933	464	100,146	18,442	10,491	138
Naturales	1,782	396	NA	NA	7,144	32,452	NA
Total	**10,993**	**7,186**	**3,647**	**130,729**	**36,873**	**81,802**	**6,008**

NA= No Aplica

Fuente: Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio año base 2014, SDS, 2017.

El análisis de las fuentes de emisión para cada uno de los contaminantes atmosféricos considerados en el IE (Figura 40), permite reconocer la relevancia de cada fuente (naturales, fijas, móviles o área).

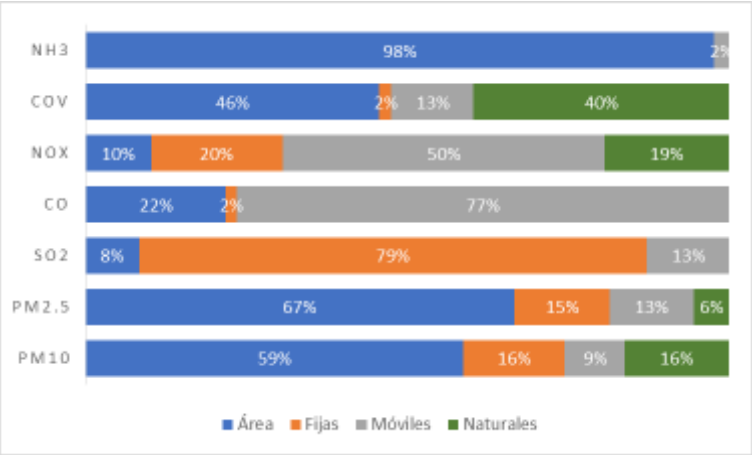


Figura 40. Contribución porcentual de las emisiones por contaminante y tipo de fuente
Fuente: Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio año base 2014, SDS, 2017.

Los resultados indican que en el estado de Morelos las fuentes fijas contribuyen principalmente con las emisiones de SO_2 (79%), NO_X (20%), $PM_{2.5}$ y PM_{10}, (16 y 15% respectivamente), debido principalmente al consumo de combustibles pesados (combustóleo y coque de petróleo) y bagazo.

Las fuentes de área contribuyen con el 98% del NH_3, asociado principalmente con los desechos de origen animal, el uso de fertilizantes y las actividades humanas; con el 59% de las PM_{10} y 67% de las $PM_{2.5}$, debido principalmente a la combustión doméstica, la labranza y la quema agrícola; así como con el 46% de las emisiones de COV, debido al uso de solventes, manejo y distribución de gas licuado de petróleo (GLP), y consumo de leña en hogares.

En el caso de las fuentes móviles carreteras, éstas emiten el 77% del CO, el 50% de los NO_X y el 13% de los COV, para las partículas esta fuente contribuye con el 9% y 13% de las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$ respectivamente. Estas emisiones se generan por el uso de combustibles fósiles, principalmente gasolina y diésel en vehículos automotores. Los autos particulares, camionetas tipo *pick up,* los vehículos menores de tres toneladas y las camionetas de uso particular, constituyen el 69% de la flota vehicular del Estado.

Finalmente, las estimaciones indican que las fuentes naturales contribuyen con el 16% de las PM_{10} y 6% de las $PM_{2.5}$, las cuales provienen de la erosión eólica. Así como, con el 40% de la emisión de los COV y el 19% de los NO_X, proveniente de fuentes biogénicas.

En la Tabla 19 se presentan las emisiones desagregadas por fuente, categoría y subcategoría evaluadas en el Inventario de Emisiones 2014 para el estado de Morelos.

Tabla 19. Emisiones por fuente y subcategoría en Mg/año

Subcategoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Fuentes Fijas	**1,745**	**1,069**	**2,881**	**2,116**	**7,540**	**1,515**	**5**
Federal	*614.4*	*421.3*	*2,551.81*	*1,729.17*	*7,250.21*	*1,447.31*	*4.2*
Automotriz	42.30	31.61	520.14	12.23	61.82	970.50	0.70
Vidrio	124.78	105.29	1,007.57	9.27	1,567.35	3.70	1.29
Celulosa y papel	49.64	32.80	854.57	14.92	92.23	36.88	1.17
Química	17.15	7.14	84.90	33.51	189.23	272.57	0.94
Metalúrgica (incluye la siderúrgica)	1.92	1.73	-	0.04	0.07	16.45	-

Subcategoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Cemento y cal	378.60	242.73	84.62	1,659.16	5,339.35	5.44	0.10
Petróleo y petroquímica	0.01	0.00	0.01	0.04	0.16	141.77	-
Estatal	*1,130.82*	*647.95*	*328.70*	*386.77*	*289.90*	*67.67*	*1.15*
Alimentos y bebidas	1,091.34	622.48	112.51	364.07	232.22	0.14	0.30
Industria textil	24.97	17.70	165.74	15.41	32.17	0.98	0.75
Plástico y hule	1.06	0.71	49.42	0.98	5.81	2.28	0.07
Derivados del petróleo y carbón	5.82	2.87	0.11	0.10	0.39	0.00	0.02
Mezclas químicas	0.01	0.01	0.04	0.11	0.28	1.11	0.01
Metálico	0.64	0.56	-	3.21	5.64	51.64	-
Accesorios, aparatos eléctricos y	0.93	0.12	0.87	2.84	13.19	11.51	-
Minerales no metálicos	6.05	3.50	0.01	0.05	0.20	0.01	-
Fuentes de Área	**6,446**	**4,788**	**303**	**28,466**	**3,747**	**37,344**	**5,865**
Agrícolas	*1286*	*285*	-	-	-	*97*	*742*
Aplicación de plaguicidas	-	-	-	-	-	96.84	-
Aplicación de fertilizantes	-	-	-	-	-	-	741.53
Labranza	1,286.49	285.22	-	-	-	-	-
Combustión	*3,181*	*3,045*	*209*	*21,593*	*3,394*	*18,731*	*0.02*
Asados al carbón	151.70	121.08	-	302.01	5.57	19.48	-
Combustión doméstica	2,836.78	2,731.38	32.67	20,691.2	578.06	18,708.14	
Combustión comercial	17.01	17.01	12.42	61.49	311.64	2.17	-
Combustión agrícola	175.24	175.24	163.56	536.39	2,493.16	0.91	-
Combustión industrial	0.25	0.23	0.01	2.04	5.58	0.15	0.02
Evaporativas	-	-	-	-	-	*16,819*	-
Artes gráficas	-	-	-	-	-	946.97	-
Asfaltado	-	-	-	-	-	127.24	-
Pintado automotriz	-	-	-	-	-	366.02	-
Esterilización en hospitales	-	-	-	-	-	0.86	-
Lavado en seco	-	-	-	-	-	348.33	-
Pintura para señalización vial	-	-	-	-	-	42.79	-
Recubrimiento de superficies en la industria	-	-	-	-	-	330.51	-
Recubrimiento de superficies arquitectónicas	-	-	-	-	-	869.35	-
Uso doméstico de solventes	-	-	-	-	-	6,014.74	-
Limpieza de superficies industriales	-	-	-	-	-	1,959.66	-
Manejo y distribución de combustible	-	-	-	-	-	1,031.50	-
Manejo y distribución de gas LP	-	-	-	-	-	4,781.35	-
Incendios	*1,305*	*1,222*	*85*	*6,843*	*348*	*556*	*128*
Incendios forestales	79.54	67.50	7.29	789.70	23.46	55.14	7.92
Incendios en construcciones	0.13	0.12	-	2.08	0.05	0.13	-
Quemas agrícolas	1,207.91	1,138.71	77.36	6,013.09	321.71	496.43	120.27
Quema de residuos a cielo abierto	16.99	15.56	0.45	38.00	2.68	3.83	-
Misceláneas	*674*	*236*	*9*	*30*	*5*	*1,141*	*4,995*
Actividades de construcción	168.61	35.05	-	-	-	-	-
Aguas residuales	-	-	-	-	-	625.41	-
Caminos pavimentados y no pavimentados	354.57	85.78	-	-	-	-	-
Emisiones ganaderas	27.93	3.19	-	-	-	-	2,837.25
Emisiones domésticas de amoniaco	-	-	-	-	-	-	2,157.93
Panificación	-	-	-	-	-	75.14	-
Ladrilleras	122.55	111.87	9.29	22.18	5.13	2.49	-
Rellenos sanitarios	-	-	-	8.27	-	438.34	-
Fuentes Móviles	**1,020**	**933**	**464**	**100,146**	**18,442**	**10,491**	**138**
Móviles carreteras	*1,015*	*928*	*461*	*99,545*	*18,400*	*10,253*	*138*
Automóvil particular	77.67	68.71	125.83	37,544.9	5,299.20	4,068.07	50.18
Camioneta particular	21.58	19.09	61.72	14,888.2	2,452.53	1,625.32	20.75
Motocicleta	12.03	10.65	23.75	8,499.39	331.87	958.95	19.57
Pickup	60.96	54.77	51.88	21,546.8	2,608.07	2,097.89	15.66
Taxi	5.53	4.88	23.41	5,159.10	980.95	338.58	12.07
Vehículo menor a 3.8 ton	18.85	16.87	26.93	8,534.61	1,117.41	684.18	8.97
Tractocamión	336.67	309.73	46.86	714.63	1,472.47	143.20	3.56

Subcategoría	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Vehículo mayor a 3.8 ton	196.61	180.89	33.97	692.09	1,197.15	122.21	2.34
Autobús público municipal	152.03	139.86	30.37	552.80	1,439.72	89.76	1.58
Camioneta transporte público	0.57	0.50	4.83	638.88	124.96	43.54	1.49
Autobús	132.16	121.59	31.15	773.59	1,376.03	81.77	1.40
Móviles no carreteras	*5*	*5*	*3*	*601*	*42*	*237*	*0.01*
Aviación	0.4	0.4	0.8	101.5	9.5	13.3	
Locomotoras	0.40	0.36	1.94	1.58	16.01	0.59	
Terminales de autobuses	0.07	-	0.11	6.47	11.43	0.58	0.01
Lanchas recreativas	4.58	4.21	0.38	491.79	4.72	222.70	-
Fuentes Naturales	**1,782**	**396**	**NA**	**NA**	**7,144**	**32,452**	**NA**
Biogénicas	NA	NA	NA	NA	7,144	32,452	NA
Erosión eólica	1,782	396	NA	NA	NA	NA	NA
TOTAL	**10,993**	**7,186**	**3,647**	**130,729**	**36,873**	**81,802**	**6,008**

NA = No aplica, NE = No estimado

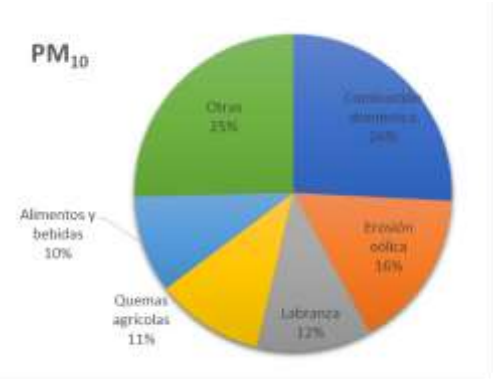
Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

En términos de emisiones totales por municipio, la mayor contribución depende del contaminante. En la Tabla 20 se presenta las emisiones por municipio en el Estado. Los municipios que destacan son: Cuernavaca, Cuautla, Jiutepec, Ayala y Emiliano Zapata.

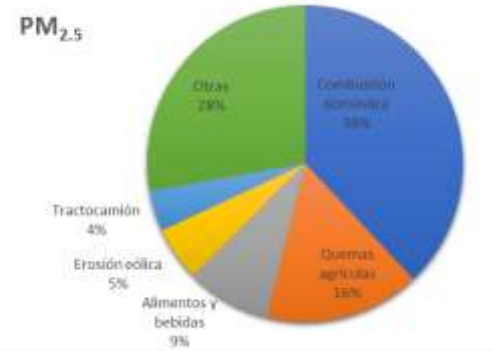
Tabla 20. Emisiones totales por municipio en Mg/año, para el estado de Morelos 2014.

Municipio	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
Amacuzac	221	134	8	1,147	328	1,150	169
Atlatlahucan	115	91	11	1,150	474	785	68
Axochiapan	423	257	18	1,958	678	1,390	169
Ayala	813	507	984	6,598	3,140	4,033	471
Coatlán del Río	136	88	5	609	200	968	43
Cuautla	1,381	842	124	14,842	2,458	4,297	315
Cuernavaca	665	472	1,543	31,830	6,522	9,974	411
Emiliano Zapata	448	300	104	5,709	6,090	1,652	138
Huitzilac	145	120	16	1,539	610	4,459	64
Jantetelco	261	126	13	941	507	557	120
Jiutepec	317	224	436	14,527	3,065	5,147	261
Jojutla	344	198	19	3,036	717	1,837	301
Jonacatepec	284	138	8	731	324	618	105
Mazatepec	121	65	5	419	187	445	48
Miacatlán	363	233	11	1,728	436	2,653	241
Ocuituco	210	172	13	1,329	477	1,243	85
Puente de Ixtla	700	491	31	5,268	1,167	4,813	350
Temixco	305	210	34	6,902	1,361	2,654	175
Temoac	153	113	7	932	242	682	54
Tepalcingo	793	361	17	2,413	682	3,678	264
Tepoztlán	242	210	20	3,106	643	5,643	110
Tetecala	76	49	3	311	129	624	131
Tetela del Volcán	203	181	13	1,376	349	2,613	47
Tlalnepantla	111	71	6	631	297	1,829	55
Tlaltizapán	280	224	27	3,816	868	2,799	272
Tlaquiltenango	419	242	18	1,762	574	6,070	350
Tlayacapan	86	62	6	428	230	702	68
Totolapan	126	95	6	713	288	714	78
Xochitepec	165	136	20	2,821	802	1,522	189
Yautepec	360	289	34	6,721	1,397	3,270	263
Yecapixtla	419	282	22	2,691	918	1,582	452
Zacatepec	204	124	61	2,141	481	770	97
Zacualpan	106	78	5	605	230	631	41
Emisiones totales	**10,993**	**7,186**	**3,647**	**130,729**	**36,873**	**81,802**	**6,008**
Mayores emisores por contaminante	Cuautla	Cuautla	Cuernavaca	Cuernavaca	Cuernavaca	Cuernavaca	Ayala
	Ayala	Ayala	Ayala	Cuautla	Emiliano Zapata	Tlaquiltenango	Yecapixtla
	Tepalcingo	Puente de Ixtla	Jiutepec	Jiutepec	Ayala	Tepoztlán	Cuernavaca
	Puente de Ixtla	Cuernavaca	Cuautla	Temixco	Jiutepec	Jiutepec	Puente de Ixtla
	Cuernavaca	Tepalcingo	Emiliano Zapata	Yautepec	Cuautla	Puente de Ixtla	Tlaquiltenango

La Figura 41 muestra la contribución porcentual por categoría y contaminante a nivel estatal. El análisis a nivel de cada contaminante y las subcategorías de las fuentes permite identificar con mayor detalle el origen de estas emisiones.

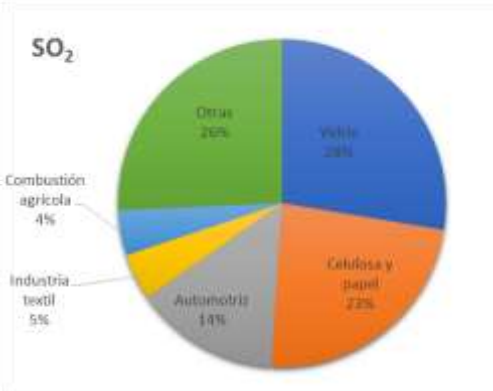


PM_{10}. Las emisiones se generan principalmente por actividades agropecuarias, como labranza y quemas agrícolas, con un 23%, un 16% por el sector industrial y alrededor del 29% proviene de la subcategoría de combustión en fuentes de área.

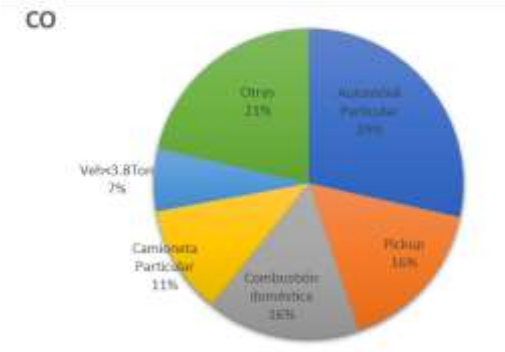


$PM_{2.5}$. Los procesos de combustión son los que más contribuyen con este contaminante. En el caso de las fuentes de área contribuyen con el 42%, principalmente por el uso de leña en los hogares y la combustión agrícola en la entidad.

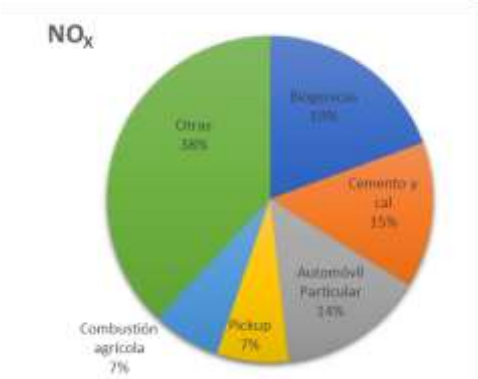
Cabe resaltar que las fuentes móviles en conjunto contribuyen con el 13% de estas emisiones.



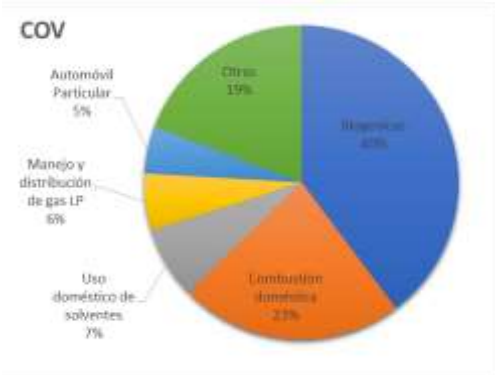
SO_2. Su emisión proviene principalmente del sector industrial (79%), siendo la industria del vidrio (28%), la industria de la celulosa y el papel (23%) y la industria automotriz (14%), las más importantes por el uso de combustóleo.



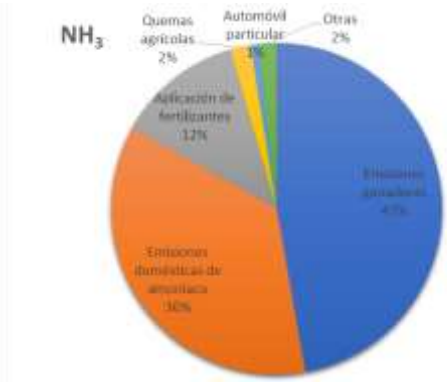
CO. Este contaminante proviene principalmente de las fuentes móviles contribuyendo con el 77% de las emisiones en la entidad.



NO_X. El 50% de las emisiones de este contaminante proviene de las fuentes móviles; el sector industrial contribuye con el 20%; mientras que el 19% son emisiones naturales provenientes de la actividad microbiana del suelo (biogénicas).



COV. Las emisiones de este contaminante provienen principalmente de las fuentes naturales y de las fuentes de área. De estas últimas, las que destacan son la combustión doméstica con 23%, el uso doméstico de solventes con 7%, y el manejo y distribución de GLP con 6%.



NH_3. La emisión de NH_3 se genera principalmente por fuentes agropecuarias contribuyendo con el 60% del total, seguido de otras actividades de fuentes de área.

Figura 41.Contribución porcentual de las emisiones por subcategoría y contaminante.
Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

En la Tabla 21 se presentan los cinco principales emisores por contaminante en el Estado, así como el municipio en donde más se generan estas emisiones por dicha fuente.

Por ejemplo, la principal fuente emisora de PM_{10} a nivel estatal es la combustión doméstica y el municipio donde más se genera esta emisión en el Estado es Puente de Ixtla.

Tabla 21. Principales emisores antropogénicos y municipios a nivel estatal

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor	4to Emisor	5to Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Erosión eólica Tepalcingo	Labranza Yecapixtla	Quemas agrícolas Ayala	Alimentos y bebidas Cuautla
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Ayala	Alimentos y bebidas Cuautla	Erosión eólica Tepalcingo	Tractocamión Cuernavaca
SO_2	Vidrio Ayala	Celulosa y papel Cuernavaca	Automotriz Cuernavaca	Industria textil Jiutepec	Combustión agrícola Ayala
CO	Automóvil particular Cuernavaca	Pick-up Cuernavaca	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Camioneta particular Cuernavaca	Veh<3.8Ton Jiutepec
NO_X	Biogénicas Ayala	Cemento y cal Emiliano Zapata	Automóvil Particular Cuernavaca	Pick-up Cuernavaca	Combustión agrícola Ayala
COV	Biogénicas Tlaquiltenango	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Uso doméstico de solventes Cuernavaca	Manejo y distribución de gas LP Cuernavaca	Automóvil particular Cuernavaca
NH_3	Emisiones ganaderas Yecapixtla	Emisiones domésticas de amoniaco Cuernavaca	Aplicación de fertilizantes Ayala	Quemas agrícolas Ayala	Automóvil particular Cuernavaca

Es importante mencionar que las emisiones biogénicas al ser generadas por la vegetación no se busca su reducción, ya que los beneficios que provee la naturaleza son mayores a su impacto. Es recomendable abordar el análisis de las fuentes antropogénicas. Por tanto si no se toman en cuenta las emisiones biogénicas, los municipios mayores emisores de COV son Cuernavaca, Jiutepec y Cuautla y para NO_X son Cuernavaca, Emiliano Zapata y Jiutepec; las fuentes que más emisiones generan serían para NO_X cemento y cal, automóvil particular y pick-up; y para COV combustión doméstica, uso doméstico de solventes y manejo y distribución de gas LP; en donde se estará enfocando la atención para disminuir las emisiones de dichos contaminantes.

En cuanto a emisiones erosivas a pesar de que son consideradas fuentes naturales si es posible reducirlas planteando medidas como conservación de suelos. En el caso de Morelos se plantea una medida por las emisiones de partículas.

3.2.2. ANÁLISIS POR TIPO DE FUENTE ANTROPOGÉNICA

3.2.2.1. FUENTES FIJAS

En la Figura 42 (gráfica izquierda) se muestra el número de fuentes fijas por sector industrial inventariado. El sector de la industria química es el que contó con un mayor número de establecimientos (20). Por otra parte las industrias se acentúan principalmente en el municipio de Jiutepec con 33 industrias (gráfica derecha) de las cuales la mayoría, 14 de ellas, son del sector químico.

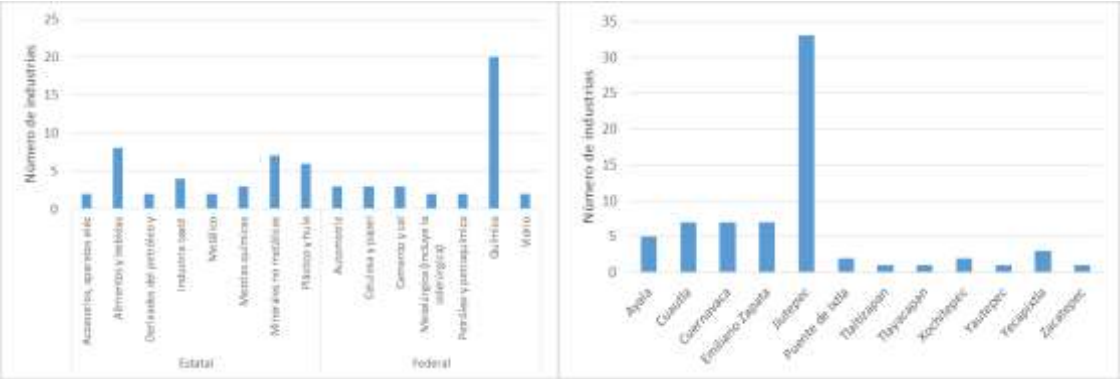


Figura 42. Número de industrias por sector (izquierda) y por municipio (derecha) incluidas en el IE, 2014.

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014, SDS.

Aun cuando el municipio de Jiutepec es el más industrializado por el número de industrias establecidas en él; los municipios con mayor emisión por esta fuente son: Emiliano Zapata, Ayala, Cuernavaca y Cuautla.

Las industrias de los sectores alimentos y bebidas, vidrio, celulosa y papel, automotriz, y cemento y cal son las principales emisoras en el Estado por sus procesos productivos y el uso de combustibles (Figura 43).

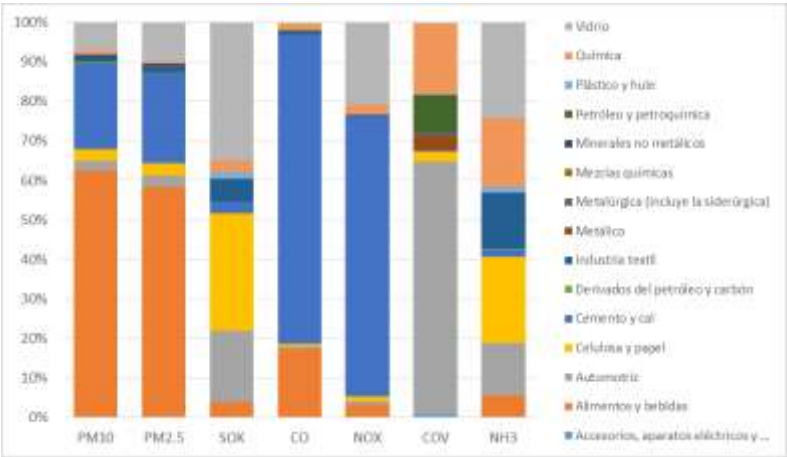


Figura 43.Contribución de emisiones por contaminante por sector industrial en el estado de Morelos en 2014

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014, SDS.

Los combustibles que utilizan las distintas industrias en la entidad son gas LP, gas natural, diésel, combustóleo pesado y ligero, coque de petróleo, biogás, bagazo y combustibles formulados. Siendo el coque de petróleo (36%), el gas natural (19%) y el bagazo (18%) los que mayor energía aportaron.

Cabe destacar que ha habido cambios de uso de combustible de 2014 a 2016, de combustóleo pesado y diésel a gas natural, que reducen en un 82.5% la emisión por SO_2 con respecto al inventario de emisiones de 2014, los sectores que han hecho este cambio de combustible son la industria automotriz, vidrio, celulosa y papel y alimentos y bebidas.

En cuanto a equipos de control de emisiones el 21.4% de las industrias inventariadas reportaron contar con algún equipo de control de emisiones de partículas y 4% de ellas con equipos de control de compuestos orgánicos volátiles.

3.2.2.2. FUENTES DE ÁREA

Para esta fuente el IE incluyó 33 subcategorías, englobadas en 5 categorías (Figura 44). Dentro de cada categoría se encuentran subcategorías específicas, por ejemplo en el caso de la categoría agrícolas las subcategorías son: labranza, aplicación de plaguicidas y aplicación de fertilizantes.

Los contaminantes PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, NO_X y COV, son emitidos principalmente por la categoría de combustión, siendo la subcategoría de consumo de leña en los hogares el que mayor aporta de estos contaminantes (PM_{10}, $PM_{2.5}$, CO y COV). Dentro de esta misma categoría los SO_2 y NO_X son emitidos principalmente por la subcategoría de combustión agrícola.

Para el caso del NH_3 la categoría de misceláneas es el principal emisor y en específico las subcategorías emisiones domésticas y emisiones ganaderas.

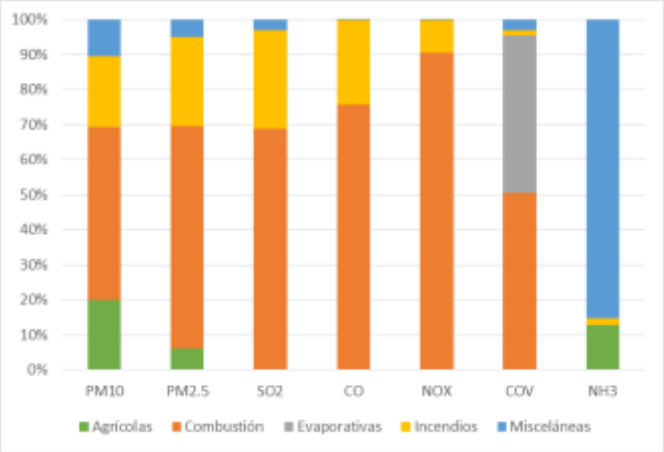


Figura 44. Contribución de emisiones por contaminante por categoría de fuentes de área en el estado de Morelos en 2014

A nivel municipal como se aprecia en la Figura 45 los municipios más importantes por la generación de emisiones de fuentes de área son Puente de Ixtla, Cuernavaca y Ayala.

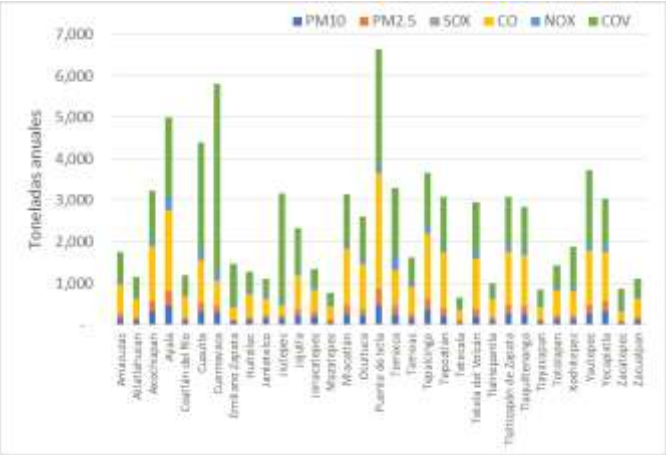


Figura 45. Contribución de emisiones por contaminante por municipio de fuentes de área en el estado de Morelos en 2014

3.2.2.3. FUENTES MÓVILES

En 2014 el 86% del total de la flota vehicular correspondía a transporte privado (autos particulares, *pick-up*, vehículos menores de 3 toneladas y camionetas particulares). El promedio de año modelo de los vehículos en el Estado era 2004 (10 años de antigüedad), siendo los más antiguos en promedio los vehículos mayores de tres toneladas (1995) y los más recientes, las motocicletas (2010). Para el IE 2014 se clasificaron 476,396 vehículos registrados en el Estado. La Figura 46 muestra el crecimiento de la flota vehicular en el Estado que se tuvo de 2005 a 2014.

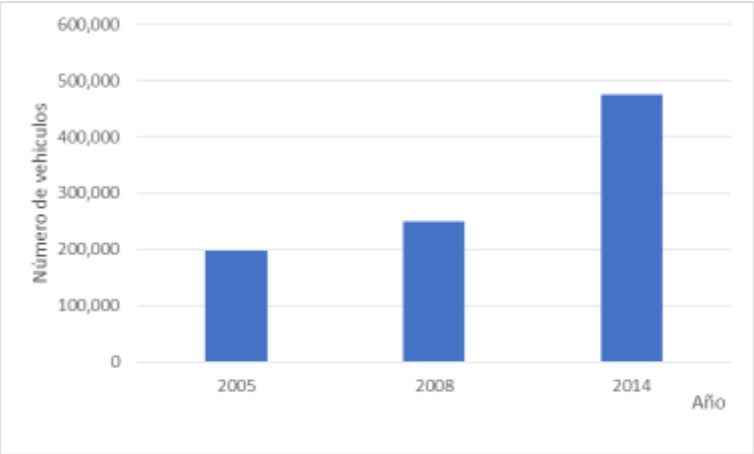


Figura 46. Crecimiento de la flota vehicular registrado en el estado de Morelos de 2005 a 2014
Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, Inventarios Nacionales de emisiones 2005, 2008. SEMARNAT

Al analizar las fuentes móviles por categoría vehicular, observamos que los autos particulares son los que mayor aportan a la emisión de CO, NO_X, COV y NH_3 con el 38%, 29%, 40% y 36% respectivamente; no así para las PM_{10} y $PM_{2.5}$ ya que los tractocamiones son la categoría con mayor contribución para ambos contaminantes (33%), seguido de los

vehículos mayores de tres toneladas con el 19% y 20% respectivamente, y en tercer lugar los autobuses público municipal con el 15% para ambos (Figura 47).

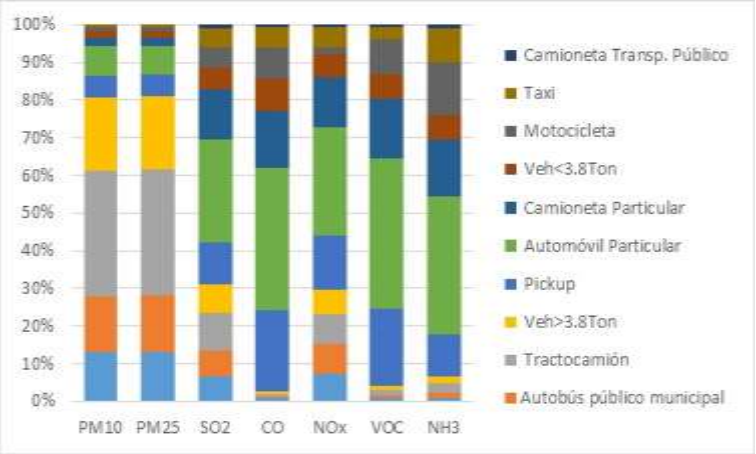


Figura 47. Contribución de emisiones por contaminante por categoría de fuentes de móviles en el estado de Morelos en 2014

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS

Los municipios más importantes por la emisión de contaminantes a la atmósfera de fuentes móviles son Cuernavaca, Jiutepec y Cuautla.

En el caso de las fuentes móviles no carreteras se encuentran las emisiones de las locomotoras, la aviación, lanchas recreativas y las terminales de autobuses; siendo las lanchas recreativas las que más emisiones genera de esta categoría y se ubican en el municipio de Jojutla.

3.2.3. ANÁLISIS DE EMISIONES POR REGIÓN EN EL ESTADO

En el presente análisis se toman en consideración las emisiones de fuentes fijas, área y móviles por ser emisiones antropogénicas en las cuales se pueden realizar medidas y acciones directas para reducir sus emisiones; aun cuando en el capítulo 6 de este documento se propone una medida para la mitigación de emisiones por erosión eólica (generada por fuentes naturales).

Existen 5 regiones con características específicas en el estado de Morelos, según el Programa Estatal de Desarrollo Urbano 2007-2012 (ver capítulo 1). En esta sección se presenta el análisis del IE por fuente y contaminantes de cada región.

3.2.3.1. REGIÓN CENTRO - PONIENTE

La región centro-poniente del Estado comprende a los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Tepoztlán, Huitzilac, Jiutepec, Temixco y Xochitepec.

De acuerdo con la información del IE 2014, en esta región las fuentes de área emiten de forma significativa NH_3 (93%), COV (62%), PM_{10} (50%) y $PM_{2.5}$ (46%); mientras las fuentes móviles emiten principalmente CO (91%), NO_X (65%), COV (31%), PM_{10} (28%) y $PM_{2.5}$ (35%) (Figura 48).

En el caso de la industria, su aporte principal en la región corresponde al SO_2 (84%); así como el 31% de los NO_X; 21% y 19% de PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente.

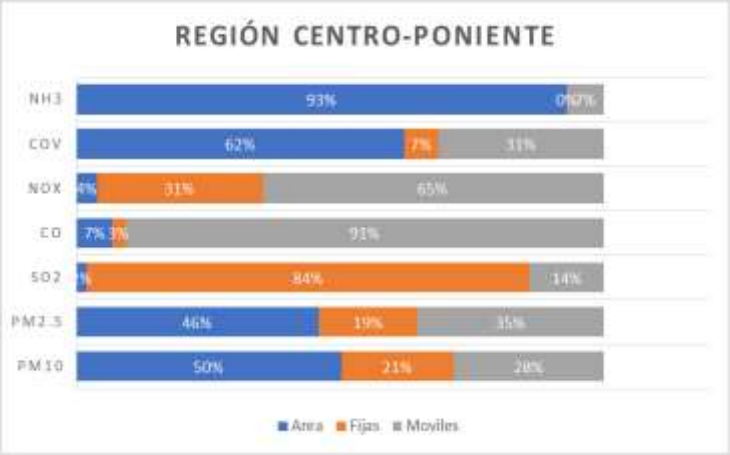


Figura 48. Contribución porcentual de emisiones por tipo de fuente antropogénica y contaminante en la Región Centro-Poniente de Morelos

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, indica que los autos particulares son el primer emisor de CO (38%) y NO_X (20%) en la Región; cabe señalar que ésta región concentra al 48% de la población y al 88% de la flota vehicular en el Estado.

Las partículas por fuentes de área son emitidas principalmente por la combustión doméstica contribuyendo con el 19% de PM_{10} y 25% de $PM_{2.5}$. En cuanto a COV la subcategoría con mayor contribución por fuentes de área es el uso doméstico de solventes

con el 15% de las emisiones. Además el 59% de las emisiones de amoniaco son generadas por emisiones domésticas.

En el caso del SO_2 la subcategoría que más emite es la industria de celulosa y papel con el 38% de las emisiones y la industria automotriz con el 23%.

Debido a que esta región es de la más grande en cuanto a número de habitantes (48.92% de la población total de la entidad) y tiene el mayor número de servicios el volumen de emisiones es más alto, y el uso de solventes y combustibles es mayor que en otras regiones del Estado.

En la Tabla 22 se presentan las tres principales fuentes de emisión en la Región de estudio por contaminante, así como el municipio en donde más se generan dichas emisiones. Se observa que Cuernavaca está el top 3 de 6 de los contaminantes siendo las emisiones de fuentes móviles las más importantes en este municipio; mientras que Tepoztlán es el municipio donde más partículas (PM_{10} y $PM_{2.5}$) se generan por la combustión doméstica.

Tabla 22. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Centro-Poniente

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Tepoztlán	Cemento y cal Emiliano Zapata	Caminos pavimentados y no pavimentados Cuernavaca
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Tepoztlán	Cemento y cal Emiliano Zapata	Tractocamión Cuernavaca
SO_2	Celulosa y papel Cuernavaca	Automotriz Cuernavaca	Industria textil Jiutepec
CO	Automóvil Particular Cuernavaca	Pickup Cuernavaca	Camioneta Particular Cuernavaca
NO_X	Cemento y cal Emiliano Zapata	Automóvil Particular Cuernavaca	Camioneta Particular Cuernavaca
COV	Uso doméstico de solventes Cuernavaca	Combustión doméstica Tepoztlán	Automóvil Particular Cuernavaca
NH_3	Emisiones domésticas de amoniaco Jiutepec	Emisiones ganaderas de amoniaco Xochitepec	Aplicación de fertilizantes Huitzilac

3.2.3.2. REGIÓN CENTRO - ORIENTE

La región centro – oriente es la segunda más importante del Estado en cuanto a la concentración de asentamientos humanos y nivel de urbanización. Su extensión abarca a los municipios de Cuautla, Atlatlahucan, Ayala, Tlayacapan, Tlalnepantla, Totolapan, Tetela del volcán, Ocuituco, Yautepec y Yecapixtla.

A nivel de fuente de emisión antropogénica, los contaminantes NO_X (57%) y CO (73%) se asocian con las fuentes móviles, principalmente; mientras que las emisiones de NH_3 (98%), COV (80%) PM_{10} (63%) y $PM_{2.5}$ (66%) se asocian con las fuentes de área; para fuentes fijas el SO_2 representan el 82%, NO_X el 23%, $PM_{2.5}$ y PM_{10} el 27% y 32% (Figura 49).

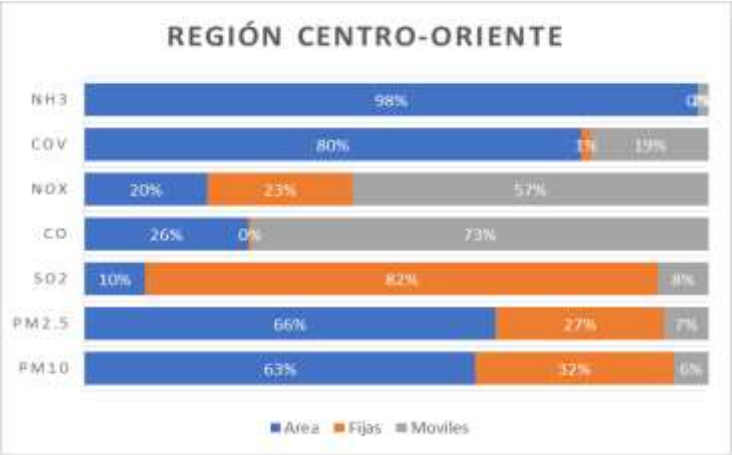


Figura 49. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Centro-Oriente de Morelos

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, los autos particulares (24%) y vehículos tipo *Pick-up* (20%) destacan por su contribución de CO.

La mayor contribución de NO_X en la región proviene es la industria del vidrio (21%), seguida del auto particular (16%).

En el caso de las PM_{10}, la industria de alimentos y bebidas es su principal emisor (27%), seguido de la combustión doméstica (26%); esta condición se invierte para el caso de las $PM_{2.5}$, porque su mayor emisor es la combustión doméstica (35%) y después la industria de alimentos y bebidas (22%).

Por su parte, las emisiones de fuentes fijas de SO_2 se asocian principalmente con la industria del vidrio (77%) y la industria de alimentos y bebidas (5%), las cuales se ubican en los municipios de Ayala y Cuautla, respectivamente (Tabla 23).

Tabla 23. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Centro-Oriente

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Alimentos y bebidas Cuautla	Combustión doméstica Ayala	Labranza Yecapixtla
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Ayala	Alimentos y bebidas Cuautla	Quemas agrícolas Ayala
SO_2	Vidrio Ayala	Combustión agrícola Ayala	Alimentos y bebidas Cuautla
CO	Automóvil Particular Cuautla	Pickup Cuautla	Combustión doméstica Ayala
NO_X	Vidrio Ayala	Automóvil Particular Cuautla	Combustión agrícola Ayala
COV	Combustión doméstica Ayala	Uso doméstico de solventes Cuautla	Manejo y distribución de gas LP Cuautla
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Yecapixtla	Emisiones domésticas de amoniaco Cuautla	Aplicación de Fertilizantes Ayala

La tabla anterior nos muestra que el municipio de Ayala está en el top 3 de los 7 contaminantes por fuentes de área y la industria del vidrio. De igual manera Cuautla destaca por las emisiones de fuentes móviles y por la industria de alimentos y bebidas en esta región.

3.2.3.3. REGIÓN SUR

Los municipios Amacuzac, Jojutla, Puente de Ixtla, Tlaltizapán, Zacatepec y Tlaquiltenango, se concentran en la región sur del Estado y se caracterizan por su potencial turístico, agrícola, así como por formar parte de la Zona Metropolitana de Jojutla, haciéndola una región mixta.

En esta región, el 42 y 31% de las emisiones de SO_2 provienen de las fuentes de área y las fuentes fijas, respectivamente. Las fuentes de área destacan también como el mayor emisor de PM_{10} (84%), $PM_{2.5}$ (86%), COV (85%), NH_3 (99%) y CO (41%).

Como en otras regiones, las fuentes móviles se caracterizan como la mayor fuente de NO_X (68%), CO (58%), SO_2 (26%) y COV (15%), Figura 50.

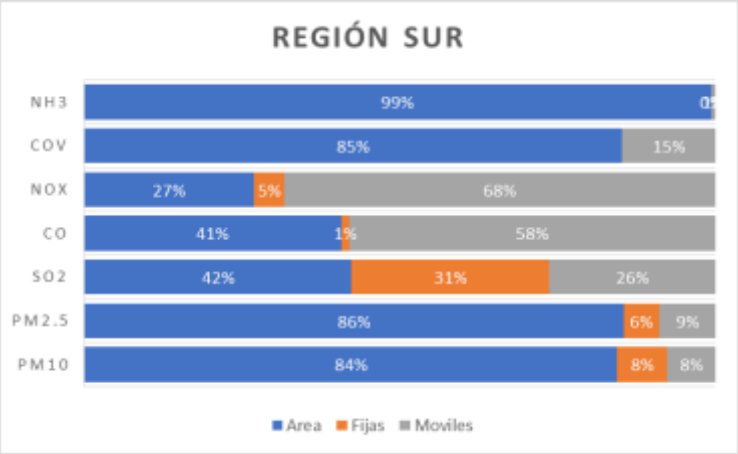


Figura 50. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Sur de Morelos

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, la combustión doméstica predomina como el primer emisor de COV (57%), CO (31%), PM_{10} (45%) y $PM_{2.5}$ (54%). Mientras que los NO_X (18%) tienen a la combustión agrícola como su fuente de emisión principal y el NH_3 a las emisiones ganaderas (65%).

En esta región es interesante observar que el primer emisor de CO es la combustión doméstica, seguida por las pick-up (18%) debido a su uso en el campo y los autos particulares (17%). La industria de alimentos y bebidas, localizada en Zacatepec, se identifica también como el primer emisor de SO_2 (31%).

La Tabla 24 muestra que el municipio de Puente de Ixtla está en el top 3 de 5 contaminantes principalmente por las emisiones de la combustión doméstica; Tlaltizapán es otro de los principales municipios en esta región con emisiones importantes (6 de los contaminantes) pero por el sector agrícola y Zacatepec destaca por las emisiones de la industria de alimentos y bebidas.

Tabla 24. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Sur

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Tlaltizapán	Labranza Tlaquiltenango
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Tlaltizapán	Alimentos y bebidas Zacatepec
SO_2	Alimentos y bebidas Zacatepec	Combustión agrícola Tlaltizapán	Quemas agrícolas Tlaltizapán
CO	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Pickup Tlaltizapán	Automóvil Particular Tlaltizapán
NO_X	Combustión agrícola Tlaltizapán	Automóvil Particular Tlaltizapán	Pickup Tlaltizapán
COV	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Uso doméstico de solventes Puente de Ixtla	Manejo y distribución de gas LP Jojutla
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Tlaquiltenango	Emisiones domésticas de amoniaco Puente de Ixtla	Aplicación de Fertilizantes Tlaltizapán

3.2.3.4. REGIÓN PONIENTE

En la región poniente del Estado predominan las áreas de cultivos florales y frutales, así como el cultivo de maíz, sorgo y caña de azúcar, mientras que la actividad vehicular esta menos presente y la industria es nula (Figura 51).

La región abarca a los municipios de Coatlán del Río, Mazatepec, Miacatlán y Tetecala.

Las fuentes de área son las que más contribuyen a las emisiones en esta región para todos los contaminantes; mientras las fuentes móviles solo destacan con el 39% de los NO_X, el 20% del CO y 17% del SO_2.

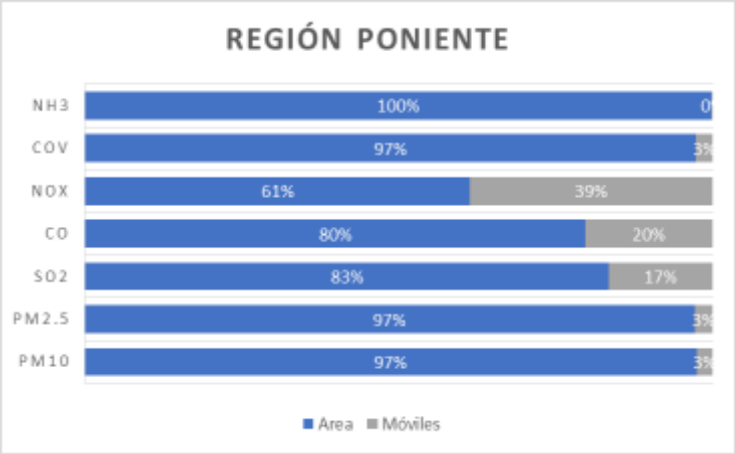


Figura 51. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Poniente de Morelos

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, se muestra la importancia de la actividad agrícola antes referida, la combustión agrícola contribuye con el 48% de los SO_2 y el 45% de los NO_X en la región; y las quemas agrícolas por el cultivo de caña de azúcar, sorgo y maíz, contribuye a las emisiones de PM_{10} (18%) y $PM_{2.5}$ (22%).

La combustión doméstica (uso de leña) destaca como la fuente principal de emisión de las partículas (55% PM_{10} y 66% de $PM_{2.5}$), el CO (63%), y los COV (76%).

En el caso de fuentes móviles destacan el uso de los vehículos mayores a 3.8 toneladas (8% de los NO_X) y las pickup (7% del CO y de los NO_X).

En esta región básicamente el municipio de Miacatlán es la que tienen las mayores emisiones por fuentes de área para todos los contaminantes (Tabla 25); principalmente por actividades agrícolas y domésticas.

Tabla 25. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Poniente

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Miacatlán	Quemas agrícolas Miacatlán	Labranza Miacatlán
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Miacatlán	Quemas agrícolas Miacatlán	Labranza Miacatlán
SO_2	Combustión agrícola Miacatlán	Quemas agrícolas Miacatlán	Combustión doméstica Miacatlán
CO	Combustión doméstica Miacatlán	Quemas agrícolas Miacatlán	Pickup Miacatlán
NO_X	Quemas agrícolas Miacatlán	Veh>3.8Ton Miacatlán	Combustión doméstica Miacatlán
COV	Combustión doméstica Miacatlán	Uso doméstico de solventes Miacatlán	Manejo y distribución de gas LP Miacatlán
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Miacatlán	Emisiones domésticas de amoniaco Miacatlán	Aplicación de Fertilizantes Miacatlán

3.2.3.5. REGIÓN ORIENTE

La región oriente del estado de Morelos comprende a los municipios Axochiapan, Jantetelco, Jonacatepec, Zacualpan, Temoac y Tepalcingo.

Esta región se caracteriza por la ausencia de fuentes fijas, y por una menor participación de las fuentes móviles. Por tanto las fuentes de área son preponderantes como emisoras de todos los contaminantes estimados en el IE 2014 (Figura 52), al igual que en la región poniente las fuentes móviles contribuyen con 46% de las emisiones de NO_X, 35% de CO y 21% de SO_2, principalmente.

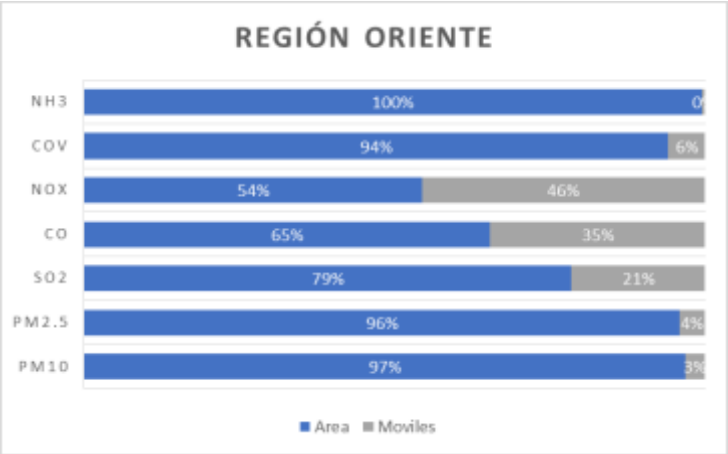


Figura 52. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la Región Oriente de Morelos

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

A nivel de subcategoría, la combustión doméstica (por el consumo de leña) es el principal emisor de PM_{10} (37%), $PM_{2.5}$ (50%), CO (46%) y COV (69%); mientras que la combustión

agrícola destaca SO_2 (50%) y NO_X (42%). En el caso del NH_3 las emisiones ganaderas de amoniaco (54%) son la principal fuente.

Las fuentes móviles tienen importancia en la región cuando se analizan las emisiones de NO_x (12%) y CO (15%); las emisiones se asocian principalmente con los vehículos tipo *Pickup*.

La Tabla 26 muestra que el municipio de Tepalcingo es el top 3 de todos los contaminantes en esta región por fuentes de área, tanto por actividades domésticas como agropecuarias; seguido del municipio de Axochiapan.

Tabla 26. Principales emisores antropogénicos y municipios en la Región Oriente

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Tepalcingo	Labranza Axochiapan	Quemas agrícolas Axochiapan
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Tepalcingo	Quemas agrícolas Axochiapan	Labranza Axochiapan
SO_2	Combustión agrícola Tepalcingo	Quemas agrícolas Axochiapan	Combustión doméstica Tepalcingo
CO	Combustión doméstica Tepalcingo	Quemas agrícolas Axochiapan	Pickup Tepalcingo
NO_X	Combustión agrícola Tepalcingo	Pickup Tepalcingo	Automóvil Particular Tepalcingo
COV	Combustión doméstica Tepalcingo	Uso doméstico de solventes Axochiapan	Manejo y distribución de gas LP Axochiapan
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Tepalcingo	Emisiones domésticas de amoniaco Axochiapan	Aplicación de Fertilizantes Axochiapan

3.2.4. ANÁLISIS DE EMISIONES POR ZONA METROPOLITANA

En el presente análisis se toman en consideración las emisiones de fuentes fijas, área y móviles por ser emisiones antropogénicas en las cuales se pueden realizar acciones y medidas para reducir sus emisiones.

3.2.4.1. ZONA METROPOLITANA DE CUERNAVACA

La ZM de Cuernavaca, está constituida por los municipios de: Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco, Tepoztlán, Tlaltizapán y Xochitepec.

En esta ZM las fuentes móviles contribuyen con el 89% de las emisiones de CO y el 65% de las emisiones de NO_X. Por su parte, las fuentes de área tienen el mayor aporte para NH_3, COV, PM_{10} y $PM_{2.5}$, con 94%, 63%, 55% y 52% de las emisiones, respectivamente.

Las emisiones de SO_2 de esta zona metropolitana se asocian principalmente a las fuentes fijas, las cuales emiten el 83% del total, así como el 31% de los NO_X, y el 19 y 17% de PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente (Figura 53).

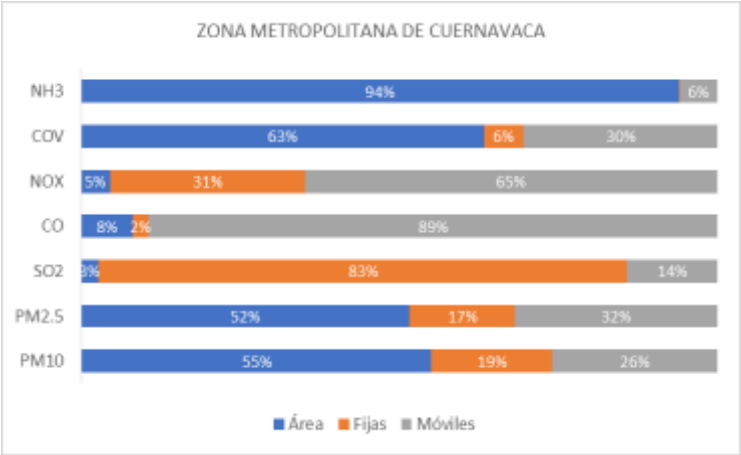


Figura 53. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Cuernavaca

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

A nivel de subcategorías de emisores antropogénicos, la combustión doméstica es el principal emisor de PM_{10} (22%) $PM_{2.5}$ (28%) y COV (17%). En el municipio Emiliano Zapata se encuentra la industria cementera, las cual destaca como las principales emisiones de NO_X (28%).

El parque vehicular se concentra principalmente en el municipio de Cuernavaca y se identifica como la fuente principal de emisiones de COV (13%), NO_X (20%) y CO (37%), siendo los autos particulares los principales emisores. Mientras que la fuente principal de SO_2 en ZM de Cuernavaca es la industria de celulosa y papel (39%).

La Tabla 27 muestra que en el municipio de Cuernavaca es el top 3 de 6 de los contaminantes, seguido por 3 de Tepoztlán y Emiliano Zapata.

Tabla 27. Principales emisores antropogénico y municipios en la ZM de Cuernavaca

Contaminante	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Tepoztlán	Cemento y cal Emiliano Zapata	Caminos pavimentados y no pavimentados Cuernavaca
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Tepoztlán	Cemento y cal Emiliano Zapata	Tractocamión Cuernavaca
SO_2	Celulosa y papel Cuernavaca	Automotriz Cuernavaca	Industria textil Jiutepec
CO	Automóvil Particular Cuernavaca	Pickup Cuernavaca	Camioneta Particular Cuernavaca
NO_X	Cemento y cal Emiliano Zapata	Automóvil Particular Cuernavaca	Camioneta Particular Cuernavaca
COV	Combustión doméstica Tepoztlán	Uso doméstico de solventes Cuernavaca	Automóvil Particular Cuernavaca
NH_3	Emisiones domésticas de amoniaco Jiutepec	Emisiones ganaderas de amoniaco Xochitepec	Aplicación de Fertilizantes Tlaltizapán

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

3.2.4.2. ZONA METROPOLITANA DE CUAUTLA

La ZM de Cuautla está integrada por Atlatlahucan, Ayala, Cuautla, Tlayacapan, Yautepec y Yecapixtla. En estos municipios las fuentes móviles emiten el 80% del CO y el 60% de los NO_X (Figura 54). Las fuentes de área en esta ZM tienen el mayor aporte de NH_3, COV, PM_{10} y $PM_{2.5}$, con 98%, 75%, 55% y 58% respectivamente. Como sucede en otras ZM y regiones del Estado, el SO_2 proviene principalmente de las fuentes fijas (85%), NO_X (25%), PM_{10} (39%) y $PM_{2.5}$ (34%).

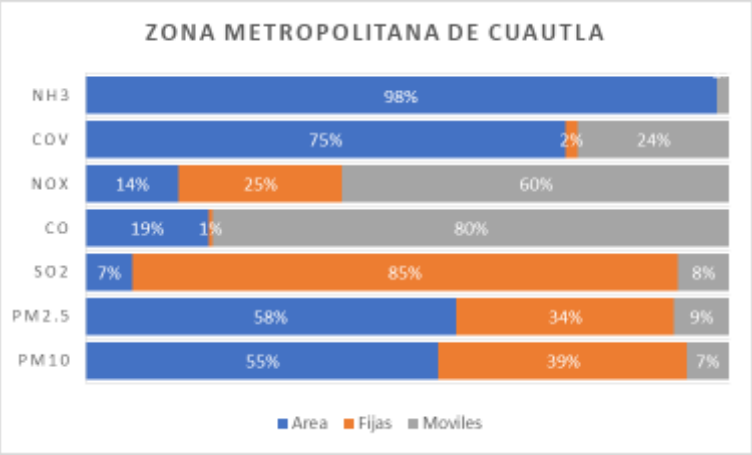


Figura 54. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Cuautla
Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, se identifica que la industria de alimentos y bebidas que se encuentra en el municipio de Cuautla es la fuente principal de emisiones, en esta ZM, de PM_{10} y $PM_{2.5}$ (33 y 28% respectivamente) (Tabla 28). El CO que emiten los automóviles particulares destaca como el principal emisor de este contaminante (26%) y se asocia principalmente al parque vehicular que se concentra en el municipio de Cuautla. En esta ZM la industria del vidrio se destaca como la fuente principal de SO_2 y NO_X (80 y 23%, respectivamente), la combustión doméstica como el principal emisor de COV (32%) y la ganadería en el caso de NH_3 (44%).

Tabla 28. Principales emisores antropogénicos y municipios en la ZM de Cuautla

Contaminantes	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Alimentos y bebidas Cuautla	Combustión doméstica Ayala	Labranza Yecapixtla
$PM_{2.5}$	Alimentos y bebidas Cuautla	Combustión doméstica Ayala	Quemas agrícolas Ayala
SO_2	Vidrio Ayala	Alimentos y bebidas Cuautla	Combustión agrícola Ayala
CO	Automóvil Particular Cuautla	Pickup Cuautla	Camioneta particular Cuautla
NO_X	Vidrio Ayala	Automóvil Particular Cuautla	Pickup Cuautla
COV	Combustión doméstica Ayala	Uso doméstico de solventes Cuautla	Manejo y distribución de gas LP Cuautla
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Yecapixtla	Emisiones domésticas de amoniaco Cuaultla	Aplicación de Fertilizantes Ayala

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS, 2017.

3.2.4.3. ZONA METROPOLITANA DE JOJUTLA

La tercera ZM del estado de Morelos es Jojutla, la cual está integrada por los municipios de Amacuzac, Coatlán del Rio, Mazatepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Tetecala, Tlaquiltenango, Zacatepec y Jojutla. Debido a sus características socioeconómicas, las fuentes de área destacan por su contribución a las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, COV y NH_3 (Figura 55). Las emisiones de fuentes móviles destacan en NO_X con el 64% y CO con el 49%.

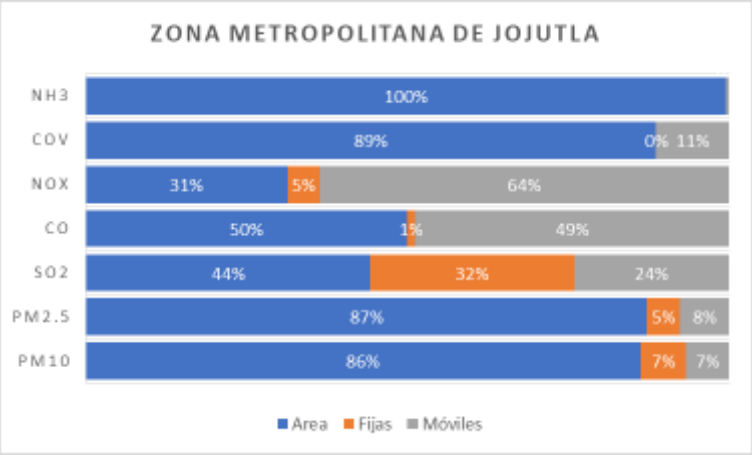


Figura 55. Contribución porcentual de emisiones por fuente y contaminante en la ZM de Jojutla
Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS

A nivel de subcategorías de emisión antropogénica, la industria de alimentos y bebidas destaca como la fuente principal de SO_2 (32%); mientras que las emisiones de PM_{10} (48%) $PM_{2.5}$ 58%), CO (39%) y COV (63%) se relacionan con la combustión doméstica y NO_X (22%) con la combustión agrícola, principalmente.

En la Tabla 29 destaca el municipio de Puente de Ixtla por estar en el top 3 de todos los contaminantes por actividades domésticas y agricolas, seguido del municipio de Tlaquiltenango en 4 contaminantes y Jojutla en 3 contaminantes por fuentes móviles.

Tabla 29. Principales emisores antropogénicos y municipios en la ZM de Jojutla

Contaminantes	1er Emisor	2do Emisor	3er Emisor
PM_{10}	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Tlaquiltenango	Labranza Tlaquiltenango
$PM_{2.5}$	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Tlaquiltenango	Alimentos y bebidas Zacatepec
SO_2	Alimentos y bebidas Zacatepec	Combustión agrícola Puente de Ixtla	Quemas agrícolas Tlaquiltenango
CO	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Pickup Jojutla	Automóvil Particular Jojutla
NO_X	Combustión agrícola Puente de Ixtla	Automóvil Particular Jojutla	Pickup Jojutla
COV	Combustión doméstica Puente de Ixtla	Uso doméstico de solventes Jojutla	Manejo y distribución de gas LP Jojutla
NH_3	Emisiones ganaderas de amoniaco Tlaquiltenango	Emisiones domésticas de amoniaco Puente de Ixtla	Aplicación de Fertilizantes Tlaquiltenango

Fuente: Elaborado con información del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014. SDS

3.2.5. HALLAZGOS DEL INVENTARIO DE EMISIONES 2014 DEL ESTADO DE MORELOS.

Para mejorar la elaboración futura del IE uno de los aspectos técnicos generales que resaltan, es la necesidad de sistematizar la información de forma ágil, además de llevar a cabo las siguientes acciones (SDS, 2017):

Fuentes fijas

- Continuar con la gestión para el cumplimiento por parte de la industria con la entrega de la Cédula de Operación Anual (COA), y fortalecer este instrumento, generando un reglamento para su entrega obligatoria.
- Capacitar a las industrias para que generen información adecuada por medio de la Cédula de Operación Anual (COA).
- Recopilar datos de actividad de los sitios de extracción de materiales, debido a su importancia como fuente generadora de partículas. El padrón de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), tiene registrados 19 sitios en el municipio de Axochiapan, mientras que desde 1999 se reportó la presencia de aproximadamente 100 establecimientos (Oswald, 1999).
- Actualizar el número de ladrilleras existentes y cotejar con las que están registradas en el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), ya que hay indicios de que en Morelos hay más ladrilleras de las reportadas, específicamente, nueve en el municipio de Cuautla, tres en Emiliano Zapata y ocho en Yecapixtla.

Fuentes de área

- Establecer un mecanismo de colaboración con autoridades municipales para generar y sistematizar información de fuentes emisoras de jurisdicción municipal, tales como: comercios y servicios, caminos pavimentados y no pavimentados, aplicación de asfalto, actividad de la construcción, quema de biomasa, entre otros.
- Establecer acuerdos con los municipios y dependencias que poseen la información de las diferentes categorías de fuentes de área, para que la información fluya de forma anual y eficiente entre las dependencias.
- Crear una base de datos homogénea para integrar la información generada para fuentes de área y un sistema de seguimiento para la recopilación de esta información con las autoridades municipales.
- Para mejorar la calidad de los resultados del inventario se sugieren estudios para obtener más información respecto a la combustión doméstica, en específico, por uso de leña, y las quemas agrícolas.

Fuentes móviles

- Estandarizar los criterios de captura en el registro vehicular para la identificación y control de las características de la flota vehicular en circulación.

- Mejorar el registro de unidades de transporte público considerando sus características (marca, submarca, año modelo, tipo de combustible, otros) y actividad (ruta de desplazamiento y el número de recorridos).
- Registrar las motocicletas en circulación.
- Plantear alternativas para mejorar el registro de vehículos en el padrón, ya que al eliminarse el pago de tenencia en Morelos se duplicó el número de vehículos de lujo del año 2011 al año 2012, y continuó en aumento.
- Realizar estudios de forma periódica para obtener información de la actividad vehicular actualizada: distancia recorrida por tipo de vehículo, consumo de combustible, velocidades de circulación, entre otros.
- En cuanto a fuentes móviles no carreteras, es necesario generar datos de actividad respecto a las terminales de autobuses, así como una base de datos que conjunte la información. Recopilar información de campo de las categorías de maquinaria agrícola y de construcción debido a que no se contó con información para estimar sus emisiones.

Fuentes naturales

- Actualizar periódicamente la información de uso de suelo y cobertura vegetal del Estado.
- Sistematizar el manejo de los datos de variables meteorológicas.

3.3. PROYECCIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES A 10 AÑOS

En apartados anteriores se refiere que el diagnóstico que aporta el IE 2014 (SDS, 2017) es fundamental para el desarrollo de la política de calidad del aire del Estado, sin embargo, también se emplea como una herramienta analítica que permite estimar la tendencia de las emisiones de los contaminantes en los próximos años.

A partir de la proyección de tendencias se examinan los posibles cambios en las emisiones por fuente a la atmósfera y los potenciales de reducción de emisión de las distintas fuentes, los sectores y actividades que son clave, lo que permite proponer medidas para mejorar la calidad del aire.

La proyección del IE 2014 que se presenta a continuación, contribuyó en el planteamiento de las medidas y acciones que conforman el presente Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el estado de Morelos 2018-2027 (ProAire Morelos 2018-2027).

3.3.1. PROYECCIÓN ECONOMÉTRICA[19]

[19]Análisis Econométrico. Al utilizar técnicas estadísticas permite, dado un cierto grado de certeza y bajo ciertos supuestos de ajuste, inferir el comportamiento estadístico de los datos y hacer proyecciones sobre sus valores futuros.

El análisis de los escenarios de emisiones requiere un enfoque multidisciplinario porque incorpora factores tecnológicos, sociales, culturales y económicos. Así mismo, contempla los efectos medioambientales asociados a los cambios tecnológicos, económicos, culturales y sociales (Magaña, 2006).

La OCDE (2012) enfatiza que el estudio de las variables sociales (estilo de vida y patrones de consumo) implica considerar el consumo de energía y el gasto de recursos naturales asociado a éstas y por lo tanto sus emisiones de dióxido de carbono (CO_2). La OCDE destaca el papel de las sinergias potenciales y el co-beneficio de políticas multifocales para combatir la contaminación local del aire y reducir al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En su Reporte Especial de Escenarios de Emisiones del año 2000, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) considera diversos supuestos socioeconómicos como la población mundial y el producto interno bruto (PIB), en sus proyecciones climáticas. De igual forma, en México existen estudios que toman en cuenta las variables económicas y demográficas (Quintanilla, 2009; IPCC, 2014; II-UNAM, 2008; Magaña, 2006).

El presente estudio toma como base para la proyección el enfoque multidisciplinario que se trabaja para proyección de GEI.

En la presente proyección se consideraron como variables de desarrollo económico el Producto Interno Bruto (PIB), el crecimiento poblacional y la competitividad. En este último caso se emplea el Índice de Competitividad (IC) del Estado, el cual mide la atracción y retención de talento e inversiones como sinónimos de bienestar para la sociedad.

El IC se integra con 100 indicadores divididos en 10 subíndices que miden las variables: estado de derecho; manejo sustentable de los recursos naturales; inclusión social, preparada y sana; sistema político estable y funcional; gobierno eficiente y eficaz; mercado eficiente; economía estable; sectores precursores; aprovechamiento de las relaciones internacionales y la innovación de los sectores económicos (IMCO, 2016). Cabe señalar que el estado de Morelos ocupó en 2014 el lugar 23 de competitividad a nivel nacional (Anexo II).

A partir de la información recopilada, el escenario simula la situación de las emisiones provenientes de actividades antropogénicas. En este escenario se realizaron interpolaciones de tipo lineal, exponencial y polinómica, asumiendo que los datos se comportan de forma similar a las series históricas de emisiones de México y de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM).

En complemento, considerando los datos de emisión interpolados y la tasa de crecimiento del PIB, la población y la competitividad, se proyectan para el período 2015 - 2027 tres escenarios anuales bajo los supuestos de alto nivel de competitividad, nivel medio y nivel bajo.

Las estimaciones de las emisiones para el año 2017 (Tabla 30) siguen la tendencia que tuvieron entre 1999 y 2014.

En este escenario 2017, la competitividad media y alta implican mejorar una posición a nivel nacional, lo que implica que las condiciones de desarrollo se ven estancadas en este periodo. También se observa que el PIB cambia un 5% entre los escenarios de alta a baja competitividad.

Tabla 30. Proyección de las emisiones para el año 2017 en Morelos (Mg/año).

Escenario	**PM_{10}**	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**CO**	**NO_X**	**COV**	**NH_3**	**PIB**	**Competitividad**
Alto	14,103	10,500	4,540	162,184	38,582	71,593	6,841	170,746	21
Medio	13,940	10,460	4,690	162,085	38,552	72,445	6,838	169,560	20
Bajo	16,001	10,776	3,855	163,004	38,377	70,898	6,844	162,357	25

Nota: Las emisiones contempladas en la proyección son las antropogénicas (Móviles, Fijas y Área).
La población es para todos los casos 1,965,487 habitantes para 2017.
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

El análisis de la proyección de emisiones para el período comprendido entre 2017 y 2027 (Tabla 31), indica que éstas seguirán la tendencia observada en el período 1999 - 2017.

La comparación de las emisiones totales en los escenarios de productividad sugiere que habrá un aumento importante de las emisiones en un caso de baja competitividad (se dice que las emisiones son sensibles a la baja en competitividad), mientras que la diferencia de las emisiones en los escenarios alta y media es menor.

En términos de la competitividad del Estado, la proyección "alta" indica un mejor posicionamiento de la economía y la competitividad local en el año 2027.

Con este análisis se estima que el contaminante más sensible serían las PM_{10}, debido a que sus emisiones aumentarían drásticamente en un escenario de baja productividad. Por su parte, las emisiones de CO, NO_X, $PM_{2.5}$ y COV tendrían un menor crecimiento, en comparación de los otros escenarios.

La excepción a estos patrones son las emisiones SO_2 y NH_3, porque disminuyen sus emisiones al bajar la productividad, cuando este contaminante está relacionado con las emisiones industriales principalmente.

Tabla 31. Proyección de las emisiones para el año 2027 en Morelos (Mg/año).

Escenario	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3	PIB	Competitividad
Alta	18,171	16,932	5,163	232,254	77,688	106,550	7,038	238,420	14
Media	25,741	19,131	4,082	241,392	77,158	107,266	7,027	207,322	21
Baja	41,014	23,698	3,293	260,496	78,411	109,254	7,015	176,224	28

Nota: Las emisiones contempladas en la proyección son las antropogénicas (Móviles, Fijas y Área).
La población es para todos los casos 2,169,459 habitantes en 2027.
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017.

3.4. INVENTARIO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

El Gobierno del estado de Morelos publicó la Actualización del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos (PEACCMOR), el cual contiene los resultados del IE de GEI de la entidad para dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O).

El inventario de GEI incluye categorías como energía, procesos industriales, agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU), y residuos. En este tipo de inventario se estiman las emisiones de CO_2 equivalente (Gg/año de CO_2 eq.) en base a las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

Los resultados del IE de GEI (Tabla 32) para los sectores involucrados, indica que la emisión total en 2010 fue de 6,117.8 Gg/año de CO_2 eq. Con una proyección a 2030 de 11,010.3 Gg/año de CO_2 eq "de seguir las tendencias actuales"; con un aporte significativo del sector energía.

Tabla 32. Emisiones de GEI (Gg de CO_2eq) por categoría 2010 y 2030 para el estado de Morelos

Categoría	2010	2030	Incremento
Energía	**3,846.0**	**7,347.3**	48%
Transporte	2,553.9	5,025.9	49%
Industria	852.6	1,414.6	40%
Residencial	333.2	585.8	43%
Comercial y público	52.8	94.8	44%
Agropecuario	53.5	63.6	16%
Generación de energía	0.0	162.7	100%
Procesos Industriales	**893.0**	**975.0**	8%
AFOLU**	**1,106.1**	**1,258.5**	12%
Ganadería	266.5	286.0	7%
Agricultura	417.4	550.3	24%
Forestal	422.2	422.2	0%
Residuos	**272.7**	**1,429.5**	81%
Residuos sólidos	97.1	1,213.4	92%
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	175.6	216.1	19%
Total	**6,117.8**	**11,010.3**	44%

*GEI = Gases de Efecto Invernadero ** AFOLU=Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo
Fuente: Sheinbaum C. et al., 2014.

De lo anterior se desprende que en el estado de Morelos las fuentes más importantes de GEI son: el uso de combustibles fósiles en el transporte terrestre (sector energía), los procesos industriales y AFOLU.

Por su relevancia, el aporte porcentual de la energía como generador de GEI en el estado de Morelos fue del 62.8% en el año 2010, mientras que el AFOLU representa el 18% (Figura 56). El crecimiento de las emisiones totales de CO_2 eq a 2030 es del 44%.

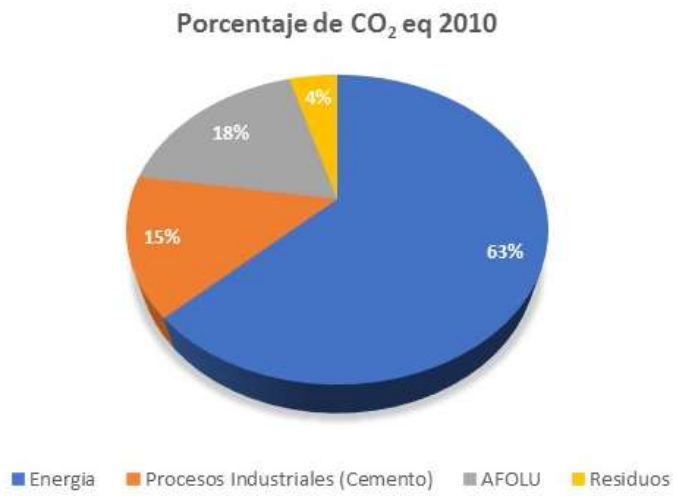


Figura 56. Emisión porcentual de GEI por categoría en 2010 para Morelos.
Fuente: Actualización del PEACC Morelos, 2017

El principal aporte del IE de GEI del estado de Morelos, en el contexto del PEACCMOR (2017), es que permitió sustentar la implementación de medidas de mitigación en sectores estratégicos.

Aun cuando el alcance del PEACCMOR y el ProAire 2018-2027 parece diferente, el planteamiento y propósito de algunas medidas es compatible.

En la Tabla 33 se muestran las medidas del PEACCMOR y su relación con las medidas a implementar en el ProAire 2018-2027.

Tabla 33. Medidas afines entre el PEACCMOR y el PROAIRE 2018-2027

PEACCMOR. 2017		PROAIRE				
Medida	Características	Fuentes fijas	Fuentes móviles	Fuentes de área	Comunicación y educación ambiental	Salud
Corredores de transporte público	Puesta en marcha de cuatro corredores BRT con una longitud cada uno de ellos de 20 km		Medida 2.4			
Uso de biodiesel	Como porcentaje del consumo de diésel (1.5% en 2016; 20% en 2030)					
Uso de bioetanol	Producción de bioetanol a mezcla con gasolina (150 Millones de litros en 2030)		Medida 2.2			
Vehículos híbridos	Incrementando ventas de forma paulatina. En 2030 el total de vehículos híbridos en circulación será de 16,075 taxis, 53,103 vehículos privados y 9,914 camionetas ligeras de carga					
Vehículos eléctricos	15 mil vehículos en operación en 2030, acompañado de electricidad generada con granjas solares					
Calentadores solares de agua	90% de viviendas en el estado en 2030 con calentador solar con factor de uso de 70%					
Generación solar distribuida (paneles fotovoltaicos)	121 MW en 2030 con 20% factor de planta			Medida 1.2		
Granjas solares (paneles fotovoltaicos)	1185 MW instalados en 2030 con 20% de factor de planta					
Iluminación	1.5 millones de LED instalados en 2030 que sustituyen LCF					
TV plana con LED	Sustitución de TV de 740 mil unidades de cinescopio					
Cogeneración industrial	45 MW instalados en 2030 en industria del cemento y del vidrio	Medida 1.2				
Cogeneración con bagazo de caña en ingenios	47 MW instalados en 2030 de los cuales 11.5 son para usos propios	Medida 1.2				
Uso de biogás derivado de RSU	123.7 Mm3 de biogás que sustituyen el uso de combustóleo	Medida 1.2				
Conservación selva baja	Inicia en 2016, de 2024 a 2030; 1,841 hectáreas al año			Medidas 3.3 y 3.5		
Conservación bosque de encino	Inicia en 2016, de 2024 a 2030; 300 hectáreas al año			Medidas 3.3 y 3.5		
Restauración bosque degradado	Inicia en 2016, de 2024 a 2030; 450 hectáreas al año			Medidas 3.3 y 3.5		
Aplicación eficiente y límite al crecimiento de superficie fertilizada	Reducción del 1% del aporte de nitrógeno del 2015 a 2017; 2% de 2018 a 2023; después constante					
Aplicación de lodos de plantas de tratamiento	1230 ton de urea sustituida al 2030					
Rellenos sanitarios con quema de biogás para municipios no metropolitanos	Rellenos sanitarios con quema de biogás para municipios no metropolitanos; Rellenos sanitarios con biodigestores en municipios metropolitanos (ver medida biogás)					
PTAR	Disminución de fosas sépticas, conexión a drenaje, elevación de las PTAR a su máxima capacidad instalada de operación; construcción de nuevas PTAR y cogeneración con lodos					

3.5. CONCLUSIONES

El inventario de Emisiones de Contaminantes a la Atmósfera año base 2014, permite conocer el origen de las emisiones; la cantidad que se genera, las fuentes principales de emisión y su ubicación particular en el Estado.

Se recomienda en términos del desarrollo, mejoramiento y continuidad del inventario los siguientes puntos:

1. Sistematizar la información del inventario de emisiones, para que la elaboración de inventarios de emisiones futuros sea más ágil.
2. Elaborar inventarios de emisiones en forma periódica (bianual), para observar la evolución de la emisión de contaminantes.
3. Actualizar las fuentes de emisión que continúan vigentes, así como las nuevas que se incorporan a la emisión de contaminantes.
4. La obtención de convenios de colaboración con las diferentes instancias (dependencias, instituciones y organizaciones) para facilitar y agilizar el acceso y flujo de información, relacionada con inventario de emisiones.

En cuanto a la cantidad y ubicación de la emisión por contaminante y fuente se realizaron dos tipos de análisis a parte del estatal, el primero para las cinco regiones definidas en el Estado y el segundo para las tres zonas metropolitanas, descritas en el Capítulo 1.

En este sentido, se observa una similitud entre algunas regiones y las zonas metropolitanas; la Región Centro-Poniente es similar a la ZM de Cuernavaca, la Región Centro-Oriente a la ZM de Cuautla y las regiones Sur y Poniente a la ZM de Jojutla. Por definición esta clase de zonas consiste en un núcleo urbano densamente poblado y territorios circundantes menos poblados y conectados, que comparten infraestructura, industria y vivienda.

Esto hace que dichas zonas compartan las fuentes principales identificadas por contaminante como son: las fuentes móviles en el caso del CO, COV y NO_X, la combustión doméstica para partículas, y la industria para SO_2.

En cuanto a las fuentes móviles el 62.3% del total de la flota en el Estado se encuentra en la ZM de Cuernavaca y el 21.52% en la ZM de Cuautla, esto hace que sean las zonas con mayor aporte de emisión por esta categoría. En particular se observa, los autos particulares, las pick-up y las camionetas particulares son las subcategorías más importantes en emisión para estas zonas.

Para la industria los sectores que más contribuyen a la emisión de contaminantes son: alimentos y bebidas, cemento y cal, vidrio, automotriz, celulosa y papel y la industria textil.

En fuentes de área, la combustión doméstica es la subcategoría más importante en las emisiones a la atmósfera en estas zonas, así como el uso de solventes domésticos.

Existe una región más en Morelos (Región Oriente), la cual está dedicada al cultivo y la ganadería. Es importante mencionar que en las regiones Poniente y Oriente del Estado, de acuerdo con el IE 2014 no existen industrias reportadas. Dentro de la emisión por fuentes de área en las dos regiones, la combustión doméstica (por uso de leña) es su principal emisor; seguido de la combustión agrícola, las quemas agrícolas y la labranza.

En términos de fuentes no identificadas o con poca información se tiene:

- Los bancos de materiales, ladrilleras, yeseras, marmolerías y alfarerías.
- Quemas agrícolas, si bien se cuantifico en el inventario se asumieron criterios generales para el cálculo por falta de información.
- Combustión doméstica (en especial por uso de leña), la cual también se cuantificó pero tiene una incertidumbre grande por la falta de información.

En relación al marco jurídico, aunque existe un Reglamento que regula las fuentes móviles, existen fuentes sin un reglamento específico. La creación de un Reglamento que contemple las diferentes fuentes emisoras (fijas, área y móviles), permitirá no solo controlar y normar a las distintas fuentes, sino también obtener información confiable y actualizada de las mismas en el Estado. En tal sentido la elaboración del Reglamento estatal en materia de prevención y control de la contaminación a la atmósfera es indispensable.

Para las fuentes móviles, se deberá actualizar el contenido del Reglamento de la LEEPAEM para la Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el estado de Morelos y se deberá integrar al nuevo reglamento.

Para las fuentes fijas, el Reglamento deberá contemplar la generación de instrumentos como: la Licencia Ambiental, la Cédula de Operación Anual Estatal (COA) y la obligatoriedad para el RETC estatal.

En cuanto a fuentes de área se contemplan distintas fuentes a regular como: los incendios forestales, quemas agrícolas, quemas a cielo abierto de residuos, entre otras.

Por último, es necesario generar una mayor vinculación entre calidad del aire y cambio climático para su gestión, por tanto, se propone una colaboración muy cercana de las dos áreas de la SDS para coordinar e implementar de forma conjunta las medidas comunes que se encuentran en el PEACCMOR y en el ProAire Morelos.

CAPÍTULO 4. IMPACTO EN LA SALUD ASOCIADO A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

4.1. INTRODUCCIÓN

La calidad de vida de las personas es un concepto complejo que se explica por la interacción de su salud física, estado psicológico, nivel de independencia, relaciones sociales y la calidad del entorno (OMS, 2005).

Esta interacción resalta la importancia que tiene la calidad del aire en ambientes exteriores e interiores para el bienestar de las personas y sus familias. El deterioro de este recurso da lugar a enfermedades respiratorias, cardiovasculares, cáncer, entre otras, lo que en consecuencia, genera gastos económicos y ausencia escolar y laboral, por señalar algunos.

La contaminación atmosférica es el riesgo ambiental que más impacta a la salud de la población en el mundo (OMS, 2014). En 2015, 6.5 millones de muertes estuvieron relacionadas a la contaminación atmosférica (Lancet, 2017) y 92% de la población mundial habitaba en zonas donde se superaban los límites máximos de contaminantes del aire establecidos por la OMS (HEI, 2017).

En México, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) realizó un estudio para estimar los impactos en salud y económicos debido a la contaminación atmosférica en 12 zonas metropolitanas del Sistema Urbano Nacional en los años 2013 y 2015. Se estimaron 18,889 muertes evitables en 2013 y 19,087, en 2015; con un costo estimado de estos eventos de 392,524 y 396,639 millones de pesos, respectivamente (Riojas-Rodríguez et al 2017).

En Morelos no se ha llevado a cabo un estudio para evaluar el impacto a la salud asociado a la contaminación del aire. Sin embargo, es importante realizarlo ya que existen estudios y mediciones provenientes del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado (ver Capítulo 2) que muestran concentraciones de contaminantes, como ozono y partículas, superiores a los que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y las guías de calidad del aire de la OMS. En este sentido, el objetivo del presente capítulo es resaltar la importancia de los efectos a la salud por la contaminación del aire y dar a conocer los pasos y requerimientos para poder desarrollar una evaluación del impacto en salud asociada a la contaminación del aire en la entidad.

En este capítulo se abordarán los distintos factores que influyen en el impacto de la contaminación del aire en la salud. Enseguida, se hablará de los efectos en salud de los contaminantes del aire, así como los límites máximos permisibles de cada uno establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental y en las guías de calidad del aire de la OMS. Se explicarán los pasos para llevar a cabo una evaluación del impacto en salud y

algunas recomendaciones para Morelos. Finalmente, en el Anexo I se plasma el marco jurídico y programático en materia de calidad del aire y salud.

4.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD

El impacto de la contaminación del aire en la salud humana depende de múltiples factores. En primera instancia se encuentra el tipo de contaminante, la concentración y el tiempo de exposición. Este último puede ser corto o largo, sin embargo, la exposición a largo plazo es la más significativa para la salud pública (PAHO, 2017).

Es importante resaltar que existen diferencias marcadas del posible riesgo a la salud en función de la época del año. En invierno es común que se presenten episodios de estancamiento de contaminantes como el SO_2, PM_{10} y $PM_{2.5}$ asociados a las condiciones de estancamiento del aire que provocan las inversiones térmicas; mientras que los días soleados de primavera favorecen la reacción fotoquímica de los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, y con esto la formación de contaminantes como el O_3 (CDMX, 2015).

Asimismo, el riesgo a la salud de las personas se asocia con factores como el patrón de tiempo - actividad, el tipo de entorno (rural o urbano, cerrado o abierto), su edad, estado de salud o grado de vulnerabilidad. El riesgo asociado con la contaminación del aire será mayor para las personas con enfermedades previas, los adultos mayores, niñas y niños menores a cinco años, y personas con acceso limitado a la asistencia médica (Sandra Treviño-Siller et al, 2005).

En ambientes interiores, los riesgos a la salud se asocian, entre otros, con el tipo de fuente de emisión y con las características de la construcción. Por ejemplo, al utilizar leña o carbón para cocinar, el humo, al emitirse en un espacio cerrado, tarda en dispersarse y se mantiene en el hogar por un tiempo prolongado. (INECC, 2015a).

4.3. NORMATIVIDAD Y EFECTOS EN LA SALUD HUMANA

Los contaminantes que se contemplan en este capítulo incluyen ozono, partículas menores a 10 y a 2.5 micrómetros, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles.

Las guías de calidad del aire de la OMS (Tabla 34) tienen como propósito orientar a los gobiernos para reducir los efectos de la contaminación del aire en la salud (OMS, 2006). Éstas establecen concentraciones máximas de contaminantes para proteger la salud de la población.

En el caso de México estas guías de calidad del aire funcionan como un referente para actualizar su normatividad; en base a éstas, la Secretaría de Salud en el año 2014 actualizo las Normas Oficiales Mexicanas de Salud Ambiental (NOM Salud Ambiental) de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3, y la meta es que en los próximos años se conviertan en instrumentos homologados para garantizar una mayor protección de la salud humana.

Tabla 34. Límites máximos permisibles establecidos en las guías de calidad del aire de la OMS y en las Normas Oficiales Mexicanas Salud Ambiental

Contaminante	NOM Salud Ambiental				Guías de calidad del aire de la OMS
	Valores límite			Número	
	Exposición aguda		Exposición crónica		
	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptable	Concentración y tiempo promedio		
Partículas menores de 10 micrómetros (PM_{10})	75 µg/m^3 promedio o media aritmética de 24 horas	No se debe rebasar	40 µg/m^3 promedio o media aritmética anual	NOM-025-SSA1-2014	50 µg/m^3 media de 24 horas. 20 µg/m^3 media anual
Partículas menores de 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$)	45 µg/m^3 promedio o media aritmética de 24 horas	No se debe rebasar	12 µg/m^3 promedio o media aritmética anual		25 µg/m^3 media de 24 horas. 10 µg/m^3 media anual
Ozono (O_3)	0.095 ppm promedio o media aritmética de una hora	No se debe rebasar	_	NOM-020-SSA1-2014	100 µg/m^3 media de 8 horas / 0.05 ppm media de 8 horas
	0.070 ppm promedio o media aritmética de 8 horas	No se debe rebasar	_		
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm promedio o media aritmética de 8 horas	Una vez al año		NOM-021-SSA1-1993	10 mg/m^3 ó 8.7 ppm promedio de 8 horas
Dióxido de azufre (SO_2)	0.110 ppm promedio o media aritmética de 24 horas	Una vez al año	0.025 ppm promedio o media aritmética anual	NOM-022-SSA1-2010	20 µg/m^3 o 0.008 ppm media de 24 horas 500 µg/m^3 o 0.2 ppm media de diez minutos
	0.200 ppm promedio o media aritmética de 8 horas	Dos veces al año			
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	0.210 ppm promedio o media aritmética de una hora	Una vez al año		NOM-023-SSA1-1993	200 µg/m^3 o 0.106 ppm media de 1 hora 40 µg/m^3 o 0.021 ppm media anual

Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de la OMS (http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/es/) y las NOM Salud Ambiental:
NOM-025-SSA1-2014 (20 de agosto de 2014)
NOM-020-SSA1-2014 (19 de agosto de 2014)
NOM-021-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)
NOM-022-SSA1-2010 (8 de septiembre de 2010)
NOM-023-SSA1-1993 (18 de agosto de 1994)

Cabe mencionar, que no existe una guía o directriz de calidad del aire en cuanto a compuestos orgánicos volátiles, ni en la OMS ni en México.

A continuación, se presentan los efectos en salud para cada contaminante.

4.3.1. OZONO Y PARTÍCULAS

La exposición a partículas menores a 2.5 micrómetros ($PM_{2.5}$) ha sido clasificado como el quinto principal contribuyente de muertes tempranas en el mundo. En 2015, fue responsable de alrededor de 4.2 millones de muertes por enfermedad cardiovascular y cerebrovascular, cáncer de pulmón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias (HEI, 2017). Por otro lado, se atribuyeron 254,000 muertes prematuras a la exposición a ozono y su impacto en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (IHME, 2017).

En la Unión Europea se encontró que la esperanza de vida promedio es 8.6 meses inferior en los lugares donde los niveles de partículas superan los límites recomendados por la OMS (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

La exposición de las personas al ozono se asocia con la presencia de problemas como el asma, la disminución de la función pulmonar y otras enfermedades pulmonares (OMS, 2016). En Europa, diversos estudios refieren que un incremento de 10 $\mu g/m^3$ en la concentración de ozono se asocia con un aumento del 0.3 y 0.4% en la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías respectivamente (OMS, 2016).

La Tabla 35 muestra diferentes estudios epidemiológicos que asocian mortalidad con la exposición a $PM_{2.5}$, PM_{10} y O_3, en poblaciones específicas y tiempos determinados, en distintos países. Los resultados se expresan como riesgo relativo (rr), el cual es el riesgo de presentar el evento en salud (muerte) al cambiar (incremento o decremento) la concentración del contaminante y equivale a la función concentración respuesta (FCR) (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

Por ejemplo, en el primer estudio que aparece en dicha tabla, el riesgo relativo o FCR es de 1.15. Esto significa que por cada incremento de 10 $\mu g/m^3$ de partículas respirables $PM_{2.5}$ en el aire, el riesgo de muerte por enfermedad isquémica del corazón en la población de 30 a 99 años en Estados Unidos se incrementa 15%.

La Tabla 36 detalla algunos estudios epidemiológicos realizados en México que asocian la exposición a O_3, $PM_{2.5}$, PM_{10} y mortalidad por diferentes causas. Estos estudios arrojan el número de muertes evitables en distintas partes del país, en escenarios distintos de concentración de contaminantes, así como el valor monetario del número total de casos del evento de salud evitado, que no es más que el beneficio económico por no tener o presentar estas muertes. Dicho valor, al igual que las muertes evitables, difiere considerando el contaminante en cuestión, el cambio en la concentración del contaminante o escenario de reducción, el tamaño de la población expuesta y el lugar del estudio. Por ejemplo, el valor económico de evitar las muertes por todas las causas al reducir las concentraciones existentes de $PM_{2.5}$ a los límites que marca la NOM-025-SSA1-2014 (12 $\mu g/m^3$) en Nuevo León es de 7,560 millones de pesos en 2014, mientras que para la Región Centro del país es de 14,300 millones de pesos en 2014.

Tabla 35. Estudios que asocian exposición a $PM_{2.5}$, PM_{10} y O_3 y mortalidad. Riesgo relativo o función concentración – respuesta.

Evento de salud	Escenario	Contaminante	Métrica	Referencia	Rango de edad	Función	Riesgo relativo e Intervalo de confianza al 95%
Mortalidad por enfermedad isquémica del corazón	Estudio nacional en EUA Asociación entre el cambio de 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$ y mortalidad por enfermedades isquémicas del corazón.	$PM_{2.5}$	Promedio anual de 24 horas	Krewski et al. (2009)	30-99	Regresión de Cox	1.15 (1.11–1.2)
Mortalidad por cáncer de pulmón	Estudio nacional en EUA Asociación entre el cambio de 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$ y mortalidad por cáncer de pulmón.	$PM_{2.5}$	Promedio anual de 24 horas	Krewski et al. (2009)	30-99	Regresión de Cox	1.11 (1.04–1.18)
Mortalidad por todas las causas	Metaanálisis de la asociación entre el cambio de 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$ y mortalidad por todas las causas. 11 estudios de cohorte entre 2009 y 2013.	$PM_{2.5}$	Promedio anual de 24 horas	Gerard Hoek et al 2013	15-99	Regresión de Cox[20]	1.06 (1.04-1.08)
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	Metaanálisis de la asociación entre el cambio de 10 µg/m^3 de $PM_{2.5}$ y mortalidad por enfermedades cardiovasculares 11 estudios de cohorte entre 2009 2013.	$PM_{2.5}$	Promedio anual de 24 horas	Gerard Hoek et al 2014	15-99	Regresión de Cox	1.11 (1.05-1.16)
Mortalidad por todas las causas	Estudio realizado en Australia, Francia y Suiza Asociación entre el cambio de 10 µg/m^3 de PM_{10} y todas las causas de muerte.	PM_{10}	Promedio anual de 24 horas	Kunzli et al (2000)	30-99	Regresión de Cox	1.043 (1.026-1.061)
Mortalidad por todas las causas	Estudio realizado en California Asociación entre el cambio de 10 ppb de O_3 y mortalidad por todas las causas.	O_3	Promedio móvil de 8 horas	Turner et al (2016)	30-99	Regresión de Cox	1.02 (1.01-1.04)
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	Estudio realizado en California Asociación entre el cambio de 10 ppb de O_3 y mortalidad por enfermedades cardiovasculares.	O_3	Promedio móvil de 8 horas	Turner et al (2016)	30-99	Regresión de Cox	1.03 (1.01-1.05)
Mortalidad por enfermedades respiratorias	Estudio realizado en California Asociación entre el cambio de 10 ppb de O_3 y mortalidad por enfermedades respiratorias	O_3	Promedio móvil de 8 horas	Turner et al (2016)	30-99	Regresión de Cox	1.12 (1.08-1.16)
Mortalidad por EPOC	Estudio realizado en California Asociación entre el cambio de 10 ppb de O_3 y mortalidad por EPOC.	O_3	Promedio móvil de 8 horas	Turner et al (2016)	30-99	Regresión de Cox	1.14 (1.08-1.21)

[20] La regresión de COX se conoce como análisis de la supervivencia. La regresión de COX genera un modelo predictivo para datos de tiempo de espera hasta el evento. El modelo genera una función de supervivencia que pronostica la probabilidad de que se haya producido el evento de interés en un momento dado *t* para determinados valores de las variables predictoras, En términos de EIS es un modelo que pronostica la probabilidad de evitar una muerte en un año determinado, considerando un cambio en una de las variables asociadas o predictoras como la concentración de un contaminante.

Tabla 36. Estudios epidemiológicos relevantes en México que asocian contaminación del aire por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 y mortalidad.

Evento de salud	Tipo de población	Medida	Contaminante	Ubicación del estudio	Muertes evitables	Valor monetario del número total de casos del evento de salud evitado	Fuente
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares, mortalidad por cáncer de pulmón y Mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	Mayores de 30	Cambio en la concentración, del promedio anual 2014 de $PM_{2.5}$ al límite anual de la NOM-025-SSA1- 2014 (12 $\mu g/m^3$), en la población expuesta que está cubierta por cada estación de monitoreo de Nuevo León que cuenta con suficiencia de información (se consideraron 5 estaciones). Las concentraciones promedio anual 2014 para cada estación son: • San Bernabé: 28.1 $\mu g/m^3$ • Santa Catarina: 27.1 $\mu g/m^3$ • Obispado: 20.8 $\mu g/m^3$ • San Nicolás: 28.1 $\mu g/m^3$ • La pastorea: 20.8 $\mu g/m^3$	$PM_{2.5}$	Nuevo León (5 estaciones de monitoreo)	316	Más de 7,560 millones de pesos (tasa de cambio 2014 de dólares a pesos) por las tres causas.	SEMARNAT, 2016. ProAire Nuevo León 2016-2025
Mortalidad infantil (todas las causas)	Menor a 15	El estado de Tlaxcala reporta promedio anual de PM_{10} en 2010 de 38.09 $\mu g/m^3$ obtenida de 4 estaciones. El escenario es el cambio en la concentración del promedio anual de PM_{10} (reducción de 10 $\mu g/m^3$).	PM_{10}	Tlaxcala (Todos los municipios)	19	39 millones de pesos (límite inferior, cambio a 2012 en dólares)	SEMARNAT, 2015b. ProAIre Tlaxcala 2015-2024
Mortalidad por todas las causas (efectos a corto plazo)	Mayor a 30		PM_{10}	Tlaxcala (Todos los municipios)	33	67 millones de pesos (límite inferior, cambio a 2012 en dólares)	
Mortalidad por causas respiratorias (efectos a corto plazo)	Mayor a 30		PM_{10}	Tlaxcala (Todos los municipios)	6	12 millones de pesos (límite inferior, cambio a 2012 en dólares)	
Mortalidad por causas cardiovasculares (efectos a corto plazo)	Mayor a 30		PM_{10}	Tlaxcala (Todos los municipios)	10	19 millones de pesos (límite inferior, cambio a 2012 en dólares)	
Mortalidad por todas las causas (efectos a largo plazo)	Mayor a 30		PM_{10}	Tlaxcala (Todos los municipios)	192	389 millones de pesos (límite inferior, cambio a 2012 en dólares)	
Mortalidad por todas las causas	La población contemplada se encuentra en el radio de 10 km de cada estación de monitoreo en cada Estado.	En la Región Centro del país, la concentración promedio anual 2014 del contaminante por Estado se reduce hasta alcanzar los valores establecidos en la normatividad nacional. En la región las concentraciones anuales promedio encontradas están entre 13 y 68 $\mu g/m^3$ de $PM_{2.5}$; 29 y 65 $\mu g/m^3$ de PM_{10} y de 26 a 61 ppb de O_3 Escenario O_3: reducción a 70 ppb promedio móvil de 8 horas. $PM_{2.5}$: reducción a 12 $\mu g/m^3$ promedio anual. PM_{10}: reducción a 40 $\mu g/m^3$ promedio anual	$PM_{2.5}$	Ciudad de México	4,038	14,303 millones de pesos en toda la Región Centro.	INECC, 2016a. Estimación de Impactos en la salud por contaminación atmosférica en la Región Centro del país y alternativas de gestión.
				Estado de México	2,978		
				Hidalgo	284		
				Puebla	1,047		
				Querétaro	43		
				Tlaxcala	73		
			PM_{10}	Ciudad de México	1,270	4,657 millones de pesos en toda la Región Centro.	
				Estado de México	76		
				Hidalgo	8		
				Puebla	37		
				Querétaro	61		
				Tlaxcala	18		
			O_3	Ciudad de México	191	439 millones de pesos en toda la Región Centro.	
				Estado de México	68		
				Hidalgo	<1		
				Puebla	<1		
				Querétaro	0		
				Tlaxcala	NA		

Es importante mencionar que, debido a la falta de información de calidad del aire en Morelos en 2014, los resultados del estudio para la Región Centro del país no incluyen la estimación de muertes evitables ni de impacto económico para Morelos.

Por otro lado, algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), los cuales son compuestos orgánicos semivolátiles que se producen por la unión de dos o más anillos de benceno durante la combustión incompleta de combustibles fósiles y de otros materiales orgánicos, se acumulan en partículas. Las fuentes más comunes son las emisiones vehiculares, la quema de biomasa, la incineración de residuos, el humo del cigarro, la producción de coque y la producción de metales. Diferentes HAPs específicamente los de alto peso molecular, que predominan en la fase de partícula de los aerosoles atmosféricos, han demostrado ser carcinogénicos. Los HAPs que se acumulan en partículas, lo hacen principalmente en partículas finas ($PM_{2.5}$) y, por su tamaño, tienen mayor capacidad de penetrar al sistema respiratorio, incrementando sus efectos a la salud. El benzoapireno es de los HAPs más mutagénicos que existen (V. Mugica-Alvarez et al., 2015 y Saldarriaga-Noreña et al., 2015). Para estimar el potencial carcinogénico de los HAPs asociados con partículas, se calcula el Índice de benzoapireno equivalente (BaPE).

En zonas rurales se han realizado mediciones de algunos HAPs representativos los cuales oscilan entre 0.02 y 1.2 ng/m^3 (ATSDR, 2016). En zonas urbanas, como la Ciudad de México se ha determinado la presencia de HAPs asociados a partículas PST y $PM_{10,}$ identificándose diez de estos, siendo los de mayor concentración benzo(ghi)perileno, indeno(1,2,3-cd)pireno, benzo(b)fluoranteno, dibenzo(a,h)antraceno, benzo(a)pireno y fenantreno. A estos se les considera marcadores de HAPs para esta zona. La cantidad total anual encontrada de HAPs en PM_{10} fue de 11.6 ±4.8 ng/m^3 y en PST de 8.1±3.6 ng/m^3 (Amador Muños et al., 2001).

En un estudio realizado en Cuernavaca se reportaron concentraciones promedio de 24.0 ng/m^3 de HAPs totales contenidos en $PM_{2.5}$, siendo los compuestos de alto peso molecular los más abundantes. Dicha concentración es igual a 4.05 ng/m^3 de Benzoapireno equivalente. Los HAPs utilizados para calcular este índice comprenden el 51% de los 15 HAPs identificados, lo que probablemente signifique un riesgo para la población expuesta. En dicho estudio se estableció que la quema de carbón y las emisiones vehiculares fueron las principales fuentes de emisión de estos contaminantes en el área estudiada (Saldarriaga-Noreña et al., 2015).

4.3.2. DIÓXIDO DE NITRÓGENO

Los efectos del NO_2 en la salud humana se observan principalmente en el aparato respiratorio. Cuando su concentración media alcanza 190 µg/m^3 en el 40% de los días de un año se aprecia un aumento en la frecuencia de infecciones de las vías respiratorias en la población expuesta (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

Los estudios epidemiológicos revelan que los síntomas de bronquitis en los niños asmáticos aumentan cuando se prolonga la exposición al NO_2. Por otro lado, en diferentes ciudades europeas y norteamericanas se encontró que, el desarrollo de la función pulmonar

disminuye en asociación con las concentraciones reportadas de NO_2 cuando se superan los límites establecidos por la OMS (Ballester, F. y Boldo, E. 2010).

4.3.3. DIÓXIDO DE AZUFRE

La evidencia indica que la exposición a las concentraciones de SO_2 puede causar irritación ocular y daño al sistema respiratorio. Las personas asmáticas son especialmente sensibles al SO_2 (Baxter, 2000) y pueden reaccionar ante concentraciones como 0.2 a 0.5 ppm. Los estudios indican que un porcentaje de las personas con asma experimenta cambios en la función pulmonar y síntomas respiratorios al exponerse a concentraciones de SO_2 de 500 $\mu g/m^3$ (0.2 en ppm) promedio en tan sólo 10 minutos (Zimmermann, 2008).

En los días con niveles elevados de SO_2, aumentan los ingresos hospitalarios y las muertes por cardiopatías (Ballester, F. y Boldo, E., 2010).

4.3.4. MONÓXIDO DE CARBONO

La presencia de concentraciones elevadas de CO en el aire ambiente representa una amenaza para la salud de las personas. Cuando éste es inhalado se combina con la hemoglobina de la sangre y se forma carboxihemoglobina, lo que reduce la capacidad de la sangre para transportar oxígeno desde el pulmón hacia los tejidos.

La saturación de carboxihemoglobina en la sangre puede afectar la función psicomotora de las personas, lo cual se manifiesta a través de síntomas como el cansancio, cefaleas o alteraciones de la coordinación, cambios en la función cardiaca y pulmonar (Elías Castañas, 2008).

4.3.5. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

La presencia de COV en el aire ambiente es preocupante por su papel como precursor de O_3 y por la alta toxicidad de algunos de estos compuestos, como es el caso del benceno y su potencial cancerígeno. Se estima que la exposición por periodos largos de tiempo a concentraciones altas de benceno produce edemas y hemorragias bronquio-alveolares (SEMARNAT, 2005b). La exposición a benceno también se asocia a padecimientos cardiovasculares que se expresan como extrasístoles o taquicardia ventricular; asimismo, tiene efectos hematológicos debido a la susceptibilidad que tienen los componentes celulares de la sangre a estas sustancias dando lugar a enfermedades como pancitopenia, anemia aplásica y leucemia (SEMARNAT, 2005b).

4.3.6. ESTUDIOS REALIZADOS EN MÉXICO

En la Tabla 37 se presentan varios estudios realizados en México para evaluar la exposición a uno o más contaminantes (ozono, PM_{10}, $PM_{2.5}$, NO_2, carbono elemental e hidrocarburos aromáticos policíclicos) y su efecto en la salud de poblaciones específicas, en especial de niños asmáticos. Todos en general se asocian a un incremento en la presencia de síntomas respiratorios y/o a la alteración de la función pulmonar.

Tabla 37. Estudios en México que relacionan la exposición a contaminantes del aire y sus efectos en la salud.

Objetivo del estudio	Resultados	Población	Autor
Evaluar la exposición personal a ozono (O_3) y los patrones de actividad que contribuyen a está, entre los niños asmáticos de la Ciudad de México. Determinar si las concentraciones de O_3 obtenidas de las estaciones fijas pueden utilizarse para evaluar la exposición personal.	Se evaluó la exposición personal a ozono y se caracterizaron los patrones de actividad de los niños. Así mismo se obtuvieron las concentraciones ambientales diarias de ozono a partir de las estaciones fijas cercanas a la residencia de los niños. Con los datos de las estaciones y los patrones de actividad, entre otras variables, se modelo la exposición personal a ozono de los niños. La media de O_3 encontrada al caracterizar todos los ambientes de los 158 niños con equipos de exposición personal fue de 7.8 ppb. Las concentraciones más bajas de exposición de O_3 se presentaron en interiores donde los niños pasan en promedio el 81% del tiempo. Las principales variables para caracterizar la exposición personal de ozono a partir de las concentraciones obtenidas en la estación fueron el tiempo en exteriores y la distancia de la residencia a la estación. Se concluyó que las concentraciones de O_3 de las estaciones tomando en cuenta patrones de actividad y lugar de residencia pueden usarse como "proxi" de las concentraciones de O_3 por exposición personal.	158 niños asmáticos Evaluados de diciembre 1998 a abril 2000	Ramírez-Aguilar, Et al. 2008
Evaluar el efecto de la exposición a los contaminantes del aire relacionados con el tráfico, tales como $PM_{2.5}$, dióxido de nitrógeno (NO_2) y carbono elemental, en niños asmáticos en la Ciudad de México.	Los resultados mostraron que los efectos a la salud por exposición a $PM_{2.5}$, NO_2 y O_3 aumentan cuando la exposición se da durante varios días. Los niveles de NO_2 tuvieron un efecto mayor que $PM_{2.5}$ y este efecto aumentó con la exposición acumulativa. El efecto de PM_{10} solo fue evidente el mismo día que ocurrió la exposición. Se observó un aumento en el riesgo de tos, sibilancia, dificultad para respirar, necesidad de medicamentos y admisiones hospitalarias entre los niños asmáticos, asociado con la exposición a O_3, NO_2, material particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y tráfico de camiones pesados.	158 niños asmáticos y 50 no asmáticos entre 6 y 14 años. Hospital Infantil de México Federico Gómez. Ciudad de México. Los niños fueron reclutados entre Julio de 2003 y marzo de 2005.	Escamilla Núñez et al. 2008
Evaluar la asociación de la reducción de broncodilatación en niños con asma, que se les administra fármacos inhalados en el hospital, (Agonistas β2 adrenérgicos de acción corta "SABA") y la contaminación atmosférica.	Los niños expuestos a un incremento Inter cuartil de 10 ppb de NO_2 en el mismo día, se asoció con una respuesta reducida de FEV1 (volumen respiratorio forzado en 1 segundo) a la terapia SABA (-15%; CI 95%, -29 a -0,5). Esta asociación también fue significativa cuando se consideraron los niveles de NO_2 en los tres días anteriores. Un incremento intercuartil de O_3 (16 ppb) en el quinto día previo fue asociado a una menor respuesta a la terapia SABA (-11%; 95% CI, -23 to -1), para el caso de $PM_{2.5}$ no se encontró ninguna afectación. Los resultados sugieren que la exposición a NO_2 y posiblemente a O_3 puede reducir la respuesta a la terapia SABA en producir broncodilatación en niños con asma.	85 niños con asma de 7 a 12 años de edad de la Ciudad de México (mayo a septiembre de 2005). La casa y escuela de los niños se encontraba en un radio de 5 km de alguna estación de la Red de Monitoreo de la Ciudad de México de las cuales se obtuvieron las concentraciones de NO_2.	Hernández Cadena, et al. 2009
Determinar la asociación entre la exposición a corto plazo de carbono elemental y la función pulmonar en niños en edad escolar de la Ciudad de México.	Un aumento en el rango Inter cuartil del promedio de 24 horas de carbono elemental, se asocia con un impacto negativo significativo en el volumen espiratorio forzado en 1 segundo (FEV1) (-62.0 (IC 95% -123.3- -1.2) mL) y un flujo espiratorio forzado al 25-75% de la capacidad vital forzada (FVC) (FEF25-75%) (-111 (IC 95%) -228.3- -4.1) mL) entre niños asmáticos, igual a 3.3% y 5.5%, respectivamente; y en FEV1 La exposición a carbono elemental tiene un efecto negativo importante en la función pulmonar en niños con alguna enfermedad alérgica.	55 niños asmáticos y 40 niños no asmáticos, seguimiento por un promedio de 22 semanas. Período comprendido entre junio de 2003 y junio de 2005.	A. Barraza-Villarreal, et al. 2011
Determinar la asociación de exposición a hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) con la función pulmonar, el pH medido en el condensado de aire exhalado (EBC) y los metabolitos de HAP en orina en escolares mexicanos.	Un aumento del 10% en la concentración de 2-hidroxifluoreno (metabolito de HAP en orina) tiene una asociación negativa significativa con el volumen respiratorio forzado en 1 segundo (FEV 1) (-11,2 ml, 95% CI -22,2--0,02), la capacidad vital forzada (FVC) (- 11,6 ml, 95% CI -22.9 a -0.2), y el pH de EBC (-0.035, IC del 95%: -0,066 a -0,005) en niños en edad escolar. En el modelo de 1-hydroxyphenanthrene (metabolito de HAP), se observó una asociación negativa marginalmente significativa con FEV 1 (-7,8 ml, 95% CI: -17.1 a 1,5, *P* = 0,09) y FVC (-9,1 ml, IC del 95%: -19,9 a 1,7, *P* = 0,09). Los biomarcadores de la exposición a HAP tienen una asociación inversa con la función pulmonar. Por otro lado, la disminución del pH de EBC es un marcador de la inflamación de las vías respiratorias en niños escolares mexicanos.	64 niños de 6 a 14 años de edad en el Hospital Infantil Federico Gómez de México. Provienen de Iztapalapa, Iztacalco y Nezahualcóyotl; zonas con mayor tráfico.	Albino Barraza-Villarreal et al 2014.

4.4. EVALUACIÓN DE IMPACTO EN SALUD

Este apartado muestra los pasos de forma general para realizar una evaluación de impacto en salud (EIS) con el fin de que se tome como base para llevar a cabo una EIS por la contaminación del aire en Morelos como una de las primeras acciones del ProAire que deberá repetirse y fortalecerse a lo largo de la duración de este.

La EIS permite definir los potenciales efectos en la salud de la población de cualquier política pública, lo cual es clave para la toma de decisiones basada en evidencia. La EIS es de los abordajes metodológicos más utilizados en el mundo para evaluar políticas encaminadas a mejorar la calidad del aire (Ponce de León, R.S. et al, 2017).

El indicador utilizado en la EIS es el número de eventos asociados a una exposición. Por ejemplo, el cálculo de muertes o enfermedades atribuibles a la mala calidad del aire, o la estimación de muertes o enfermedades evitables ante escenarios de mejoría de la calidad del aire (Ponce de León, R.S. et al, 2017).

La EIS se basa en un único valor de exposición, representativo de todo el periodo de análisis, esto es representado comúnmente por el promedio anual del contaminante de interés. La escala de agregación espacial de la estimación depende del nivel o escala de desagregación de la información poblacional y de salud (Ponce de León, R.S. et al, 2017).

Los pasos para realizar una EIS son:

a) Definición del objetivo de política pública por resolver y el contaminante de interés
b) Selección de la función-concentración-respuesta (FCR)
c) Delimitación del área de estudio y estimación de la exposición
d) Sistematización de información poblacional y de salud
e) Estimación del impacto en salud
f) Valoración económica del impacto en salud

a. Definición del objetivo de política pública y selección del contaminante de interés

En este paso se define la pregunta que se quiere resolver para el desarrollo de la EIS y se selecciona el contaminante de interés. Por ejemplo, se puede estimar el número de muertes evitables, dado que se cumpliera una meta deseable, como la concentración de $PM_{2.5}$ establecida en la NOM-025-SSA1-2014 o en las guías de calidad del aire de la OMS.

b. Selección de la función-concentración-respuesta (FCR)

Las FCR representan, a través de un valor cuantitativo, los cambios en los efectos en salud en una población y tiempo dados, asociados con cambios unitarios en la concentración de un determinado contaminante (riesgo relativo). Por ejemplo, el incremento en el riesgo de mortalidad por un incremento de 10 $\mu g/m^3$ de partículas respirables $PM_{2.5}$ corresponden al riesgo relativo (rr) (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

Para la selección de dicha función (FCR) es necesaria una revisión exhaustiva de la literatura científica internacional eligiendo los estudios con la mejor calidad metodológica dando prioridad a los metanálisis.

c. Delimitación del área de estudio y estimación de la exposición

Para delimitar el área de estudio se requiere lo siguiente: 1) la métrica de exposición, por ejemplo, el promedio anual del contaminante de interés; 2) cobertura espacial de las estaciones de monitoreo que cuentan con suficiencia de datos en el año de estudio por ejemplo, 5 kilómetros de perímetro de cobertura de cada estación; 3) análisis espacial para identificar los municipios cubiertos por las mediciones de calidad del aire; 4) estimación de la exposición utilizando un sistema de información geográfica y métodos de análisis espacial (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

En México, la escala municipal es la más utilizada ya que representa el mayor nivel de desagregación posible, considerando la disponibilidad de información de salud (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

d. Sistematización de información poblacional y de salud

Se requiere información poblacional y de salud (mortalidad y morbilidad) de registros confiables como los del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO), la Dirección General de Información en Salud (DGIS), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (Ponce de León, R.S. et.al., 2017). Los datos de mortalidad y de morbilidad (consultas y egresos hospitalarios) deben contar con información epidemiológica que se pueda vincular con un valor de la FCR (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

e. Estimación del impacto en salud

Los impactos en salud se estiman a partir de la comparación con escenarios hipotéticos de reducción de la exposición que obedezcan a metas de gestión y política pública o, a ajustes en las regulaciones y normativas locales o referentes internacionales (Ponce de León, R.S. et.al., 2017). Los tres escenarios más frecuentemente utilizados son:

- La calidad del aire caracterizada para cada contaminante criterio cumple con las guías de calidad recomendadas por la OMS.
- La calidad del aire cumple con los límites recomendados por las Normas Oficiales Mexicanas.
- El promedio anual de los contaminantes evaluados mantienen la tendencia actual.

Los beneficios de la reducción de la contaminación del aire obtenidos de acuerdo a los tres escenarios planteados se expresan en los siguientes términos:

- Número de muertes evitables
- Ganancia en la esperanza de vida
- Número de consultas y/o egresos hospitalarios evitables
- Años de vida ajustados por discapacidad (DALY, por sus siglas en inglés) evitados

f. Valoración económica del impacto en salud

En esta etapa se les asigna un valor monetario a las muertes y a las enfermedades evitables calculadas en la etapa anterior. En el caso de los costos por morbilidad, estos pueden ser

directos, cuando se refieren a los costos de la atención médica, e indirectos, cuando se refieren a la pérdida de productividad (Ponce de León, R.S. et.al., 2017).

4.4.1. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN DEL ESTADO DE MORELOS

En el estado de Morelos la Secretaría de Salud y los Servicios de Salud de Morelos son las instancias encargadas de recopilar y reportar a nivel estatal y nacional la información estadística sobre defunciones, admisiones hospitalarias e incidencia de enfermedades.

En la Tabla 38 se enlistan las características de la información que proporcionan estas instancias, su nivel de agregación y fuente.

Tabla 38. Información obtenida para el estado de Morelos por mortalidad, incidencia y admisiones hospitalarias

Tipo de información	Descripción	Fuente de la información
Mortalidad por enfermedad (20 principales causas de mortalidad)	Por enfermedad y municipio	Sistema Estadístico y Epidemiológico de Defunciones. Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud de México http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_defunciones.html
Incidencias	Por enfermedad y por mes	Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud de México
Admisiones hospitalarias	Por enfermedad, municipio y año	Dirección General de Información en Salud. Secretaría de Salud de México http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/std_egresoshospitalarios.html
Mortalidad 2014, 2015 y 2016	Desagregada por municipio y enfermedad por año	Servicios de Salud del Estado de Morelos
Incidencias 2014 y 2015	Desagregada por municipio y enfermedad por semana epidemiológica y año	Servicios de Salud del Estado de Morelos

Para realizar la EIS por la contaminación del aire en Morelos, además de la información en salud, se requiere que la información de calidad del aire cumpla con la suficiencia de datos anuales. De esta manera, se podrá obtener un promedio anual válido del contaminante que al vincularse con los datos de salud se obtenga el impacto que está teniendo dicha concentración del contaminante en la salud de la población morelense.

Ante las condiciones de operación del SIMAEM en el año 2014 y que se refirieron en el capítulo 2 de este documento, se dificultó realizar una EIS mediante el modelo Ben-MAP. Sin embargo, como uno de los primeras acciones del ProAire será realizar una EIS con datos de la estación de Cuernavaca para el año 2016 ya que existe suficiencia de información.

Por otro lado, será clave en Morelos la construcción de un sistema de vigilancia epidemiológica específico para evaluar los impactos inmediatos de la contaminación del aire en la salud de la población morelense de acuerdo a la norma NOM-017-SSA2-2012. Para ello, la información de los eventos en salud que proporciona la Secretaría de Salud y la información de calidad del aire del SIMAEM que genera la Secretaría de Desarrollo Sustentable se deberán reportar y validar de forma diaria.

Esto permitirá contar con un sistema de alerta temprana, para identificar oportunamente los eventos en salud relacionados con un incremento de los contaminantes del aire y poder implementar medidas de reducción de emisiones y de protección a la salud de forma inmediata.

Para generar las condiciones propicias de vigilancia epidemiológica en el estado de Morelos, será necesario consolidar los procesos de trabajo que se desarrollan en el SIMAEM y que se enlistaron en el capítulo 2, principalmente la construcción de un programa de aseguramiento y control de la calidad en este sistema.

4.5. CONCLUSIONES

En México y en el mundo existen estudios que muestran una clara relación entre la exposición a contaminantes como O_3, $PM_{2.5}$ y PM_{10}, y muertes por diferentes causas, además de otros efectos a la salud. Asimismo, se ha evaluado el beneficio económico por no tener o presentar estas muertes. Este valor difiere al igual que las muertes evitadas, considerando el tamaño de la población expuesta, el tipo de contaminante, la concentración, el lugar de estudio, el escenario, entre otros.

La evaluación de impacto en salud permite definir los potenciales efectos en la salud de la población de cualquier política pública, lo cual es esencial para la toma de decisiones basada en evidencia, por lo que será una herramienta clave en el presente ProAire.

En Morelos no se ha realizado un estudio para evaluar el impacto de la contaminación del aire en la salud de la población morelense. La falta de datos de la calidad del aire en el Estado en años anteriores ha impedido llevar a cabo una EIS confiable y que permita una mejor evaluación del cumplimiento de las NOM Salud Ambiental para contaminantes como las PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3. Una de las primeras acciones del ProAire será realizar una EIS con datos de la estación de Cuernavaca para el año 2016 ya que existe suficiencia de información. Conforme se vaya contando con información confiable y suficiente de calidad del aire y salud en las distintas zonas del Estado, se irán elaborando las EIS a lo largo del Programa, con su respectivo análisis de impacto económico. Esto permitirá al Estado trazar una línea base que ayudará a evaluar las medidas del presente ProAire.

Por último, la operación continúa y confiable del SIMAEM será esencial para responder al reto de generar información validada en forma horaria, y poder así, comunicar a la población la situación de la calidad del aire ambiente y las medidas para proteger su salud a la población de forma oportuna.

CAPÍTULO 5. COMUNICACIÓN PÚBLICA, EDUCACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE

5.1. INTRODUCCIÓN

La contaminación del aire es un problema ambiental que nos concierne a todos: gobierno, sociedad, industria, académicos e investigadores, entre otros; dado que nuestras actividades cotidianas nos hacen corresponsables de la emisión directa e indirecta de contaminantes a la atmósfera. A su vez la contaminación del aire también nos expone a problemas de salud. En este sentido, el tema de calidad del aire no puede deslindarse del tema de salud pública, y bajo este enfoque surge la necesidad de acercar el tema a la sociedad.

Ante este reto, el ProAire Morelos 2018-2027 juega un papel predominante, ya que es el principal instrumento de gestión, tanto del Gobierno Federal como del Gobierno del Estado de Morelos y sus municipios, para prevenir, controlar y reducir las emisiones a la atmósfera del Estado y con ello alcanzar condiciones de calidad del aire adecuadas para la protección de la salud de los morelenses.

Sin embargo, el éxito de este Programa en gran medida dependerá de los esfuerzos para lograr una sociedad informada y proactiva ante el tema. Consciente de ello, en el escenario de acción del ProAire de Morelos estará integrado un componente de comunicación que se considerará como eje transversal de todas sus medidas, a fin de promulgar una cultura de prevención y mejora en pro acción para mejorar la calidad del aire, en un tenor de corresponsabilidad; es decir, que la sociedad tenga interés de mantenerse informada y a su vez sea actor de cambio.

En función de lo anterior, este capítulo tiene como objetivo la integración de tres ejes: comunicación pública, educación y participación ciudadana; fundamentales para que el ProAire se consolide como un instrumento de política pública cercano a las necesidades de información de la ciudadanía. Logrando con ello fomentar un alto nivel de conciencia ciudadana y una participación social activa e informada en el desarrollo e instrumentación de las medidas del Programa.

5.2. LINEAMIENTOS JURÍDICOS PARA LA COMUNICACIÓN PÚBLICA, EDUCACIÓN AMBIENTAL Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA, EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE.

A continuación se hace una narrativa, tanto en el contexto federal y estatal, de los lineamientos normativos, iniciativas de ley y estrategias que se deben de tomar en cuenta para la instrumentación de las medidas del ProAire en materia de gestión de información, difusión, formación cultural y participación social.

Ámbito Federal

En el artículo 4º constitucional, en el cuarto y quinto párrafo, se establece el derecho de la protección de la salud y el derecho a un medio ambiente sano; de igual forma en el párrafo noveno, del dispositivo en cita, se establece el derecho de la niñez a la salud. Por lo anterior, se advierte que para hacer valer el derecho a la salud y a un medio ambiente sano en el que se asegure protección a todos los sectores de la población, se requiere en primer término, que el sistema jurídico provea la existencia de mecanismos e instituciones que permitan garantizar a la sociedad los derechos y accesos a la información.

El derecho a la información ambiental compromete a la Federación a comunicar su información y la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental, dispone que una de las vías para acceder a la información es a través de su difusión, como una obligación del Estado de informar a los ciudadanos sobre cuestiones relevantes.

Ley Orgánica de la Administración Pública Federal

En términos de la fracción XIV del artículo 32 BIS de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, es una atribución a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la evaluación de la calidad del aire y la promoción del sistema de información ambiental que incluya los sistemas de monitoreo atmosférico, con la cooperación de las autoridades de los tres niveles de gobierno, y las instituciones de investigación y educación superior.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

De conformidad al Capítulo I, Participación Social, Artículo 159 BIS.- “La SEMARNAT desarrollará un Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales que tendrá por objeto registrar, organizar, actualizar y difundir la información ambiental nacional, que estará disponible para su consulta y que se coordinará y complementará con el Sistema de Cuentas Nacionales a cargo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.” En dicho Sistema, la SEMARNAT deberá integrar, entre otros aspectos, información relativa a los inventarios de recursos naturales existentes en el territorio nacional, a los mecanismos y resultados obtenidos del monitoreo de la calidad del aire, del agua y del suelo, al ordenamiento ecológico del territorio, y la correspondiente a los registros, programas y acciones que se realicen para la preservación del equilibrio

ecológico y la protección al ambiente.

Por su parte, en el Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental, Sección 1 Artículo 18 refiere: el Gobierno Federal promoverá la participación de los distintos grupos sociales en la elaboración de los programas que tengan por objeto la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, según lo establecido en esta Ley y las demás aplicables.

En materia de educación ambiental en la Sección VIII Investigación y Educación Ecológicas Artículo 39, refiere que las autoridades competentes promoverán la incorporación de contenidos ecológicos, conocimientos, valores y competencias, en los diversos ciclos educativos, especialmente en el nivel básico, así como en la formación cultural de la niñez y la juventud. Asimismo, propiciarán la participación comprometida de los medios de comunicación masiva en el fortalecimiento de la conciencia ecológica, y la socialización de proyectos de desarrollo sustentable.

En la misma sección en el Artículo 41.- El Gobierno Federal, las entidades federativas y los municipios con arreglo a lo que dispongan las legislaturas locales, fomentarán la investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, asimismo promoverán programas para el desarrollo de técnicas y procedimientos que permitan prevenir, controlar y abatir la contaminación, propiciar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, preservar, proteger y restaurar los ecosistemas para prevenir desequilibrios ecológicos y daños ambientales, determinar la vulnerabilidad, así como las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. Para ello, se podrán celebrar convenios con instituciones de educación superior, centros de investigación, instituciones del sector social y privado, investigadores y especialistas en la materia.

En la LGEEPA y su reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera se han delimitado a las fuentes de contaminación de competencia federal y local, y se han establecido de manera general las facultades de las autoridades correspondientes en regulación, gestión, información y difusión (DOF, 2014e).

Programas Sectoriales de Medio Ambiente

En el Objetivo 6 establece: Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información, investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental. En este tenor señala que es importante contar con una sociedad corresponsable y participativa, educada, informada y capacitada; con un abanico de políticas públicas definidas, instrumentadas y evaluadas con participación de la ciudadanía; así como, con la disponibilidad de conocimientos científico tecnológicos que apoyen una mejor toma de decisiones y permitan la instrumentación de programas y proyectos para el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos naturales con el mínimo impacto ambiental.

Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA)

La ENCA establece objetivos, estrategias y líneas de acción para mejorar la calidad del aire en el territorio nacional con el objeto de proteger la salud de la población, la flora y fauna de nuestros ecosistemas, y contribuir al desarrollo económico sustentable de

México, con una proyección al año 2030 (SEMARNAT, 2017).

Eje 4 Política atmosférica con base científica: Aborda estrategias y líneas de acción que fortalecen los instrumentos que producen información sobre la calidad del aire, lo que permitirá contar con datos confiables, íntegros, estandarizados y comparables en todo el territorio nacional. Además, se hace hincapié en la necesidad de fortalecer la investigación científica y tecnológica para fundamentar y orientar las acciones para mejorar la calidad del aire.

Eje 5. Sociedad responsable y participativa: Plantea que la sociedad esté informada de manera permanente sobre el estado que guarda la contaminación atmosférica en el país y de los efectos que provoca sobre su salud y los ecosistemas. Para ello, se habrá de divulgar información sobre el tema de manera creativa e inteligente, incorporándola incluso en los planes de estudio escolares. Del mismo modo, resulta central detonar mecanismos de participación ciudadana corresponsables que retroalimenten las iniciativas de las autoridades en los tres órdenes de gobierno.

Índice Nacional de Calidad del Aire y Salud

En el contexto donde se inscriben los lineamientos jurídicos federales y estatales que asignan la atribución de la comunicación de la calidad del aire, debemos tomar en cuenta la Norma Oficial Mexicana del Índice Nacional de Calidad del Aire que promulgará el Gobierno Federal a través de la SEMARNAT. Aunque está en proceso de elaboración, debe contemplarse como un futuro lineamiento de acción.

El propósito de dicha norma será homologar y conformar un índice nacional, llamado Índice Aire y Salud, que se difunda en tiempo real, y que informe a la población de manera clara, oportuna y continua, sobre los niveles de contaminación atmosférica, los probables daños a la salud que ocasiona y las medidas de protección que puede tomar.

Hasta ahora las zonas metropolitanas del país que monitorean la calidad del aire lo hacen de manera diferenciada, lo que provoca esquemas de comunicación en el país, diferentes y, por tanto, no comparables. Lo anterior, revela la necesidad de desarrollar lineamientos o criterios de carácter nacional que sirvan de manera unificada para todas las entidades del país (INECC-INSP, 2015).

Ámbito Estatal

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (LEEPAEM)

La Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (LEEPAEM), tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer entre otras las bases para: la prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo dentro del ámbito de competencia estatal; el establecimiento de los mecanismos de participación del Estado; y asegurar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como en el desarrollo sustentable de la entidad.

Aunado a lo anterior, el artículo seis de la LEEPAEM señala que es facultad del Ejecutivo

Estatal la formulación, conducción y evaluación de la política ambiental y de los criterios ecológicos de esta entidad con la participación activa y propositiva de la sociedad civil, el artículo 32 de la misma ley refiere que la Secretaría establecerá lineamientos, recomendaciones y directrices tendientes a que las autoridades e instancias educativas y culturales, públicas y privadas, introduzcan en los procesos educativos, formales y no formales, sus funciones con respeto y en pro del medio ambiente.

Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2013-2018

El PED, propone entre sus objetivos estratégicos, propiciar la participación ciudadana corresponsable y vinculante a través de "Impulsar el programa de formación de gestores ciudadanos a favor del medio ambiente, por medio del diseño y gestión de talleres de formación ambiental para la ciudadanía y el diseño de materiales didácticos y de difusión de una cultura ambiental" (Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, 2016a).

5.3. DIAGNÓSTICO

5.3.1. GENERACIÓN DE INFORMACIÓN DE CALIDAD DEL AIRE

El reto de la comunicación pública de la calidad del aire estriba en que actualmente, la información y el conocimiento sobre este tema y sus impactos tienden a estar concentrados en manos de autoridades responsables en el tema, técnicos, académicos, expertos y organizaciones sociales ambientalistas (SEMARNAT, 2017). A ello se agrega que la información que se ofrece no resulta del todo comprensible para la ciudadanía, la cual debe hacer esfuerzos ajenos a su quehacer cotidiano para apropiarse del tema y asociarlo a su interés particular, principalmente a los efectos que pueden tener la calidad del aire en su salud[21].

La comunicación pública en materia de la calidad del aire implica desde el proceso de generación de información diaria, consecutiva y validada, sobre la calidad del aire, hasta el fomento de un cambio cultural que incentive acciones que puede realizar la ciudadanía para reducir la contaminación atmosférica. Esto se contempla posible instrumentando los siguientes ejes de acción: comunicación pública de la calidad del aire (desarrollo de estrategias de difusión – concientización), formación cultural (educación ambiental) y mecanismos de participación ciudadana.

A continuación, se hace una descripción de las acciones que ya ha desempeñado la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos en esta materia y las que podría instrumentar:

[21] Es importante aclarar que la comunicación de riesgos a la salud relacionada a la condición de la calidad del aire, no parte de una información general sino que hace mención particular de la capacidad de un contaminante para producir un efecto en la salud dependiendo fundamentalmente de dos factores: 1) la magnitud de la exposición y 2) la vulnerabilidad de las personas expuestas.

5.3.1.1. COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CALIDAD DEL AIRE

1. El Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona metropolitana de Cuernavaca 2009-2012, dedicó la Estrategia 6.5 a Comunicación y educación ambiental. Los objetivos fueron: 1) informar a la población sobre el estado de la calidad del aire y difundir las medidas que deberán tomarse para proteger la salud y 2) fomentar los programas de educación ambiental formal y no formal en la ZM de Cuernavaca.

   Sin embargo, no se tiene registro de un análisis de seguimiento y evaluación de dicha estrategia.

2. Se desconocen o son inexistentes los lineamientos de comunicación pública en materia de calidad del aire que determina la CAMe. A su vez, se observa que el estado de Morelos no cuenta con un Programa para Contingencias Ambientales Atmosféricas, y por lo tanto no se tiene una estrategia de comunicación enfocada en este propósito.

3. La gestión, operación y la difusión de la información que reporta el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (SIMAEM) es responsabilidad de la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos (SDS). A continuación, se muestra un diagrama de la operación de difusión de datos de calidad del aire en el estado de Morelos (Figura 57), contemplando la situación actual y un escenario en el corto y mediano plazo:[22]

[22] El diagrama de difusión se integra de la información recabada en las reuniones con la Dirección de Salud Ambiental y del taller de diagnóstico del SIMAEM con su personal técnico y administrativo para revisar sus componentes de monitoreo, manejo y difusión de datos. El taller se realizó en las instalaciones de la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos, en la calle Chapultepec No. 27, Colonia Chapultepec en Cuernavaca, Morelos. Horario, 10:00 – 12:00 horas.

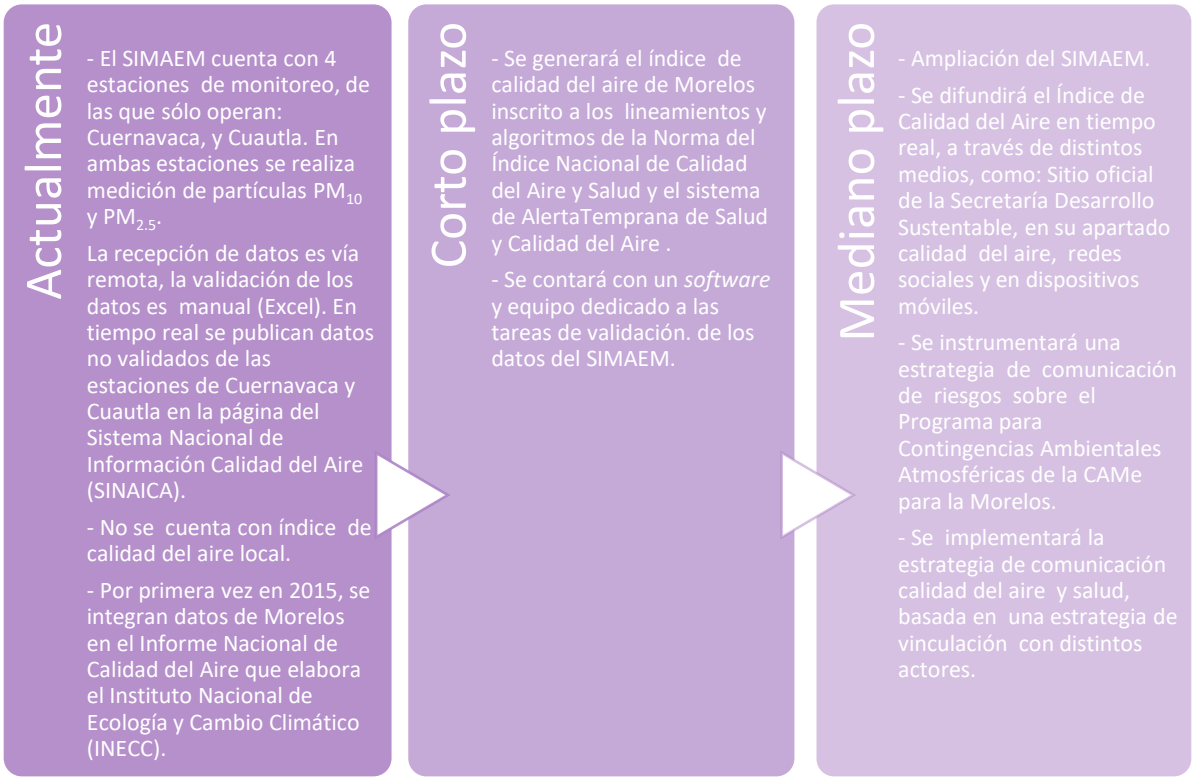


Figura 57.Componentes de difusión de los datos de la calidad del aire en Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017, con información de Diagnóstico del SMCA.

4. Se cuenta con una estrategia de difusión o concientización sobre el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, la cual señala: Verifica tu auto por tu salud y mejor calidad del aire #Calidaddelaire. Sin embargo, se observa que aún no se instrumenta una estrategia de difusión en los centros de verificación.

5. En paralelo a la instrumentación y difusión de los Estudios de Exposición Personal a Contaminantes Atmosféricos en la Ecozona de Cuernavaca y en el corredor donde se busca implementar un BRT (autobús de tránsito rápido por sus siglas en inglés) en 2015 y 2016, la Dirección de Comunicación e Imagen de la SDS, desarrolló una campaña de salud y calidad del aire denominada "Date un respiro por una mejor calidad del aire". El objetivo de la campaña estriba en que "para lograr una buena gestión de la calidad del aire, la ciudadanía debe conocer el estado del aire que respira, así como las medidas y planes de acción que se requiere implementar para reducir la contaminación". La campaña se integró por mensajes cortos y claros, que lograban traducir información técnica a información asequible para todo público. La campaña se difundió en las redes sociales de la Secretaría: Facebook, Twitter y Youtube[23].

[23] https://www.youtube.com/watch?v=bwQz9eba1jg 215 visualizaciones

Figura 58. Imagen de la Campaña Date un respiro… Por una mejor #CalidadDelAire
Fuente: Secretaría Desarrollo Sustentable Morelos

6. Gala TV Morelos en colaboración con la SDS publicaron un video informativo sobre el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos https://www.youtube.com/watch?v=SPBE2vvBQbQ
7. Se identifica que los esfuerzos de comunicación pública en materia de calidad del aire han sido instrumentados sin tener sinergias definidas con otras secretarías o dependencias, se recomienda implementar un proceso de comunicación efectiva de riesgos como actividad operativa entre la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Secretaría de Salud.

5.3.1.2. FORMACIÓN CULTURAL (EDUCACIÓN AMBIENTAL EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE)

El programa de educación ambiental en materia de calidad el aire debe integrarse a los ejes de gestión de educación y desarrollo sustentable de la SDS, a través de la Dirección General de Educación Ambiental y Vinculación Estratégica. En el Anexo III: Programas de Educación Ambiental, se describen todos los programas o iniciativas donde pueden tener injerencia el tema de calidad del aire y salud.

A su vez, dicho programa debe tomar en cuenta las bases y lineamientos del Programa Estatal de Educación, Capacitación y Cultura Ambiental para la Sustentabilidad en

Condiciones de Cambio Climático (PEECCAS)[24], el cual promueve una cultura ambiental que reformula la relación sociedad-naturaleza a través de cambios estructurales en los ámbitos político, económico, social y ético que contribuyan al tránsito hacia un nuevo modelo de desarrollo. Dicho programa se integra por ejes temáticos (agua, biodiversidad, energía, suelos residuos y riego), considerando oportuno agregar el eje temático de calidad de aire y salud.

Además de estos programas de educación ambiental, vale destacar la función que realiza la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Morelos, que consiste en formular, ejecutar y evaluar el Programa Especial de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos, en el marco de la Ley de Planeación del Estado, con la participación de la sociedad. Sin duda son líneas de acción donde pueden establecerse sinergias entre la Secretaría de Desarrollo Sustentable y dicha Secretaría, para vincular programas de ciencia y tecnología asociados a la calidad del aire, dado que esta problemática ambiental requiere de gran innovación tecnológica (modelación, pronósticos, aplicaciones de información) que incida en fomentar interés y la participación de la ciudadanía.

Teniendo en cuenta las contribuciones del estado de Morelos al desarrollo tecnológico y científico nacional, es menester identificar una línea de acción sobre la investigación académica y la divulgación científica en materia de calidad del aire, esto a través de distintas instituciones académicas del Estado.

5.3.1.3. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Teniendo en cuenta que el ProAire es un programa de atribución federal, estatal y municipal, y que en muchos de los casos su escenario de acción transita a través de tiempos de acción política diferenciados, el ProAire debe de conformarse por mecanismos orgánicos y actores claves que le permitan la cooperación institucional con otros poderes y órdenes de gobierno:

1. Se identifica al Comité Núcleo del ProAire de Morelos (CNP) como actor potencial y guía de la comunicación, educación y participación ciudadana en todas las fases del ProAire. Se está desarrollando un sitio web del CNP, que permita darles identidad y que se identifique al CNP como un interlocutor entre gobierno y sociedad organizada. A través de la página web www.proairemorelos.com se dará difusión sobre los temas más relevantes en materia de calidad del aire en Morelos. Dicho portal tiene como propósito que el CNP tenga identidad ante la sociedad, y que constituya una plataforma de información y conocimiento en materia de calidad del aire entre los miembros del CNP y hacia la sociedad. Vale destacar que es la primera vez que un Comité Núcleo de ProAire desarrolla un medio de comunicación propio y con estos propósitos.

[24] PEECCAS: Es un programa que ha consolidado una coordinación interinstitucional e intersectorial para desarrollar acciones conjuntas con alcance estatal, a su vez instaura diversos mecanismos de participación social y procesos sociales autogestivos a través de acciones educativas.

Figura 59. Taller de participación del Comité Núcleo del ProAire
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017

Figura 60. Sitio Web proairemorelos.org
Fuente: Comité Núcleo ProAire Morelos, 2017

2. El CNP del ProAire debe estar integrado por las autoridades del gobierno federal, del gobierno estatal, y de los municipios; así como por representantes del sector académico, la iniciativa privada, las instituciones de investigación y miembros de la sociedad civil organizada, autoridades ambientales municipales, asociaciones de jóvenes y comisiones del deporte del Estado de Morelos, [25].

[25] Es indispensable que cada organismo invitado nombre a un representante titular y a un suplente de manera oficial. Es importante que los integrantes del Comité Núcleo tengan conocimiento sobre la gestión de la calidad del aire y sus implicaciones.

3. El ProAire debe tomar como referencia las plataformas de participación ciudadana que coordina la Dirección General de Educación Ambiental y Vinculación Estratégica, como: los Conservatorios Ciudadanos y las Mesas por la Sustentabilidad, donde participan diferentes grupos ciudadanos y autoridades locales. Este puede ser un espacio para informar y difundir información sobre la calidad del aíre.
4. A su vez se debe de tomar en cuenta a la Dirección General de Educación Ambiental y Vinculación Estratégica para el Desarrollo Sustentable.

5.3.2. ESTUDIO DE PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

5.3.2.1 ESTUDIO INICIAL CUALITATIVO DE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

En 2016, se realiza un análisis de opinión pública de percepción e interés en la calidad del aire del estado de Morelos, mediante 39 entrevistas; este estudio es un primer acercamiento de tipo cualitativo, realizado por el Centro de Colaboración Cívica (CCC, 2016), para proporcionar insumos iniciales al ProAire 2018-2027 del estado de Morelos.

Los hallazgos identificados son:

Existe una percepción de que la calidad del aire no es un problema en el Estado, pero existe una preocupación de que a futuro se presenten situaciones similares a la Ciudad de México.

Se detecta entre las fuentes de emisión de contaminantes principales a los automóviles particulares, el transporte público, las industrias, así como las quemas agrícolas y los incendios forestales.

Se identifica también falta de planeación en el desarrollo urbano, así como la destrucción de áreas verdes y el mal manejo de residuos sólidos, además de pequeñas fuentes de emisión como tintorerías o calentadores de gas.

En la parte de gestión de la calidad del aire se detectan oportunidades de mejora en el PVVO y en el Sistema de Monitoreo Atmosférico, instrumentados hace varios años en el Estado. También se reconoce la implementación de la Ecozona, aunque con oportunidades para mejorar su comunicación y alcance.

Las medidas identificadas son:

- Reactivar el PVVO.
- Fortalecer del Sistema de Monitoreo Atmosférico.
- Atender el desarrollo urbano reduciendo tiempos de traslado al interior del Estado.
- Ordenar el transporte público acompañado de un sistema de autobuses de tránsito rápido (BRT) para desincentivar el uso del auto particular.
- Llevar de la mano el ordenamiento del territorio con la conservación de las áreas naturales.
- Regular las emisiones de las industrias en el Estado.

- Mejorar el manejo de residuos sólidos.
- Reforestar y proteger las áreas naturales.
- Concientizar a la población para disminuir quemas agrícolas y prevenir incendios.

Finalmente, se reconocen retos importantes para la implementación del ProAire en el Estado, que van desde la falta de coordinación entre los distintos niveles de gobierno hasta la resistencia al cambio.

5.3.2.2 ESTUDIO CUANTITATIVO DE LA PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Como parte de las actividades que conforman la elaboración del ProAire de Morelos 2018-2027, se contempló la oportunidad de conocer a través de una encuesta en línea, cuál es la percepción y grado de conocimiento sobre la calidad del aire en una población muestra del estado de Morelos[26].

De esta encuesta resulta un estudio cuantitativo que consiste en un análisis estadístico de datos, ver Anexo IV. La encuesta fue diseñada para obtener un perfil sociodemográfico de los encuestados, evaluar su percepción, su identificación al problema y su capacidad de acción sobre el tema de calidad del aire en su ciudad. El levantamiento de encuestas se llevó a cabo del 13 de marzo al 6 de abril del 2017. Se recibieron un total de **809 encuestas**, teniendo un promedio de respuesta de 12 encuestas diarias.

Los hallazgos identificados son los siguientes:

- El tema que más les preocupa a los encuestados en su ciudad o municipio es la inseguridad (59%) y en segundo orden se ubica la preocupación por la contaminación (13%). Según su consideración, el problema ambiental que más afecta a su ciudad es la contaminación del agua (ríos, lagos y mantos acuíferos). En segundo lugar, se ubica el mal manejo de residuos/basura y en tercer orden, la contaminación del aire.
- Ante la pregunta de que, si les preocupa la contaminación del aire en su ciudad o municipio, un 86% afirma que les preocupa. Según otro resultado de la encuesta, los lugares donde los encuestados se sienten más expuestos a respirar aire contaminado son: 1) avenidas principales, 2) cerca de un parque industrial y 3) a bordo del transporte público. A pesar de estas preocupaciones, más de un 54% de los encuestados tienen una percepción positiva sobre la calidad del aire que respiran en su ciudad.
- Otro dato relevante para tener en cuenta en el desarrollo de la comunicación: se identificó que un 60% de los encuestados no reconoce cuáles son las personas más vulnerables[27] a los efectos de la contaminación del aire ya que considera que afecta a toda la población por igual. Sin embargo, esta misma población reconoce de forma clara que hay efectos directos sobre la salud que van desde la irritación de los ojos

[26] En el Anexo IV, se puede consultar el Análisis de opinión, percepción y grado de conocimiento sobre la calidad del aire en una población muestra del estado de Morelos.
[27] Los niños, los ancianos, las personas que padecen enfermedades crónicas respiratorias o cardiovasculares y las mujeres embarazadas

(84% de las respuestas), la resequedad de las fosas nasales (68.1%), asma (75.2%, hasta dolores de cabeza y garganta (alrededor del 50%) y cáncer de pulmón (32.5%).

- Con respecto a los programas gubernamentales para mejorar la calidad del aire en su ciudad, se pudo apreciar un amplio desconocimiento: el 90% de los encuestados no conocen programa o acción gubernamental alguna para mejorar la calidad del aire en su municipio o estado. El 4% que mencionó haber conocido un programa, se refirió a: Ecozona, ProAire y Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos (SIMAEM), Morebus y Programa de Verificación Vehicular.
- Los encuestados refieren o respondieron que reciben información sobre la condición de la calidad del aire en el Estado, su ciudad o municipio a través de estos medios: televisión, Facebook y radio. En la encuesta se colocaron 12 medios de comunicación: el de menor valoración fue el Sistema Nacional de Información de Calidad del Aire (SINAICA), sitio web del INECC que difunde los datos que provienen de las estaciones de monitoreo (Cuernavaca y Cuautla). La mayoría de los encuestados (+70%) considera que las redes sociales serían el medio de información óptimo para mantenerse informados sobre tema de calidad del aire.
- La mayoría (73%) de la muestra manifiesta que sí puede contribuir a mejorar la calidad del aire en su ciudad. Las respuestas espontáneas incluyen en primer lugar **disminuir el uso del auto particular en favor de tomar más transporte público y transporte no motorizado (caminar y andar en bicicleta en distancias cortas)**, y en segundo lugar **reducir la quema de basura.**

5.4. ALCANCES Y DESAFÍOS DE LA COMUNICACIÓN PÚBLICA DE LA CALIDAD DEL AIRE EN EL ESTADO DE MORELOS

El ProAire en su escenario de acción a 10 años contempla a todo el Estado por lo que la comunicación pública en materia de calidad del aire no solamente se inscribirá al contexto urbano; sino tendrá líneas de comunicación dirigidas al contexto rural. A continuación, se hace un diagrama de los componentes de comunicación que debe integrar la comunicación pública de calidad del aire en el estado de Morelos, indicando los instrumentos de comunicación, tanto en el contexto rural como en el urbano (Figura 61).

Figura 61. Diagrama de componentes de comunicación pública de calidad del aire en Morelos
Fuente: Elaboración propia CINPRO, 2017

5.5. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN PÚBLICA EN MATERIA DE CALIDAD DEL AIRE Y SALUD DEL ESTADO DE MORELOS

Para comunicar el estado de la calidad del aire y los posibles riesgos a la salud de la población es esencial contar con datos confiables generados en las estaciones de monitoreo atmosférico del Estado. Ya que esta información es técnica, es necesaria su traducción para que sea clara y relevante para la sociedad. De esta manera, se busca que la población contemple la importancia de mantenerse informada sobre el estado de la calidad de aire y con ello tome las precauciones necesarias para reducir su exposición a la contaminación atmosférica protegiendo así su salud. Asimismo, es necesario traducir la información que es de relevancia para la población, relativa a los estudios, programas, proyectos e instrumentos jurídicos que se elaboren derivado del ProAire de Morelos.

Esto busca lograr el involucramiento de la sociedad y de sus distintos actores en una cultura en pro de la calidad del aire y así, se genere un diálogo abierto entre gobierno y ciudadanía. A continuación se mencionan los lineamientos que deberá incluir la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud en el Estado de Morelos (Medida 5.1). Estos se originan de una revisión de todas las medidas y acciones que contempla el Capítulo 6

del ProAire, con la intención de conformar un proceso de comunicación integral, consolidando así una plataforma de comunicación de base confiable, funcional y legítima para el interés de la sociedad.

Acciones para dar a conocer el sustento y validez de la información que se comunica y que van dirigidas principalmente a técnicos especializados, academia, centros e institutos de investigación, tomadores de decisiones, cámaras industriales y de servicios, medios de comunicación, y miembros del Comité Núcleo del ProAire.

- Generar y difundir los informes de calidad del aire en Morelos y los indicadores de desempeño del SIMAEM.
- Dar a conocer todos los estudios que se realicen en materia de calidad del aire que derivan del ProAire Morelos y otros que se desarrollen en el Estado. Ejemplo, Estudios de Exposición Personal a Contaminantes Atmosféricos.
- Dar a conocer la carga de mortalidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3, así como los resultados del Sistema de Vigilancia Epidemiológica específico para monitorear el impacto inmediato de la contaminación atmosférica en la salud humana en el Estado de Morelos.
- Dar a conocer los programas y proyectos para mejorar la calidad del aire en el Estado que derivan del ProAire, así como sus avances y resultados.
- Dar a conocer los periodos de consulta pública de los instrumentos jurídicos que deriven del ProAire, así como los documentos finales.
- Publicar los resultados de los indicadores que evalúan los avances en la implementación de las medidas del ProAire.
- Publicar el informe anual de los recursos con que cuenta el Fondo Verde, de dónde provienen y qué proyectos está financiando en general y específicos sobre calidad del aire.

Acciones que buscan asegurar que la información que se comunica a la población sea clara, oportuna, relevante y legítima; lo que incentivará a una ciudadanía más informada y con mayor participación en acciones a favor de una mejor calidad del aire.

- Generar y dar a conocer a la población en general de manera clara y oportuna el índice de calidad del aire, los riesgos a la salud asociados éste, los grupos más vulnerables a la contaminación del aire y las acciones recomendadas para proteger su salud.
- Informar los impactos a la salud en Morelos derivados de la contaminación atmosférica.
- Difundir las acciones que los ciudadanos pueden llevar a cabo para contribuir a la mejora de la calidad del aire. Considerar a la población general en actores clave (edad, rural/urbano, profesión).
- Comunicar el objetivo y los aspectos más relevantes del ProAire y de manera puntual los avances en la implementación de las medidas para mejorar la calidad del aire. Asimismo darle al ProAire identidad a través de un sello distintivo sobre las medidas y acciones que lo conforman (Ver Anexo V. Manual de Identidad ProAire)

- Difundir los resultados e importancia de los programas y estudios sobre la gestión de la calidad del aire más relevantes para la población y que contribuyan a la acción, por ejemplo:
  - Inventario – las principales fuentes de emisión en cada región del estado.
  - Programa de verificación vehicular obligatorio (PVVO) – cuál es la importancia del PVVO, qué impacto tiene a la calidad del aire el verificar mi vehículo; por qué es necesario vigilar en las calles que los vehículos cuenten con la verificación y que cumplan con los límites de emisión.
  - Programa de mejora tecnológica de vehículos automotores para la reducción de las emisiones contaminantes – informar las distintas opciones que tienen los ciudadanos para reducir las emisiones de sus vehículos y los lineamientos para acceder a algún apoyo.
  - Estudios de exposición personal – Qué respiro al recorrer la ciudad y cómo afecta mi salud? Qué medidas puedo tomar para reducir mi exposición?
- Dar a conocer los instrumentos jurídicos en materia de calidad del aire y su importancia.
- Concientizar cómo la gente a través de distintos medios (pago de la verificación vehicular, entre otros) aporta al Fondo Verde e informar qué proyectos se están financiando con el Fondo.
- Concientizar sobre la importancia de la denuncia ambiental, fomentarla, difundir el proceso para llevarla a cabo y los temas/ejemplos específicos en los que la puede realizar (industrias, centros de verificación, incendios forestales, quema de residuos, entre otros). Ejemplo, campaña “Tu voz cuenta”.

A continuación se plantean algunos principios para asegurar que la comunicación sea clara y relevante, legitima:

- El Comité Núcleo del ProAire de Morelos (CNP) funja como portavoz de la estrategia de comunicación pública; a fin de que éste acompañe y dé validez a todos los procesos de comunicación que involucren al ProAire.
- Traducir la información que se difundirá a la población y adecuarla según el público al que va dirigido (rural /urbana, niños/jóvenes/adultos, estudiantes/ amas de casa/campesinos/empresarios, entre otros).
- Difundir la información a través de diferentes medios para asegurar que llegue a todas las personas.
- Evaluar, a través de encuestas de percepción, para definir si las acciones de la estrategia están impactando en la percepción y conocimiento que los distintos sectores de la población tiene sobre calidad del aire, y si este conocimiento incentiva acciones que implementan los ciudadanos encaminadas a mejorar la calidad del aire.

Para comunicar los temas de calidad del aire se podrán emplear distintas medios, por ejemplo:

- Página web de la SDS, la cual deberá incluir una sección titulada biblioteca digital, de donde se puedan descargar todos los documentos relativos a calidad del aire.
- Redes sociales de la SDS y en las aplicaciones móviles que se diseñen.

- Otros medios de comunicación: radio, televisión, impreso (periódico, revistas).
- Materiales de difusión impresos y digitales.
- Pantallas y banderines que difundan el índice de calidad del aire y salud en centros de salud, escuelas, centros de trabajo, centros comerciales, centros de verificación vehicular, espacios públicos, entre otros.
- Talleres a los distintos medios de comunicación, a estudiantes de diferentes niveles, entre otros.
- Espacios de difusión existentes, por ejemplo, las pláticas a los miembros de programas sociales, asambleas y reuniones de núcleos agrarios, sindicatos, cámaras, instituciones educativas, entre otros.
- Visitas interactivas a las estaciones de monitoreo atmosférico del Estado.
- Foros y conferencias para población general y especialistas.
- Encuentros de investigadores que realizan estudios de calidad del aire en Morelos.

5.6. CONCLUSIONES

El éxito del ProAire Morelos, en gran medida dependerá que desde sus inicios y en su instrumentación dé respuesta y acción a las necesidades de información de la ciudadanía sobre la calidad del aire y su salud. Logrando con ello fomentar un alto nivel de conciencia ciudadana y una participación social activa e informada en el desarrollo e instrumentación de las medidas y acciones del Programa.

El ProAire debe integrar todos los aspectos que involucran el proceso de información de calidad del aire: Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos (SIMAEM), Inventarios de Emisiones, estrategias de comunicación, programa de educación ambiental y mecanismos de participación ciudadana.

Será de suma importancia que el ProAire articule estrategias con otras secretarías para la difusión y sensibilización del tema de calidad del aire, principalmente con la Secretaría de Salud y la Secretaria de Educación Pública.

En el escenario a 10 años, el ProAire deberá tener una identidad cercana a la sociedad a fin de que ésta lo reconozca en la instrumentación y logro de sus medidas.

CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS Y MEDIDAS

6.1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo tiene como objetivo plantear las estrategias, medidas y acciones para reducir las emisiones contaminantes y mejorar la calidad del aire en el Estado.

Para la definición de las medidas del ProAire Morelos 2018-2027, además del diagnóstico presentado en los primeros cinco capítulos y los talleres realizados con el Comité Núcleo del ProAire (CNP), se revisaron dos documentos fundamentales, la Estrategia Nacional de Calidad del Aire (ENCA) y el Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis 2017 – 2030 (ProAire de la Megalópolis), con el fin de asegurar la armonía del ProAire Morelos con los mismos; el primero por su visión nacional y el segundo porque Morelos forma parte de la Megalópolis.

Ambos documentos tienen el objetivo primordial de mejorar la calidad del aire y proteger la salud de la población con una visión integral, contribuyendo al desarrollo sustentable.

Bajo la premisa de que todo ProAire debe tener un enfoque integral y como objetivo principal la protección de la salud, las medidas que se proponen están agrupadas en seis estrategias, divididas según su campo de acción en: reducción directa de la emisión y, creación y fortalecimiento de las herramientas necesarias para una adecuada gestión de la calidad del aire. Las estrategias son:

1. Reducción de emisiones de fuentes fijas
2. Reducción de emisiones de fuentes móviles
3. Reducción de emisiones de fuentes de área
4. Fortalecimiento de la comunicación y educación ambiental
5. Protección a la salud
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento

6.2. OBJETIVO

Mejorar la calidad del aire en el estado de Morelos para proteger la salud de la población, mediante el establecimiento de acciones de prevención, control, y reducción de la emisión de contaminantes atmosféricos.

6.3. METAS

1ª Asegurar la generación de un 75% de datos válidos en las estaciones de monitoreo que opere el SIMAEM y difundir la información de forma continua y oportuna a la población.

2ª Reducir para 2027 en un 20% las emisiones de NO_X, COV y CO provenientes de fuentes móviles respecto de los niveles de 2014.

3ª Reducir para 2027 en un 20% las emisiones de NO_X, SO_2, COV y CO provenientes de fuentes fijas y área respecto de los niveles de 2014.

4ª Reducir en un 15% las emisiones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ generadas por todas las fuentes durante la vigencia del programa, respecto de los niveles de 2014.

6.4. SELECCIÓN DE MEDIDAS PARA EL PROAIRE 2018-2027

La propuesta, jerarquización y selección de las medidas del ProAire Morelos 2018- 2027, se realizó considerando varios estudios y documentos que reflejan el contexto físico, climático, socioeconómico, de movilidad, entre otros, del Estado, así como la problemática de calidad del aire presente en la entidad. También se consideró la participación de Morelos en las emisiones generadas en la región centro de México, así como los compromisos adquiridos al formar parte de la Megalópolis, y los lineamientos federales en la materia. En este sentido, fue importante la revisión de los ejes y líneas estratégicas establecidas en la ENCA y en el ProAire de la Megalópolis, respectivamente.

El procedimiento fue el siguiente:

1. Elaboración del diagnóstico del Estado a través de la investigación, revisión y análisis de estudios y documentos sobre las características del Estado y la problemática de calidad del aire; la recopilación, procesamiento y análisis de información de calidad del aire; la identificación de áreas de oportunidad, entre otras (ver Capítulos 1 al 5).
2. Proyección de emisiones del Inventario 2014 del Estado de Morelos a 2017 y 2027.
3. Taller de revisión del diagnóstico del Estado y propuestas de medidas por parte del CNP.
4. Propuesta de medidas iniciales.
5. Revisión de propuesta de medidas en reuniones con actores específicos según la fuente de emisión a atender.
6. Revisión y comparación de las medidas y acciones propuestas en la ENCA y en el ProAire de la Megalópolis con las del ProAire Morelos.
7. Taller de validación de medidas con el CNP.

6.4.1. RESULTADOS DE LA PROPUESTA, JERARQUIZACIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MEDIDAS

6.4.1.1. DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO

En los capítulos anteriores se detalla dicho diagnóstico, en la Tabla 39 se resumen los resultados más importantes obtenidos en cada sección.

Tabla 39. Resultados del diagnóstico de la situación de la calidad del aire en Morelos

Herramienta, instrumento o sector	Problema identificado o área de oportunidad
Aspectos generales: geográficos, climatológicos, poblacionales, económicos, etc.	El estado de Morelos es parte de la Megalópolis y contribuye así a la contaminación que existe en la región Centro de México. En este sentido, el ProAire será clave no sólo para la mejora de la calidad del aire en la entidad, sino también en la región. La fisiografía fragmentada de la entidad, así como algunos aspectos que incluyen a los vientos "flojitos", los predominantes climas cálidos, y la mayor radiación solar en cierto período del día, pudieran contribuir al deterioro de la calidad del aire en Morelos, sin embargo, se requieren más estudios para confirmarlo. Solo 20% de la superficie total de la entidad no presenta erosión. Las superficies erosionadas contribuyen a una mala calidad del aire al generar emisiones erosivas, principalmente de PM_{10}. Es por ello que en el POEREM se asignó, al 49% de la superficie del estado, una política de protección, restauración o preservación buscando reducir el cambio de uso de suelo. En cuanto a la población, entre los grupos más vulnerables a la contaminación atmosférica se encuentran los niños menores de 5 años, los adultos mayores y la población en situación de pobreza, los cuales comprenden el 8.3%, 8.3% y 52.7% de la población respectivamente. Asimismo, más del 10% de la población se expone a altas concentraciones de contaminantes atmosféricos al utilizar leña para cocinar, poniendo en riesgo su salud. Aunque el sector terciario (servicios) es el que más contribuye al PIB, de forma individual la industria manufacturera es la principal actividad económica en la entidad. De ella resaltan las 4 zonas industriales existentes en el Estado y, la extracción de minerales no metálicos en diferentes puntos de la entidad. Por otro lado, el consumo energético (petrolíferos y energía eléctrica) se encuentra en aumento, de la mano del crecimiento poblacional y del parque vehicular, dando lugar a un incremento en las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Si no se implementan acciones, esta tendencia podría mantenerse. Asimismo, será clave para el futuro de Morelos atender los problemas de movilidad en el Estado. Las poblaciones urbanas rebasan a la infraestructura vial, existe un transporte público deficiente y la antigüedad promedio de los vehículos es de 10 años. A esto se suma que Morelos es la tercera entidad más densamente poblada del país y a que más del 80% de su población es urbana. La Ecozona de Cuernavaca es una de las políticas destacables para reducir las emisiones por fuentes móviles en Morelos, sin embargo, es necesario implementar medidas para consolidarla. Por último, hasta en tanto no contar con un estudio de cuencas atmosféricas en el Estado, la gestión en un inicio se realizará por regiones (existen 5 en la entidad) y por zonas metropolitanas del Estado (Cuernavaca, Cuautla y Jojutla). Dichas regiones presentan características comunes, entre ellas las fuentes de emisión, lo que permitirá una implementación más eficiente de las medidas.
Aspectos legales	Existen distintos instrumentos internacionales y nacionales relativos a calidad del aire y cambio climático que pudieran ser de utilidad para sustentar ciertas medidas y obtener recursos para su implementación. Asimismo, es clave la elaboración de los reglamentos de la LEEPAEM, en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera y de Auditoría Ambiental y Autorregulación, lo cual proporcionará el marco jurídico para regular las distintas fuentes, dejando claro las atribuciones. De la mano, se requieren actualizar o crear reglamentos a diversos niveles como en los municipios, que permitan detallar la regulación y las sanciones por fuentes de emisión.
Monitoreo Atmosférico	En los últimos tres años se ha fortalecido el SIMAEM y, por primera vez en 2016, se contó con suficiencia de información en la estación de Cuernavaca para evaluar la calidad del aire. Se encontró que los contaminantes que dan lugar a los días con mala calidad del aire al superar los límites de las NOM Salud Ambiental en Cuernavaca, son las partículas y el ozono ($PM_{2.5}$ el 14.5% de los días del año, PM_{10} el 3% y O_3 el 0.5%), pudiendo afectar la salud de la población. Los picos más altos de partículas se relacionaron con la presencia de incendios forestales. Asimismo, existen estudios cortos realizados en distintas zonas del Estado que indican que existe un problema de calidad del aire, específicamente por ozono y partículas, que requiere

	mayor investigación. Es importante también determinar el transporte de contaminantes al interior del Estado y con las entidades con las que colinda, así como las principales zonas de impacto. Para contar con mayor información y de mayor calidad es necesario: adquirir equipos nuevos de monitoreo y contar con un stock de refacciones suficiente; fortalecer los procedimientos de operación y mantenimiento, así como los procedimientos de validación de datos bajo un programa de aseguramiento y control de la calidad; y contar con un estudio de representatividad de las estaciones del SIMAEM para poder ampliar la cobertura del Sistema. Es importante contar con un índice de calidad del aire que informe a la población sobre la misma y pueda así realizar acciones para proteger su salud. Por otro lado, para poder realizar las líneas base de exposición personal a contaminantes atmosféricos para evaluar las medidas que buscan reducir principalmente las emisiones de fuentes móviles, se deben adquirir equipos de monitoreo personal. Asimismo, se requiere crear el primer Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas del Estado para implementar, en caso de concentraciones altas de contaminantes, medidas inmediatas de reducción de emisiones y así alertar y proteger a la población.
Verificación vehicular	El Estado autorizó 10 centros de verificación fijos y 2 móviles. Para el cumplimiento de la NOM-167-SEMARNAT-2017, Morelos cuenta por primera vez con un sistema centralizado vinculado a la Ciudad de México para la operación de los centros de verificación, lo que reduce las posibilidades de corrupción. Sin embargo, requiere contar con su propio *software* para no depender de otra entidad. El porcentaje del parque vehicular verificado en Morelos se mantiene bajo, por lo que es necesario fortalecer las labores de inspección y vigilancia en vialidades.
Inventario de emisiones	Las emisiones de partículas, COV y NH_3 se generan principalmente por fuentes de área, las de SO_2 por fuentes fijas, y las de CO y NOx, por fuentes móviles. En la Tabla 40 se observan las fuentes de emisión de contaminantes y subcategorías principales por contaminante en el Estado. En fuentes fijas destacan como mayores emisores los sectores de alimentos y bebidas, vidrio, celulosa y papel, automotriz y cemento y cal; en fuentes de área destacan, combustión doméstica por uso de leña y quemas agrícolas; y en fuentes móviles, los autos particulares. Al analizar las emisiones por región y zona metropolitana, se encuentra que las tres regiones (centro-oriente, centro-poniente y sur) que coinciden en municipios con las tres zonas metropolitanas (Cuernavaca, Cuautla y Jojutla), tienen una fuerte componente de emisiones proveniente de fuentes móviles y de fuentes fijas, sin embargo, la emisión por fuentes de área se mantiene alta, especialmente para partículas, COV y NH_3. En cambio, en las dos regiones restantes (oriente y poniente), en su mayoría rurales, las emisiones de todos los contaminantes se deben principalmente a fuentes de área. Existen fuentes que no fueron incluidas en el inventario por falta de información, estas incluyen a los bancos de materiales, alfareras, yeseras, entre otras.
Salud humana	Gran cantidad de estudios muestran la gravedad de los impactos de la contaminación atmosférica en la salud. El objetivo principal del ProAire es proteger la salud de la población. Ya que se desconocen los efectos en la salud de la población morelense y los costos asociados derivados de la contaminación atmosférica, es prioritario realizar una primera evaluación y, posteriormente, evaluar si las medidas implementadas para mejorar la calidad del aire están reduciendo el impacto en la salud.
Comunicación y educación ambiental	El éxito del ProAire Morelos, en gran medida dependerá que desde sus inicios y en su instrumentación dé respuesta y acción a las necesidades de información de la ciudadanía sobre la calidad del aire y su salud, con la que no cuentan en este momento, buscando generar en una cultura en pro de la calidad del aire.
Capacidades institucionales	Para atender las necesidades de personal, capacitación, equipamiento, estudios, entre otros, requeridos para poder realizar una adecuada gestión de la calidad del aire e implementar las medidas del presente ProAire, se propone fortalecer el Fondo Verde, a partir de recursos obtenidos de la venta de hologramas, del cobro de la verificación vehicular, entre otros. Los estudios de investigación fortalecerán el diagnóstico de la calidad del aire y las herramientas de gestión, y permitirán evaluar mejor y actualizar las medidas del ProAire.

En la Tabla 40 se presentan las principales fuentes de emisión de contaminantes y subcategorías por contaminante en el Estado obtenidas a partir del Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos.

Tabla 40.Principales fuentes de emisión según tipo de contaminante

Contaminante	Categoría y subcategoría
PM_{10}	Fuentes Área/Combustión doméstica 26%
	Fuentes Naturales/Erosión eólica 16%
	Fuentes Área/Labranza 12%

Contaminante	Categoría y subcategoría
	Fuentes Área/Quemas agrícolas 11%
	Fuentes Fijas/Alimentos y bebidas 10%
$PM_{2.5}$	Fuentes Área/Combustión doméstica 38%
	Fuentes Área/Quemas agrícolas 16%
	Fuentes Fijas/Alimentos y bebidas 9%
SO_2	Fuentes Fijas/Vidrio 28%
	Fuentes Fijas/Celulosa y papel 23%
	Fuentes Fijas /Automotriz 14%
CO	Fuentes Móviles/ Autos particulares 29%
	Fuentes Móviles/ Pick-up 16%
	Fuentes área / Combustión doméstica 16%
	Fuentes Móviles/ Camionetas particulares y vehículos menores de 3 ton 18%
COV	Fuentes Área/Combustión doméstica 23%
	Fuentes Área/ Uso doméstico de solventes 7%
	Fuentes Área/ Manejo y distribución de gas LP 6%
	Fuentes Móviles/Todas las subcategorías 13%
NO_X	Fuentes Fijas/Cemento y Cal 14%
	Fuentes Móviles/Autos particulares 14%
	Fuentes Móviles/ Pick up 7%
	Fuentes área / Combustión agrícola 7%
NH_3	Fuentes Área/Emisiones ganaderas 47%

6.4.1.2. PROYECCIÓN DE EMISIONES DEL INVENTARIO 2014 DEL ESTADO DE MORELOS A 2017 Y 2027

En la proyección realizada (Capítulo 3), se observa cómo la mayoría de las emisiones de los distintos contaminantes criterio por fuente son menores considerando una mayor competitividad, y que habría un aumento importante de las emisiones en un caso de baja competitividad.

6.4.1.3. RELACIÓN CON LAS MEDIDAS Y ACCIONES PROPUESTAS EN LA ENCA Y EN EL PROAIRE DE LA MEGALÓPOLIS

La ENCA es una herramienta de planeación que orientará y coordinará las acciones para mejorar la calidad del aire en el territorio nacional con una proyección al año 2030 (SEMARNAT, 2017). La ENCA contempla 5 ejes estratégicos, con 21 estrategias y 69 líneas de acción.

Eje 1. Gestión integral para mejorar la calidad del aire, que hace énfasis en la necesidad de la coordinación multisectorial de las instituciones para atender la problemática de calidad del aire.

Eje 2. Instituciones eficientes y orientadas a resultados, que incluye actualizar el marco normativo, contar con un capital humano calificado y presupuesto suficiente para gestionar la calidad del aire.

Eje 3. Empresas comprometidas con la calidad del aire, que persigue el fortalecimiento de la normatividad asociada a la emisión de contaminantes y la

creación de instrumentos económicos y de fomento que incentiven la transición hacia procesos productivos más amigables.

Eje 4. Política atmosférica con base científica, busca contar con datos de calidad del aire fiables, estandarizados y comparables en todo el territorio nacional y fortalecer la investigación para sustentar las acciones de mejora de la calidad del aire.

Eje 5. Sociedad responsable y participativa, cuyo aspecto básico es que la sociedad esté informada de manera permanente sobre el estado que guarda la calidad del aire y los efectos sobre la salud.

Diversas estrategias y líneas de acción de la ENCA se atienden a través de las medidas del ProAire Morelos 2018-2027, como por ejemplo:

a. Actualizar el marco regulatorio en materia de prevención y control de la contaminación atmosférica.
b. Promover el desarrollo de Planes Integrales de Movilidad Sustentable en los que se prioricen los sistemas integrados y multi-modales de transporte público, la movilidad no motorizada y el ordenamiento de la logística urbana.
c. Promover prácticas agrícolas y forestales que reduzcan la emisión de contaminantes a la atmósfera.
d. Desarrollar lineamientos para fortalecer el monitoreo de la calidad del aire, la infraestructura y el personal capacitado que se requiere a nivel local.
e. Fortalecer las capacidades humanas, técnicas, financieras y operacionales de las instituciones encargadas de la observancia de la normatividad relativa a la calidad del aire.
f. Promover el desarrollo de un programa de evaluación integral de riesgos a la salud y al ambiente.
g. Definir e impulsar líneas de investigación estratégicas que den sustento científico a acciones para mejorar la calidad del aire.
h. Desarrollar una estrategia de difusión oportuna con mensajes claros sobre las fuentes y los efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población y la conservación de los ecosistemas.

En el mismo sentido, el Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis 2017 – 2030, como su nombre lo dice, integra principalmente acciones de atribución federal para reforzar y complementar las acciones establecidas en los ProAires de las entidades. Algunas, aunque no son de atribución federal, se incluyeron porque atienden problemáticas que afectan de forma importante la calidad del aire en la región y es clave abordarlas desde una visión megalopolitana.

El ProAire de la Megalópolis (SEMARNAT-INECC-CAMe, 2017) incluye seis líneas estratégicas y 38 medidas. Las líneas estratégicas son: Sustentabilidad de los ecosistemas megalopolitanos; Abatir las emisiones de las instalaciones industriales; Vehículos y movilidad; Desarrollo urbano y eficiencia energética; Fuentes dispersas; y Mejora de las capacidades de gestión de la calidad del aire.

En general todas las medidas plasmadas en dicho ProAire contribuirán a la mejora de la calidad del aire en el estado de Morelos. Algunas de estas son:

1. Reducir emisiones de industrias de distintos sectores de atribución federal, además de los ingenios cañeros, que son de atribución estatal.
2. Desarrollar e implementar un programa integral de reducción de emisiones en el transporte de pasajeros en la Megalópolis.
3. Mejorar la movilidad del transporte de carga para reducir emisiones.
4. Establecer lineamientos ambientales y de eficiencia energética para la renovación de concesiones del transporte público y de pasajeros, de carga e institucional.
5. Crear una Red de Ciudades Sustentables en la Megalópolis.
6. Reducir el uso y fugas de gas LP en el sector doméstico, comercial y de servicios.
7. Reducir las emisiones de COV en las operaciones de limpieza en la industria.
8. Establecer una agenda normativa prioritaria para actualizar y expedir normas.

6.4.1.4. TALLER DE VALIDACIÓN DE MEDIDAS CON EL CNP Y REUNIONES ESPECÍFICAS CON SECTORES INVOLUCRADOS

Para fortalecer la propuesta, jerarquización y selección de las medidas del ProAire Morelos 2018-2027, se realizaron diversas reuniones con los actores relacionados a cada fuente de emisión considerada en el ProAire o herramienta de gestión de la calidad del aire a fortalecer. Los actores que participaron fueron:

1. Secretaría de Movilidad y Transporte de Morelos
2. Instituto Nacional de Salud Pública
3. Servicios de Salud de Morelos
4. Industrias (Cemento, Ingenios azucareros, Automotriz)
5. Ayuntamientos municipales (Cuautla, Cuernavaca y Jiutepec)
6. Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Morelos (PROPAEM)
7. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
8. Instituciones educativas, de investigación y divulgación (El Colegio de Morelos, UNAM, UPEMOR)
9. Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología
10. SEMARNAT federación
11. CAMe e INECC
12. SDS: áreas de monitoreo atmosférico; energía y cambio climático, verificación vehicular; educación ambiental y comunicación; jurídico; emergencias y contingencias ambientales.

Por otro lado, se desarrolló un Taller con el CNP para la identificación y validación de medidas y acciones a incluirse en el ProAire. En él se revisó y analizó cada una de las medidas y se emitieron comentarios para su mejora.

Los actores que conforman el CNP se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41. Miembros del Comité Núcleo del ProAire

Asociación de Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca (PROCIVAC)
Bridgestone de México

Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) del estado de Morelos
Comisión Estatal de Biodiversidad (COESBIO) Morelos
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) Morelos
Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX)
Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Morelos
Corporativo Azucarero Emiliano Zapata, S. A. De C.V.
Corporativo Cementos Moctezuma S.A. De C.V.
El Colegio de Morelos
Fábrica de papel UNIPAK
Federación de Asociaciones de Colonos del Estado de Morelos (FACEM)
Grupo Pullman de Morelos
H. Ayuntamiento de Axochiapan
H. Ayuntamiento de Ayala
H. Ayuntamiento de Cuautla
H. Ayuntamiento de Cuernavaca
H. Ayuntamiento de Jiutepec
H. Ayuntamiento de Jojutla
H. Ayuntamiento de Tlaltizapán
H. Ayuntamiento de Yecapixtla
H. Ayuntamiento de Zacatepec
Ingenio Casasano de Cuautla
Instituto de Matemáticas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL)
Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)
Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ)
Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Morelos
Saint Gobain
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Morelos
Secretaría de Cultura
Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) Morelos
Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Secretaría de Desarrollo Sustentable - Dirección General de Áreas Naturales Protegidas - Dirección General de Energía y Cambio Climático - Dirección General de Gestión Ambiental - Dirección General de Participación Ciudadana, Educación Ambiental y Comunicación - Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda Sustentable - Subsecretaría de Gestión Ambiental Sustentable
Secretaría de Economía
Secretaría de Educación
Secretaría de Hacienda
Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) Morelos
Secretaría de Movilidad y Transporte
Secretaría de Salud
Servicios de Salud de Morelos
Unión Local de Productores de Caña de Azúcar del Ingenio Emiliano Zapata
Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Campus Norte (UAEM)
Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR)
Universidad Tecnológica de Emiliano Zapata (UTEZ)

6.5. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS

El ProAire incluye 6 estrategias, 21 medidas y 188 acciones centradas en la atención de los principales factores que afectan la calidad del aire en Morelos, o que pueden contribuir a su mejora permanente, considerando las facultades legales, los recursos económicos, las capacidades técnicas (financiamiento, conocimiento, participación) y las contribuciones de gobiernos, organizaciones civiles y sectores productivos. Aunque la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado coordina el ProAire Morelos 2018-2027 de forma general, para su implementación exitosa será clave la participación del Comité Núcleo del ProAire y del involucramiento de todos los sectores que han participado hasta el momento y los que se sumen a participar a lo largo de la vigencia del mismo.

Las medidas aquí presentes se derivan de la propuesta, jerarquización y selección anteriormente planteado, y fueron formuladas siguiendo la Metodología del Marco Lógico (Ortegón *et.al*. 2005, SHCP-SFP-CONEVAL, 2011) y atendiendo los requerimientos técnicos establecidos en la normatividad aplicable. Cada medida contempla: objetivo, justificación, contaminantes a reducir, las acciones a desarrollar durante el periodo de vigencia del Programa, sus indicadores de evaluación, responsables e involucrados, y costos. A continuación, se explica cada una de las medidas de manera sucinta.

Tabla 42. ProAire Morelos 2018-2027: Matriz de Estrategias y Medidas

Estrategia	Medida
1. Reducción de emisiones en fuentes fijas	1.1 Reducción de emisiones a la atmósfera de la industria establecida en Morelos
	1.2. Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos
2. Reducción de emisiones en fuentes móviles	2.1. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)
	2.2. Creación del Programa de mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes
	2.3. Renovación vehicular, mejora tecnológica y sustitución del transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas
	2.4. Elaboración e implementación del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado
3. Reducción de emisiones en fuentes áreas	3.1. Diseño e implementación del programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón como combustible en los hogares
	3.2. Diseño e implementación de un plan de acción para reducir las quemas agrícolas a través de la cosecha en verde y, la recolección y uso de residuos en los campos de cultivo
	3.3. Fortalecimiento de las actividades preventivas en el combate de incendios forestales provocados por actividades humanas
	3.4. Regulación de actividades generadoras de emisiones a la atmósfera como: bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras y alfareras
	3.5. Conservación de las áreas forestales y verdes urbanas en el estado de Morelos
4. Protección a la salud	4.1. Estimación de la carga de mortalidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 en el estado de Morelos
	4.2. Construcción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica específico para monitorear el impacto inmediato de la contaminación atmosférica en la salud humana en el estado de Morelos
5. Comunicación y educación ambiental	5.1. Diseño e implementación de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud en el estado de Morelos
6. Fortalecimiento institucional y financiamiento	6.1. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera
	6.2. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales
	6.3. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos
	6.4. Diseño de mecanismos de financiamiento
	6.5. Actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Morelos
	6.6. Desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de calidad del aire en la entidad
	6.7. Fortalecimiento de las áreas que tienen a cargo la gestión de la calidad del aire en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos

Fuente: CINPRO, 2017

ESTRATEGIA 1. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES FIJAS

Medida 1.1. Reducción de emisiones a la atmósfera de la industria establecida en Morelos

Objetivo:

Reducir las emisiones generadas a la atmósfera por la industria establecida en el estado de Morelos.

Justificación:

En el estado de Morelos, la industria manufacturera en 2015 fue la actividad económica que mayor participación tuvo en el PIB estatal, con el 24.82%.

De acuerdo al Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos (SDS, 2017) el padrón se conformó por 70 industrias, sin embargo, es importante resaltar que los resultados obtenidos en dicho inventario no contemplan a todas las industrias establecidas en la entidad, debido a la falta de información.

A nivel estatal, las fuentes fijas fueron el principal emisor de bióxido de azufre (SO_2) con el 79% de las emisiones y, el segundo emisor de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ (16 y 15%, respectivamente) y de óxidos de nitrógeno (NO_X) (20%). Los principales emisores por sector industrial y tipo de contaminante a nivel estatal en 2014 fueron:

- Sector alimentos y bebidas, contribuyó con el 9.9% y 8.6% de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente; y con el 3% de SO_2.
- Sector automotriz, contribuyó con el 14.3% del SO_2 y el 1.2% de los COV.
- Sector celulosa y papel, contribuyó con el 23.4% de las emisiones de SO_2.
- Sector del cemento y cal, contribuyó con el 14.5% de los NO_X, el 3.4% de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$ y el 2.3% de SO_2.
- Sector del vidrio, contribuyó con el 27.6% de SO_2; el 1.1% y 1.5% de las partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente; y el 4.3% de los NO_X.

Los municipios con mayor emisión por fuentes fijas son: Emiliano Zapata, Ayala, Cuernavaca, Cuautla, Jiutepec y Zacatepec.

Cabe mencionar que de 2014 a la fecha ha habido cambios en el uso de combustible en varias de las industrias. Algunas como las de los sectores automotriz, vidrio, celulosa y papel y alimentos y bebidas, disminuyeron el consumo de combustóleo pesado y diésel, y lo sustituyeron por el uso de gas natural; lo que se tradujo en una disminución en las emisiones a la atmósfera de óxidos de azufre del 82.5% de 2014 a 2016.

Por otro lado, ya que las emisiones de las fuentes fijas se calculan a partir de la información que éstas entregan cada año a través de la cédula de operación anual, será importante asegurar que las industrias que cuenten con sistemas de control de emisiones muestren evidencia de la eficiencia de dichos sistemas por un laboratorio certificado.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X		X		

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción1 Realizar un padrón común de industrias en la entidad entre la SDS, PROPAEM y PROFEPA en materia de atmósfera **Responsable: SDS**	Padrón de industrias		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Realizar la medición de emisiones a la atmósfera de acuerdo con la normatividad aplicable. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias que realizan la medición de emisiones de acuerdo con la normatividad vigente aplicable		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Realizar un plan de reducción de emisiones a la atmósfera de acuerdo a las condiciones de operación de la industria y a la normatividad aplicable. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias del padrón con planes de reducción de emisiones realizado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Implementar el plan de reducción de emisiones. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias con planes de reducción de emisiones del padrón de la acción 1			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Instalar equipos de control de emisiones de contaminantes atmosféricos de acuerdo a la normatividad que cada empresa debe cumplir. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias con equipos de control operando				X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Las industrias que cuentan con equipos de control deberán mostrar evidencia de la eficiencia que reportan en la COA o realizar un estudio para determinarla. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias que presentan estudio de eficiencia de equipos				X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Participar en el programa de Auditoría Ambiental de la PROPAEM **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias que participan en el programa			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Implementar un sistema de gestión ambiental en la industria. **Responsable: Industria**	Porcentaje de industrias que implementan un sistema de gestión ambiental		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Realizar visitas de inspección y vigilancia para asegurar el cumplimiento de la normatividad aplicable a los diferentes sectores industriales responsables. **Responsable: PROPAEM y PROFEPA**	Porcentaje de industrias del padrón que reciben visitas de inspección y vigilancia	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de emisiones de SO_2, NO_X, PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el sector industrial		5%	5%	10%	10%	15%	15%	20%	20%	20%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida
Industrias establecidas en el estado de Morelos
Instancias participantes:

Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)
Instancia 2	Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Morelos (PROPAEM)
Instancia 3	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Costos estimados:

Concepto	Costo
Medición de emisiones a la atmósfera de acuerdo a la norma aplicable	Costo aproximado de muestreo de una chimenea de gases y partículas por un laboratorio certificado, $25,000.00 MN
Instalación de equipos de control de emisiones a la atmósfera	El costo varía de acuerdo al proceso y el equipo de control seleccionado.
Otros costos	Dependiendo de la industria y sus necesidades para cumplir la normatividad en materia de contaminación atmosférica en la entidad.

Medida 1.2. Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos

Objetivo:

Implementar sistemas de gestión de la energía, con apoyo de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE).

Justificación:

Como se mencionó en el Capítulo 1, el consumo de petrolífero en la entidad ha incrementado en los últimos 20 años más del 50% y de energía eléctrica en un 72%. Con la implementación de SGEn en las industrias de Morelos se puede reducir el consumo energético y, por tanto, las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Alineado con la Estrategia Nacional de Energía (ENE, 2013-2027) de México, el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE, 2014-2018) impulsa el desarrollo y la implementación de programas y actividades que promuevan la eficiencia energética en el país. Para ello, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) diseñó e implementó el Programa Nacional para Sistemas de Gestión de la Energía (PRONASGEn). Dicho Programa tiene como objetivo apoyar a los usuarios de energía de todos los sectores, incluyendo la industria, en el desarrollo de sus capacidades para la implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGEn) acordes con el estándar internacional ISO 50001. Esto se realiza a través de redes de aprendizaje (RdA), en donde los participantes aprenden sobre los SGEn e implementan paso a paso el sistema en sus instalaciones (CONUEE, 2016).

La industria, al implementar el SGEn, reducirá el consumo de energía y sus emisiones a la atmósfera y además logrará:

- Recursos humanos capacitados
- Conjunto de buenas prácticas
- Reducción de costos
- Mayores probabilidades de obtener reconocimientos, como, por ejemplo, el Premio Estatal de Ahorro de Energía que otorga el Gobierno del Estado de Morelos cada año.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X	X	X	X	X

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Realizar convocatorias para la participación voluntaria de las industrias en las redes de aprendizaje (RdA) **Responsable: SDS y CONUEE**	Número de convocatorias realizadas		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Formalizar las RdA en donde cada vez se sumen más industrias a participar. **Responsable: SDS y CONUEE**	Convenio que formaliza las RdA		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Establecer un programa anual de sesiones de trabajo con temáticas específicas para las RdA. **Responsable: SDS y CONUEE**	Programa anual de sesiones de trabajo		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Realizar el diagnóstico de consumo energético por parte de las industrias **Responsable: Industria**	Diagnósticos de consumo energético realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Implementar los SGEn en las industrias que no cuenten con un sistema o plan similar. **Responsable: Industria**	Número de SGEn implementados			X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de emisiones por la implementación de SGEn				10%	20%	30%	30%	30%	30%	30%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Coordinadores de las mesas de diálogo de SDS	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)
Instancia 2	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)
Instancia 3	Industriales

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos por acción
Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos	El costo de implementación del SGEn depende de las instalaciones y la evaluación de cada industria

ESTRATEGIA 2. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES MÓVILES

Medida 2.1. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)

Objetivo General:

Fortalecer el PVVO, mediante el cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-167-SEMARNAT-2017, teniendo como resultado la reducción y control de las emisiones por fuentes móviles.

Objetivos específicos:

- Garantizar la operación de los centros de verificación vehicular de acuerdo con la normatividad actual.
- Implementar las medidas preventivas y correctivas necesarias para asegurar el buen funcionamiento ambiental de los vehículos automotores que circulen en el Estado.

Justificación:

El inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014 del estado de Morelos determina que las fuentes móviles carreteras contribuyen con el 76% del monóxido de carbono (CO), el 50% de los óxidos de nitrógeno (NO_x), el 13% de los COV, el 9.2% de PM_{10} y el 12.9% de $PM_{2.5}$ a nivel estatal. Mientras que, en las dos zonas metropolitanas más grandes del Estado, las fuentes móviles constituyen entre el 80 y 89% de las emisiones de CO, entre el 60 y 65% de NO_X y entre 24 y 30% de COV (Capítulo 3). Consolidándose así, como una de las fuentes más importantes en el Estado, sobre todo en las zonas metropolitanas que se caracterizan por tener la mayor densidad poblacional y la mayor concentración de vehículos.

Asimismo, Morelos es un estado de conexión, lo cual implica un flujo importante de vehículos de paso; según SCT en 2014 hubo un tránsito anual vehicular en la carretera México-Cuernavaca y el Paso Exprés Tlahuica ubicado en Cuernavaca de 42 millones de vehículos. Las emisiones derivadas de este flujo de vehículos no están contempladas en el Inventario de Emisiones 2014 por lo que las emisiones por fuentes móviles en el estado son mayores a las estimadas en dicho documento.

Tomando en cuenta la problemática por fuentes móviles en el Estado, y que la verificación vehicular es el principal programa para controlar y reducir las emisiones provenientes del escape de la flota vehicular circulante, y que se debe asegurar la aplicación de la NOM-167-SEMARNAT-2017 a la que está obligado el Gobierno del Estado, que considera establecer límites máximos permisibles de vehículos que circulen en la Megalópolis, los requisitos mínimos en materia de tecnologías de información, requisitos mínimos de autenticidad y rastreabilidad de las constancias técnicas de verificación, los métodos de prueba a través de los sistemas de diagnóstico a bordo y los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes en la detección de los vehículos ostensiblemente contaminantes, es necesario fortalecer las capacidades de las áreas técnicas, administrativas y de infraestructura, para el seguimiento, control, vigilancia y evaluación del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria dentro de la SDS y la PROPAEM.

Antes de suspender el PVVO para poder implementar la NOM-167-SEMARNAT-2017 en 2016, el porcentaje del parque vehicular verificado era del 40% aproximadamente, en el segundo semestre de 2017 fue del 24%. En este sentido, es clave hacer una vigilancia efectiva de la verificación vehicular en vialidades para poder asegurar el impacto del PVVO.

Dicha medida está enmarcada en la NOM-167-SEMARNAT-2017 y el Convenio de Coordinación por el que se crea la Comisión Ambiental de la Megalópolis del 3 de octubre de 2013, que celebra la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno de la Ciudad de México y los estados de Morelos, Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
			X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Actualizar el PVVO con respecto a la NOM-167-SEMARNAT-2017 para la prestación del servicio de verificación. **Responsable SDS**	PVVO 2018 publicado	X	X								
Acción 2 Establecer las necesidades de fortalecimiento institucional de índole económico, recursos humanos y de generación de capacidades, así como del equipamiento para el seguimiento y vigilancia del Programa. **Responsable SDS y PROPAEM**	Reporte elaborado	X	X								
Acción 3 Solventar las necesidades de fortalecimiento institucional. **Responsable SDS**	Equipos adquiridos y personal contratado	X	X	X							
Acción 4 Desarrollar o adaptar (alguno existente) el *software* de control de los centros de verificación del Estado. **Responsable SDS**	Software de cómputo desarrollado o adaptado y entregado	X	X								
Acción 5 Evaluar y mejorar de forma continua la operación del PVVO, mediante el análisis de las verificaciones realizadas y de los resultados de las campañas con sensor remoto implementadas. **Responsable SDS**	Reporte del análisis de los vehículos verificados.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Establecer campañas para la detección de vehículos ostensiblemente contaminantes[28] o aquellos que no cuenten con la verificación vigente, mediante operativos con patrullas ecológicas y sensor remoto, coordinados con los municipios y los gobiernos de la CAMe, priorizando las zonas metropolitanas del Estado. **Responsable PROPAEM y CAMe**	Número de vehículos sancionados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Definir espacios y procedimientos al interior de la PROPAEM para dar atención y seguimiento a los propietarios de los vehículos sancionados. **Responsable PROPAEM**	Espacio definido	X									
Acción 8 Implementar los procedimientos para dar atención y seguimiento a los propietarios de los vehículos sancionados. **Responsable PROPAEM**	Reporte de la implementación de los procedimientos establecidos		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Establecer un programa de visitas anual de inspección y vigilancia a los centros de verificación, basados en la información generada por el sistema de análisis y control de los datos generados durante el	Programa de visitas anuales establecido		X	X	X	X	X	X	X	X	X

[28] Vehículos que emiten humo de color azul o negro

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
proceso de verificación, así como por denuncia ciudadana. **Responsable PROPAEM**											
Acción 10 Actualizar las bases de datos utilizadas para la aplicación de las pruebas en los centros de verificación (tabla maestra, marca, submarca, etc.) a través de la CAMe. **Responsable SDS**	Base de datos del sistema de información actualizada	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 11 Dar mantenimiento a las bases de datos generadas en los centros de verificación (respaldo y consolidación de bases de datos históricas). **Responsable SDS**	Bases de datos históricas generadas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de vehículos verificados en las tres zonas metropolitanas del Estado	30%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Porcentaje de emisiones reducido para fuentes móviles mediante campañas de sensor remoto de COV, CO y NOx.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Porcentaje de emisión reducido para fuentes móviles de COV, CO y NOx, modelado con los resultados de los vehículos aceptados y rechazados.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)
Instancia 2	Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe)
Instancia 3	Consejería jurídica del Estado
Instancia 4	Secretaría de Seguridad Pública del Estado de Morelos
Instancia 5	Policía de tránsito de cada municipio

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos totales
Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)	Costo único por; la adquisición de un sensor remoto $5'800,000.00 (diferido en diez años); mobiliario y equipo de cómputo $217,500.00; compra de cuatro patrullas $1, 000,000.00, desarrollo del *software* $400,000.00, *Software* adaptado $50, 000.00. Costo anual: • Contratación de personal para funciones de monitoreo (videograbaciones), inspección, control y venta de documentación oficial, seguimiento a calibración de equipos, control de documentación retenida a vehículos ostensiblemente contaminantes (13 personas) $2,731,500.00 • Gastos de combustible en un año $200,000.00 Mantenimiento anual de los equipos de cómputo, patrullas etc. $160,000.00 Renta anual de servidores y de espacio en la nube: $7,000.00

Medida 2.2. Creación del Programa de mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes

Objetivo: Establecer un programa de mejora tecnológica para el transporte privado, público y de gobierno que de otra forma no aprobarían la verificación vehicular obligatoria.

Objetivos específicos:

- Aplicación de mejora tecnológica, mediante la adquisición de sistemas de control de emisiones o la conversión a gas natural en vehículos automotores privado, público y de gobierno, con el fin de mejorar la flota vehicular existente y aprobar el PVVO.
- Contar con incentivos y/o subsidios para la adquisición de vehículos híbridos o eléctricos.

Justificación:

Considerando que durante la verificación vehicular obligatoria algunos vehículos no estarán en condiciones de cumplir con los requerimientos ambientales establecidos en el PVVO, así como de las normas oficiales mexicanas, y en particular la NOM-167-SEMARNAT-2017, que establece criterios asociados al funcionamiento de los diferentes componentes que intervienen en la combustión de los vehículos automotores, deberá crearse un programa en donde se proporcionen alternativas para reducir las emisiones de los vehículos automotores como la sustitución de los sistemas de control de emisiones, por ejemplo, de los convertidores catalíticos; la adición de filtros de partículas; la conversión a gas natural; y la generación de incentivos para la compra de vehículos híbridos o eléctricos.

En caso de no implementar dicho programa, se corre el riesgo de que se mantengan en circulación vehículos que superan los límites de emisión y, por otro lado, que la sustitución se realice con sistemas de control con características y desempeño por debajo de lo requerido y sin garantía. En el caso de la adquisición de los sistemas de control o la conversión a gas natural, se plantea que el dueño del vehículo elija a la agencia automotriz o taller de su preferencia para su instalación, siempre y cuando cumplan con los requisitos definidos en los lineamientos del programa.

Será necesario crear las condiciones de infraestructura para asegurar el abastecimiento de los vehículos a gas natural y vehículos eléctricos, como lo son gaseras y estaciones de carga.

Dicha medida está enmarcada en la NOM-167-SEMARNAT-2017 y el Convenio de Coordinación por el que se crea la comisión Ambiental de la Megalópolis el 3 de octubre de 2013, que celebra la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno de la Ciudad de México y los estados de Morelos, Hidalgo, México, Puebla y Tlaxcala.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X		X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Realizar el diagnóstico de la flota vehicular, para identificar a los vehículos con problemas para cumplir con el PVVO mediante el análisis de las bases de datos de verificación vehicular y de las campañas con sensor remoto **Responsables SDS.**	Documento del diagnóstico de la flota vehicular realizado		X	X							
Acción 2 Desarrollar el manual con los lineamientos, criterios de elección, procedimientos, y requerimientos del programa para la reducción de	Manual de procedimientos		X								

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
emisiones en vehículos automotores a través de la mejora tecnológica (cambios de convertidores catalíticos, sustitución por vehículos eléctricos o a gas natural). **Responsables SDS.**											
Acción 3 Diseñar la infraestructura necesaria para vehículos eléctricos y a gas natural (estaciones de carga y gaseras). **Responsables SDS.**	Diseño realizado		X								
Acción 4 Creación de infraestructura necesaria para vehículos eléctricos y de gas natural. **Responsables SDS**	Infraestructura instalada		X	X							
Acción 5 Iniciar el programa con los vehículos de gobierno **Responsables SDS**	Número de vehículos de gobierno en el programa		X								
Acción 6 Gestionar los recursos para implementar el programa. Los subsidios o incentivos así como para la infraestructura. **Responsables SDS.**	Documento con la gestión de recursos		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Implementar el programa **Responsables SDS**	Reporte de implementación del Programa			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Evaluar y actualizar el Programa Responsables PROPAEM.	Documento con las actualizaciones y la evaluación del programa			X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de vehículos de gobierno sujetos al programa		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de vehículos de trasporte público sujetos al programa		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de vehículos de transporte privado sujetos al programa		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)
Instancia 2	Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe)
Instancia 3	Secretaría de Movilidad y Transporte

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos totales
Creación del Programa de mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes	$500,000.00

*$500,000 de dos técnicos para el seguimiento del programa, incluye la adquisición de equipo de oficina

Medida 2.3. Promover el mantenimiento estricto, la mejora tecnológica y la renovación del transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas y de los tractocamiones.

Objetivo:

Promover los programas de la Federación entre los transportistas para el mantenimiento estricto, la mejora tecnológica y la sustitución de los vehículos a diésel de transporte de carga de las categorías de vehículos de más de tres toneladas y de los tractocamiones.

Justificación:

De acuerdo con el Inventario de emisiones 2014, existen 10,284 unidades de vehículos mayores de tres toneladas y tractocamiones de los cuales el 55% de los vehículos mayores a tres toneladas y el 25% de tractocamiones en el Estado tiene más de 20 años de antigüedad, lo cual indica una flota vehicular altamente contaminante. En cuanto a las emisiones, en el Inventario 2014, estas dos categorías vehiculares representan el 52% de PM_{10}, el 53% de $PM_{2.5}$ y 15% de NO_X de las emisiones por fuentes móviles carreteras.

A nivel nacional e internacional existen programas que permiten reducir las emisiones derivadas de vehículos pesados a diésel, como lo es el de autorregulación que opera en la Ciudad de México y en el Estado de México, y el de *retrofit* en Estados Unidos. Ambos programas consideran la incorporación de sistemas de control de emisiones (mejora tecnológica) y adicionalmente, el de la Ciudad de México considera un estricto mantenimiento, así como el seguimiento mediante pruebas periódicas por parte de laboratorios. Sin embargo, el beneficio para los transportistas de incorporarse al Programa de la Ciudad de México y el Estado de México es que quedarían exentos de las restricciones a la circulación establecidas en el Programa Hoy No Circula, el cual no existe en Morelos. Para los vehículos que no cuentan con sistemas de control de emisiones y que presentan una antigüedad mayor a 10 años, la sustitución de las unidades nuevas es la mejor alternativa ya que estas cuentan con mejoras en cuanto a emisiones y rendimientos de combustible.

Para atender la problemática, y dado que la mayoría del transporte de carga y de los tractocamiones portan placas de circulación federal, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes implementó un esquema de renovación para unidades vehiculares de autotransporte federal que opera bajo el decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 26 de marzo de 2015, por el que se otorga un beneficio fiscal a los contribuyentes.

Asimismo, la SCT y la SEMARNAT implementaron el Programa Transporte Limpio, programa nacional voluntario que con la adopción de estrategias, tecnologías y mejores prácticas busca reducir el consumo de combustible y emisiones contaminantes. Nacional Financiera (NAFIN) ofrece financiamiento a la micro y pequeña empresa transportista, la mayoría de las empresas de transporte en México, caen en esa categoría.

Por otro lado, en el Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis 2017 – 2030, que integra acciones de atribución federal para reforzar y complementar las acciones establecidas en los ProAires de las entidades, se incluye las siguientes medidas que contribuirán a reducir las emisiones generadas por transporte de carga y tractocamiones:

1. Requerir a los grandes generadores de viajes la elaboración e implementación de planes de movilidad sostenible.
2. Mejorar la movilidad del transporte de carga para reducir emisiones.

3. Establecer lineamientos ambientales y de eficiencia energética para la renovación de concesiones del transporte público de pasajeros, de carga e institucional.

Por último, en la elaboración del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado, medida 2.4 del presente ProAire, se tendrá que analizar la flota vehicular en el estado, incluyendo, al transporte de carga y a los tractocamiones. De acuerdo al diagnóstico se podrán establecer medidas como por ejemplo, la restricción de horarios para la circulación en las zonas metropolitanas. Al implementar dichas medidas, se podrá contemplar la elaboración de un programa de autorregulación ambiental de los vehículos a diésel en el Estado, exentando de las restricciones establecidas, a los que se incorporen a dicho programa incentivando su participación. En su caso, esta medida tendrá que ser actualizada.

El marco jurídico de aplicación de la medida incluye a la NOM-045-SEMARNAT-2006 y la NOM-068-SCT-2-2014 que señala que las personas físicas y morales permisionarias de los servicios de autotransporte federal y transporte privado deberán someterse a una revisión físico-mecánica y así obtener el dictamen correspondiente.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM10	PM2.5	SO2	CO	NOX	COV	NH3
X	X		X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Promover entre los transportistas los programas federales para mejorar el desempeño ambiental del transporte de carga y tractocamiones a través del contacto con las cámaras de transporte y sindicatos. **Responsable SDS**	Número de reuniones		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Crear el registro de los vehículos de carga que circulan en el Estado, que permita conocer las características, empresas y condiciones de la flota. **Responsable SDS**	Base de datos con el registro		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de vehículos con mantenimiento estricto		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de vehículos con mejora tecnológica		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de vehículos renovados		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Hacienda del Gobierno Federal
Instancia 2	Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe)
Instancia 3	Secretaría de Hacienda del estado de Morelos
Instancia 4	Representantes de cámaras o gremios de transporte de carga
Instancia 5	Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT)
Instancia 6	Secretaría de Movilidad y Transporte del Estado

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costo total
Renovación vehicular de transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas	Gasto corriente.

Medida 2.4. Elaboración e implementación del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado

Objetivo:

Diseñar e implementar un Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado.

Justificación:

Según el Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015, el cual forma parte del Reporte Global en Asentamientos Humanos de ONU-Hábitat, se debe contener la fragmentación de las ciudades mediante restricciones a la construcción de grandes fraccionamientos habitacionales y comerciales cerrados que privatizan calles y espacios públicos e impiden la convivencia e integración social y la continuidad vial.

En dicho reporte concluyen que se debe implementar en las ciudades políticas públicas que fomenten los distintos tipos de movilidad —dando prioridad al peatón y al ciclista—, conectando las distintas zonas a través de transporte público con criterios de accesibilidad universal, gestión de la demanda y estrategias para la distribución eficiente de mercancías en zonas urbanas. Para fortalecer e implementar esta política se requiere impulsar: el desarrollo orientado al transporte (DOT)[29], los sistemas integrados de transporte[30] y la estrategia de calles completas[31] ·

El Inventario de Emisiones del Estado 2014 muestra que las fuentes móviles carreteras aportan el 76% de las emisiones de CO, 13% de COV y el 50% de NOx, consolidándose como la principal fuente de emisión de dichos contaminantes.

El crecimiento de la flota vehicular en el Estado de 2005 a 2014 fue de un 200% y, 86% del total de la flota vehicular en 2014 correspondió a transporte privado (autos particulares, pick-up, vehículos menores de tres toneladas y camionetas particulares). En el PED se indica que en las principales ciudades del Estado la infraestructura vial está rebasada por el tamaño de sus poblaciones. El exceso de unidades del servicio público y de vehículos particulares en circulación genera conflictos viales complicando la movilización de las personas y de materiales.

Para atender este problema, se requiere no sólo elaborar e implementar un Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable (PIMUS) para cada zona metropolitana del Estado, sino un Plan Maestro de Movilidad del Estado para que estas zonas se articulen lo mejor posible.

En 2016 se elaboró el PIMUS para la Zona Metropolitana de Cuernavaca (ZMC), a través del cual se espera tener una ciudad mejor planeada, respetuosa del ambiente, que priorice el transporte no motorizado y que haga un uso eficiente de los recursos energéticos empleados por el transporte motorizado para satisfacer viajes locales y foráneos.

En particular en la Zona Metropolitana de Cuernavaca, en el Centro Histórico, en el perímetro de la Ecozona, se contemplan dos problemas en términos de movilidad ya que afectan el flujo vehicular por la cantidad de vehículos que atraen y porque estos se estacionan de forma desordenada. El primero es el

[29]Desarrollo Orientado al Transporte: Como una estrategia de planeación urbana que da preferencia al peatón, considera la importancia del espacio público y las intervenciones en barrios y colonias en torno a estaciones o paradas de transporte público (autobús, Metrobús, BRT o Metro) que conecte con el resto de la ciudad. Promueve el desarrollo compacto, de alta densidad y diversidad de usos del suelo.

[30] Sistemas Integrados de Transporte: Se contemplan medidas para promover redes de transporte público con servicio confiable, eficaz y con amplia cobertura que incentive viajes en medios seguros y sustentables, así como avanzar tanto en la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, como de las instituciones responsables de la planeación.

[31] Calles completas: Se refiere a promover la construcción, ampliación y rehabilitación de infraestructura vial y equipamiento urbano diseñado para facilitar el tránsito seguro y cómodo de todos los ciudadanos de cualquier edad, género y habilidades motoras – peatones, ciclistas, usuarios de transporte público, y conductores de vehículos motorizados –, considerando elementos de iluminación, vegetación y señalización.

Mercado "Adolfo López Mateos", que es la principal central de abastos en Morelos; y el segundo, es la presencia de varias terminales de autobuses en el centro de Cuernavaca.

Por otro lado, se creó la Ecozona en el Centro Histórico de Cuernavaca, con el objetivo principal de mejorar la calidad del aire en la zona y proteger la salud de la población. En ella se espera implementar acciones como:

- Limitar el flujo de vehículos en la zona y dar prioridad a los modos de transporte no motorizados y al transporte colectivo.
- Reordenar y modernizar el transporte público para que se convierta en una opción digna, eficiente y no contaminante de movilidad.
- Reparar y ensanchar las banquetas, crear corredores peatonales y la señalización adecuada.
- Para el transporte de insumos a comercios de la Ecozona, solo permitir el ingreso de vehículos pequeños, de combustible alterno (distinto a gasolina y diésel) o de tecnología limpia (tecnologías híbridas y eléctricas).

Como paso inicial para limitar el flujo de vehículos en la EcoZona se pretende realizar de forma más estricta la vigilancia de la verificación vehicular. También se pretende incentivar contar con más EcoZonas en el Estado como por ejemplo en Cuautla, Jojutla, incluso Tequesquitengo y los pueblos mágicos como Tepoztlán.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X		X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Establecer como prioridad en el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 el desarrollo orientado al transporte, y los lineamientos que tendrán que seguir el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable del Estado de Morelos 2019-2024, así como los PIMUS de las tres zonas metropolitanas (Cuernavaca, Cuautla y Jojutla) por ejemplo, los sistemas integrados de transporte. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Documento con el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024	X	X								
Acción 2 Crear la estructura intersecretarial para planear el DOT en el Estado y en las zonas metropolitanas. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Estructura Intersecretarial desarrollada		X	X							
Acción 3 Diseñar el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable del Estado 2019-2024 que articule las tres zonas metropolitanas. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Documento con el Plan Maestro de Movilidad del Estado 2019-2024		X								
Acción 4 Implementar el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable del Estado 2019-2024 que articule las tres zonas metropolitanas.	Plan Maestro de Movilidad del Estado 2019-2024, que articule las tres zonas			X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS	metropolitanas, implementado.										
Acción 5 Revisar y actualizar el PIMUS 2016 de la ZM de Cuernavaca y reactivar su implementación, incluyendo el desarrollo del BRT. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Documento con la Revisión del PIMUS 2016 para la ZM de Cuernavaca		X	X							
Acción 6 Evaluar la exposición personal a contaminantes atmosféricos al implementar las distintas fases del sistema BRT en la ZM de Cuernavaca para medir su impacto con respecto a la línea base ya generada. **Responsable: SDS**	Resultados del muestreo de la exposición personal en la ZM de Cuernavaca			X		X		X		X	
Acción 7 Diseñar el PIMUS de la ZM de Cuautla. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Documento con la Revisión del PIMUS 2016 para la ZM de Cuautla		X								
Acción 8 Implementar el PIMUS de la ZM de Cuautla. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Resultados del muestreo de la exposición personal en la ZM de Cuautla			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Diseñar el PIMUS de la ZM de Jojutla. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Documento con la Revisión del PIMUS 2016 para la ZM de Jojutla.		X								
Acción 10 Implementar el PIMUS de la ZM de Jojutla. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos y SDS**	Resultados del muestreo de la exposición personal en la ZM de Jojutla.			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 11 Restringir gradualmente el acceso a los vehículos más contaminantes e incrementar el número de calles peatonales en la Ecozona de Cuernavaca. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Número de calles peatonales incrementadas y/o Número de vehículos sin acceso a la EcoZona		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12 Evaluar la exposición personal a contaminantes atmosféricos al implementar las medidas que se implementen de forma gradual en la EcoZona de Cuernavaca para medir su impacto con respecto a la línea base ya generada. **Responsable: SDS**	Resultado del muestreo de exposición personal en la EcoZona Cuernavaca			X		X		X		X	
Acción 13 Promover la creación de nuevas Ecozonas en el Estado **Responsable: SDS**	Promoción realizada		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 14 Evaluar mediante un estudio la funcionalidad del mercado "Adolfo López Mateos" en términos de productos a ofrecer, horarios de entrega de	Estudio de funcionalidad del mercado "Adolfo López Mateos"		X								

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
mercancía, medios de transporte para llegar al mercado, entre otros. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**											
Acción 15 Realizar los cambios en el Mercado "Adolfo López Mateos" según los resultados de la evaluación. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Implementar de los cambios según estudio del mercado			X	X						
Acción 16 Evaluar mediante un estudio la funcionalidad de las terminales de autobuses distribuidas en el centro de Cuernavaca. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Estudio de funcionalidad de la Central de Autobuses de Cuernavaca.		X								
Acción 17 Realizar los cambios según los resultados de la evaluación de las terminales de autobuses. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Numero de cambios implementados con base en el estudio de la Central de Autobuses			X	X						
Acción 18 Diseñar el sistema de ciclovías de las zonas metropolitanas (Cuautla, Cuernavaca y Jojutla) y de las zonas rurales del estado de Morelos. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Documento con el diseño del sistema de ciclovías de las zonas metropolitanas		X								
Acción 19 Implementar el sistema de ciclovías de las zonas metropolitanas (Cuautla, Cuernavaca y Jojutla) y de las zonas rurales del estado de Morelos. **Responsable: Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos**	Sistema de ciclovías implementado (kilómetros)			X	X	X	X	X			

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de viajes realizados en transporte público, peatonal y transporte no motorizado			X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Movilidad y Transporte del estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)
Iniciativa 2	Consejería Jurídica del estado de Morelos(CJ)
Instancia 3	Poder Ejecutivo del estado de Morelos

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costo total
Elaboración e implementación del Programa de movilidad urbana sustentable en las tres Zonas Metropolitanas de Morelos	$2,000,000*

* Costos aproximados que incluyen consultoría de alineación y estimación de emisiones anuales, no incluye la implementación de los PIMUS.

ESTRATEGIA 3. REDUCCIÓN DE EMISIONES EN FUENTES DE ÁREA

Medida 3.1. Diseño e implementación del programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón como combustible en los hogares

Objetivo:

Reducir el uso de leña y carbón como combustible doméstico en el Estado.

Justificación:

La exposición continua al humo generado por la quema de leña y carbón puede causar daños a la salud. Quemar en un fogón abierto dentro de una vivienda resulta particularmente nocivo, ya que el humo que se queda "atrapado" en el interior del hogar puede alcanzar concentraciones peligrosas de contaminantes. La OMS estimó que, en el mundo, en 2012, la contaminación del aire de interiores causada principalmente por el uso de estufas de carbón, leña y biomasa, tuvo que ver con 4.3 millones de muertes. Los contaminantes que se emiten por esta fuente son: PM_{10} y $PM_{2.5}$, monóxido de carbono (CO), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y compuestos orgánicos volátiles (COV), algunos de los cuales pueden causar cáncer (Capítulo 4).

La Encuesta Intercensal 2015 de INEGI indica que el 10.7% de las viviendas en el estado de Morelos utilizan leña o carbón como combustible para cocinar.

De acuerdo al Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos, la combustión doméstica de leña contribuyó de manera importante a las emisiones de partículas PM_{10} y $PM_{2.5}$, CO y COV (26, 38, 16 y 23 %, respectivamente). Sin embargo, la estimación en el consumo de leña y carbón en la Entidad se realizó con información a nivel regional reportada cada año por SENER en el Balance Nacional de Energía. Por lo anterior, se recomienda realizar un estudio específico para mejorar la estimación del consumo de leña y carbón en Morelos y, por tanto, mejorar la estimación de emisiones.

La prospectiva de SENER 2015-2030 indica que se reducirá el uso de leña en los próximos años. Como parte de ello SEDESOL y SENER firmaron un convenio para impulsar la sustitución de leña y carbón por gas licuado de petróleo en zonas vulnerables del país.

Esta medida está enmarcada en la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREEDD+) que coordina CONAFOR; en el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018; así como en el Convenio para impulsar la sustitución de leña y carbón por gas licuado en zonas marginadas entre SEDESOL y SENER; y con la Red Mexicana de Bioenergía con la Alianza Mundial para Estufas Limpias.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X	X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Realizar un estudio para determinar el consumo por vivienda de leña y carbón como combustible en las distintas regiones del estado de Morelos. **Responsable: SDS**	Resultados del estudio que indiquen el consumo de leña y carbón en las distintas regiones del estado		X	X							

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 2 Realizar un estudio en el Estado de factibilidad económica y social de las alternativas tecnológicas con las cuales reducir o sustituir el consumo de leña y carbón en las distintas regiones del estado. **Responsable: SDS**	Resultados del estudio que indiquen las alternativas tecnológicas más viables para reducir el consumo de leña y carbón en las distintas regiones del estado.		X	X							
Acción 3 Elaborar un programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón basado en los estudios de las acciones 1 y 2. **Responsable: SDS**	Documento con el Programa		X	X							
Acción 4 Implementar un programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón basado en los estudios de las acciones 1 y 2. **Responsable: SDS**	Reporte de programa implementado			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Concientizar a la población a través de una campaña de sensibilización que integre radio, televisión y redes sociales, sobre los riesgos a la salud por el uso de leña y carbón, y los beneficios de otras opciones de generación de energía en los hogares. **Responsable: SDS**	Porcentaje de la población con un cambio de hábito de uso de leña Porcentaje de la población con uso de equipo para un mejor quemado de leña.*		X	X	X	X	X	X	X	X	X

*Incluir preguntas como parte de la encuesta de percepción general que deberá ser parte de la medida 5.1.

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de emisiones por consumo de leña y carbón en el Estado		10%	20%	30%	40%	50%	50%	50%	50%	50%

Responsable de la medida e instancias participantes: agregue

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Ayuntamientos municipales
Instancia 2	Secretaría de Desarrollo Social del estado de Morelos
Instancia 3	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU)
Instancia 4	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
Instancia 5	Áreas responsables de comunicación de las secretarías involucradas
Instancia 6	UAEM-Estancias y IMTA-Ecotecnias con apoyo de los estudiantes.
Instancia 7	Secretaría de salud
Instancia 8	Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos por acción
Acción 1	Costo promedio para el Estudio incluyendo encuestas $800,000 MN*
Acción 2	Costo promedio para el Estudio de factibilidad. $400,000*
Acción 3 y 4	Gasto corriente de Gobierno del Estado
Acción 5	Costo promedio campaña de sensibilización $800,000 MN *

* Costos promedios de consultor

Medida 3.2. Diseño e implementación de un plan de acción para reducir las quemas agrícolas a través de la cosecha en verde y, la recolección y uso de residuos en los campos de cultivo

Objetivo:

Reducir la emisión de contaminantes al aire generada por la quema de residuos agrícolas en el Estado.

Justificación:

La quema agrícola es una práctica común en México para eliminar residuos de cosechas de caña de azúcar, maíz, frijol, trigo, arroz, entre otros. También se queman ramas y malezas en huertos de árboles frutales, nogales y viñedos, así como estiércol de aves y ganado.

La práctica de "tumba, roza y quema" se ha utilizado tradicionalmente en México en los campos agrícolas para incorporar algunos nutrientes de manera rápida al suelo, deshacerse de la mala hierba y matar plagas. Sin embargo, se trata de una práctica muy contaminante, y muchas veces el fuego se puede salir de control y provocar grandes incendios. Además, el uso del fuego para la preparación del terreno agrícola tiene consecuencias como la erosión del suelo, la pérdida de nutrientes y la reducción de la productividad (CCA, 2014).

La NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario, con el propósito de prevenir y disminuir los incendios forestales (DOF, 2009b). Entre ellas refiere que, para realizar una quema, se deberá presentar un Aviso de Uso del Fuego a la autoridad municipal, entregando una copia a la autoridad agraria correspondiente. La vigilancia de esta Norma corresponde a la PROFEPA y a la SAGARPA, así como a los gobiernos de los estados y a las autoridades municipales en el ámbito de sus respectivas competencias.

En el estado de Morelos la agricultura es una actividad esencial para la economía del Estado ya que el 37.5% de la superficie estatal es agrícola (SEMARNAT-CONAFOR, 2014). Las actividades agrícolas generan una gran cantidad de residuos orgánicos (1.18 millones de toneladas (SDS, 2017)), sobre todo los derivados de la caña de azúcar, el maíz y el sorgo.

La actividad agrícola en la entidad es una fuente importante de contaminación del suelo y aire. De acuerdo al Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos, las quemas agrícolas contribuyen con el 11% y 16% de las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente, con el 2% de las emisiones de SO_2 y el 5% de las emisiones de CO. Ya que la estimación de las emisiones se realizó a partir de un porcentaje de residuos generados y quemados por tipo de cultivo promedio a nivel nacional, el fortalecer el mecanismo del Aviso de Uso de Fuego permitirá obtener información local que contribuirá a mejorar dicha estimación.

De acuerdo al Programa Integral Mejora a la Producción de Caña de Azúcar, que emprendió el Gobierno del Estado de Morelos con la SAGARPA, la producción de caña de azúcar es el cultivo agrícola más importante en la entidad, genera más de 70 mil empleos directos e indirectos, y a ella se dedican más de 10,400 productores. El rendimiento en el Estado es de 120 toneladas de azúcar producida por hectárea de caña cultivada y es el primer lugar nacional en rendimiento en fábrica con 141.34 KARBE (kilogramos de azúcar recuperable base estándar).

Para reducir las emisiones, se requiere fomentar un cambio en los hábitos tradicionales de los productores para el manejo y disposición de los residuos agrícolas. Esto, a través del acceso y la implementación de técnicas alternativas para la conservación, mejoramiento del suelo y el aprovechamiento de los residuos

en otras actividades, que adicionalmente les puedan generar otros ingresos; como las denominadas Prácticas de Agricultura de Conservación "PAC".

La Agricultura de Conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo, especialmente con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estas prácticas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo.

Datos de SEDAGRO reportan que el 25% de la superficie de cultivo de caña en la entidad está mecanizada y en ellas se utiliza la práctica de cosecha en verde lo que evita la quema. Por otra parte, existen 10,000 ha con labranza de conservación en la entidad.

Esta medida es transversal con la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+), así como con el Programa de Modernización de Maquinaria y Equipo de la SAGARPA.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X	X	X	X	X

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Realizar un diagnóstico de la situación agrícola en la entidad (topografía y condiciones del terreno, clima, nivel tecnológico, disponibilidad económica, contexto social, etc.) y de factibilidad de aplicación de distintas PAC y de cosecha en verde en el caso de la caña de azúcar. **Responsable: INIFAP**	Reporte con el diagnóstico de la situación actual		X	X							
Acción 2 Desarrollar un plan de acción para reducir la quema agrícola en colaboración con productores, organizaciones de campesinos, ingenios cañeros, investigadores, gobierno en sus tres órdenes, entre otros. **Responsable: SEDAGRO**	Plan de acción desarrollado		X	X							
Acción 3 Concientizar al sector agrícola de los beneficios que derivan de sustituir la práctica de quema de residuos agrícolas. **Responsable: SEDAGRO**	Talleres impartidos al sector agrícola		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Firmar un convenio para asumir compromisos por la recolección y uso de residuos agrícolas, la cosecha en verde y la labranza de conservación (PAC). **Responsable: SEDAGRO**	Convenio firmado con compromisos asumidos revisar contra acción 4.		X	X							
Acción 5 Implementar el plan de acción que busque el cambio de las técnicas tradicionales de manejo y disposición de residuos agrícolas hacia prácticas recomendables (labranza de conservación y aprovechamiento de	Plan de acción implementado		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
residuos agrícolas) mediante capacitación, apoyo técnico y financiamiento. **Responsable: SAGARPA**											
Acción 6 Buscar fondos a través de SAGARPA, Gobierno del Estado, entre otros, para la compra de maquinaria e implementación de PAC. **Responsable: Agricultores y H. Municipios**	Monto de fondos adquiridos		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Fortalecer el mecanismo en los municipios del aviso de las quemas agrícolas por parte de los campesinos. **Responsable: H. Municipios, SEDAGRO y SAGARPA**	Mecanismo de aviso de quemas fortalecido		X	X							
Acción 8 Realizar el aviso de quemas efectivas, según el mecanismo desarrollado. **Responsable: Agricultores, dueños de las tierras.**	Cantidad anual de avisos de quemas reportados superficie equivalente de quemas		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Regular a través de una norma, reglamento u otro instrumento, la gestión integral de los residuos agrícolas, así como la prevención y control de la contaminación generada por su manejo inadecuado. **Responsable: SDS-SEDAGRO**	Instrumento jurídico desarrollado para regular la gestión integral de los residuos agrícolas.			X	X						
Acción 10 Vigilar el cumplimiento del instrumento jurídico desarrollado para regular la gestión de los residuos agrícolas. **Responsable: PROPAEM y los municipios.**	Inspecciones realizadas					X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de emisiones a la atmósfera generada por la quema de residuos agrícolas en el Estado		20%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable del Estado de Morelos
Instancia 2	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
Instancia 3	Productores cañeros en el Estado
Instancia 4	Organizaciones de campesinos
Instancia 5	Productores agrícolas en el estado
Instancia 6	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos
Instancia 7	Ayuntamientos

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos por acción
Acción 1	Costo promedio de consultoría para realizar el diagnóstico en el Estado $300,000 MN
Acción 2	Costo promedio de consultoría para realizar el plan de acción $200,000 MN
Acción 3	Costo promedio anual para llevar a cabo las reuniones $150,000 MN
Acción 5	Costo promedio anual para la capacitación, más el apoyo de personal de la SAGARPA para tal fin $200,000 MN
Acción 6	El costo varía de acuerdo al equipo que se requiera.
Acción 9	Costo promedio de consultoría para la realización de la norma estatal $200,000 MN

Medida 3.3. Fortalecimiento de las actividades preventivas en el combate de incendios forestales provocados por actividades humanas

Objetivo:

Reducir el número de incendios forestales y superficie afectada en el estado de Morelos.

Justificación:

El fuego desempeña un rol importante dentro del ciclo vital de los ecosistemas forestales, sin embargo, frecuentemente se convierte en un problema debido a la intervención humana: en México aproximadamente el 98% de los incendios son causados por actividades humanas (SEMARNAT-CONAFOR, 2013).

Los incendios forestales generan efectos ambientales adversos, como las emisiones a la atmósfera de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero, la erosión del suelo y el desplazamiento de la fauna. Aunque los incendios forestales no aparecen como fuente prioritaria en el Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos, los episodios de alta concentración de partículas registrados en la estación de monitoreo de Cuernavaca en 2016, que superaron la NOM-025-SSA1-2014 con posible afectación a la salud de la población, se relacionaron con la presencia de incendios forestales (ver Capítulo 2).

En México desde hace décadas se ha venido desarrollando una estrategia general de prevención y control de incendios forestales, sistematizada a través del Programa Nacional de Prevención de Incendios Forestales (PNPIF), y en cuya aplicación participan instituciones de los tres órdenes de gobierno, organismos civiles y voluntarios.

En Morelos, este programa es operado por la CONAFOR a través del grupo directivo (GD) en coordinación con diversas dependencias del gobierno federal, estatal y municipal, dueños y poseedores de terrenos forestales a través de las asociaciones de silvicultores, prestadores de servicios técnicos forestales y organismos no gubernamentales. El Comité de Prevención y Combate de Incendios Forestales da seguimiento al Programa a través del grupo técnico operativo (GTO).

El Estado cuenta con el Equipo Estatal de Manejo de Incidentes (EEMI), que es un grupo de personas capacitadas, con experiencia y organizadas que trabajan bajo la estructura del Sistema de Manejo de Incidentes (SMI) para ser eficientes y seguras las operaciones de respuesta, coordinación y mando en la atención de incidentes naturales o de origen humano para proteger la vida y recursos valiosos.

A pesar de la mejora continua del PNPIF, para reducir los incendios forestales y sus impactos negativos al ambiente, se propone fortalecerlo en el estado de Morelos, reforzando las acciones preventivas como la capacitación de los dueños y poseedores de la tierra, la elaboración de brechas cortafuego, la entrega de Avisos de Uso de Fuego referidos en la medida 3.2 y la contratación de mayor personal. Los brigadistas con que actualmente se cuenta no son suficientes para desarrollar dichas labores de forma oportuna.

La NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario, con el propósito de prevenir y disminuir los incendios forestales (DOF, 2009b).

De acuerdo al Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos, en ese año se presentaron un total de 108 incendios, con una afectación de 930.55 ha.

Esta medida es transversal con el PNPIF que opera la CONAFOR y con la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X	X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Capacitar a los dueños y poseedores de la tierra en actividades de prevención de incendios forestales como la elaboración de brechas corta fuego y la entrega del Aviso de Uso del Fuego. **Responsable: SDS y SEDAGRO**	Capacitaciones realizadas.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Contratar a un total de 80 brigadistas eventuales de diciembre a junio de cada año para asegurar la ejecución de las labores preventivas. **Responsable: Grupo directivo**	Brigadistas eventuales contratados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Adquirir uniformes, equipo de protección y de trabajo para 50 brigadistas eventuales. **Responsable: Grupo directivo**	Uniformes, equipo de protección y de trabajo adquiridos		X		X		X		X		X
Acción 4 Adquirir 5 vehículos de tres y media toneladas adaptadas para los incendios (bancas y depósito de agua) para transportar a los brigadistas. **Responsable: Grupo directivo**	Vehículos adquiridos		X				X				
Acción 5 Elaboración de 300 km de brechas corta fuego en los meses de diciembre a junio. **Responsable: Grupo técnico operativo y dueños y poseedores de la tierra.**	Kilómetros de brechas cortafuego elaboradas		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Monitorear y registrar los incendios forestales y las medidas adoptadas para controlarlos. **Responsable: Grupo técnico operativo**	Documento con el registro de los incendios y las actividades preventivas implementadas.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción de incendios respecto a 2016		20%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%	80%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable y Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	CONAFOR
Instancia 2	SEMARNAT Delegación estatal
Instancia 3	Consejo Forestal del Estado de Morelos
Instancia 4	SAGARPA
Instancia 5	Coordinación Estatal de Protección Civil
Instancia 6	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Instancia 7	SEDENA
Instancia 8	SCT
instancia 9	PGR
Instancia 10	Consejo Estatal de Seguridad Pública (CESP)
Instancia 11	Municipios
Instancia 12	Instituto de Desarrollo y Fortalecimiento Municipal del Estado de Morelos (IDEFOMM)

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costos totales
Fortalecimiento de las actividades preventivas en el combate de incendios forestales provocados por actividades humanas	Actualmente el presupuesto anual para este rubro es de 3.2 millones de pesos, tendría que aumentar a 5 millones de pesos. Adicionalmente se requerirían 4 millones de pesos para la compra de los vehículos y los uniformes.

Medida 3.4. Regulación de actividades generadoras de emisiones a la atmósfera como: bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras y alfareras

Objetivo:

Regular en el estado de Morelos las actividades que generan emisiones a la atmósfera y que actualmente no se tienen registros para la evaluación de sus emisiones.

Justificación:

En el estado de Morelos se realizan distintas actividades productivas que generan emisiones a la atmósfera y de las cuales no se cuenta con información para poder ser evaluadas, cuantificadas y en su caso reguladas por la autoridad competente. Esta información incluye el número y localización de los establecimientos, su capacidad de producción, el tipo de combustible utilizado en sus procesos productivos, y las actividades dentro de su proceso que están generando emisiones.

De acuerdo al Servicio Geológico Mexicano, el estado de Morelos tiene una actividad importante de bancos de explotación de materiales pétreos y carbonato de calcio (SE-SGM, 2014).

Por otro lado, son conocidas zonas en el Estado donde se realizan actividades como la alfarería en el municipio de Tlayacapan, la presencia de ladrilleras en Cuautla, Yecapixtla y Atlatlahucan, yeseras en el municipio de Axochiapan, y las asfalteras en las zonas metropolitanas principalmente. Estas generan emisiones a la atmósfera que podrían impactar de manera negativa la calidad del aire y la salud de la población aledaña. Se requiere de actualizar la regulación vigente en la materia en el Estado.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X	X	X	X	X	

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Actualizar la regulación para las actividades de bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras y alfareras (como parte de la medida 6.1). **Responsable: SDS y municipios**	Regulación actualizada		X								
Acción 2 Elaborar y actualizar un padrón de actividades: bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras y alfareras. **Responsable: SDS**	Padrón realizado por tipo de fuente emisora		X		X			X			X
Acción 3 Levantar encuestas para determinar el dato de actividad específico por tipo de fuente. **Responsable: SDS**	Dato de actividad por tipo de fuente emisora		X		X			X			X
Acción 4 Calcular las emisiones para este tipo de fuentes. **Responsable: SDS**	Inventario actualizado		X		X			X			X
Acción 5 Promover que este tipo de establecimientos obtengan su licencia ambiental ante la SDS. **Responsable: SDS**	Licencias ambientales autorizadas			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Elaborar programas específicos por tipo de fuente para la promoción de buenas prácticas de operación. **Responsable: SDS**	Programas de buenas prácticas elaborado		X	X	X						
Acción 7 Establecer reglas de operación en coordinación con el Gobierno Federal para evitar los sistemas de extracción de minerales metálicos que generan emisiones a la atmósfera, como por ejemplo, la minería a cielo abierto. **Responsable: SDS**	Convenio de colaboración con el gobierno federal firmado		X	X							
Acción 8 Asegurar a través de visitas de inspección y vigilancia la operación correcta de las diferentes fuentes incluidas en la presente medida. **Responsable: PROPAEM**	Visitas realizadas			X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de establecimientos de las distintas actividades con licencia ambiental			20%	40%	60%	80%	80%	80%	80%	80%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	PROPAEM
Instancia 2	Alfareros
Instancia 3	Ladrilleros

Instancia 4	Asfalteros
Instancia 5	Explotadores de materiales no metálicos.
Instancia 6	SEMARNAT
Instancia 7	PROFEPA
Instancia 8	Municipios

Costos estimados:

Acción	Costos por acción
Acción 1	Costo promedio de consultoría para realizar los padrones de las fuentes de emisoras en cuestión $200,000 MN por tipo de fuente.
Acción 2	Costo promedio de consultoría para realizar las encuestas para determinar el dato de actividad $100,000 MN por tipo de fuente
Acción 3	Costo promedio de consultoría para realizar la actualización del inventario por tipo de fuente $50,000 MN
Acción 5	Costo promedio de consultoría para realizar el programa de buenas prácticas por tipo de fuente $200,000 MN
Acción 4,6 y 7	Gasto corriente del Gobierno del Estado.

Medida 3.5. Conservación de las áreas forestales y verdes urbanas en el estado de Morelos

Objetivo:

Frenar el cambio de uso de suelo para reducir el área de suelo descubierta susceptible de erosión eólica en el estado de Morelos.

Justificación:

Las áreas verdes que tienen secciones de suelo descubierto, expuesto o desnudo, así como zonas agrícolas o forestales, donde se han iniciado procesos de erosión, pueden contribuir a deteriorar la calidad del aire, debido a la generación de emisiones de partículas. Por otra parte, las áreas verdes urbanas juegan un papel relevante como barreras en el transporte de partículas suspendidas, en la regulación de la temperatura (microclimas), entre los muchos beneficios en términos de calidad de vida.

Para prevenir estos eventos, es necesario tomar medidas que ayuden a conservar y ampliar las áreas verdes, así como a recuperar los suelos erosionados.

De acuerdo al POEREM el 20% de la superficie total de la entidad no presenta erosión. El resto de la superficie tiene erosión en cierto grado, lo que se asocia principalmente con las actividades humanas derivadas del cambio del uso de suelo y, en especial, con el cambio de uso de suelo forestal ilegal, buscando ampliar las zonas agrícolas y de pastoreo, así como el establecimiento de asentamientos irregulares.

En este sentido, en 2014, en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM) se asignó al 49% de la superficie estatal una política de restauración, preservación o protección por su alto valor ecológico con la finalidad de reducir el cambio de uso de suelo. De esta superficie, 27% ya está decretada como área natural protegida.

En el Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos, se reporta que la erosión eólica en el Estado contribuye con el 16.2 y 5.5% de las emisiones de PM_{10} y $PM_{2.5}$, respectivamente.

Actualmente la Comisión Estatal de Biodiversidad Estado de Morelos (COESBIO), lleva a cabo tres programas (1) Establecimiento de cercos vivos en terrenos agrícolas y pecuarios, (2) Reforestaciones urbanas y (3) Reforestación en zonas de uso de suelo preferentemente forestal.

Con el programa de establecimiento de cercos vivos se busca incrementar la riqueza de especies de plantas nativas en los paisajes agropecuarios, favorecer la conectividad en el ecosistema y disminuir la presión sobre los recursos naturales que se encuentran en bosques primarios y secundarios. Además, los productos generados por los árboles plantados en los linderos constituirán un complemento a la alimentación de los beneficiarios al considerar especies comestibles. En 2017 el establecimiento de cercos vivos se realizó en 22 municipios del estado y se plantaron 77,608 árboles de 63 especies nativas.

Con la arborización en zonas urbanas se promueve el embellecimiento del paisaje, y con ello se recuperan espacios públicos como parques, unidades deportivas, avenidas, plazas y camellones, para promover el desarrollo de actividades físicas, deportivas, culturales, recreativas y de esparcimiento en la población, y así como mejoran la calidad de vida de la población. En cuanto a estas reforestaciones urbanas en 2017 se entregaron 14,453 plantas de 58 especies en 33 municipios del estado.

Para reforestaciones en suelo preferentemente forestal en 2017 se entregaron 59,594 plantas de 42 especies en 7 municipios del estado.

Contaminantes a reducir mediante la implementación de esta medida:

PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	NH_3
X	X					

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Fortalecer la vinculación del POEREM con los programas normativos y de inversión de los sectores asentamientos humanos y agropecuario. **Responsable: COESBIO**	POEREM vinculado con los Programas Municipales de Desarrollo Urbano y con los Programas de Desarrollo Rural y Agropecuario	X	X								
Acción 2 Fortalecer el programa de reforestación en zonas de uso de suelo preferentemente forestal en el Estado. **Responsable: COESBIO**	Árboles plantados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Fortalecer el programa de reforestaciones urbanas en el Estado. **Responsable: COESBIO**	Árboles plantados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Promover la agricultura periurbana. **Responsable: COESBIO**	Metros cuadrados de agricultura periurbana realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Generar la línea base de área verde por habitante en las zonas metropolitanas del Estado y evaluar cada cuatro años. **Responsable: COESBIO**	Metros cuadrados de área verde por habitante promedio en cada zona metropolitana		X				X				X
Acción 6 Fortalecer el programa de establecimiento de cercos vivos en terrenos agrícolas y pecuarios. **Responsable: COESBIO**	Árboles plantados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7	Personal contratado		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Fortalecer con mayor personal a la Dirección General de Áreas Naturales Protegidas de la SDS (8 personas) **Responsable: SDS**											
Acción 8 Fortalecer con mayor personal a la Dirección General de Ordenamiento Ecológico de la COESBIO (3 personas) **Responsable: COESBIO**	Personal contratado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Fortalecer con mayor personal a la Dirección de Mejoramiento Ecosistémico de la COESBIO responsable de los viveros (2 técnicos y 13 peones) **Responsable: COESBIO**	Personal contratado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 10 Fortalecer la vigilancia de las áreas forestales para evitar el cambio de uso de suelo ilegal **Responsable: PROFEPA**	Recorridos de vigilancia en zonas forestales del Estado.		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de reducción anual de la superficie de suelo descubierto, expuesto o desnudo		5%	7.5%	10%	12.5%	15%	17.5%	20%	22.5%	25%

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Comisión Estatal de Biodiversidad Estado de Morelos (COESBIO)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)
Instancia 2	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
Instancia 3	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)
Instancia 4	Municipios
Instancia 5	PROFEPA
Instancia 6	CONANP

Costos estimados:

El costo de esta medida está dado por el gasto corriente del Gobierno del Estado y por las instituciones participantes.

ESTRATEGIA 4. PROTECCIÓN A LA SALUD

Medida 4.1. Estimación de la carga de mortalidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 en el estado de Morelos

Objetivo:

Estimar la carga de mortalidad anual en Morelos atribuible a la contaminación atmosférica por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3, y los costos en salud.

Justificación:

En México, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) realizó un estudio para estimar los impactos en salud y económicos debido a la contaminación atmosférica en 12 zonas metropolitanas del Sistema Urbano Nacional en los años 2013 y 2015. Se estimaron 18,889 muertes evitables en 2013 y 19,087, en 2015; con un costo estimado de estos eventos de 392,524 y 396,639 millones de pesos respectivamente (Riojas-Rodríguez et al 2017).

En Morelos no se ha llevado a cabo un estudio para evaluar el impacto a la salud asociado a la contaminación del aire. Sin embargo, es importante realizarlo ya que existen estudios y mediciones provenientes del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (ver Capítulo 2) que muestran concentraciones de contaminantes, como ozono y partículas, superiores a los que establecen las Normas Oficiales Mexicanas y las guías de calidad del aire de la OMS.

Para realizar una Evaluación de Impactos a la Salud (EIS) se debe contar con información confiable y robusta sobre calidad del aire, población y tasas de mortalidad.

Morelos cuenta con un Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire integrada por cuatro estaciones que miden diversos contaminantes. El fortalecimiento de dicho Sistema en los últimos años y que continuará, permitirá contar con bases de datos de calidad para poder llevar a cabo la EIS.

Además de evaluar los impactos en salud, se podrá estimar el costo social y económico producto de la contaminación del aire en el Estado. La primera EIS que se realice, dará lugar a una línea base que sirva para evaluar el impacto del ProAire. Para ello la EIS deberá realizarse cada 5 años.

Esta medida está enmarcada en el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018; el Programa Sectorial de Salud 2013 – 2018, NOM-156-SEMARNAT-2012 y el ProAire de la Megalópolis 2017-2030 desarrollado por el INECC.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Establecer un convenio de colaboración para estimar la carga de mortalidad anual en Morelos entre la Secretaría de Salud Federal, la Secretaría de Salud de Morelos, el Instituto Nacional de Salud Pública y la Secretaría de Desarrollo Sustentable. **Responsable: SDS, Secretaría de Salud de Morelos, INSP**	Convenio de colaboración	X	X								
Acción 2 Desarrollar un plan de acción para llevar a cabo la estimación de la carga de mortalidad anual en Morelos	Documento con el Plan de acción		X								

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Responsable: SDS, Secretaría de Salud de Morelos, INSP											
Acción 3 Validar el plan de acción **Responsable: SDS, Secretaría de Salud de Morelos, INSP**	Documento plan de acción validado		X								
Acción 4 Capacitar al personal que formará parte del proyecto en materia de impactos en salud por la contaminación atmosférica y en la metodología empleada para evaluar los impactos y los costos en salud. **Responsable: INSP**	Documento con asistencia a la capacitación	X	X		X		X		X		X
Acción 5 Realizar una revisión de estudios que evidencian los impactos en salud por la contaminación del aire y las funciones concentración – respuesta (FCR). **Responsable: INSP**	Documento con la revisión de estudios que evidencian los impactos en salud	X			X			X			X
Acción 6 Definir las zonas geográficas cubiertas (municipios donde se encuentra) por las estaciones de monitoreo existentes. **Responsable: SDS**	Reporte de zonas geográficas cubiertas por las estaciones de monitoreo existentes.	X	X								
Acción 7 Determinar las concentraciones promedio anuales de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 por estación asegurando la suficiencia de datos. **Responsable: SDS**	Base de datos con las concentraciones anuales de partículas y ozono.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Obtener las tasas de mortalidad anual para cada municipio cubierto por alguna de las estaciones de monitoreo en el Estado. **Responsable: Secretaría de Salud de Morelos**	Bases de datos de casos de mortalidad por municipio anual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Seleccionar la función concentración – respuesta a utilizar. **Responsable INSP**	FCR seleccionada		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 10 Realizar la evaluación de la carga de mortalidad anual general por la contaminación atmosférica con respecto a los límites establecidos y su métrica en las NOMs y a los lineamientos de la OMS, así como evaluar los costos en salud. **Responsable: INSP**	Resultados de la evaluación de la carga de mortalidad		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 11 Comunicar los resultados del plan de acción a las autoridades y a la ciudadanía. **Responsable: SDS**	Número de personas y autoridades informadas por diferentes medios de comunicación que publican los resultados (Página web, folletos,		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	alertas de tv, etc. con los resultados)										
Acción 12 Ampliar la evaluación a más municipios conforme se cumpla con la suficiencia de datos en las estaciones existentes y se amplíe el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos. **Responsable: SDS y SS**	Documento con la evaluación de las zonas cubiertas por nuevas estaciones de acuerdo a la ampliación del SIMAEM.		X		X		X		X		X

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Mortalidad evitable por la reducción de las concentraciones de partículas y ozono a lo que establecen las NOM Salud Ambiental y la OMS y, los costos asociados.		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable de estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Servicios de Salud del Estado de Morelos
Instancia 2	Instituto Nacional de Salud Pública
Instancia 3	Secretaría de Salud Federal

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costo total
Estimación de la carga de mortalidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos por PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 en el estado de Morelos	Costo anual del consultor por la evaluación de la carga de mortalidad anual $200,000*

Medida 4.2. Construcción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica específico para monitorear el impacto inmediato de la contaminación atmosférica en la salud humana en el estado de Morelos

Objetivo:

Construir un Sistema de Vigilancia Epidemiológica para monitorear de forma diaria los efectos de PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 en la salud de la población.

Justificación:

La vigilancia epidemiológica es un instrumento trascendente para identificar, medir y analizar los problemas y condiciones de la salud que afectan a la población y con base en esto poder tomar decisiones orientadas a promover la salud, prevenir la enfermedad o en su defecto poder controlar los problemas que ya se hayan presentado.

Para que los controles en salud sean efectivos en la vigilancia epidemiológica, es indispensable contar con un sistema de información mediante el cual los diferentes actores sociales que participan en el proceso puedan identificar con claridad los elementos o aspectos sujetos de vigilancia.

En México existe la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica que establece que a través de SINAVE (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica) se realice la recolección sistemática, continua, oportuna y confiable de información relevante y necesaria sobre las condiciones de salud de la población y sus determinantes. El SINAVE ha enfrentado exitosamente las amenazas de procesos epidémicos, particularmente los brotes de enfermedades transmisibles en la última década.

La actual vigilancia epidemiológica de la Dirección General de Epidemiología (DGE) toma en cuenta la información sobre la cobertura y calidad de los servicios de salud, sobre la vigilancia sanitaria nacional e internacional, sobre los estilos de vida y sobre sus determinantes estructurales[32]. Resulta indispensable contar con un Sistema de Vigilancia epidemiológica específica que reporte el impacto inmediato de la contaminación atmosférica en la salud humana en el Estado, es decir, que identifique la incidencia diaria de enfermedades vinculada con episodios de corta o larga duración de contaminantes atmosféricos como el ozono o partículas suspendidas (PM_{10} y $PM_{2.5}$).

El Estado puso en marcha de forma estratégica 16 centros de salud Centinela[33] y cuenta con 4 estaciones de monitoreo atmosférico.

La medida está enmarcada en el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018; el Programa Sectorial de Salud 2013 – 2018, y la NOM-017-SSA2-2012.

[32] Secretaría de Salud. Programa de Acción Específico 2007-2012. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 1ª ed. México: IEPSA; 2008

[33] Son unidades (médicas) de atención resolutiva que trabajan las 24 horas, los 365 días del año; uno de sus propósitos es brindar atención con servicios integrales, de calidad técnica. Dichas unidades trabajan en coordinación con los hospitales cercanos para referir urgencias médicas más complejas que requieren atención de especialidades, participando el Centro Regulador de Urgencias Médicas dependiente de los SSM y las ambulancias de algunos ayuntamientos en los traslados.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Establecer un convenio de colaboración entre la Secretaría de Salud Federal, la Secretaría de Salud de Morelos, Servicios de Salud, el Instituto Nacional de Salud Pública y la Secretaría de Desarrollo Sustentable para la construcción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica. **Responsable: SDS y Servicios de Salud**	Convenio de colaboración firmado	X	X								
Acción 2 Seleccionar las unidades centinela (unidades médicas) que operen en Cuernavaca en donde se implementará el Sistema de Vigilancia Epidemiológica, como programa piloto. **Responsable: Secretaría de Salud, SDS e INSP**	Reporte de la estación de monitoreo de Cuernavaca y las unidades centinela operadas coordinadamente	X	X								
Acción 3 Seleccionar los eventos de salud asociados a la contaminación atmosférica que se registrarán diariamente y serán evaluados. **Responsable: Secretaria de Salud, SDS e INSP**	Número de eventos de salud asociados a la contaminación atmosférica que se registrarán diariamente	X	X								
Acción 4 Acoplar la base de datos con la información de los eventos en salud de las unidades centinela y de calidad del aire de la estación de Cuernavaca (O_3, PM_{10} y $PM_{2.5}$). **Responsable: Secretaria de Salud, SDS e INSP**	Base de datos acopladas	X	X								
Acción 5 Capacitar al personal que formará parte del proyecto en materia de impactos en salud por la contaminación atmosférica y en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica creado. **Responsable: INSP**	Resultados de evaluación que certifique las habilidades de quien opera el sistema, obtenidas en la capacitación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Realizar el registro diario de los eventos seleccionados en salud en las unidades centinela seleccionadas y de los datos de calidad del aire de la estación de Cuernavaca. **Responsable: Secretaria de Salud y SDS**	Base de datos con los registros diarios	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Realizar la evaluación de los impactos en salud **Responsable: INSP**	Resultados de los impactos en salud		X								
Acción 8 Establecer los niveles de alerta de eventos en salud. **Responsable INSP**	Documento con los niveles de alerta		X								
Acción 9 Comunicar los resultados a las autoridades y a la ciudadanía. **Responsable: Secretaria de Salud y SDS**	Documento con comunicado		X	X							
Acción 10 Realizar un rediseño con los resultados del sistema obtenidos en el programa piloto, para la aplicación en todas las estaciones de monitoreo atmosférico del Estado **Responsable: INSP**	Documento con el rediseño		X	X							

Acciones:		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 11 Implementación del Sistema de Vigilancia Epidemiológica en las 4 estaciones de monitoreo atmosférico del Estado **Responsable: Secretaría de Salud y SDS**	Sistema de vigilancia implementada		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12 Revisión de procedimientos y mecanismos del sistema de vigilancia. **Responsable: Secretaria de Salud y SDS**	Sistema de vigilancia actualizado				X			X			X
Acción 13 Comunicar los resultados a las autoridades **Responsable: Secretaria de Salud y SDS**	Documento con comunicado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 14 Ampliar la implementación del Sistema de Vigilancia Epidemiológica conforme se amplíe el SIMAEM. **Responsable: Secretaría de Salud y SDS**	Resultados de los impactos en salud en las regiones a donde se amplíe la cobertura del Sistema de Vigilancia Epidemiológica					X		X		X	

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de casos diarios por evento de salud relacionado a la calidad del aire	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable de estado de Morelos (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Servicios de Salud del estado de Morelos
Instancia 2	Dirección General de Vigilancia Epidemiológica de la Secretaría de Salud federal
Instancia 3	Instituto Nacional de Salud Pública

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costo total
Diseño Sistema de Vigilancia Epidemiológica para monitorear el impacto en la contaminación atmosférica en la salud humana	$900,000.00*

*Costos por consultor de los programas de acoplamiento y proyecto piloto

ESTRATEGIA 5. COMUNICACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

Medida 5.1. Diseño e implementación de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud en el estado de Morelos

Objetivo general:

Concientizar a la sociedad respecto de la importancia de la calidad del aire en el estado de Morelos y sus impactos en la salud, para lograr una cultura en pro de la calidad del aire.

Justificación:

La contaminación del aire es un problema ambiental que nos concierne a todos - gobierno, sociedad, industria, academia, entre otros dado que nuestras actividades cotidianas, nos hacen corresponsables de la emisión directa e indirecta de contaminantes a la atmósfera. Además, la mala calidad del aire puede tener efectos adversos a la salud. En este sentido, el tema de calidad del aire no puede deslindarse del tema de salud pública, y bajo este enfoque surge la necesidad de acercar el tema a la sociedad.

Ante este reto, el ProAire de Morelos 2018-2027 juega un papel predominante ya que es el principal instrumento de gestión del gobierno federal, estatal y municipal, para reducir y revertir las emisiones a la atmósfera del Estado y con ello alcanzar condiciones de calidad del aire adecuadas para la protección a la salud de los morelenses.

Sin embargo, el éxito de este Programa en gran medida dependerá de los esfuerzos para lograr una sociedad informada y pro activa en el tema. Consciente de ello, en el escenario de acción del ProAire de Morelos estará integrado un componente de comunicación transversal a sus medidas, a fin de promulgar una cultura de prevención y pro acción para mejorar la calidad del aire, en un tenor de corresponsabilidad; es decir, que la sociedad tenga interés de mantenerse informada y a su vez sea actor de cambio.

Para la ejecución de dicha medida es necesario tomar en cuenta los lineamientos de la Estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire y salud del Estado de Morelos 2018- 2027 del Capítulo 5.

Esta medida se sustenta en los siguientes instrumentos jurídicos y programáticos federales: Artículo 4° y 9° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Público Gubernamental, Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA), Programa Sectorial de Medio Ambiente, el proyecto de Norma Oficial Mexicana del Índice Nacional de Calidad del Aire y Salud, y Estrategia Nacional de Calidad del Aire. En el ámbito Estatal, en la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental del Estado de Morelos y el Plan Estatal de Desarrollo 2013- 2018.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Observaciones
Acción 1 Desarrollar encuestas de percepción sobre la calidad del aire en el Estado (muestra conveniente de la población) **Responsable: SDS**	Informe de resultados del análisis cuantitativo de encuesta de percepción sobre la calidad del aire, muestra representativa de la		X		X		X		X		X	Diagnóstico del ProAire Morelos 2018-2027

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Observaciones
	población del estado de Morelos.											
Acción 2 Fortalecer la vinculación y el trabajo coordinado de los miembros del Comité Núcleo del ProAire. **Responsable: SDS**	Documento con el plan de acción anual de las estrategias de vinculación y su cronograma de actividades.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Como actividad inicial se realizó el Taller de Participación Ciudadana que organizado por Centro de Colaboración Cívica.
Acción 3 Desarrollar la biblioteca virtual, donde se publicarán los últimos estudios, investigaciones y avances en materia de calidad de aire y salud en el Estado de Morelos. **Responsable: SDS**	Activación de la Biblioteca Digital apartado de calidad del aire del sitio web de la SDS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Acción 4 Diseñar y actualizar los lineamientos de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud con base en los resultados de las encuestas, entre otros. **Responsable: SDS**	Documento con el Plan estratégico de la Estrategia de comunicación (Brief),	X	X		X		X		X		X	
Acción 5 Instrumentar las acciones de difusión de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud a través de actores clave: secretarías, programas de educación ambiental, centros de salud y deportivos, vinculación con ONGs, grupos juveniles y con asociaciones de productores agrícolas "núcleos agrarios" **Responsable: SDS**	Bitácora de la instrumentación de las acciones de difusión de la Estrategia.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Acción 6 Planear y llevar a cabo el Foro Estatal de Calidad del Aire y Salud **Responsable: SDS**	Memoria del Foro Estatal de Calidad del Aire y Salud			X		X		X		X		
Acción 7 Diseñar las herramientas de comunicación del índice de calidad del aire y salud, apegado a los lineamientos federales y al sistema de alerta de salud y calidad del aire: sitio web, aplicaciones móviles, sistema de pantallas y banderines en sitos estratégicos. **Responsable: SDS**	Documento con las herramientas de difusión del índice de calidad del aire y salud.	X			X			X				

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Observaciones
Acción 8 Instrumentar las herramientas de comunicación del índice de calidad del aire y salud, apegado a los lineamientos federales y al sistema de alerta de salud y calidad del aire: sitio web, aplicaciones móviles, sistema de pantallas y banderines en sitos estratégicos. **Responsable: SDS**	Herramientas de difusión del índice de calidad del aire y salud instrumentada.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Acción 9 Diseñar y actualizar los materiales de difusión impresos y digitales (carteles, folletos, etc.). **Responsable: SDS**	Contar con los materiales de difusión.	X			X			X				
Acción 10 Repartir los materiales de difusión impresos y digitales (carteles, folletos, etc.). **Responsable: SDS**	Materiales de difusión impresos y digitales (carteles, folletos, etc.) repartidos.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Acción 11 Instrumentar talleres informativos y de sensibilización con los medios de comunicación (editores, periodistas y reporteros). **Responsable: SDS**	Memorias de los talleres informativos y de sensibilización con los medios masivos de comunicación.	X	X	X	X	X	X	x	X	X	X	
Acción 12 Implementar encuestas para medir la efectividad de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud y el posicionamiento del ProAire **Responsable: SDS**	Informe de resultados del análisis cuantitativo de encuesta para evaluar la efectividad de la Estrategia de comunicación calidad del aire y salud y el posicionamiento del ProAire.	X			X			X				
Acción 13 Actualizar las siguientes acciones de comunicación que implementará la Estrategia de comunicación calidad del aire y salud en el Estado de Morelos a partir de resultados de las encuestas. **Responsable: SDS**	Documento con el Plan estratégico de la estrategia de comunicación actualizado.		X			X			X			

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Informe de resultados de las metodologías de análisis de opinión que se proponen, los cuales permitirán evaluar: la percepción sobre la calidad del aire en el estado de Morelos, la efectividad de la estrategia de comunicación y la valoración del funcionamiento del ProAire		X		X		X		X		X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable	
Instancias participantes:	
Instancia 1	El Comité Núcleo del ProAire de Morelos
Instancia 2	Secretaría de Salud de Morelos
Instancia 3	Instituto Nacional de Salud Pública
Instancia 4	Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología de Morelos
Instancia 5	Comisión Ambiental de la Megalópolis.
Instancia 6	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Costos estimados:

Nombre de la medida	**Costos por acción**		
Instrumentación de la Estrategia de comunicación calidad del aire y salud en el Estado de Morelos	Servicio de consultoría especializada para el diseño de la Estrategia de comunicación pública en materia de calidad del aire (mensaje rector y líneas de comunicación y diseño de los materiales) Costo aproximado: $120,000.00 MN	Instrumentación de encuestas, el costo depende del alcance de la muestra y la metodología de consulta de opinión (en línea o presencial): Costo aproximado Desde $200,000 hasta $1,000,000.00 MN	Desarrollo de la Estrategia de comunicación: diseño web, aplicaciones digitales, materiales impresos y activaciones, tiempo estimado 10 años, costo aproximado: $2,000,000.00 MN

ESTRATEGIA 6. FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL Y FINANCIAMIENTO

Medida 6.1. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Objetivo:

Elaborar un reglamento estatal en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera que contenga los requerimientos jurídicos para regular las actividades y fuentes de jurisdicción estatal y municipal.

Justificación:

El estado de Morelos ha realizado esfuerzos importantes en materia de calidad del aire. Actualmente cuenta con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (LEEPAEM) y el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para la Prevención y Control de la Contaminación generada por los Vehículos Automotores que Circulan por el Estado de Morelos. Sin embargo, es necesario contar con un marco legal robusto a través de un reglamento estatal integral en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera para regular las actividades, fuentes fijas, fuentes de área y fuentes móviles de jurisdicción estatal y municipal, que le permita dar cumplimiento a las atribuciones otorgadas por la LGEEPA y la LEEPAEM (Capítulos 1, 2 y 3).

Este reglamento deberá contar al menos con los siguientes aspectos:

1. Coordinación, atribuciones y distribución de obligaciones de las distintas instituciones, en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera;
2. Establecer las atribuciones y mecanismos del Estado y municipios para integrar y mantener actualizado el inventario de emisiones a la atmósfera de su jurisdicción;
3. Establecer el procedimiento para autorizar, en materia de atmósfera, a las fuentes fijas, comercios y servicios de competencia estatal y municipal;
4. Obligar el reporte de emisiones y transferencia de contaminantes a través de la Cédula de Operación Anual (COA) estatal a los sectores de jurisdicción estatal y municipal, y detallar los mecanismos para ello;
5. Sustentar la obligación de las fuentes fijas de obtener la Licencia Ambiental ante la Secretaría de Desarrollo Sustentable y las fuentes de área ante los municipios;
6. Incluir los lineamientos para establecer y operar sistemas de verificación de emisiones de automotores en circulación (actualmente contenida en el Reglamento sobre vehículos automotores);
7. Establecer los lineamientos de operación del sistema de monitoreo de la calidad del aire y el mecanismo para remitir a la SEMARNAT los reportes locales de monitoreo atmosférico, a fin de que aquélla los integre al Sistema Nacional de Información Ambiental;
8. Establecer los requisitos y procedimientos para regular las emisiones del transporte público, y en su caso, la suspensión de circulación, en casos graves de contaminación (actualmente contenida en el Reglamento sobre vehículos automotores);
9. Incluir la disposición legal para integrar un Programa de Contingencias Ambientales por contaminación atmosférica y los elementos que este debe contener;

10. Requerir a los responsables de la operación de fuentes fijas de jurisdicción local, el cumplimiento de los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, de conformidad con lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas respectivas;
11. Establecer o en su caso reformar los planes de desarrollo urbano, planes de desarrollo vial y POET para que incluyan criterios de protección a la atmósfera, se promueva el desarrollo orientado al transporte y la conservación de áreas verdes.
12. Elaborar los informes sobre el estado de la calidad del aire en la entidad o municipio correspondiente, que convengan con la Secretaría de Desarrollo Sustentable a través de los acuerdos de coordinación que se celebren;
13. Imponer sanciones y medidas por infracciones a las leyes a través del procedimiento de inspección y vigilancia;
14. Formular y aplicar, con base en las normas oficiales mexicanas que expida la Federación para establecer la calidad ambiental en el territorio estatal, programas de gestión de calidad del aire.
15. Realizar en colaboración con la Secretaría de Salud, la evaluación del impacto en salud por la contaminación atmosférica.

Existen instrumentos de gestión que deberán derivarse de este Reglamento como son:

1. Licencia Ambiental Estatal (el Reglamento incluirá solo los aspectos relativos a las emisiones a la atmósfera que se deberán contemplar para otorgar la Licencia Ambiental Estatal)
2. Cedula de Operación Anual Estatal (COAE) (existe actualmente en el Estado)
3. Registro Estatal de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (REETC)
4. Inventario Estatal de Emisiones a la Atmósfera (el Estado lo ha realizado a través de apoyo de la federación, instituciones de investigación y trabajo de consultoría)
5. Programa de Contingencias Ambientales Atmosféricas (PCAA)
6. Programa de Verificación Vehicular Obligatoria (PVVO) (existe actualmente en el Estado)
7. Programas de gestión de calidad del aire, ProAire (el Estado lo ha realizado a través de apoyo de la federación, instituciones de investigación y trabajo de consultoría).

Derivado de la publicación del Reglamento estatal, se requieren reforzar los reglamentos municipales detallando las fuentes de emisión a regular por parte de los municipios y los procedimientos para ello.

Esta medida es transversal a los reglamentos de la LGEEPA en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, y en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), desarrollados por la SEMARNAT, así como la LEEPAEM.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Elaborar un proyecto de reglamento estatal en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera que integre el actual Reglamento estatal para la Prevención y Control de la Contaminación generada por los Vehículos Automotores que circulan por el estado de Morelos; además de regular las demás fuentes de competencia estatal y municipal. **Responsable: SDS**	Proyecto de Reglamento elaborado		X								
Acción 2	Reglamento publicado			X							

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Publicar el Reglamento estatal en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. **Responsable: Poder Ejecutivo del Estado**											
Acción 3 Realizar un plan de priorización para la instrumentación del Reglamento. **Responsable: SDS**	Plan de priorización elaborado			X							
Acción 4 Revisar y en su caso actualizar los instrumentos con los que actualmente cuenta la entidad en materia de contaminación atmosférica: COA, PVVO, Inventario de emisiones, ProAire. **Responsable: SDS**	Instrumentos revisados y/o actualizados		X	X							
Acción 5 Generar los instrumentos que no existen y que derivan de dicho Reglamento. **Responsable: SDS**	Instrumentos realizados				X	X					
Acción 6 Promover la revisión y actualización de los reglamentos municipales para que detallen las fuentes de emisión a regular por los municipios y los procedimientos para ello. **Responsable: SDS**	Minutas de reuniones con autoridades municipales en las que se promueve la revisión y actualización de los reglamentos.				X	X	X				

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Reglamento publicado			100%							
Instrumentos de gestión de calidad del aire			40%	70%	100%					

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida
Secretaria de Desarrollo Sustentable (SDS)
Instancias participantes:
Instancia 1: Consejería Jurídica
Instancia 2: Poder Ejecutivo del Estado
Instancia 3. Procuraduría de Protección al Ambiente del estado de Morelos (PROPAEM)
Instancia 4. Instancias no gubernamentales e instituciones educativas
Instancia 5. Municipios del estado de Morelos

Costos estimados:

Costo de consultoría por realizar el proyecto del Reglamento: $200,000.00 MN

Medida 6.2. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales

Objetivo:

Elaborar el instrumento que reglamente la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales.

Justificación:

El desempeño ambiental de los productores, empresas u organizaciones empresariales puede mejorarse desarrollando procesos voluntarios de autorregulación ambiental, respetando la legislación y normatividad vigente en la materia y comprometiéndose a cumplir niveles más estrictos de emisión, y lograr metas o beneficios adicionales en materia de protección ambiental.

La auditoría ambiental consiste en un sistema que evalúa los procesos de una empresa respecto al cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería, nacional, estatal y municipal. También promueve la identificación de oportunidades de mejora y la instrumentación de proyectos que reducen la contaminación e incrementan la competitividad.

Como herramienta técnica, identifica las áreas ambientalmente críticas de una instalación empresarial y sus procesos, permitiendo formular soluciones técnicas y de gestión apropiadas. Los pasos básicos de una auditoría son la obtención de información ambiental, la evaluación de ésta y el establecimiento de conclusiones que incluyan la identificación de aspectos que deban ser mejorados. Las auditorías ambientales revisan dos aspectos: el cumplimiento de la ley y la implementación de buenas prácticas ambientales a nivel estatal.

La LGEEPA contempla en su artículo 38 como Instrumentos de la Política Ambiental, a la autorregulación y las auditorías ambientales los cuales son mecanismos para apoyar y reconocer los esfuerzos voluntarios que las empresas llevan a cabo.

De igual forma la LEEPAEM contempla en el Capítulo III Regulación de Obras y Actividades, la Sección 4 en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales, del cual se derivará el reglamento objeto de esta medida y será de observancia general en todo el Estado.

El reglamento debe establecer las reglas de funcionamiento de un Programa de Auditoría Ambiental y Autorregulación en el Estado para las empresas de jurisdicción estatal y municipal.

El Estado creará la diferencia entre la auditoría ambiental de PROFEPA y la de PROPAEM, que tiene que ver con jurisdicción, pero además con una verificación escalonada de todos los organismos en miras de una certificación nacional. Por lo que la certificación estatal puede servir como un primer paso antes de optar por una auditoría ambiental ante la PROFEPA.

Este reglamento deberá contar al menos con los siguientes aspectos, basados en los artículos 50, 51 y 52 de la LEEPAEM:

1. Establecer el Programa Estatal de Autorregulación y Auditoría Ambiental y sus mecanismos.
2. Aprobación y acreditamiento de auditores ambientales.
3. Instrumentos, mecanismos, beneficios, y autoridades del Programa; establecer la diferencia entre una auditoría ambiental de PROPAEM y de la PROFEPA.
4. Ante quienes se acreditarán los auditores y requisitos de los mismos.

5. Proceso para la obtención de un reconocimiento, certificado o estímulo (definiendo el mismo).
6. Guía de seguimiento y cumplimiento ambiental estatal.
7. Medidas de control y de seguridad, qué rubros se evaluarán, cuándo habrá infracciones y sanciones a los distintos involucrados (empresas, establecimientos mercantiles, auditores ambientales), así como las visitas de verificación.

En la PROPAEM se deberá crear un área para poder llevarse a cabo las auditorías ambientales y crear todos los procesos internos y gestiones para su ejecución.

Esta medida tiene sustento jurídico en la LGEEPA a través del reglamento en la materia.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador del cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Elaborar el proyecto de Reglamento estatal en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales. **Responsable: PROPAEM**	Proyecto de Reglamento elaborado	X									
Acción 2 Publicar el Reglamento estatal en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales. **Responsable: Poder Ejecutivo del Estado**	Reglamento publicado	X	X	X							
Acción 3 Elaborar los lineamientos y acreditación de auditores ambientales, y organismos de acreditación de los auditores. **Responsable: PROPAEM**	Lineamientos elaborados	X	X								
Acción 4 Crear el área/dirección en PROPAEM de auditorías ambientales **Responsable: PROPAEM**	Área/dirección de Auditoría Ambiental en la PROPAEM creada	X									
Acción 5 Generar el instrumento en la materia: Programa de Auditorías Ambientales Voluntarias (PAAV) del estado de Morelos **Responsable: PROPAEM**	PAAV generado		X								
Acción 6 Hacer la publicación del Programa (PAAV) en el Periódico Oficial del Estado e invitar a las empresas a sumarse al mismo. **Responsable: Poder Ejecutivo del Estado**	PAAV Publicado			X							

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Reglamento establecido		100%								
Numero de industrias adscritas al PAAV			x	x	x	x	x	X	x	x
Auditores acreditados			x	x	x	x	x	X	x	x

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Consejería Jurídica
Instancia 2	Poder Ejecutivo del Estado
Instancia 3	Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)

Costos estimados:

Gasto corriente del Gobierno del Estado.

Medida 6.3. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos

Objetivo general:

Contar con información válida y suficiente para poder evaluar la calidad del aire en el Estado.

Objetivos específicos:

- Asegurar la operación continua y mejorar el funcionamiento de las estaciones de monitoreo, los equipos de monitoreo y la transmisión de datos a través del mantenimiento preventivo y correctivo, la adquisición de equipos de monitoreo nuevos y refacciones y, la contratación de mayor personal capacitado.
- Garantizar el adecuado manejo de los datos de contaminantes atmosféricos y parámetros meteorológicos para asegurar su confiabilidad y correcta divulgación a través del SINAICA y la página Web de la SDS.
- Integrar un programa de aseguramiento y control de calidad interno.
- Determinar el número y la ubicación de estaciones de monitoreo con el que debe contar el Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos (SIMAEM) y llevar a cabo su ampliación.
- Adquirir una unidad móvil de monitoreo atmosférico.

Justificación:

Esta medida se define en función del trabajo emprendido y la experiencia adquirida por la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos, los requerimientos para el establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire que señala la NOM-156-SEMARNAT-2012 (DOF, 2012), y las atribuciones que tiene la Comisión Ambiental de la Megalópolis en la materia o que se podrían detonar en el futuro como resultado de la gestión ambiental del aire de la región.

En 2018, se equiparán las cuatro estaciones del SIMAEM con monitores nuevos con recursos del FONADIN. Asimismo, desde 2017 se ha ido integrando un stock de refacciones con recursos federales y estatales, que permitirá dar mantenimiento a las estaciones por al menos dos años.

Por otro lado, se requiere contar con mayor personal capacitado para atender las estaciones, lo cual está contemplado en la medida 6.7 del ProAire Morelos.

Es necesario diseñar e implementar un programa de aseguramiento y control de calidad que garantice la veracidad de los datos provenientes del SIMAEM; así como un programa para la mejora del manejo y divulgación de datos del SIMAEM, que asegure el acceso y el uso de los datos por diferentes usuarios.

Este último, hace un diagnóstico del estado en que se encuentra la gestión del manejo de datos y su divulgación como un proceso que comprende las siguientes componentes:

1. Limpieza. Evaluación, mejora y documentación del procedimiento de asignación de banderas de validación y almacenaje de bases de datos en tiempo real.
2. Verificación. Evaluación, mejora y documentación del procedimiento de revisión, análisis estadístico, comparabilidad de datos y almacenaje de bases de datos.
3. Validación. Evaluación, mejora y documentación de las tareas asociadas a la validación de datos e integración de bases de datos públicas.
4. Divulgación. Evaluación, mejora y documentación de las tareas asociadas a la divulgación de los datos como bases de datos crudas, como índices estadísticos.
5. SINAICA. Evaluación, mejora y documentación de las actividades asociadas al envío, verificación y reporte de datos que se envían al SINAICA a cargo del INECC.

Asimismo, ante los fenómenos de crecimiento urbano y poblacional que está presentando la entidad, y por ser parte de la Megalópolis se requiere ampliar la cobertura del SIMAEM. Actualmente los municipios de Cuernavaca, Jiutepec, Cuautla, Yautepec y Temixco, concentran al 50% de la población y son los mayores emisores de contaminantes criterio de la entidad. Los tres primeros, emiten más de 20,000 toneladas anuales de contaminantes, según el Inventario de Emisiones 2014 del Estado de Morelos. La ampliación del SIMAEM deberá realizarse ya que se implementen los programas para el aseguramiento y control de la calidad y el programa para el mejoramiento del manejo de datos y su difusión, debido a que estos son pilares estratégicos para asegurar dicha ampliación.

Además, se espera contar con una unidad móvil de monitoreo atmosférico como elemento de apoyo en el análisis de la calidad del aire del Estado, en especial, en las zonas donde el SIMAEM no cuenta con estaciones fijas y/o durante eventos que puedan afectar al ambiente, como son, los incendios forestales y las exhalaciones volcánicas.

Por último, conforme se vaya fortaleciendo el SIMAEM, se deberá contemplar la medición de otros parámetros como carbono negro, polen, esporas de hongos, entre otros, que también afectan la salud de la población.

Esta medida está enmarcada en la NOM-156-SEMARNAT-2012 y se liga al SINAICA del INECC.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Diseñar el Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad. **Responsable: SDS**	Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad diseñado.		X								
Acción 2 Implementar el Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad, considerando el arranque y ajuste del mismo. **Responsable: SDS**	Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad implementado.		X	X							
Acción 3 Realizar la gestión y mejora continua del Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad a través de indicadores específicos. **Responsable: SDS**	Programa para el Aseguramiento y Control de la Calidad gestionado.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Diseñar e instalar un taller de calibración, mantenimiento y reparación de equipos de monitoreo.	Taller de calibración y reparación de equipos de		X	X							

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Responsable: SDS	monitoreo instalado.										
Acción 5 Elaborar manuales de procedimientos para recibir, revisar y validar los datos contaminantes atmosféricos y parámetros meteorológicos. **Responsable: SDS**	Manuales de procedimientos realizados.	X	X								
Acción 6 Adecuar la adquisición de datos para conformar bases de datos de contaminantes atmosféricos y parámetros meteorológicos. **Responsable: SDS**	Adquisición de datos de parámetros meteorológicos adecuada.	X	X								
Acción 7 Establecer un Programa para la Mejora de Datos y su Difusión. Este incluye la evaluación anual por medio de indicadores de desempeño y cumplimiento normativo, además de las recomendaciones derivadas de auditorías. **Responsable: SDS**	Programa para la Mejora de Datos y su Difusión establecido		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Divulgar el Índice de Calidad del Aire a través de medios de comunicación oficiales de la SDS (página web, Facebook, Twitter, etc) conforme a la normatividad vigente (contempla la promulgación en 2018 de una norma federal que establece los criterios de elaboración de un Índice de Calidad del Aire). **Responsable: SDS**	Índice de Calidad del Aire divulgado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Establecer un centro de control para la revisión, validación y difusión de datos (considera personal técnico capacitado) **Responsable: SDS**	Centro de control establecido		X	X	X						
Acción 10 Diseñar la ampliación del SIMAEM en cuanto a estaciones y parámetros a medir (Incluye estudio costo – beneficio) **Responsable: SDS**	Ampliación del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos diseñado		X	X							X
Acción 11 Planificar e implementar la ampliación del SIMAEM **Responsable: SDS**	Ampliación del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos ejecutado			X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 12 Adquirir y poner en marcha una unidad móvil de monitoreo atmosférico que mida contaminantes criterio y parámetros meteorológicos. **Responsable: SDS**	Unidad móvil de monitoreo atmosférico adquirida y puesta en marcha			X							

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Porcentaje de datos válidos, por estación de monitoreo y contaminante	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia	Nombre
Instancia 1	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
Instancia 2	Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe)
Instancia 3	Comité Núcleo del ProAire Morelos 2018-2027

Costos estimados:

Concepto	Descripción		
Programa para el aseguramiento y control de la calidad	Programa con enfoque multidisciplinario a realizar en el primer semestre de 2018, incorpora las recomendaciones de auditorías, consultores y grupo núcleo del ProAire. Integra: • Diagnóstico de actividades asociadas al aseguramiento y control de la calidad; • Diseño del programa, incluidas las recomendaciones para un taller; • Establecimiento, seguimiento y evaluación del programa. $2,500,000.00		
Programa operativo para el mejoramiento del manejo y divulgación de datos	Capacitación para el diagnóstico y mejora de datos y su difusión. A realizar en el primer semestre de 2018, requiere: • Revisar y homologar procedimientos con la CAMe; • Revisión y elaboración de procedimientos de manejo de datos; • Definición – homologación de criterios de validación conforme al esquema de la Comisión Ambiental de la Megalópolis; • Asesoría para el manejo y validación de datos. $1,500,000.00	Equipo de computo Equipos destinados como servidores para la recepción, revisión y validación de datos, visualización y difusión. Al arranque y los dos primeros años del Programa. $300,000.00	Personal Contratación de dos técnicos capacitados para la validación, manejo de datos, costos anuales estimados. $400,000.00
Programa de ampliación del Sistema de Monitoreo Atmosférico del estado de Morelos	Estudio de ampliación del Sistema de Monitoreo. Estudio multidisciplinario que integra: • Análisis de variables sociales y económicas; • Análisis de uso de suelo y fuentes de emisión; • Modelación espacial y temporal de emisiones; • Estudios de campo para reconocimiento de sitios de monitoreo; • Revisión de procedimientos de los programas de garantía de calidad y manejo de datos. Las atribuciones y responsabilidades que le confiere la Ley en materia de gestión de la calidad del aire. $2,500,000.00	Instalación de estaciones de monitoreo A partir del estudio de ampliación del Sistema de Monitoreo, el costo aproximado es por estación de monitoreo (unidad) e integra: • Caseta de monitoreo prefabricada; • Equipos para la medición de contaminantes primarios, ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y partículas; • Instrumentos para la medición de parámetros meteorológicos, velocidad y dirección de viento, humedad relativa y temperatura; • Sistemas para la transmisión de datos. $6,000,000.00	

Medida 6.4. Diseño de mecanismos de financiamiento

Objetivo:

Contar con una base financiera para la implementación de las medidas del ProAire Morelos, mediante el uso de diversos instrumentos.

Justificación:

Acorde a los propósitos establecidos a nivel nacional para el diseño e implementación de programas para mejorar y gestionar la calidad del aire, el ProAire Morelos contempla la implementación de una medida centrada en la identificación de fuentes de ingresos y sostenibilidad de sus objetivos y acciones a nivel general.

La medida se implementará a través de la mejora del Fondo Verde, el cual debe ser fortalecido por un lado por ingresos específicos derivados de medidas del ProAire, como son del PVVO, tramites, permisos, multas derivadas de la aplicación de la regulación en materia de atmósfera en el Estado, entre otros. Y por otro el mejoramiento de procedimiento del Fondo, donde se establezca de forma clara y transparente las medidas de cobro y apremio que aseguren la correcta captación y canalización de los recursos obtenidos y recaudados a los fines y operaciones del ProAire Morelos. Las acciones adicionales que substanciarán la medida se refieren a la creación y puesta en operación de la estrategia de difusión, contacto con donantes, obtención de apoyos, a partir de diagnósticos de factibilidad y potencialidad de donantes y donaciones. En el capítulo 7 se detallan los alcances y resultados esperados de esta medida y su vinculación con la proyección e impacto general del ProAire Morelos.

Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en su Artículo 191 refiere: *"Los ingresos que se obtengan de las multas por infracciones a lo dispuesto en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones que de ella se deriven, así como los que se obtengan del remate en subasta pública o la venta directa de los bienes decomisados, se destinarán a la integración de fondos para desarrollar programas vinculados con la inspección, la vigilancia y la protección del equilibrio ecológico y del medio ambiente bajo los preceptos que señala esta Ley".*

Así como la Ley General de Hacienda del Estado de Morelos en su Artículo 90 menciona que *"Los derechos por concepto de verificación vehicular los ejercerá la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos".*

Además, en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, a derivarse de la medida 6.1, se reglamentarán los recursos provenientes de acciones relativas a calidad del aire que irán hacia el Fondo Verde. Si bien la fuente principal será la verificación vehicular habrá que adicionar más fuentes de ingresos. Cabe resaltar que este proceso debe ser transparente, y la ciudadanía deberá participar siendo vigilante.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Realizar un diagnóstico anual de potencialidades financieras descritas en las fichas del Anexo VI **Responsable SDS**	Diagnóstico realizado		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Realizar una campaña de contacto y obtención de apoyos **Responsable SDS**	Documento de los listados de contacto		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 3 Gestionar y obtener apoyos **Responsable SDS**	Número de apoyos obtenidos y cantidades		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Diseñar el procedimiento del Fondo Verde, que incluya los recursos provenientes de donativos, multas, trámites, permisos, auditorías, entre otros. **Responsable Secretaría de Hacienda**	Procedimiento diseñado del Fondo Verde		X								
Acción 5 Crear el reglamento del Fondo Verde, que incluya los mecanismos de operación. **Responsable Secretaría de Hacienda y SDS**	Documento del Reglamento del Fondo Verde		X								
Acción 6 Publicar el reglamento del Fondo Verde, que incluya los mecanismos de operación. **Responsable Secretaría de Hacienda**	Reglamento del Fondo Verde publicado			X							
Acción 7 Realizar y actualizar un programa con la especificación de los destinos de cada fondo adquirido o donativo **Responsable: SDS y Secretaría de Hacienda**	Documento con Programa		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 Incluir en el Programa de Verificación Vehicular Obligatorio el destino de los recursos provenientes del mismo a dicho Fondo (cobro de la verificación, compra de hologramas, multas) **Responsable SDS**	Ingresos en función del número de verificaciones realizadas.		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 9 Divulgar y rendir cuentas ante donantes **Responsable Secretaría de Hacienda y SDS**	Número de acciones de divulgación y rendición de cuentas		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 10 Realizar seguimiento, monitoreo y rendición de cuentas del Fondo Verde **Responsable Secretaría de Hacienda y SDS**	Informe de monto mensual absoluto de la recaudación generada		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Cantidad de dinero recaudado y destinado a medidas del ProAire			X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Ayuntamientos del estado de Morelos/ Direcciones de Desarrollo Sustentable
Instancia 2	Secretaría de Hacienda del estado de Morelos

Medida 6.5. Actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Morelos

Objetivo:

Actualizar el Inventario de emisiones de contaminantes criterio y tóxicos en el estado de Morelos con la mayor resolución posible de acuerdo a la información existente.

Justificación:

El inventario de emisiones es una de las herramientas clave para identificar las principales fuentes de emisión, su ubicación geográfica, y proponer medidas de reducción de emisiones.

En México se han realizado diferentes inventarios de emisiones a nivel nacional que han permitido implementar políticas de reducción y gestión de emisiones; estos inventarios se han realizado desde 1999.

En el estado de Morelos recientemente la SDS realizó el Inventario de Emisiones año base 2014 del Estado de Morelos (ver Capítulo 3). Este inventario tuvo una resolución a nivel de punto geográfico para fuentes fijas; a nivel municipal para el caso de las fuentes móviles y naturales; y para fuentes de área, algunas fueron a nivel punto geográfico, otras, a nivel de AGEB, y otras, a nivel municipal. Esto permitió identificar los principales problemas que existen en el Estado y, por tanto, apoyar en el diseño de las medidas del ProAire Morelos.

Asimismo se identificaron oportunidades de mejora en la elaboración del inventario, como establecer una vinculación oficial con las instancias que cuentan con dicha información, promover la recopilación de cierta información a un mayor nivel de resolución, elaborar estudios para mejorar los datos de actividad de varias subcategorías, entre otros (Capítulo 3). Debido a esto es importante a lo largo del presente ProAire 2018-2027 realizar actualizaciones que permitan mejorar la estimación, así como dar seguimiento a las medidas de control de emisiones. Este inventario permite conocer la cantidad de emisiones que se generan en el estado y con ello diseñar y evaluar las medidas de mejoramiento ambiental.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Establecer convenios de intercambio de información con la federación, municipios, dependencias públicas, privadas y la academia. **Responsable SDS**	Convenios realizados para el intercambio de información		X								
Acción 2 Crear los formatos de información a recabar, que se puedan actualizar en línea. **Responsable SDS**	Formatos creados		X								
Acción 3 Establecer fechas de entrega de las diferentes instancias. **Responsable SDS**	Fechas definidas		X								
Acción 4 Recabar información de las diferentes fuentes, mediante los convenios de la Acción 1. **Responsable SDS**	Información recabada		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Capacitar al personal de la SDS e instituciones relacionadas en las diferentes fuentes de emisión, metodologías y modelos para la elaboración del inventario de emisiones.	Personal capacitado		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable SDS											
Acción 6 Actualizar el inventario de emisiones estatal de contaminantes a la atmósfera. **Responsable SDS**	Inventario estatal actualizado		X		X		X		X		X
Acción 7 Publicar los resultados del inventario. **Responsable SDS**	Documento del inventario publicado			X		X		X		X	

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inventario de emisiones de contaminantes criterio actualizado bianualmente		X			X			X		

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Ayuntamientos del estado de Morelos/ Direcciones de Desarrollo Sustentable
Instancia 2	Instituciones educativas en el Estado
Instancia 3	Instituciones federales: INEGI, SEMARNAT, SAGARPA, SMN, SENER, ANAFAPyT, SCT, CONAFORT, PROPAMEM, PROFEPA, entre otras.
Instancia 4	Instituciones estatales: SMyT, SEDAGRO, Secretaría de Hacienda, COESBIO, distintas áreas al interior de la SDS, entre otras.

Costos estimados:

Concepto	Consultoría	Capacitación
Actualización del Inventario de emisiones de contaminante criterio	$800,000 por actualización del Inventario	$500,000 por capacitación sobre metodologías y manejo de bases de datos para fuentes de área y fijas

Medida 6.6. Desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de calidad del aire en la entidad

Objetivos:

Generar y fortalecer el conocimiento sobre la calidad del aire en el Estado a través del desarrollo de proyectos de investigación; así como la generación de capacidades locales en el tema.

Justificación:

En México la proporción del gasto en investigación y desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB en 2012 fue de 0.42%, mucho menor al promedio de la OCDE, de 2.34%; países como Corea encabezan la clasificación con 4.36%. En este marco, Morelos registra un nivel de intensidad de patentes mayor al promedio nacional. Esta destacada actividad de investigación se financia sobre todo con recursos públicos y se realiza en institutos y universidades públicas de investigación. El sector privado rara vez colabora con los institutos de investigación, lo que se refleja en las pocas inversiones privadas en I+D. Ésta puede ser una razón por la cual la actividad de investigación pública de Morelos no se ha traducido en un crecimiento de la productividad (Secretaría de Hacienda del estado de Morelos, 2017).

La necesidad de información en materia de contaminación atmosférica en el estado de Morelos demanda estudios científicos y desarrollos tecnológicos que permitan entender y dar opciones de solución a los diferentes problemas en la materia.

Entre los temas más importantes, aunque no son los únicos, se encuentran:

- Monitoreo y caracterización de contaminantes atmosféricos y parámetros meteorológicos
- Inventarios de emisiones a la atmósfera
- Química atmosférica y transporte de contaminantes
- Desarrollo de modelos para el pronóstico de la calidad del aire
- Efectos en la salud humana y el ambiente
- Control y mitigación de contaminantes atmosféricos

Dentro del desarrollo del ProAire se han identificado temas específicos como son:

- Definición de las cuencas atmosféricas en el Estado
- Representatividad de las estaciones de monitoreo atmosférico
- Estudios de campo para mejorar los datos de actividad por parte de las fuentes móviles
- Estudios para determinar el dato de actividad y padrón de diversas actividades generadoras de emisiones a la atmósfera
- Estudios para mejorar el dato de actividad de combustión doméstica en Morelos
- Mejora tecnológica en los ingenios
- Campañas de monitoreo de la calidad del aire en regiones de interés donde no existen estaciones

En el estado de Morelos la participación de la academia en temas ambientales es muy importante, e incluso, en algunos casos, como en la UAEM se cuenta con líneas de investigación específicas en calidad del aire. Sin embargo, es necesario generar mayores esfuerzos en investigación básica y aplicada en la materia. En este sentido, la Academia podría apoyar a través de:

- Eventos y capacitaciones
- Ejecución de proyectos de investigación
- Incluir el análisis gravimétrico y la caracterización de partículas como procedimientos en sus laboratorios

- Proveedores de alumnos para realizar servicio social, estancias, estadías, prácticas profesionales.
- Proveedores de profesionistas (egresados).

Por otro lado, existen instituciones académicas que contemplan dentro de su oferta de estudios, carreras relacionadas a medio ambiente, sin embargo, existe poca oferta en materia de gestión de la calidad del aire. En este sentido es necesario fortalecer dichas carreras para poder contar con recursos humanos capacitados en el Estado para trabajar en gestión de calidad del aire.

En este sentido la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado tiene la función de fortalecer las carreras en las universidades, para que en este caso tengan una línea de investigación en calidad del aire; así como el apoyar para la instalación de laboratorios y para bajar recursos para estudios de investigación, principalmente a través del Fondo Mixto de CONACyT, entre otros. Por lo que su participación e involucramiento en esta medida es fundamental.

Esta medida puede vincularse con programas nacionales de financiamiento como lo son el Fideicomiso SEMARNAT-CONACYT, en el cual se designan recursos para la investigación científica y tecnológica en materia ambiental.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Identificar a las instituciones académicas y sus áreas de participación. **Responsable: Academia/ Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología**	Lista de instituciones académicas y sus áreas de participación		X								
Acción 2 Identificar temas prioritarios en materia de contaminación atmosférica, para establecer proyectos específicos de investigación. **Responsable: SDS/Academia**	Lista de temas prioritarios en la materia		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Definir cursos, talleres, diplomados y conferencias en el tema de contaminación atmosférica. **Responsable: SDS/Academia**	Numero de eventos realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Crear acuerdos/convenios entre el Gobierno del Estado y centros de investigación o instituciones académicas, para la creación y desarrollo de proyectos, incluyendo capacitación. **Responsable: SDS/Academia**	Numero de acuerdos/convenios realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 5 Crear acuerdos/convenios entre centros de investigación, instituciones académicas e industrias, para la creación y desarrollo de proyectos. **Responsable: Academia/Industria**	Numero de acuerdos/convenios realizados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Fortalecer a las instituciones educativas con herramientas en temas de calidad del aire como pueden ser: equipos de monitoreo atmosférico para la capacitación de alumnos, área de practicantes, entre otros. **Responsable: Academia/ Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología**	Numero de instituciones educativas fortalecidas		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acción 7 Identificar fuentes de financiamiento y gestionar los recursos económicos para el desarrollo de los proyectos de investigación y la capacitación en la materia. **Responsable: Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología /SDS/Academia/Industria**	Recursos económicos gestionados y recibidos		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Número de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de calidad del aire en la entidad		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Número de investigadores trabajando en el tema de calidad del aire		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Secretaría de Desarrollo Sustentable
Instancia 2	Universidades
Instancia 3	Centros de investigación
Instancia 4	Colegios estatales

Costos estimados:

El costo de esta medida es del gasto corriente del Gobierno del Estado y de las instancias participantes.

Medida 6.7. Fortalecimiento de las áreas que tienen a cargo la gestión de la calidad del aire en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos

Objetivo:

Fortalecer con recursos humanos y financieros diferentes áreas de la Secretaría de Desarrollo Sustentable (SDS) y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM) que intervienen en la prevención y control de la contaminación atmosférica.

Justificación:

Dentro de la estructura de la SDS, la Dirección de General de Gestión Ambiental cuenta con un área responsable de la gestión de la calidad del aire que incluye la operación del SIMAEM, el diseño e implementación de estudios de exposición personal a contaminantes atmosféricos, la elaboración y actualización del inventario de emisiones, la implementación del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, el diseño, coordinación y puesta en marcha del ProAire, entre otros. Para atender estos temas se cuenta con seis personas: un director, un subdirector, tres jefes de departamento y un auxiliar administrativo (Capítulo 1). Por otro lado, la PROPAEM debe realizar la inspección y vigilancia de fuentes fijas y fuentes móviles de jurisdicción estatal, asimismo, atender las denuncias relativas a los mismos.

Por lo anterior, y para llevar a cabo varias acciones contenidas en el ProAire 2018-2027 y continuar con las que ya están en marcha, es indispensable que la SDS y la PROPAEM cuenten con el personal suficiente

y con el perfil necesario para tal fin, sin embargo, actualmente no se cuenta con el personal suficiente, por lo que es necesario reforzar está área.

Entre las áreas clave en este sentido son:

- El Sistema de Monitoreo Atmosférico actualmente cuenta con un jefe de departamento para su operación, mantenimiento y calibración, así como para la validación y difusión de datos de calidad del aire. Es clave contar con mayores recursos humanos y capacitación permanente para asegurar la confiabilidad de los datos, así como la generación y publicación en tiempo real de indicadores de calidad del aire.
- El área de verificación vehicular en el Estado opera actualmente con un subdirector, un jefe de departamento y una auxiliar técnica. Se requiere mayor personal técnico para reforzar la operación del programa, el manejo de bases de datos que se generan y el desarrollo y actualización del sistema de control.
- El ProAire Morelos, además de la necesidad de personal específico para la gestión del mismo, al elaborarse y publicarse el Reglamento de la LEEPAEM en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, se crearán nuevos instrumentos de gestión de calidad del aire, generando la necesidad de mayor personal.
- En la PROPAEM, es necesario contar con mayor personal dedicado a la inspección y vigilancia, de industrias, centros de verificación y de vehículos en calle, entre otros temas.

Cabe mencionar, que será clave la participación de estudiantes e investigadores de diversas instituciones para fortalecer las capacidades de la SDS y la PROPAEM en materia de calidad del aire.

Acciones y cronograma de ejecución:

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 1 Contar con al menos 2 técnicos para la operación adecuada de las estaciones manuales y automáticas de medición de la calidad del aire que actualmente operan en la entidad. Así como 1 persona para la validación de datos y generación de indicadores de calidad del aire. **Responsable: SDS**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 2 Contar con 4 ingenieros más para el soporte técnico a los centros de verificación, 2 ingenieros para el soporte al sistema de verificación vehicular, y 3 personas para la venta de hologramas, trámites y servicios relativos a verificación y atención ciudadana. **Responsable: SDS**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 3 Contar con al menos 2 personas en el área de fuentes fijas e inventario de emisiones y, para la operación de los instrumentos de gestión de calidad del aire. **Responsable: SDS**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 4 Contar con 1 persona como mínimo para gestionar el ProAire. **Responsable: SDS**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Acciones:	Indicador de cumplimiento	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Acción 5 Contar con 2 inspectores más como mínimo en el área de inspección y vigilancia en materia de fuentes fijas. **Responsable: PROPAEM**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 6 Contar con al menos 2 técnicos para la revisión de videos de centros de verificación vehicular, 2 técnicos para los operativos de detección de vehículos en circulación, 1 técnico para el control y manejo de la documentación retenida de los vehículos sin verificación y los ostensiblemente contaminantes. **Responsable: PROPAEM**	Contratación del personal		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 7 Crear acuerdos/convenios entre la SDS y centros de investigación o instituciones académicas, para compartir recursos humanos, técnicos, laboratorios, etc. **Responsable: SDS**	Acuerdos/convenios creados		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acción 8 A través del Fondo Verde contratar al personal necesario, y contar con la capacitación, infraestructura y equipamiento requerido. **Responsable: SDS**	Recursos anuales		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Indicador de la medida:

Indicador de la medida	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Recursos humanos y financieros para la ejecución adecuada del ProAire			X	X	X	X	X	X	X	X

Responsable de la medida e instancias participantes:

Responsable de la medida	
Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos (SDS)	
Instancias participantes:	
Instancia 1	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (PROPAEM)

Costos estimados:

Nombre de la medida	Costo total
Fortalecimiento de las áreas que tienen a cargo el ProAire en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos (Personal contratado)	$3,243,240*
Mobiliario para las 15 personas	$67,500

*Sueldo anual, menos IVA

6.6. REDUCCIÓN DE EMISIONES Y COBENEFICIOS

En este apartado se presenta las reducciones que se tendrían al implementar las medidas antes mencionadas y que refieren a reducción de emisiones contaminantes en forma directa. Así mismo se presenta los co-beneficios y costo efectividad asociados a las medidas del presente ProAire.

6.6.1. REDUCCIÓN DE EMISIONES

La Tabla 43 muestra los porcentajes de reducción de emisiones por medida del ProAire aplicable.

Tabla 43. Porcentaje de reducción de emisiones por medida aplicable.

Medida	Contaminante						Referencia del % de reducción de emisiones
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	SO_2	CO	NO_X	COV	
Reducción de emisiones a la atmósfera de la industria establecida en Morelos	40%	40%	20%	20%	20%	30%	Secretaría de Medio Ambiente Gobierno del Distrito Federal, 2004.
Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos	30%	30%	30%	30%	30%	30%	http://ahorroenergia.org.mx/redes-de-aprendizaje-en-eficiencia-energetica/
Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)				29% a Automóviles 21% a camiones ligeros 22% a Vehículos menores de tres toneladas 22% a Pick-up	43% a Automóviles 36% a Camiones ligeros 36% a Vehículos menores de tres toneladas. 35% a Pick-up	16% a automóviles 16% a Camiones ligeros 16% a Vehículos menores de tres toneladas 22% a Pick-up	Los porcentajes de reducción fueron obtenidos mediante el uso de modelo Mobile 6.2. México (calibrado con los insumos utilizados del Inventario de emisiones de contaminantes criterio 2014 del Estado) e IVE.
Creación del Programa de la mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes	85% por trampa de partículas en vehículos a diésel	85% por trampa de partículas en vehículos a diésel		83.42 %	81.92%	90.24%	
Promover el mantenimiento estricto, la mejora tecnológica y la renovación del transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas y de los tractocamiones.	15% por convertidor catalítico de oxidación	15% por convertidor catalítico de oxidación		95% sustitución del vehículo 25 a 35% por convertidor catalítico de oxidación	95% sustitución del vehículo	65% sustitución del vehículo 30 a 35% por convertidor catalítico de oxidación	
Diseño e implementación del programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón como combustible en los hogares	30 al 70%	**30 al 70%**	**30 al 70%**	**30 al 70%**	**30 al 70%**	**30 al 70%**	**Blanco S., et.al., 2009.**
Diseño e implementación de un plan de acción para reducir las quemas agrícolas a través de la cosecha en verde y, la recolección y utilización de residuos en los campos de cultivo	30%-70%	30%-70%	30%-70%	30%-70%	30%-70%	30%-70%	CONADESUCA-UACh, 2015.

6.6.2. CO-BENEFICIOS

Un análisis de co-beneficios se refiere a los impactos positivos de las acciones de una medida relacionados con el desarrollo y la sostenibilidad. Estos co-beneficios son en su conjunto los beneficios económicos, sociales y ambientales. Cabe mencionar que una medida o intervención no necesariamente presentará los tres beneficios, algunas por su naturaleza tienen beneficios económicos y ambientales o económicos y sociales. Los beneficios económicos pueden ser el aumento de productividad, ahorro de costos, recuperación de la inversión, mejoras de ingresos de los productores, acceso a mercados, crecimiento económico, mejora de la competitividad. Los beneficios sociales son la mejora de empleo, seguridad alimentaria, acceso a servicios energéticos modernos, mejoras en la salud y educación, regulación asertiva o modificada, entre otras. Los beneficios ambientales son reducción del impacto ambiental.

En este apartado se determinan los co-beneficios como: beneficios económicos (costo-efectividad), beneficios sociales y los beneficios ambientales (descritos en el apartado anterior).

El costo-efectividad es obtenido del PEACCMOR, como se mencionó en el capítulo 3 existen medidas del ProAire que son compatibles a las medidas del PEACCMOR y por tanto se les asocia los beneficios de dicha medida.

La Tabla 44 muestra los co-beneficios asociados a las medidas del ProAire Morelos 2018 – 2027

Tabla 44. Co-beneficios de las medidas del ProAire Morelos 2018 -2027

Medida	Beneficios económicos	Beneficios sociales	Beneficios ambientales
1.1. Reducción de emisiones a la atmósfera de la industria establecida en Morelos	Mayor competitividad y productividad del industrial	Buena relación del industrial con la comunidad. Mejora en la salud al evitar emisiones a la atmósfera.	Reducción de contaminantes a otros medios, agua, suelo, residuos.
1.2. Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos	*Generación solar distribuida (paneles fotovoltaicos) 25.31	La imagen de la empresa se ve mejorada ante la sociedad.	Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio
	*Cogeneración industrial: -81.59		
	*Cogeneración con bagazo de caña en ingenios -7.94		
	*Uso de biogás derivado de RSU: 134.57		
	Reducción de costos de fuentes primarias (combustible y electricidad)		
2.1. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)		Mejoramiento del parque vehicular (en sus condiciones físico-mecánicas o técnicas). Regulación de los vehículos automotores que circulan en el Estado. Fomenta el uso de otros esquemas de movilidad.	Reducción de emisiones producto del parque vehicular en la región o zona. Especialmente de CO, COV y NOX.
2.2. Creación del Programa de la mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes	-148.67*	Mejoramiento del parque vehicular, renovación del parque vehicular (flota más nueva) Aumento de empleos.	Reducción de las emisiones de contaminantes criterio especialmente en NOX y PM

2.3. Promover el mantenimiento estricto, la mejora tecnológica y la renovación del transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas y de los tractocamiones.	Reducción de costos por combustible y mantenimiento del sector	Mejoramiento del transporte de carga.	
2.4. Elaboración e implementación del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado	-91.34* Incrementa la atracción de inversiones a las ciudades.	Mejor calidad de vida. Mejoramiento de la movilidad y accesibilidad. Un transporte público conectado y en buenas condiciones. Mejora de la imagen de la ciudad.	
3.1. Diseño e implementación del programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón como combustible en los hogares		Reducción de la exposición del humo de leña y carbón el cual está asociado a la salud de la población Mejor eficiencia energética	Evitar la tala de árboles y explotación de recursos naturales
3.2. Diseño e implementación de un plan de acción para reducir las quemas agrícolas a través de la cosecha en verde y, la recolección y utilización de residuos en los campos de cultivo	Remuneración económica por el uso de residuos agrícolas para otro fin. Obtención de financiamiento de otros programas. Mayores rendimientos en el campo.	Mejoras en la salud de los productores de caña por la disminución a la exposición de contaminantes tóxicos	Evitar generación de contaminantes tóxicos como dioxinas y furanos y gases de efecto invernadero. No propiciar la erosión del suelo. Mejorar las condiciones del suelo e incrementar su fertilidad.
3.3. Fortalecimiento de las actividades preventivas en el combate de incendios forestales provocados por actividades humanas	*Conservación selva baja: 1.47 *Conservación bosque de encino: 3.83 *Restauración bosque degradado: 1.17		Biodiversidad; servicios ambientales Reducción de impactos de cambio climático.
3.4. Regulación de actividades generadoras de emisiones a la atmósfera como: bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras y alfareras			Determinación de programas efectivos que reduzcan a mediano plazo las emisiones de contaminantes asociados
3.5. Conservación de las áreas forestales y verdes urbanas en el estado de Morelos		Sirven de áreas recreativas naturales cuando son zonas cercanas a las ciudades.	Proteger los suelos fértiles de la destrucción ocasionada por el arrastre de las lluvias al mantenerlo con las raíces. Retrasa el avance de la desertificación. Ejerce como muro protector del viento en zonas de cultivo. Optimiza las funciones de las cuencas hidrográficas evitando reboses. Beneficia la creación de una masa forestal en terrenos donde antes no había árboles.
4.1. Estimación de la carga de mortalidad y morbilidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos por PM10, PM2.5 y O3 en el estado de Morelos		Seguimiento de las medidas del ProAire; obtención de costos por evitar muertes asociados a la contaminación	
4.2. Construcción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica específico para monitorear el impacto inmediato de la contaminación		Mantener a la población alerta y con procedimiento claves en caso de cualquier eventualidad de peligro	

atmosférica en la salud humana en el estado de Morelos			
5.1 Diseño e implementación de la campaña de comunicación de calidad del aire y salud en el estado de Morelos		Mejora la asertividad de comunicar procesos o medidas ambientales y sus beneficios a la salud y el entorno. Mejora la educación ambiental de la población.	
6.1. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	Generación de ingresos a través de multas, permisos, trámites.	Respaldo jurídico para actuar ante problemas de calidad del aire en la entidad	
6.2. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales	Evitar multas medioambientales	Anticiparse a nuevos requerimientos legislativos Mejorar la imagen pública	Prevenir daños medioambientales
6.3. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos		Uso de información en estudios de investigación. Mantener a la población informada en materia de calidad del aire. Realizar estudios epidemiológicos. Llevar a cabo estrategias de control y políticas de desarrollo acordes con los ecosistemas locales.	
6.4. Diseño de mecanismos de financiamiento	Obtención de recursos		Financiar proyectos, programas, políticas y otras actividades en materia ambiental
6.5. Actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Morelos		Permite evaluar la eficiencia de medidas de control de emisiones contaminantes. Evaluar riesgos a la salud.	Conocer las fuentes emisoras de contaminantes. Diseñar medidas para reducir emisiones de contaminantes de cada fuente en particular. Evaluar el impacto y riesgo ambiental de una instalación o actividad nueva.
6.6. Desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de calidad del aire en la entidad		Generar personal capacitado Dar respuesta y solución a problemas ambientales relacionados con calidad del aire	
6.7. Fortalecimiento de las áreas que tienen a cargo la gestión de la calidad del aire en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos		Asegurar la implementación y mejoramiento de la información y por tanto políticas necesarias del ProAire	

*** Costo-efectividad a 2030 Costo de CO_2 evitado (USD/ton). Un beneficio negativo significa que la inversión realizada se podrá recuperar en un corto a mediano plazo, por lo contrario, un beneficio positivo significa que la inversión no se recuperará en un mediano y largo plazo. (INE- UNAM 2012)**

CAPÍTULO 7: FUENTES DE FINANCIAMIENTO

7.1. CONTEXTO GENERAL Y ANTECEDENTES

En los diferentes capítulos y secciones de este documento se describen los factores asociados con la gestión de la calidad del aire en el estado de Morelos, sus principales retos en términos de las actividades productivas que se llevan a cabo, y la persistencia de patrones de consumo de combustibles fósiles que generan emisiones de contaminantes a la atmósfera, así como su relación con el deterioro de los recursos naturales y los riesgos para la salud de la población.

En este contexto, el crecimiento sostenido de la población en el Estado, asociado con los procesos de metropolización y diversificación económica, indicarían la necesidad de llevar a cabo acciones que eviten el deterioro de la calidad del aire a largo plazo y mejorar las condiciones de este recurso en municipios como Cuernavaca en donde ya se registran violaciones a las normas oficiales en Salud Ambiental de O_3 y partículas (ver Capítulos 2 y 4).

Para ello, es fundamental que el ProAire Morelos 2018-2027 adopte una Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento que le permita incidir efectivamente en los factores de mayor relevancia, mediante las 6 estrategias y las 21 medidas definidas en el Capítulo 6, evitando así que se constituya como una herramienta temporal y de alcance limitado.

Por su trascendencia y complejidad, esta Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento debe basarse en una adecuada comprensión de los elementos que conforman tanto los fenómenos socioambientales a combatir y controlar, como de los requerimientos técnicos y de planeación que involucra la implementación de las Medidas descritas en el Capítulo 6.

Un primer elemento de gran valor a considerar en el desarrollo de la estrategia de sostenibilidad del ProAire Morelos 2018-2027 es la existencia de un marco normativo amplio, conformado por instrumentos jurídicos y reglamentarios, que ofrecen una base de implementación sólida, tal y como se describió en el Capítulo 1. Si bien, como se ha indicado, se requiere de la confección y aplicación de algunos instrumentos particulares –como nuevos reglamentos, licencias ambientales y cédulas de operación renovadas-, las bases normativas son amplias y suficientes para aprovechar las potencialidades que existen en materia de financiamiento adicional, sostenibilidad social e institucional, y gestión intersectorial e intergubernamental.

El segundo elemento clave a considerar es la necesaria e inevitable vinculación de las medidas y acciones del ProAire Morelos 2018-2027 con las definiciones de carácter global que conforman la “Hoja de Ruta del Financiamiento para el Cambio Climático” de los Acuerdos de París (Naciones Unidas, 2014) y que ya están contenidos en la legislación mexicana vigente y en los compromisos nacionales para cumplir con los Acuerdos de París (Gobierno de la República, 2015; Sosa, 2014).

Consecuentemente, la Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento del ProAire Morelos 2018-2027 se habrá de basar en estos elementos, y considerando una estrategia de desarrollo en tres ámbitos, como muestra la Figura 62.

Figura 62. "ProAire Morelos 2018-2027: Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento"

Fuente: elaboración propia a partir de UN, 2014 y Colombia CGF-Sisclima, 2016; p. 39.

7.2. ESTRATEGIA GENERAL: ÁMBITOS Y ALCANCES

Para el adecuado financiamiento y sostenibilidad del ProAire Morelos 2018-2027, se hace necesario desarrollar una estrategia en tres ámbitos que contemplan e incorporan los requerimientos de orden institucional, financiero y, operativo y de gestión del conocimiento.

El primer ámbito se refiere al **fortalecimiento de las capacidades institucionales y de regulación en Morelos**, a partir del reconocimiento de los factores que limitan actualmente el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en la legislación y en los diversos planes y programas vigentes en el Estado. La situación que muestran actualmente estas capacidades es de baja articulación y de bajo o nulo aprovechamiento de las potencialidades que ofrece un manejo integrado de los diferentes componentes de la política de calidad del aire: facultades de regulación y control, capacidades fiscales y recaudatorias, estímulos positivos y negativos, mecanismos de cooperación y coordinación, etcétera (Ramos, *et.al.*, 2011).

Es importante tener presente el hecho de que los modelos de gestión pública vigentes en Morelos -y de la misma forma en México como país- privilegian dos criterios. Por un lado, la gestión "por separado" o de forma independiente de las facultades y recursos con que cuentan dependencias públicas de todos los niveles, incluyendo las que tienen que ver con las capacidades para colaborar con empresas y organizaciones de la sociedad civil (Sosa, 2014).

Esta tendencia a trabajar "por separado" se basa en una interpretación limitada y sesgada del ejercicio de las funciones públicas, y sus principales efectos negativos se muestran bajo la forma de resultados parciales e impactos en la calidad del aire insuficientes.

El ejemplo más evidente de este sesgo se muestra cuando la mayoría de los funcionarios públicos señalan que los estímulos fiscales, económicos o regulatorios sólo están a disposición de las instituciones financieras o hacendarias dentro y fuera del gobierno. Paradójicamente, estas últimas señalan con frecuencia que resulta imposible o poco práctico aplicar estos estímulos cuando no están de por medio o se carece de objetivos o medidas de carácter sectorial específico en manos de sectores como educación, medio ambiente, participación ciudadana, entre otros, que justifiquen y den sentido a la aplicación de tales instrumentos (Aguilar, 2011).

Algo semejante puede decirse del sector privado y de las organizaciones civiles, las cuales suelen definir sus estrategias de actuación a partir de enfoques fundamentalmente sectoriales o respecto de una política pública específica, sin considerar los instrumentos o beneficios de otros sectores dentro y fuera de los gobiernos.

Por otro lado, tal y como ocurre en la mayoría de los países latinoamericanos, las políticas ambientales de Estado tienen un estatus o condición de herramientas de "segundo orden", distinto a las de primer orden que caracteriza a las políticas y programas relativos a la industria, el transporte, el empleo o la salud y la educación. En términos de planificación, este sesgo se le conoce o define como el predominio de la "Agenda Gris" (en oposición a la "Agenda Verde"). Es decir, es la agenda que no considera objetivos ambientales o tiende a darles un nivel de prioridad inferior (Sosa, 2014).

La Agenda Gris no sólo considera centrales e incuestionables los procesos de política pública dominados por el consumo intensivo de recursos naturales; sino que es omisa respecto de las necesidades de monitoreo, prevención y remediación de la contaminación ambiental, así como de las oportunidades de negocios relacionadas con la Agenda Verde o la también denominada Economía Verde (CGSF, 2016).

De acuerdo con los Acuerdos de París, tales oportunidades de negocio constituyen uno de los mercados de mayor potencial de desarrollo y de grandes beneficios durante la primera mitad del Siglo XXI. Este planteamiento parte y asume como propia la necesidad de que la protección de los recursos naturales no se base únicamente en acciones contrarias o al margen del ciclo de los negocios, sino que -por el contrario- lo incorpore plenamente.

De esa forma, se crean los estímulos necesarios para que no sean sólo las instituciones gubernamentales las que estén a cargo de la definición de objetivos y de la implementación de medidas de protección ambiental. Se abren oportunidades para que empresas y organizaciones sociales –con y sin fines de lucro- puedan desarrollar procesos de inversión, consumo y distribución que incorporen metas, tecnologías, productos y servicios de mayor impacto e incidencia ambiental.

Así también, la Agenda Verde supone una transformación del ciclo de negocios para pasar de las acciones limitadas a la adaptación a las transformaciones provocadas por el cambio climático, para incluir intervenciones centradas en la mitigación (corto y mediano plazo) y en la restauración (largo plazo).

De ahí que resulte relevante que, la Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento del ProAire Morelos 2018-2027 contemple el impulso a dos transformaciones en este tenor:

1º Fortaleciendo aún más la "Agenda Verde" en el desarrollo estatal de Morelos,

2º Pasar de acciones de *Adaptación sin beneficios*, a acciones *con rentabilidad*.

El diagrama de la Figura 63 sintetiza el esquema básico requerido para impulsar las dos transformaciones aludidas y que requieren de la participación de los tres sectores: gobiernos, empresas y sociedad civil organizada.

Figura 63. Hoja de ruta de para pasar de las acciones limitadas a la adaptación a las transformaciones provocadas por el cambio climático

Fuente: Colombia. Departamento Nacional de Planeación (2017); p. 32.

Las estrategias deben ser integrales, vinculando efectivamente regulación con financiamiento (positivo/estímulos y negativo/pagos) y capacidades institucionales con gestión de la información y el conocimiento. Todo en un contexto de redes y de gestión transversal de instrumentos de política pública (Aguilar, 2011; Sosa, 2014). Los instrumentos a utilizar en el **Fortalecimiento de las capacidades institucionales y de regulación en Morelos** son los siguientes (ver Tabla 45):

Tabla 45. Instrumentos para el fortalecimiento institucional y de la regulación

Instrumento	Actores/Beneficiarios
Inducción, preparación y participación de empresas y organizaciones civiles en la confección de la Agenda Verde de Morelos y en el Modelo de Economía Verde (identificación de áreas de oportunidad)	Gobierno Estatal/ Ayuntamientos, Empresas y OSC
Asesoría técnica en gestión financiera y operativa de proyectos y negocios verdes en calidad del aire (nuevos negocios, creación de redes con unidades existentes, acceso a recursos de la Cooperación Internacional) (Ver medidas propuestas, más abajo)	Banca de Desarrollo, Gobierno Estatal, Cámaras Empresariales
Conformación de mecanismos permanentes de comunicación: COMITÉ NÚCLEO DEL PROAIRE COMO ÓRGANO PERMANENTE, comités por medida o tipo de acción (Ver Capítulo 5 y sus medidas asociadas).	Gobierno Estatal Comité Núcleo del ProAire
Conformación de Alianzas Público-Privadas (APP) para la prestación de servicios y la gestión de proyectos mediante Contratos de Prestación de Servicios (CPS)	Gobierno Estatal Ayuntamientos y Empresas

Fuente: Elaboración propia a partir de Colombia CGF-Sisclima, 2016; p. 39.

El segundo ámbito de la Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento se refiere a la **creación y funcionamiento permanente de mecanismos financieros específicos** para la generación y utilización de recursos económicos (en dinero y en especie) que soporten la política de calidad del aire en general, y la implementación de las medidas del ProAire, en particular.

En este ámbito, la estrategia se basa en el reconocimiento de dos situaciones problemáticas. De un lado, que hasta 2016 las facultades normativas y de regulación del Gobierno de Morelos se han gestionado de forma separada a los instrumentos financieros disponibles. Esto quiere decir que las acciones de control y regulación en materia de calidad del aire no han aprovechado las ventajas y beneficios de las medidas de tipo económico y financiero, limitando sus efectos a la imposición de sanciones y sin que necesariamente se garantice el cumplimiento del marco legal (ver el análisis jurídico del Capítulo 1).

De igual modo, los instrumentos financieros basados en la aplicación de estímulos positivos (exenciones, apoyos, refinanciamiento, bajas tasas de interés) y negativos (multas, clausuras, costos de reparación, etc.) no han sido aprovechados para impulsar y potenciar el cumplimiento de objetivos tanto de tipo ambiental (protección de recursos, uso racional, restauración), como de tipo económico o fiscal (creación de empresas y empleos, aumento de la recaudación fiscal, generación de nuevos sectores de actividad productiva).

Por otro lado, el estado de Morelos forma parte de la red de gestión de la calidad del aire más grande de México -la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAMe), con lo cual puede acceder a los recursos del Fideicomiso de la CAMe, para apoyar programas, proyectos y acciones ambientales en la Megalópolis. Con la finalidad de realizar acciones de fomento, desarrollo y administración de proyectos para el estudio, prevención, restauración, conservación y protección al ambiente y el equilibrio ecológico de la Megalópolis, la CAMe cuenta con un instrumento financiero, el fideicomiso 1490, el cual se encuentra administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C. (BANOBRAS).

El ProAire Morelos 2018-2027 podrá apoyarse en la utilización de herramientas como las descritas en las Tablas 46 y 47.

Tabla 46. Programa de gestión financiera de las medidas del ProAire Morelos 2018-2027

Tipo de instrumento	Herramientas específicas
Instrumentos tributarios y regulatorios actuales (como el fideicomiso de la CAMe)	- Impuestos, derechos y multas por cuota/evento - Recursos fiscales -Licencia ambiental federal: costos por recepción y evaluación de solicitud y actualización - Reglamentos de leyes estatales (ver capítulo 1 y medidas) - Reglamentos municipales: inclusión de medidas de mitigación y restauración (áreas verdes, cuerpos de agua) - Estímulos fiscales y normativos por auditorías voluntarias - Fondos Metropolitanos
Mercado de bonos verdes	- Créditos blandos[34] para inversiones climáticas - Fondo verde

[34] El crédito blando, también llamado crédito a largo plazo, es aquel donde el interés resulta muy por debajo de las de mercado, generalmente por concederse el crédito a fondos gubernamentales que se prestan a tipos inferiores a los de mercado. Estos créditos intentan favorecer inversiones fundamentalmente sociales que no ofrecen expectativas de gran rentabilidad.

	- Pago por servicios ambientales
Protocolos verdes	- Creación de seguros y fianzas por riesgo ambiental (cobertura de contingencias) - Campañas de recaudación y donativos en especie

Fuente: Elaboración propia a partir de Colombia CGF-Sisclima, 2016; p. 39.

Tabla 47. Fuentes y plazos para la sostenibilidad del ProAire Morelos 2018-2027

Tipo de fuente	Organizaciones*	Mecanismo de obtención	Plazos
Financiera	- Ayuntamientos - SDS - Secretaría de Hacienda de Morelos - Bancos y AFORES - Empresas (deducibilidad) - Banca de Desarrollo - Federación - SAGARPA/SEDAGRO - Agencias de Cooperación Internacional	- Iniciativas de ley y de reglamentos municipales - Ley de Derechos y Presupuestos de Egresos anuales - Estímulos fiscales y donatarias	3 años (mediano plazo)
En especie	- Fundaciones - Bancos - Organismos internacionales - PEMEX y CFE	- Solicitud directa de apoyos y donativos - Participación en convocatorias	6 meses-1 año
Intangibles	- ONG - Ayuntamientos (desarrollo social y participación ciudadana) - Secretaría de Educación Morelos - Universidades e Institutos Tecnológicos	- Convocatoria anual a campañas y programas de servicio social - Convenios de colaboración con metas y actividades	Anualmente, eventos únicos

Fuente: elaboración CINPRO 2017

El detalle específico de las condiciones de vinculación con cada organización donataria o cooperativa para ser utilizado en el ProAire Morelos 2018- 2027 se ofrecen en las fichas individuales, incluidas en el Anexo VI.

El tercer ámbito de la Estrategia se refiere a la **gestión del conocimiento y de las redes de cooperación intersectorial e intergubernamental**. Su relevancia reside en que constituye el principal medio para asegurar que el Programa cuente en todo momento –a lo largo de los diez años previstos para su implementación- con un soporte cognitivo y de trabajo en red suficientes (Aguilar V., 2011).

No está de más destacar que durante la vigencia del Programa –y desde su propia gestación- se producirán volúmenes importantes de datos, información y acciones de aplicación de conocimientos que no constituyen la simple experiencia de implementación. En realidad, se trata de un capital de conocimiento que debe servir para sustentar las decisiones de ajuste y adecuación que en cada ejercicio anual de revisión deben adoptarse, además de poder compartirse y contrastarse con ejercicios y estructuras similares, dentro y fuera de México.

En el mismo sentido, se ha de crear y aprovechar el capital colaborativo al interior de la gestión del ProAire Morelos 2018-2027, basado primeramente en la convergencia de intereses y representaciones del Comité Núcleo creado ex profeso para su confección y publicación oficial. Este capital colaborativo deberá estar documentado y sistematizado en mecanismos como:

- Sesiones regulares del Comité Núcleo del Programa (una vez que se le dé el carácter de instancia permanente. Ver Capítulo 5)
- Reuniones regulares de intercambio de información y experiencias (cursos cortos, conferencias, seminarios, etc.)
- Sistemas de acopio, sistematización y distribución de datos, información, estudios y documentos

Para que estos mecanismos funcionen adecuadamente se requiere de dos sistemas de soporte permanente: 1) un sistema de información y, 2) un mecanismo de vinculación basado en el Comité Núcleo del Programa.

En el caso del Sistema de Información, se trata de integrar en una base de datos toda la información sobre la calidad del aire en el Estado, los efectos de las medidas aplicadas a su amparo, y la evolución de las variables sociales asociadas a la calidad del aire (especialmente las de salud y calidad de vida). La base de datos aporta cifras e información de manera continua para apoyar las campañas y programas regulares de divulgación y educación.

Pero su mayor utilidad reside en que ha de producir la información necesaria para apoyar las solicitudes de apoyo y para justificar las donaciones y recursos ya recibidos ante las instituciones, fondos y grupos aportantes a lo largo de los ciclos anuales y multi-anuales, a través del mecanismo de vinculación.

La Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento del ProAire Morelos 2018-2027 se conforma como un proceso de trabajo que contempla actividades de planeación, contacto, solicitud/obtención de apoyos, rendición de cuentas, y divulgación permanente de avances y resultados.

Es importante destacar que, aunque la estrategia estará a cargo de la oficina que administre directamente el ProAire Morelos 2018-2027, su éxito y efectividad dependen de que cuente con el apoyo y la vinculación permanente de otras estructuras y actividades dentro y fuera del Gobierno Estatal, especialmente en todo lo que tiene que ver con difusión, suscripción de convenios y contratos, y uso eficiente y expedito de los apoyos obtenidos. Si estos apoyos y vínculos no ocurren de forma adecuada y oportuna, se corre el riesgo de que toda la estrategia quede anulada y la credibilidad del programa mermada.

7.3. FONDO DE FINANCIAMIENTO DEL PROAIRE MORELOS

Como piedra angular de la Estrategia de Proyección, Sostenibilidad y Autofinanciamiento del ProAire Morelos 2018-2027, se considera necesario contar con un fondo propio.

En Morelos existe el Fondo Verde sustentado en primera instancia por el capítulo IV, artículo 191 de la LEEPAMOR, donde se le da al Estado la atribución sobre los ingresos que se obtengan de las multas por infracciones, así como la integración de un fondo para desarrollar programas vinculados con la inspección, la vigilancia y la protección del equilibrio ecológico y del medio ambiente. En segundo término, la Ley General de Hacienda del estado de Morelos, en el artículo 90, adjudica al estado los derechos por la prestación de servicios de verificación vehicular a que deben ser sometidos los vehículos automotores en circulación en

el Estado de Morelos, mismos que deberán actualizarse anualmente en la Ley de Ingresos del Estado.

Sin embargo, dicho fondo ha sido insuficiente para financiar proyectos ambientales, por lo que a través de las medidas y acciones del ProAire Morelos se fortalecerá tanto por los ingresos del PVVO, así como por el pago de trámites, permisos, multas derivadas de la regulación y de la inspección y vigilancia que se generen.

De la misma forma es necesario el mejor y más claro manejo del procedimiento (ingresos y egresos) del Fondo Verde, para que sea eficiente y eficaz, mediante la elaboración de un reglamento de operación del mismo, que contemple el manejo transparente hacia la ciudadanía y el financiamiento eficaz de los proyectos.

7.4. ARTICULACIÓN FINANCIERA DE MEDIDAS DEL PROGRAMA

La Tabla 48 muestra las fuentes de financiamiento asociadas con las 20 medidas del ProAire Morelos 2018-2027.

Tabla 48. Articulación financiera de medidas del Programa

MEDIDA	Institución financiadora	Página web	**Datos de contacto**
1.1. Reducción de emisiones a la atmósfera de la industria establecida en Morelos	Banco de Desarrollo de América Latina (CAF)	https://www.caf.com/es/sobre-caf/	Avenida Paseo de la Reforma # 342 piso 23 Colonia Juárez CP 06600 Delegación Cuauhtémoc Cd. de México. Teléfono: +52 (55) 1102 6911
	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)	https://www.gob.mx/profepa/acciones-y-programas/programa-de-liderazgo-ambiental-para-la-competitividad-56619	Delegación Morelos: Av. Cuahutémoc, No. 173, Col. Chapultepec, C.P. 62450, Cuernavaca. Teléfonos: 01 (777)322 35 90 y 01 (777)322 35 91 Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad
1.2. Implementación de sistemas de gestión de la energía en la industria establecida en Morelos	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)	http://www.conuee.gob.mx	Av. Revolución 1877, Loreto, Ciudad de México. C.P. 01090 Atención a la ciudadanía: 3000 -1000 fernando.madrid@conuee.gob.mx
	Asociación Mexicana de Empresas de Gestión Energética (AMEXGEN)	http://www.amexgen.com.mx	Melchor Ocampo 19, 204-206 Col. Tizapán, Álvaro Obregón 01090 México, D. F. Vía página web y ana.contreras@amexgen.com.mx
	Nacional Financiera Banca de Desarrollo (NAFIN)	http://www.nafin.com/	Av. Insurgentes Sur 1971, Col. Guadalupe Inn, CP 01020 México, Ciudad de México. info@nafin.gob.mx / 01 800 Nafinsa (623 4672)
2.1. Fortalecimiento del Programa de Verificación Vehicular Obligatorio (PVVO)	Banca Comercial, Plataforma Mexicana de Carbono	http://www.mexico2.com.mx	Av. Paseo de la Reforma 255 Col. Cuauhtémoc, Cuauhtémoc 06500 Ciudad de México Teléfonos: (55) 5128.2048 contacto@mexico2.com.mx
	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	https://www.iadb.org/es	Avenida Paseo de la Reforma Nº 222 Piso 11 Colonia Juárez, Delegación Cuauhtémoc , México Tel. (52-55) 9138-6200 (52-55) 9138-6229 BIDMexico@iadb.org
2.2. Creación del Programa de mejora tecnológica de vehículos automotores privado, público y de gobierno, para la reducción de las emisiones contaminantes	Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)	http://www.amia.com.mx/	Coordinación de Comunicación comunicación@amia.com.mx Tel. (55) 5272-1144 ext. 270 Cel. 55-2727-7370,
	Banco Comercial, Plataforma Mexicana de Carbono	http://www.mexico2.com.mx	Av. Paseo de la Reforma 255 Col. Cuauhtémoc, Cuauhtémoc 06500 Ciudad de México Teléfonos: (55) 5128.2048 contacto@mexico2.com.mx
2.3. Promover el mantenimiento estricto, la mejora tecnológica y la renovación del transporte de carga en las categorías de vehículos mayores a tres toneladas y de los tractocamiones	Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA)	http://www.amia.com.mx/	Coordinación de Comunicación comunicación@amia.com.mx Tel. (55) 5272-1144 ext. 270 Cel. 55-2727-7370,
	Nacional Financiera Banca de Desarrollo (NAFIN)	http://www.nafin.com/	Av. Insurgentes Sur 1971, Col. Guadalupe Inn, CP 01020 México, Ciudad de México. info@nafin.gob.mx / 01 800 Nafinsa (623 4672)
	Instituto Morelense para el Financiamiento del Sector Productivo “Fondo Morelos”	http://www.fondomorelos.gob.mx/	Av. Plan de Ayala no.825 Cuernavaca, Morelos 62350 Teléfono: 777 322 04 81
	Banco Comercial, Plataforma Mexicana de Carbono	http://www.mexico2.com.mx	Av. Paseo de la Reforma 255, Col. Cuauhtémoc, Cuauhtémoc 06500 Ciudad de México Teléfonos: (55) 5128.2048 contacto@mexico2.com.mx
2.4. Elaboración e implementación del Plan Maestro de Movilidad Urbana Sustentable en el Estado	Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)	www.fonadin.gob.mx	Banca de Inversión y Delegado Fiduciario del Fonadin. Tel. +52 55 5270 1630 francisco.gonzalez@banobras.gob.mx Av. Javier Barros Sierra no. 515, Colonia Lomas de Santa Fe. Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01219, Ciudad de México.
	Banco Mundial	http://www.bancomundial.org/	Insurgentes Sur No. 1605 Piso 24, Col. San José Insurgentes, México, C.P. 03900.

MEDIDA	Institución financiadora	Página web	Datos de contacto
			+52 (55) 5480-4200 cmolinahernandez@worldbank.org
	Programa de Reconocimiento y Operación SARE (COFEMER)	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/prosare	Blvd. Adolfo López Mateos 3025, San Jerónimo Aculco, Ciudad de México. C.P. 10400 Oficina: 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx
3.1. Diseño e implementación del programa estatal para reducir el consumo de leña y carbón como combustible en los hogares	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	https://www.gob.mx/sedesol	Av. Paseo de la Reforma 116, Col. Juárez, Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México. C.P. 06600 Teléfono: 5328 5000 demandasocial@sedesol.gob.mx
3.2. Diseño e implementación de un plan de acción para reducir las quemas agrícolas a través de la cosecha en verde y, la recolección y utilización de residuos en los campos de cultivo	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	https://www.gob.mx/sagarpa/acciones-y-programas/componente-de-modernizacion-de-maquinaria-y-equipo	Municipio Libre 377, Santa Cruz Atoyac, Ciudad de México. C.P. 03310 Teléfono: (55) 38711000 contacto@sagarpa.gob.mx
	Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (FND)	https://www.gob.mx/fnd	Agrarismo 227, Escandón, Ciudad de México. C.P. 11800 Teléfono: 018000078725 comunicacion@fnd.gob.mx
	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)	https://www.fira.gob.mx/	Residencia Estatal Morelos TEL. (01-777) 316-1360 Ing. Martín Anguiano Zavala Km 12.5 Carretera Jiutepec-Zacatepec, Crucero de Tezoyuca Emiliano Zapata, Morelos. C. P. 62765
3.3. Fortalecimiento de las actividades preventivas en el combate de incendios forestales provocados por actividades humanas	Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	https://www.gob.mx/conafor/acciones-y-programas/apoyos-conafor	Periférico Poniente 5360, San Juan de Ocotán, Jalisco. C.P. 45019 Teléfono: (33) 3777 7000 conafor@conafor.gob.mx
	Fondo de Competitividad y Promoción del Empleo del Estado de Morelos	http://www.fidecomp.morelos.gob.mx/	Secretaría de Economía del Estado de Morelos, Hidalgo 239, 6° Piso, Colonia Centro, Cuernavaca, Morelos C.P. 62000. Teléfono 01 (777) 313-56-80.
3.4. Regulación de actividades generadoras de emisiones a la atmósfera como: bancos de explotación de materiales, asfalteras, ladrilleras, alfareras, entre otras	Plataforma Mexicana de Carbono	http://www.mexico2.com.mx	Av. Paseo de la Reforma 255 Col. Cuauhtémoc, Cuauhtémoc 06500 Ciudad de México Teléfonos: (55) 5128.2048 contacto@mexico2.com.mx
	Fondo Minero-Fondo para el Desarrollo Regional Sustentable de Estado y Municipios Mineros	https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/fondo-minero-para-el-desarrollo-regional-sustentable	Avenida Paseo de la Reforma 99, Colonia Tabacalera, Del. Cuauhtémoc, Ciudad de México. C.P. 06030 Teléfono: (55) 6820 9700 Atención a la ciudadanía: 01 800 020 33 68
3.5. Conservación de las áreas forestales y verdes urbanas en el estado de Morelos	PROCODES de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)	https://www.gob.mx/conanp/acciones-y-programas/programas-de-subsidio	Ejército Nacional 223, Anáhuac I sección, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55) 5449 7000 uenlace@conanp.gob.mx
4.1. Estimación de la carga de mortalidad anual atribuible a los contaminantes atmosféricos PM_{10}, $PM_{2.5}$ y O_3 en el estado de Morelos	Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Salud	http://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/ssa-imss-issste-conacyt	M. en C. Margarita Irene Calleja y Quevedo Secretaria Técnica del Fondo Sectorial mcalleja@conacyt.mx Dr. Rodolfo Cano Jiménez Secretario Administrativo del Fondo Sectorial
	Fideicomiso para Apoyar Programas, Proyectos y Acciones Ambientales en la Megalópolis	https://www.gob.mx/comisionambiental	Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: 54900900 ext. 12389, 12368

MEDIDA	Institución financiadora	Página web	**Datos de contacto**
4.2. Construcción del Sistema de Vigilancia Epidemiológica específico para monitorear el impacto inmediato de la contaminación atmosférica en la salud humana en el estado de Morelos	Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Salud	http://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/ssa-imss-issste-conacyt	M. en C. Margarita Irene Calleja y Quevedo Secretaria Técnica del Fondo Sectorial mcalleja@conacyt.mx Dr. Rodolfo Cano Jiménez Secretario Administrativo del Fondo Sectorial
	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)	https://www.gob.mx/cofepris/	Oklahoma 14, Col. Nápoles, Ciudad de México. C.P. 03810 Teléfono: 5080 5200 contactociudadano@cofepris.gob.mx
5.1. Diseño e implementación de la Estrategia de comunicación de calidad del aire y salud en el estado de Morelos	Cámara Nacional de la Industria de Radio y Televisión (CIRT)	http://www.cirt.com.mx	CIRT: Horacio 1013, Polanco Reforma, Miguel Hidalgo Ciudad de México, Teléfono +52 55 5726 9909
	Google AD grants	http://www.google.com.mx/intl/es/grants	-----
	Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	https://www.iadb.org/es	Avenida Paseo de la Reforma Nº 222 Piso 11 Colonia Juárez, Delegación Cuauhtémoc , México Tel. (52-55) 9138-6200 (52-55) 9138-6229 BIDMexico@iadb.org
6.1. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera	Gobierno del Estado Presupuesto de egresos de gobierno del Estado	---	---
	Programa de Reconocimiento y Operación SARE (COFEMER)	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/prosare	Coordinación de Estados y Municipios COFEMER Blvd. Adolfo López Mateos 3025, San Jerónimo Aculco, Ciudad de México. C.P. 10400 Oficina: 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx
6.2. Elaboración del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de Autorregulación y Auditorías Ambientales	Gasto corriente de la PROPAEM	---	---
	Programa de Reconocimiento y Operación SARE (COFEMER)	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/prosare	Coordinación de Estados y Municipios COFEMER Blvd. Adolfo López Mateos 3025, San Jerónimo Aculco, Ciudad de México. C.P. 10400 Oficina: 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx
6.3. Fortalecimiento del Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos	Fondo Sectorial CONACYT-SEMARNAT	http://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/semarnat-conacyt	M. en C. Margarita Irene Calleja y Quevedo Secretaria Técnica del Fondo Sectorial mcalleja@conacyt.mx / Lic. José Ramón Cárdeno Ortiz Secretario Administrativo del Fondo
	Fideicomiso para Apoyar Programas, Proyectos y Acciones Ambientales en la Megalópolis.	https://www.gob.mx/comisionambiental	Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: 54900900 ext. 12389, 12368
6.4. Diseño de mecanismos de financiamiento	Gasto corriente de Gobierno del Estado	---	---
	Programa de Reconocimiento y Operación SARE (COFEMER)	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/prosare	Coordinación de Estados y Municipios COFEMER Blvd. Adolfo López Mateos 3025, San Jerónimo Aculco, Ciudad de México. C.P. 10400 Oficina: 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx
6.5. Actualización del Inventario de Emisiones del Estado de Morelos	Fideicomiso para Apoyar Programas, Proyectos y	https://www.gob.mx/comisionambiental	Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: 54900900 ext. 12389, 12368

MEDIDA	Institución financiadora	Página web	**Datos de contacto**
	Acciones Ambientales en la Megalópolis.		
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	https://www.gob.mx/semarnat	Av. Ejército Nacional 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: 54900900, atencion.ciudadana@semarnat.gob.mx
6.6. Desarrollo de proyectos de investigación científica y tecnológica en materia de calidad del aire en la entidad	Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del estado de Morelos	http://conacyt.gob.mx/index.php/fondos-mixtos-constituidos/item/morelos	Secretario Técnico del Fondo Mixto Ing. Salvador Flores Ortega sfloreso@conacyt.mx Secretario Administrativo del Fondo Mixto Lic. Salatiel Monterrubio Flores salatiel.monterrubio@morelos.gob.mx
	Fondo Sectorial CONACYT-SEMARNAT	https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-sectoriales-constituidos2/item/semarnat-conacyt	M. en C. Margarita Irene Calleja y Quevedo Secretaria Técnica del Fondo Sectorial Lic. José Ramón Cárdeno Ortiz Secretario Administrativo del Fondo
6.7. Fortalecimiento de las áreas que tienen a cargo la gestión de la calidad del aire en la Secretaría de Desarrollo Sustentable y la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos	Fondo Verde Morelos	---	---
	Programa de Reconocimiento y Operación SARE (COFEMER)	https://www.gob.mx/cofemer/acciones-y-programas/prosare	Coordinación de Estados y Municipios COFEMER Blvd. Adolfo López Mateos 3025, San Jerónimo Aculco, Ciudad de México. C.P. 10400 Oficina: 5629 9500 ext. 22606 cem@cofemer.gob.mx

Fuente: elaboración CINPRO

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar V., Luis F, 2011. “Políticas públicas y transversalidad”, en José María Ramos, José Sosa y Félix Acosta (coords.), La evaluación de políticas públicas en México, México, El Colegio de la Frontera Norte/Instituto Nacional de Administración Pública.

Albino Barraza-Villarreal et al, 2011. Elemental carbon exposure and lung function in schoolchildren from Mexico City. Eur Respir J 2011; 38: 548–552.

Amador Muños et al., 2001. Partículas suspendidas, hidrocarburos aromáticos policíclicos y mutagenicidad en el suroeste de la Ciudad de México. Rev. Int. Contam. Ambient. 17(4) 193-204, 2001.

AMEXGEN, 2014. “Manual para la Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía”. Asociación Mexicana de Empresas de Gestión Energética México, CONUEE-GIZ.

ATSDR, 2016. https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts69.html

Azqueta, 1998. Valoración económica de la calidad del aire. Mc Graw HILL. España https://es.scribd.com/doc/144569333/Azqueta-1998-Valoracion-Economica-Calidad-Ambiental-Caps-1-al-3

Ballester F., J. Tenías y S. Pérez, 1999. “Efectos de la Contaminación Atmosférica sobre la Salud: Una Introducción”. Revista Especializada en Salud Pública. Vol. 73, No. 2, pp. 109- 121.

Ballester, F. y Boldo, E., 2010. Los efectos de la contaminación del aire sobre la salud de las personas y las poblaciones. Observatorio de Medio Ambiente en España 2010 de DKV Seguros y ECODES "Contaminación atmosférica y salud".

Baxter, P.J., 2000. Gases. In: P.J. Baxter, P.H. Adams, T.-C. Aw, A. Cockcroft and J.M. http://ivhhn.org/index.php?option=com_content&view=article&id=144

Blanco S., Cárdenas B., Maíz P., Berrueta V., Masera O. y Cruz J. 2009. Estudio comparativo de estufas mejoradas para sustentar un Programa de Intervención Masiva en México. Informe Final. Instituto Nacional de Ecología. Versión actualizada Septiembre de 2012. México D.F. 61pp.

Canto Chac, Manuel, 2008. “Gobernanza y participación ciudadana en las políticas públicas frente al reto del desarrollo”, en Política y Cultura, número 30, pp. 9-37.

Carmona Mártir María del Rocío, 2013. Evaluación y Reclasificación de las Estaciones del Sistema de Monitoreo Atmosférico que miden Monóxido de Carbono, tesis de maestría del Programa de Maestría y Doctorado de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México. México.

CCA, 2014. La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 6 pp.

CCC, 2016. Diagnóstico participativo Para la elaboración del Programa para mejorar la calidad del aire del Estado de Morelos (2017-2026). Centro de Colaboración Cívica, México. Octubre de 2016.

CDMX, 2015. Calidad del Aire en la Ciudad de México. Informe anual 2015.

Centro Mario Molina, 2016. Apoyo en la implementación de medidas para la mitigación de compuestos de efecto invernadero y gases contaminantes en la EcoZona Cuernavaca. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID.

CEPM, 2014. Las Zonas Metropolitanas del Estado de Morelos. Francisco Mundo. Consejo Estatal de Población del Estado de Morelos (CEPM).

CFE, 2014. Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico, POISE 2014-2018.

Clean Air Technology Center – USEPA, 1999. Óxidos de Nitrógeno (NOx), ¿Por Qué y Cómo Se Controlan? EPA-456-F-00-002 noviembre de 1999

Cohen y Cols, 2004. Mortality impacts of urban air pollution. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, eds. Comparative Quantifi cation of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. Non serial publication. WHO: Geneva, Switzerland, 2004. pp 50-52.

Colombia CGF-SISCLIMA, 2016. Marco para la estrategia colombiana de financiamiento climático. Bogotá, Econometría Consultores.

Colombia. Departamento Nacional de Planeación, 2017. Hoja de ruta, propuestas para la participación del sector privado en el marco de la misión de crecimiento verde. Bogotá, DNP.

CONAGUA, 2016. Reporte del Clima en México, reporte anual 2015.

CONAPO. INEGI. Estimaciones y Proyecciones de la Población por Entidad Federativa 2010-2050 http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

CONEVAL, 2016. Índice de Rezago Social 2015. http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx

Consejería Jurídica del Estado de Morelos, 2016. Decreto por el que se expide el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria para el Estado de Morelos, Publicado El 20 de octubre de 2016. http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/decretos_ejecutivo/pdf/DPVERIFICACIONMO.pdf

CONADESUCA-UACh, 2015. Boletín Técnico Informativo "Cosecha de caña de azúcar en estado verde". Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar y Universidad Autónoma de Chapingo. Julio de 2015.

CONUEE, 2016. Red de aprendizaje para la implementación de Sistema de Gestión de la Energética en Industria. https://www.giz.de/de/downloads/giz2016-es-Guia_para_la_implementacion_de_Redes_de_Aprendizaje_de_Eficiencia_Energetica.pdf

DENUE, consulta marzo 14 del 2016. http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/default.aspx

DOF, 1994a. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. México, 1994.

DOF, 1994b. Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO2). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO2) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. México, 1994.

DOF, 2009a. Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN). Publicada el 1º de julio de 1992 Texto vigente. Última reforma publicada DOF el 30 de abril de-2009.

DOF, 2009b. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007. Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. México 16 de enero de 2009.

DOF, 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-2010, Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al dióxido de azufre (SO2). Valor normado para la concentración de dióxido de azufre (SO2) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población. Publicada el 11 de junio de 2010.

DOF, 2012a. Ley General de Cambio Climático (LGCC). Publicada el 6 de junio de 2012.

DOF, 2012b. Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012, Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire. Publicada Jul 16, 2012.

DOF, 2013a. Convenio de Coordinación por el que se crea la Comisión Ambiental de la Megalópolis, que celebran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Gobierno del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, México, Morelos, Puebla y Tlaxcala. Publicado el 03 de octubre de 2013.

DOF, 2013b. Programa Sectorial de Medio Ambiente (PROMARNAT) 2013-2018. Publicado el 20 de mayo de 2013.

DOF, 2014a. Norma Oficial Mexicana NOM-020-SSA1-2014, Salud ambiental. Valor límite permisible para la concentración de ozono (O_3) en el aire ambiente y criterios para su evaluación. México, 2014.

DOF, 2014b. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-2014, Salud ambiental. Valores límite permisible para la concentración de partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ en el aire ambiente y criterios para su evaluación. México, 2014.

DOF, 2014c. Norma Oficial Mexicana NOM-044-SEMARNAT-2006. Última modificación 17 de diciembre de 2014.

DOF, 2014d. Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018. Primera edición: noviembre 2014.

DOF, 2014e. 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 (RLGEEPAMPCCA). Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

DOF, 2015. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018. Publicado 20 de mayo de 2013. Última reforma publicada julio de 2015.

DOF, 2016. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM). Publicado 5 de febrero de 1917. Última reforma publicada el 29 de enero de 2016.

DOF, 2017a. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Última reforma publicada DOF 24-01-2017.

DOF, 2017b. Norma Oficial Mexicana NOM-167-SEMARNAT-2017 establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas.

Elias Castanas, Marilena Kampa, Human health effects of air pollution * Laboratory of Experimental Endocrinology, University of Crete, School of Medicine, P.O. Box 2208, Heraklion, 71003, Greece Received 4 June 2007; accepted 10 June 2007

EPA. BenMAP, Environmental Benefits Mapping and Analysis Program – Community Edition. User's Manual, 2015. https://www.epa.gov/benmap/manual-and-appendices-benmap-ce

EPA. BenMAP-CE Quick Start Guide Designed for v1.0.18, 2014 https://www.epa.gov/benmap/manual-and-appendices-benmap-ce

Escamilla Núñez et al. 2008. Traffic-related air pollution and respiratory symptoms among asthmatic children, resident in Mexico City: the EVA cohort study. Bio Med Central.

Gerard Hoek et al 2013. Long-term air pollution exposure and cardiorespiratory mortality: a review. Environmental Health.

Gobierno del Estado de Morelos, 2009. Programa para el Mejoramiento de la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana de Cuernavaca, 2009 – 2012. Gobierno del Estado de Morelos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente. México, 2009.

Gobierno del Estado de Morelos, 2016. Plan Estatal de Desarrollo–2013-2018 del Estado de Morelos.

Gobierno de la República, 2015. Compromisos de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático para el periodo 2020-2030. Ciudad de México, INECC.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, 2014. "Quinto Informe de Evaluación del Cambio Climático: impacto, adaptación y vulnerabilidad". IPCC, Suiza.

HEI, 2017. State of Global Air 2017. Special Report. Boston, MA: Health Effects Institute. www.stateofglobalair.org. Data source: Global Burden of Disease Study 2015. IHME, 2016. (Accessed 11/30/2017).

Hernández Cadena, et al. 2009. Increased Levels of Outdoor Air Pollutants Are Associated With Asthma Are Associated With Reduced. Chest 2009; 136; 1529-1536; Pre-published online March 24, 2009.

IEE de Guanajuato, 2016. Visita técnica al Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos, 31 de marzo y 1 de abril 2016.

IHME, 2015. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). Explore the Data https://www.stateofglobalair.org/data

IHME, 2017. A SPECIAL REPORT ON GLOBAL EXPOSURE TO AIR POLLUTION AND ITS DISEASE BURDEN. https://www.stateofglobalair.org/sites/default/files/SOGA2017_report.pdf

INE, 2011. Cuarto almanaque de datos y tendencias de la calidad del aire en 20 ciudades mexicanas (2000-2009). Primera. México, D.F.; 2011.

INE, 2010. Manual 2, Sistemas de Medición de la Calidad del Aire. México, 2010. Disponible en: sinaica.inecc.gob.mx/pags/guias.php

INE. Primer catálogo, estaciones de monitoreo atmosférico en México. México, D.F.

INECC, 2015a. Informe Nacional de Calidad del Aire 2014, México.

INECC, 2015b. Inventario Nacional de Emisiones de México, 2013.

INECC, 2016a. Estimación de Impactos en la salud por contaminación atmosférica en la Región Centro del país y alternativas de gestión.

INECC, 2016b. Elaboración de la línea base de exposición personal a contaminantes atmosféricos en la Ecozona de Cuernavaca, Morelos. Diciembre de 2016. México 72p.

INECC-INSP, 2015. Elaboración de una Propuesta de Índice Nacional de Calidad del Aire. Consultado en: http://www.inecc.gob.mx/descargas/calaire/720.pdf el 19 de diciembre del 2015.

INECC-SEMARNAT, 2011. Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica.

INEGI, 2015. Anuario estadístico y geográfico de Morelos 2015 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2015. 466 p.

INEGI, 2016a. Estructura económica de Morelos en síntesis / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2016. vii, 21 p.

INEGI, 2016b. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015. Estados Unidos Mexicanos.

INEGI, 2016c. Principales resultados de la Encuesta Intercensal 2015: Morelos / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI, c2015. xiv, 93 p.

INEGI. Censos Económicos 2014. Resultados Definitivos: Morelos. Página Web: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx

INEGI, 2017a. Producto interno bruto por entidad federativa. Página Web: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/default.aspx

INEGI, 2017b. Vehículos de motor registrados en circulación. Página Web: http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/transporte/vehiculos.asp?s=est Consultada en 15 abril de 2017.

IMCO, 2016. Índice de Información Presupuestal Municipal 2016. http://imco.org.mx/finanzaspublicas/#!/indice-de-informacion-presupuestal-municipal

Knibbs Luke D., Tom Cole-Hunter, Lidia Morawska, 2011. A review of commuter exposure to ultrafine particles and its health effects, Atmospheric Environment, 45, 2611-2622.

Krewski et al., 2009. Extended Follow-Up and Spatial Analysis of the American Cancer Society Study Linking Particulate Air Pollution and Mortality. HEALTH Effects Institute. Number 140.

Künzli, N. y otros, 2000. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. The Lancet, Volumen 356, pp. 795-801.

Lancet, 2017. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-estimates/es/

Magaña, Victor, 2004. "El cambio climático global: comprender el problema", en Cambio climático: una visión desde México (Julia Martínez y Adrián Fernández), SEMARNAT-INE. pp. 17-28. México.

Magaña, Victor, 2006. "Informe sobre escenarios futuros del sector agua en México bajo cambio climático para las climatologías del 2020, 2050 y 2080", en 3ra. Comunicación Nacional (México) sobre Cambio Climático. SEMARNAT-INE. México.

Martínez V. Silvia, 2008. Tesis doctoral: Externalidades ambientales asociadas a la contaminación del aire. UAB, España, 2008.

Naciones Unidas, Convención Marco sobre el Cambio Climático (2015). “Aprobación del Acuerdo de París”. Nueva York, N.U. (Doc. FCCC/CP/2015/L.9). 40 p.

Nemery, B., Hoet, P.H.M. and Nemmar, A., 2001. The Meuse Valley fog of 1930: an air pollution disaster. The Lancet 357(9257), 704-708.

OECD, 2012. "Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction" - ISBN 978-92-64-122161.

OMS, 2005. Organización Mundial de la Salud, 2005. Calidad de vida.

OMS, 2006. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre", 2006.

OMS, 2014. http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en/

OMS, 2016. Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/

ONU-Hábitat, 2015. Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015.

Ortegón, Edgar; Juan Francisco Pacheco y Adriana Prieto (2005). "Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas". Santiago de Chile, ILPES, julio de 2005 (Manuales, 42). 124 p.

PAHO, 2017.
http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918%3A2017-ambient-air-pollution&catid=2619%3Aenvironmental-health&Itemid=42246&lang=es

Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 1994. Reglamento de la ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente para la prevención y control de la contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el estado de Morelos. Marzo 1994.

Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2012. Programa Sectorial Secretaría de Desarrollo Sustentable, Estado de Morelos. Publicado el 23 de abril de 2012.

Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2014. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos. Núm. 5220, publicado el 29 de septiembre de 2014.

Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2017. Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos, que reforma la del año de 1888. Última reforma febrero, 2017.

Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2017. Ley del equilibrio ecológico y la protección al ambiente del estado de Morelos. Última reforma marzo 2017.

Ponce de León, R.S., T. Fortoul Van Der Goes, R. Pérez Padilla., 2017. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud. Editorial LITO-GRAPO, S.A. de C.V. Primera edición, noviembre de 2017.

Radian, 1997. Manuales del Programa de inventarios de Emisiones de México.

R. Muñoz C., C. Otuño M., M. Jaimes P., R. Ramos V., V. Páramo (2005). "Path Siting and Design Criteria Review in Mexico City Air Monitoring Network". 98th Annual Conference & Exhibition of the Air & Waste Management Association. Minneapolis, Minnesota. June.

Ramírez-Aguilar, Et al. 2008. Assessment of personal exposure to ozone in asthmatic children residing in Mexico City.

Ramos, J.M.; J. Sosa y F. Acosta (Coords.) (2011). La evaluación de políticas públicas en México. México, El Colegio de la Frontera Norte - INAP, 2011. 162 pp.

Riojas-Rodríguez H, Álamo-Hernández U, Texcalac-Sangrador JL, Romieu I. Evaluación de impacto en salud ante reducciones de PM_{10} y ozono en la Zona Metropolitana del Valle de México. Base para un nuevo programa de calidad del aire Salud Publica Mex 2014; 56:579-591.

Riojas-Rodríguez, et. al., 2017. Informe técnico final del proyecto: Impacto económico y en salud asociado a la contaminación atmosférica (PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, NO_2 y ozono) en doce ciudades del Sistema Urbano Nacional. Instituto Nacional de Salud Pública.

Rivera, Sergio (coordinador) (2012), Participación ciudadana y combate a la corrupción. México, Contraloría Ciudadana para la Rendición de Cuentas.

Romieu, et al. 1992a. Air Pollution and School Absenteeism among Children in Mexico City. American Journal of Epidemiology.

Romieu, et al. 1992b. Vehicular Traffic as a Determinant of Blood-Lead Levels in Children: A Pilot Study in Mexico City. Archives of Environmental Health.

Romieu. Et al. 1995. Environmental Urban Lead Exposure and Blood Lead Levels in Children of Mexico City. Enviromental Health Perspectives. Volume 103, Number 11. November 1995.

Romieu. Et al. 1997. Effects of intermittent Ozono Exposure on Peak Expiratory Flow and Respiratory Symptoms among Asthmatic Children in Mexico City. Archives of environmental Health.

SAGARPA, 2016. Boletín técnico informativo del sector de la caña de azúcar.

Salcedo D., T. Castro, L.G. Ruiz-Suárez, A. García-Reynoso, R. Torres-Jardón, A. Torres-Jaramillo, B.E. Mar-Morales, A. Salcido, A.T. Celada, S. Carreón-Sierra, A.P. Martínez, O.A. Fentanes-Arriaga, E. Deustúa, R. Ramos-Villegas, A. Retama-Hernández, M.I. Saavedra, M. Suárez-Lastra; 2012. Study of the regional air quality south of Mexico City (Morelos state). Science of the Total Environment 414 (2012) 417–432.

Saldarriaga-Noreña Hugo, Rebecca López-Márquez, Mario Murillo-Tovar, Leonel Hernández-Mena, Efrén Ospina-Noreña, Enrique Sánchez-Salinas, Stefan Waliszewski and Silvia Montiel-Palma, 2015. "Analysis of PAHs Associated with Particulate Matter PM2.5 in Two Places at the City of Cuernavaca, Morelos, México". Atmosphere 2015, 6, 1259-1270; doi: 10.3390/atmos6091259

Samet J, Krewski D. Health effects associated with exposure to ambi-ent air pollution. J Toxicol Environ Health Part A 2007; 70:227-242.

Sandra Treviño-Siller et al, 2005. Experiencias de envejecimiento en el México rural. http://www.scielo.org.mx/pdf/spm/v48n1/v48n1a06.pdf

Sheinbaum C. et al., 2014. Actualización del Programa del Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos, México. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, USAID.

SCT, 2009. Principales estadísticas del sector comunicaciones y transportes 2009. México 48p.

SDS, 2017. Inventario de Emisiones de contaminantes criterio para el Estado de Morelos 2014. Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos.

Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos, comunicado de prensa. Disponible en: http://sustentable.morelos.gob.mx/categoria/temas/calidad-del-aire/verificacion-vehicular (15/03/2017)

Secretaría de Economía, 2014. Programa sectorial de innovación de la economía 2013-2018 del Estado de Morelos. Secretaría de Economía del estado de Morelos. 49pp.

Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, 2016a. Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Morelos 2013 – 2018.

Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, 2016b. Agenda Estadística 2014-2015. https://www.hacienda.morelos.gob.mx/images/docu_planeacion/planea_estrategica/agenda_estadistica/Agenda_Estadistica_2014-2015.pdf

Secretaría de Medio Ambiente Gobierno del Distrito Federal, 2004. Programa de reducción de emisiones a la atmósfera en la industria. 24pp.

Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México, 2017. Calidad del aire en la Ciudad de México, informe 2016. Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire, Dirección de Monitoreo Atmosférico. Ciudad de México. Noviembre, 2017.

OECD, 2017. Estudios territoriales de la OCDE. Morelos, México, OECD Publishing, Paris/Secretaría de Hacienda del Estado de Morelos, Cuernavaca. http://dx.doi.org/10.1787/9789264277595-es

Secretaría de Salud. 2015. Programa de Acción Específico Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica 2013-2018. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/211946/PAE_2013-2018.pdf

SEDEMA, 2017. http://www.aire.cdmx.gob.mx/descargas/publicaciones/flippingbook/informe_anual_calidad_aire_2015v3/files/downloads/Informe2015v3.pdf

SEDESOL, 2016. https://www.gob.mx/sedesol/articulos/uso-domestico-de-combustibles

SEDESOL, 2017. Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2017.

SEDESOL-CONAPO-INEGI, 2012. Delimitación de las Zonas Metropolitanas de México 2010.

Seinfeld John H., Spyros N. Pandis, 2016. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, 3rd Edition, 1152 pages, April 2016.

SEMARNAT, 2005a. Guía de Elaboración y Usos de Inventarios de Emisiones. SEMARNAT, INE, Western Governor's Association. Primera edición, Mayo 2005, México.

SEMARNAT, 2005b. Informe de la situación del medio ambiente en México: Compendio de Estadísticas Ambientales. http://www.paot.org.mx/centro/ine-semarnat/situacion05/introduccion.pdf

SEMARNAT, 2006. Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999. Primera edición, septiembre de 2006.

SEMARNAT, 2012. Inventario Nacional de Emisiones de México, 2005. Primera edición, julio de 2012.

SEMARNAT, 2013a. Estrategia Nacional de Cambio Climático visión 10-20-40 (ENCC). Primera edición: junio 2013.

SEMARNAT, 2013b. Guía de Instrumentación de las medidas de Comunicación Pública y Educación Ambiental del ProAire, SEMARNAT/ DGGCARETC.

SEMARNAT, 2013c. Cuadernos de divulgación ambiental. *Calidad del aire: una práctica de vida*. Primera edición 2013.

SEMARNAT, 2014a. Índice de Participación Ciudadana del Sector Ambiental (IPC Ambiental). Comparativo 2013 (línea base) – 2014 informe de resultados.

SEMARNAT, 2014b. Programa Estatal de Educación, Capacitación y Comunicación Ambientales en Condiciones de Cambio Climático. México, 2014.

SEMARNAT, 2015a. Guía para la elaboración de Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire). México; Segunda edición, México 2015.

SEMARNAT, 2015b. Programa de Gestión de la Calidad del Aire del Estado de Tlaxcala 2015-2024.

SEMARNAT, 2016. Programa de Gestión de la Calidad del Aire del Estado Nuevo León 2016-2025.

SEMARNAT, 2017. Estrategia Nacional de Calidad del Aire. Visión 2017-2030.

SEMARNAT-CONAFOR, 2013. Incendios forestales en México: Temporada 2013.

SEMARNAT-CONAFOR, 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelos - Morelos 2013. Primera edición 2014.

SEMARNAT-INECC-CAMe, 2017. Programa de Gestión Federal para Mejorar la Calidad del Aire de la Megalópolis. PROAIRE de la Megalópolis 2017 – 2030.

SENER, 2012. Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026.

SENER, 2016. Prospectiva de Gas Natural 2016-2030. Secretaría de Energía, México 2016.

SENER. Balance Nacional de Energía 2014 https://www.energycommunity.org/default.asp

SENER. Sistema de Información Energética. Página Web: http://sie.energia.gob.mx/ Consultada 20 de abril de 2017.

Servicios de Salud. Dirección de Unidades Médicas. http://evaluacion.ssm.gob.mx/directorioum/primerNivel.php

SE-SGM, 2014. Panorama Minero del Estado de Morelos. Secretaría de Economía y Servicio Geológico Mexicano; diciembre de 2014.

SHCP-SFP-CONEVAL, 2011. “Guía para la construcción de la Matriz de Indicadores para Resultados”. México, SHCP. 77 p.

Sheinbaum, C., Robles, G., Chávez, C. y Juan Solís, 2008. "Proyecciones de los inventarios de emisión al 2020 para la Zona Metropolitana del Valle de México". Instituto de Ingeniería-UNAM. México.

Sosa, José, 2014, “Las capacidades de gestión municipal y el cambio climático: ¿un problema de escala?”, en Oddone, N. y Horacio Rodríguez Vázquez (coordinadores), Municipios y cambio climático: hacia la construcción de una agenda de para diplomacia ambiental. España, Unión Iberoamericana de Municipalistas-CIGOB, 2014; pp. 111-122.

Thad Godish, Wayne T. Davis, Joshua S. Fu, 2014. Air Quality, Fifth Edition.

Todd M. Johnson, Claudio Alatorre, Zayra Romo & Feng Liu; 2009. México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial. 1818 H Street, NW Washington, DC 20433, USA.

Turner et al, 2016. Long-Term Ozone Exposure and Mortality in a Large Prospective Study. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine Volume 193 Number 10.

U. Im, K. Markakis, A. Poupkou, D. Melas, A. Unal, E. Gerasopoulos, N. Daskalakis, T. Kindap, and M. Kanakidou, 2011. The impact of temperature changes on summer time ozone and its precursors in the Eastern Mediterranean. Atmos. Chem. Phys., 11, 3847–3864, 2011 www.atmos-chem-phys.net/11/3847/2011/

U.S. EPA, 1987: Assessment of health risks to garment workers and certain home residents from exposure to formaldehyde. Office of Pesticides and Toxic Substances, Environmental Protection Agency, Washington DC.

U.S. EPA, 1991: Indoor air quality: sick building syndrome (EPA/402-F-94-004). Indoor Air Group, Research Triangle Park, North Carolina.

U.S. EPA, 1998: National Air Quality and Emissions Trend Report. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.

Úrsula, Oswald, 1999. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias: Fuente ovejuna o caos ecológico, Cuernavaca, Mor., 1999.

V. Mugica-Alvarez, Naxieli Santiago-de la Rosa, Jesús Figueroa-Lara, Julio Flores-Rodríguez, Miguel Torres-Rodríguez, Miguel Magaña-Reyes, 2015. "Emissions of PAHs derived from sugarcane burning and processing in Chiapas and Morelos México". Science of the Total Environment 527–528 (2015) 474–482.

Wellburn, A., 1994. Air Pollution and Climate Change: the biological impact. Addison Wesley Longman Limited, Harlow, 268 pp.

WHO, 2004. Results from the who project "Systematic review of health aspects of air pollution in Europe, Health aspects of air pollution, Regional Office for Europe, Scherfigsvej 8, DK-2100 Copenhagen Ø, Denmark, World Health Organization June 2004

Zimmermann, 2008. La contaminación atmosférica y la salud http://www.levante-emv.com/ciencia-investigacion/2008/10/04/ciencia-e-investigacion-contaminacion-atmosferica-salud/501850.html

Zhou Jian, Yan You, Zhipeng Bai, Yandi Hu, Jiefeng Zhang, Nan Zhang, 2011. Health risk assessment of personal inhalation exposure to volatile organic compounds in Tianjin, China, Science of the Total Environment, 400. 452-459.

Glosario

Actividades de construcción: La construcción de edificios, caminos y otras actividades relacionadas son una fuente potencialmente importante de emisiones de partículas fugitivas.

Actividad económica: a cualquier proceso donde se generan e intercambian productos, bienes o servicios para cubrir las necesidades de las personas.

Aguas residuales: Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Estas aguas generan emisiones a la atmósfera al ser tratadas de amoniaco, compuestos orgánicos volátiles, entre otros.

Anemia aplásica: es el desarrollo incompleto o defectuoso de las líneas celulares de la médula ósea. La producción disminuida de eritrocitos produce anemia

AOT40: Exposición acumulada por encima de una concentración umbral de 40 ppb, se ha utilizado comúnmente como un método para describir los niveles críticos de ozono por encima de los cuales los efectos adversos directos pueden ocurrir en la vegetación sensible. Se calcula como la suma de las diferencias entre la concentración de ozono media por hora (en ppb) y 40 ppb cuando la concentración excede 40 ppb durante las horas del día, acumuladas durante un período de tiempo establecido.

Aplicación de fertilizantes: Los fertilizantes son utilizados de manera extensiva para añadir o reabastecer nutrientes agotados o que de alguna otra manera faltan en el suelo agrícola. Debido a la gran variedad de suelos y de cultivos se han formulado muchos tipos diferentes de fertilizantes. Esta actividad genera emisiones a la atmósfera principalmente de amoniaco.

Aplicación de plaguicidas: Los plaguicidas se usan para matar insectos, malezas u otras plagas o para retardar su crecimiento. La mayor parte de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles al aire, provenientes del uso de plaguicidas, ocurren sobre todo debido a la naturaleza volátil de los ingredientes activos, los solventes acarreadores y otros productos químicos en las formulaciones.

Artes gráficas: Las artes gráficas incluyen las operaciones que están relacionadas con la impresión de periódicos, revistas, libros y otros materiales impresos

Asados al carbón Carnes asadas se refiere al cocinado de carne (por lo general de res o de pollo) sobre una flama abierta en el que se permite que la grasa escurra hacia adentro de la flama abierta, generando emisiones de contaminantes a la atmósfera, principalmente partículas.

Asfaltado: Las superficies y pavimentos de asfalto están compuestos por un agregado compactado y un adhesivo de asfalto, esta actividad genera emisiones de hidrocarburos a la atmósfera.

BaPE: Índice equivalente para BaP, el cual permite una mejor estimación del potencial carcinogénico de los HAP asociados con partículas atmosféricas. La concentración de BaPE para cada HAP se calcula multiplicando su concentración por su correspondiente factor

equivalente tóxico (TEF), que representa la potencia carcinogénica relativa de la HAP correspondiente.

Emisiones biogénicas: Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metano de la vegetación y óxido nítrico del suelo.

Calidad del aire: Estado de la concentración de los diferentes contaminantes atmosféricos en un periodo de tiempo y lugar determinados, cuyos niveles máximos de concentración se establecen en las normas oficiales mexicanas y que son catalogados por un índice estadístico atendiendo sus efectos en la salud humana.

Calles completas: Se refiere a promover la construcción, ampliación y rehabilitación de infraestructura vial y equipamiento urbano diseñado para facilitar el tránsito seguro y cómodo de todos los ciudadanos de cualquier edad, género y habilidades motoras – peatones, ciclistas, usuarios de transporte público, y conductores de vehículos motorizados –, considerando elementos de iluminación, vegetación y señalización.

Cambio climático: Impactos en el sistema climático causados por el calentamiento global antropogénico (consecuencia, a su vez, de la quema de combustibles fósiles).

Caminos pavimentados y no pavimentados: Cuando los vehículos circulan sobre las superficies de caminos pavimentados, el polvo que se ha depositado sobre la superficie pavimentada o que ha sido llevado a ésta es arrastrado por la estela turbulenta del vehículo y se emite como partículas y cuando los vehículos circulan sobre las superficies de los caminos sin pavimentar el polvo que contienen es arrastrado por la estela turbulenta del vehículo y es emitido como partículas.

Co-beneficios: se entienden, en el lenguaje de las discusiones internacionales de cambio climático, aquellos beneficios que van más allá de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) intrínsecas por definición a los proyectos de mitigación.

Combustión comercial: se refiere a la combustión de carbón, aceite, gas natural y gas LP, que se consume como combustible en comercios y servicios.

Combustión doméstica: se refiere a la combustión de carbón, aceite, gas natural y gas LP, para la calefacción de viviendas individuales y unidades habitacionales.

Combustión industrial: es el uso de carbón, petróleo, queroseno, gas natural, gas licuado de petróleo (gas LP) y madera para la generación de calor y energía en los establecimientos industriales.

Contaminantes criterio: Contaminantes normados con límites máximos de concentración con la finalidad de proteger la salud humana y asegurar el bienestar de la población.

Datos crudos del monitoreo: Datos que se generan en las redes de monitoreo de la calidad del aire y muestreo de contaminantes atmosféricos, que no han pasado por las etapas de limpieza, verificación y validación.

Datos vía remota: recepción de datos a un dispositivo que está a cierta distancia del sistema al que se hace referencia y al que está conectado mediante una línea de comunicación.

Desarrollo Orientado al Transporte: Estrategia de planeación urbana que da preferencia al peatón, considera la importancia del espacio público y las intervenciones en barrios y colonias

en torno a estaciones o paradas de transporte público (autobús, Metrobús, BRT o Metro) que conecte con el resto de la ciudad. Promueve el desarrollo compacto, de alta densidad y diversidad de usos del suelo.

Desarrollo sustentable: es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Emisiones domésticas de amoniaco Esta categoría abarca diversas fuentes domésticas de amoniaco incluyendo los desechos de mascotas, la transpiración y la respiración humanas, el uso doméstico de amoniaco, el humo de cigarrillos y los desechos humanos sin tratar. A nivel individual, las emisiones de estas fuentes son relativamente pequeñas. Sin embargo, a nivel colectivo, podrían ser significativas.

Emisiones ganaderas de amoniaco: El ganado y otros animales domésticos de granja son una fuente importante de emisiones de amoniaco. En algunos lugares constituyen la fuente única más grande de emisiones de amoniaco.

Erosión eólica: desgaste de las rocas o la remoción del suelo debido a la acción del viento, generando partículas suspendidas a la atmósfera.

Estudios epidemiológicos: Los estudios epidemiológicos o estudios de investigación médica son el conjunto de actividades intelectuales y experimentales realizadas de modo sistemática con el objeto de generar conocimientos sobre las causas que originan las enfermedades humanas.

Exposición personal: Es la exposición diaria de una persona a la contaminación del aire en varios ambientes a lo largo del tiempo, lo cual lleva a la acumulación de contaminantes inhalados.

Financiamiento: es el conjunto de recursos monetarios y de crédito que se destinarán a una empresa, actividad, organización o individuo para que los mismos lleven a cabo una determinada actividad o concreten algún proyecto.

Incendios en construcciones: es aquel desencadenamiento importante y sin control de fuego, que se propaga de una manera desmedida, y que es capaz, de destruir bienes de tipo material como construcciones. Los incendios de construcciones generan emisiones de GOT, CO, NOx y partículas.

Incendios forestales: es el fuego que se extiende sin control en terreno forestal o silvestre, afectando a combustibles vegetales, flora y fauna.

Índice de Competitividad: mide la competitividad de los estados, es decir, su capacidad para atraer y retener talento e inversiones. La competitividad de los estados se traduce en mayor productividad y bienestar para sus habitantes. Dicho índice está compuesto por 100 indicadores, categorizadas en 10 subíndices.

Índice de Rezago Social: es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios en la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

Inventario de Emisiones: Un inventario de emisiones es un recuento de la cantidad de contaminantes liberados a la atmósfera. Por lo general, un inventario de emisiones contiene

las emisiones totales de uno o más gases de efecto invernadero o contaminantes del aire en específico, los cuales provienen de todo tipo de fuentes en una determinada área geográfica y durante un lapso de tiempo establecido, por lo general un año específico.

Labranza: El polvo fugitivo de las operaciones agrícolas puede contribuir de manera significativa a las emisiones de PM10 en algunas áreas rurales.

Ladrilleras: unidades artesanales de producción de ladrillo, que operan en la informalidad, con tecnología rudimentaria dentro o cerca de las zonas urbanas, y generan problemas de contaminación del aire.

Lavado en seco: es un sistema de limpieza de ropa, cortinas, artículos de cuero y otros productos de tela, que utiliza solventes como percloretileno, hidrocarburos y fluidos siliconados. Es utilizado típicamente en tintorerías y lavanderías, y genera emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles.

Leucemia: es un tipo de cáncer de la sangre que comienza en la médula ósea, el tejido blando que se encuentra en el centro de los huesos, donde se forman las células sanguíneas.

Limpieza de superficies industriales: Las operaciones de limpieza de superficies involucran el uso de solventes líquidos o vapores de solventes, para eliminar contaminantes insolubles en agua tales como grasa, aceite, ceras, depósitos de carbón, óxidos y alquitranes de superficies tales como metales, plásticos, vidrios y otros; esta actividad genera emisiones de hidrocarburos a la atmósfera.

Limpieza, verificación y validación en el monitoreo: proceso para determinar la calidad analítica de los datos.

Manejo y distribución de gas LP: son las emisiones de hidrocarburos debidas a fugas o a evaporación de los sistemas de almacenamiento y distribución.

Manejo y distribución de combustible: en la industria de la distribución de gasolina ésta es transportada en pipas desde las refinerías hasta las plantas y terminales a granel y finalmente a las estaciones de servicio. Durante esta actividad se generan emisiones a la atmósfera de hidrocarburos.

Microambiente: parcela o bloque de aire delimitado por un área física y que tiene una concentración homogénea de contaminantes. Ejemplos: casas habitación, oficinas, aulas, naves industriales, laboratorios, gimnasios, autobuses, autos, trenes, etc.

Modelo econométrico: Es una representación simplificada y en símbolos matemáticos de cierto conjunto de relaciones económicas, es decir un modelo matemático referido a relaciones económicas.

Monitoreo automático: Es la medición de contaminantes atmosféricos de forma continua en tiempo real, a través de equipos o analizadores que utilizan métodos de medición aprovechando las propiedades físicas y/o químicas de los contaminantes atmosféricos para determinar su concentración.

Movilidad: La movilidad se conceptualiza en los desplazamientos origen-destino que tienen lugar en las ciudades, ya sea por medios de transporte motorizados o no motorizados, particulares o colectivos, haciendo referencia a la clasificación general de los modos de transporte que una persona puede utilizar para trasladarse de un lugar a otro.

Neovolcánica: Es una joven e irregular meseta volcánica de más de 2.000 m de altitud.

Pancitopenia: la situación en la que existe una reducción simultánea en el número de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas en la sangre.

Panificación: La fermentación de la levadura en las panaderías produce emisiones de hidrocarburos. Otras emisiones de las panaderías que se deben a la combustión no se cubren en esta sección y se deben calcular como parte de la categoría de combustión comercial. Las panaderías que producen artículos horneados que no son leudados no generan gases orgánicos provenientes de la fermentación de levaduras.

Percentil: Medida de posición usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo de observaciones.

Pintura para señalización vial: consiste en el pintado de carriles, banquetas, marcas de dirección, señales de estacionamiento y superficies pavimentadas y no pavimentadas para facilitar el flujo del tránsito; en esta actividad se generan emisiones a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles.

Pintado automotriz: El pintado de autos engloba la reparación y restauración de carrocerías de automóviles, camiones ligeros y otros vehículos.

Precios corrientes: Intercambios monetarios que suceden en la economía, como: compras, ventas, arrendamientos (rentas) a los precios del día, por lo que reflejan la variedad de precios entre un momento y otro, es decir, la inflación. Por ejemplo, las compras de jitomate, incluyendo las variaciones de precios que ocurren durante el año: más baratos en tiempos de cosecha y más caros en invierno.

Producto Interno Bruto: es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. EL PIB es un indicador representativo que ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas de cada país, únicamente dentro de su territorio. Este indicador es un reflejo de la competitividad de las empresas.

Quemas agrícolas: se refiere a la quema de cultivos, madera y hojas asociadas con las actividades agrícolas; las cuales generan emisiones a la atmósfera de contaminantes como partículas, monóxido de carbono, entre otros.

Quema de residuos a cielo abierto: es una práctica de combustión de desechos incontrolada que genera emisiones contaminantes a la atmósfera. La quema a cielo abierto abarca la quema en vertederos, fosas, terrenos planos o en barriles.

Recubrimiento de superficies arquitectónicas: Los recubrimientos para superficies arquitectónicas, por ejemplo pinturas, son utilizados para proteger y mejorar las superficies interiores y exteriores de las construcciones. Durante esta actividad se emiten a la atmósfera compuestos orgánicos volátiles.

Recubrimiento de superficies en la industria: Las operaciones de recubrimiento de superficie consisten en la aplicación de una delgada capa de recubrimiento, por ejemplo, pintura, barniz, laca o primer a un objeto para propósitos decorativos o de protección; emitiendo compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera.

Regresión de COX: se conoce como análisis de la supervivencia o modelo de los riesgos proporcionales. El modelo genera una función de supervivencia que pronostica la probabilidad de que se haya producido el evento de interés en un momento dado t para determinados valores de las variables predictoras.

Salud Ambiental: según la Organización Mundial de la Salud, es "aquella disciplina que comprende aquellos aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida y el bienestar social, que son determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psico-sociales".

Sector primario: está formado por las actividades económicas relacionadas con la recolección o extracción y transformación de los recursos naturales con poca o ninguna manipulación. Las principales actividades del sector primario son la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza, la pesca, explotación forestal y la minería. Usualmente, los productos primarios son utilizados como materia prima en las producciones industriales.

Sector secundario: El sector secundario de una economía es el conjunto de actividades a través de las cuales las materias primas son transformadas en bienes manufacturados de consumo.

Sector terciario: El sector terciario está constituido por todas las actividades económicas cuyo propósito es la producción de los servicios que demanda la población. Por esa razón también se conoce como sector servicios.

Si bien los sectores primario y secundario se dedican a la producción de bienes materiales, la existencia del sector terciario permite clasificar todas las actividades económicas que permiten aumentar el bienestar de los consumidores a través de los servicios, es decir la producción de bienes inmateriales.

Sistemas Integrados de Transporte: Se contemplan medidas para promover redes de transporte público con servicio confiable, eficaz y con amplia cobertura que incentive viajes en medios seguros y sustentables, así como avanzar tanto en la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, como de las instituciones responsables de la planeación.

Sustancias Agotadoras de la capa de ozono (SAOs): son sustancias químicas que tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono de la estratósfera, lo que genera una afectación a la capa de ozono. Algunas son: clorofluorocarbonos (CFC), tetracloruro de carbono, halones, bromuro de metilo y hidroclorofluorocarbonos (HCFC).

Tasa: es una relación entre dos magnitudes. Se trata de un coeficiente que expresa la relación existente entre una cantidad y la frecuencia de un fenómeno.

Terminales de autobuses: es aquel espacio físico en el cual terminan y comienzan todas las líneas de servicio de transporte de autobuses o camiones de una determinada región. Las emisiones que se generan en éste espacio están muy bien definida (i. e., el segmento de carretera o estaciones en las que se encuentra la terminal).

Transporte intermodal: es aquel que utiliza la combinación de dos o más medios de transporte.

Uso doméstico de solventes: Productos comerciales que se utilizan en el hogar contienen como ingredientes hidrocarburos que sirven como propulsores, agentes para el secado (a través de la evaporación), co-solventes y agentes limpiadores; al ser utilizados emiten estos compuestos a la atmósfera.

UTM: El sistema de coordenadas universal transversal de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace secante a un meridiano.

Valores límite: Nivel fijado con base en conocimientos científicos con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana, en un periodo determinado y que no debe excederse.

Vegetación primaria: se define como la vegetación que conserva en su mayoría, su condición de densidad, cobertura y número de especies del ecosistema original (primario).

Vegetación secundaria: se define como la vegetación presente donde ha habido la sustitución total o parcial de la comunidad de vegetación original (primaria), ya sea por algún cambio de uso del suelo o por causas naturales o inducidas donde actualmente es evidente la recuperación de la comunidad vegetal, en alguna de las etapas sucesionales de vegetación.

Zona metropolitana: conjunto de dos o más municipios donde se localiza una ciudad de 50 mil o más habitantes, cuya área urbana, funciones y actividades rebasan el límite del municipio que originalmente la contenían, incorporando como parte de sí misma o de su área de influencia directa a municipios vecinos, predominantemente urbanos, con los que mantiene un alto grado de integración socioeconómica. También se incluyen a aquellos municipios que por sus características particulares son relevantes para la planeación y política urbanas de las zonas metropolitanas en cuestión.

Siglas y acrónimos

$\mu g/m^3$	Microgramos por metro cúbico
µm	Micrómetros
ANP	Área Natural Protegida
AOT40	Exposición acumulada por encima de una concentración umbral de 40 ppb
BaPe	Índice equivalente para BaP
BenMap	Programa de Mapeo y Análisis de Beneficios Ambientales (Environmental Benefits Mapping and Analysis Program)
BRT	Autobuses de Tránsito Rápido, por sus siglas en inglés
BTEX	Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno.
CAMe	Comisión Ambiental de la Megalópolis
CCVC	Contaminantes climáticos de vida corta
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CN	Carbono negro
CH_4	Metano
CINPRO	Consultoría en Ingeniería de Proyectos
CIVAC	Ciudad Industrial del Valle de Cuernavaca
CNP	Comité Núcleo del ProAire
CO	Monóxido de carbono
CO_2	Dióxido de carbono
COA	Cédula de Operación Anual
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
DGGCARETC	Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones Transferencia de Contaminantes
DOF	Diario Oficial de la Federación
EE	Eficiencia Energética
EIS	Evaluación del Impacto en Salud
ENE	Estrategia Nacional de Energía
ENCA	Estrategia Nacional de Calidad del Aire
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
FER	Funciones Exposición - Respuesta
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México
Gg/año	Giga-gramos por año
Ha	Hectárea
HAPs	Hidrocarburos aromáticos policíclicos
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales

IPCC	Panel Intergubernamental del Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
Kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Km^2	Kilómetro cuadrado
LEEPAEM	Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente del Estado de Morelos
LEZ	Zona de baja emisión (Low Emission Zone)
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
LGCC	Ley General de Cambio Climático
LGDFS	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
LDFSEM	Ley de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de Morelos
LP	Licuado de petróleo
Mg/año	Mega-gramos por año
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de mercurio
Mpcd	Millones de pies cúbicos diarios
MW	Mega Watt
N_2O	Óxido nitroso
NH_3	Amoniaco
NOM	Norma Oficial Mexicana
NO_x	Óxidos de nitrógeno
NO_2	Dióxido de nitrógeno
O_3	Ozono
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAC	Prácticas de Agricultura de Conservación
PCAA	Programa de Contingencia Ambiental Atmosférica
PEACCMOR	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos
PED	Programa Estatal de Desarrollo
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PIMUS	Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable
PM	Partículas en suspensión
PM_{10}	Partículas suspendidas de diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros
$PM_{2.5}$	Partículas suspendidas de diámetro aerodinámico menor o igual a 2.5 micras
PST	Partículas suspendidas totales
PND	Plan Nacional de Desarrollo
ProAire	Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire
POEDU	Programa Estatal de Desarrollo Urbano
POEREM	Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

PROMARNAT	Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales
PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PRONASGEn	Programa Nacional para Sistemas de Gestión de la Energía
PROPAEM	Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Morelos
PVVO	Programa de Verificación Vehicular Obligatorio
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENER	Secretaría de Energía
SEP	Secretaría de Educación Pública
SGM	Servicio Geológico Mexicano
SIMAEM	Sistema de Monitoreo Atmosférico del Estado de Morelos
SINAICA	Sistema Nacional de Información de la Calidad del Aire
SMN	Servicio Meteorológico Nacional
SO_2	Dióxido de azufre
SDS	Secretaría de Desarrollo Sustentable
SSA	Secretaría de Salud
USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
USEPA	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (United States Environmental Protection Agency)
ZM	Zona metropolitana