GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

PERIÓDICO OFICIAL
GACETA DEL GOBIERNO
Gobierno del Estado Libre y Soberano de México

Dirección: Mariano Matamoros Sur núm.308, C. P. 50130. **Registro DGC:** No. 001 1021 **Características:** 113282801
Directora General: Lic. Laura Cortez Reyes **Fecha:** Toluca de Lerdo, México, jueves 15 de septiembre de 2022

SUMARIO

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO

ACUERDO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO.

TOMO
CCXIV
Número
50
300 IMPRESOS
SECCIÓN SEGUNDA

A:202/3/001/02

"2022. Año del Quincentenario de Toluca, Capital del Estado de México".

PODER EJECUTIVO DEL ESTADO

LICENCIADO ALFREDO DEL MAZO MAZA, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MÉXICO, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIERE EL ARTÍCULO 77, FRACCIONES II, XXXVIII Y LI DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MÉXICO, Y CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR LOS ARTÍCULOS 2 Y 8 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE MÉXICO, 6, FRACCIÓN VI DE LA LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO, Y

CONSIDERANDO

Que la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar y corresponde al Estado garantizar el respeto a ese derecho. Por su parte , la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México determina que las autoridades ejecutarán programas para conservar, proteger y mejorar los recursos naturales del Estado y evitar su deterioro y extinción, así como para prevenir y combatir la contaminación ambiental, por lo cual la legislación y las normas que al efecto se expidan harán énfasis en el fomento a una cultura de protección a la naturaleza, al mejoramiento del ambiente, al aprovechamiento racional de los recursos naturales, así como a la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en la Entidad.

Que el Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 determina que para que la gobernabilidad sea efectiva, debe ser democrática y apegada a derecho. Para lo cual se requiere que las instituciones estatales tengan las capacidades y recursos necesarios para desempeñar cabalmente sus funciones y responder de manera legítima y eficaz a las demandas que le plantea la sociedad, por lo que el manejo sustentable del territorio y sus recursos naturales sólo puede lograrse con la participación decidida de la ciudadanía, así como de los diferentes órdenes de gobierno, a través de cuatro vertientes, una de las cuales impulsa la ejecución de acciones encaminadas a la mitigación y adaptación al cambio climático, como mejorar la calidad del aire, reducir la huella de carbono, lograr el manejo sustentable de los residuos sólidos y ampliar significativamente la cobertura para el tratamiento de aguas residuales.

Que en la planeación democrática para el desarrollo del Estado y sus Municipios, serán considerados los principios e instrumentos de la política estatal en materia de cambio climático, con el objeto de establecer las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Que la Ley General de Cambio Climático es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional, tiene por objeto garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Que la Ley General antes mencionada señala que los programas de las entidades federativas en materia de cambio climático establecerán las estrategias, políticas, directrices, objetivos, acciones, metas e indicadores que se implementarán y cumplirán durante el periodo de gobierno correspondiente de conformidad con la Estrategia Nacional, procurando siempre la equidad de género y la representación de las poblaciones más vulnerables al cambio climático, personas que pertenecen a pueblos o comunidades indígenas, personas con discapacidad, académicos e investigadores.

Que en fecha 8 de noviembre de 2021, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa Especial de Cambio Climático 2021-2024 el cual tiene entre sus objetivos y estrategias, disminuir la vulnerabilidad de la población al cambio climático, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica, mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia; reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero generando un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja

la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible; así como fortalecer los mecanismos de coordinación, financiamiento y medios de implementación entre órdenes de gobierno, para la instrumentación de la política de cambio climático.

Que de acuerdo a lo establecido en los artículos 6 y 23 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México constituye un programa especial que ordena los objetivos, metas y prioridades, así como las acciones y proyectos a realizarse en el corto, mediano y largo plazo, con el objeto de garantizar la continuidad y consecución de acciones para la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios, y corresponde a las atribuciones del Titular del Poder Ejecutivo su expedición.

Que la Ley antes referida establece como atribución del Titular del Poder Ejecutivo del Estado expedir el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México, y que es la Secretaría del Medio Ambiente la responsable de formular la propuesta del Programa.

Que en ese sentido, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de México, revisó y validó en la Segunda Sesión Ordinaria celebrada el 14 de enero de 2021.

Que de conformidad con el artículo 22 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México, en la planeación democrática para el desarrollo del Estado y sus Municipios, serán considerados los principios e instrumentos de la política estatal en materia de cambio climático con el objeto de establecer las disposiciones para lograr la adaptación al cambio climático, así como la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y será aplicada de conformidad con esta normativa.

Que en apego a las disposiciones jurídicas y consideraciones señaladas se debe actualizar el PEACC vigente, por lo que el presente documento, es un instrumento de interpretación de carácter técnico-científico, que atiende lo dispuesto en la legislación vigente e instrumentos recientemente publicados por las autoridades federales, en materia concurrente.

En estricta observancia a los artículos 80 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México y 7 párrafo segundo de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México, este instrumento jurídico se encuentra debidamente refrendado por el Secretario del Medio Ambiente, Ingeniero Jorge Rescala Pérez.

Por lo antes expuesto, se expide el siguiente:

ACUERDO DEL EJECUTIVO DEL ESTADO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADO DE MÉXICO.

ÚNICO. Se expide el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México.

TRANSITORIOS

PRIMERO. Publíquese el presente Acuerdo y el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de México anexo al mismo, en el Periódico Oficial “Gaceta del Gobierno”.

SEGUNDO. El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial “Gaceta del Gobierno”.

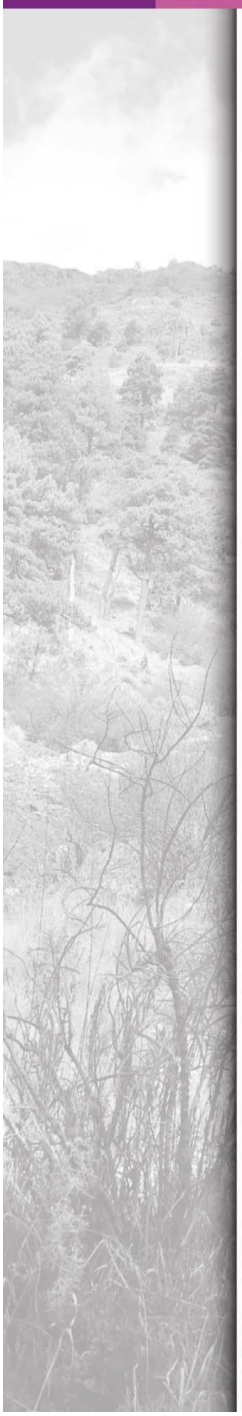
TERCERO. A partir de la entrada en vigor del presente Acuerdo, queda sin efectos el Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México 2013.

Dado en el Palacio del Poder Ejecutivo, en la ciudad de Toluca de Lerdo, capital del Estado de México, a los veinticinco días del mes de agosto del año dos mil veintidós.

EL GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MÉXICO, LIC. ALFREDO DEL MAZO MAZA.- RÚBRICA.- EL SECRETARIO DEL MEDIO AMBIENTE, ING. JORGE RESCALA PÉREZ.- RÚBRICA.

IEECC
INSTITUTO ESTATAL DE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

EDOMÉX
DECISIONES FIRMES, RESULTADOS FUERTES.



PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ESTADO DE MÉXICO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

ESTADO DE MÉXICO



PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.

DIRECTORIO

Lic. Alfredo Del Mazo Maza
Gobernador Constitucional del Estado de México

Ing. Jorge Rescala Pérez
Secretario del Medio Ambiente

Mtra. María Elena López Barrera
Directora General del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático

Lic. Sergio Edgar Díaz Bernal
Subdirector de Vinculación

Lic. María del Socorro López Coyuca
Subdirectora de Adaptación y Crecimiento Verde

Mtro. Edgar Daniel Hernández César
Jefe del Departamento de Políticas Públicas para el Cambio Climático

Lic. Andrés Arturo Mejía Salinas
Jefe del Departamento de Mitigación para el Cambio Climático

Ing. María Del Carmen Mendoza Pelcastre
Jefe del Departamento de Adaptación para el Cambio Climático

Revisión y Edición
Mtro. Edgar Daniel Hernández César

Colaboradores:

Lic. Jimena Dávila Carranza
Lic. Dennis Lizeth López Velázquez
Lic. Janet Colin Plata
Ing. Pablo Patiño Ramírez
Lic. Juan Carlos Díaz Espíritu
Lic. Alejandro Suárez Sánchez
Lic. Bibiana Valdez Avendaño
Lic. Francisco Pablo Escamilla Báez
Lic. Olaf Ramírez Iturbe
Lic. Rogelio Renedo Bernal

Elaborado por: Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático.
Ex Rancho San Lorenzo Coacalco S/N, Conjunto SEDAGRO, C.P. 52140, Edificio A, Lado Sur, Metepec, Méx.
Teléfono 7222756209
Año base: 2018
Año de elaboración: 2020

Contenido

Contenido .....
INDICE DE TABLAS .....
ÍNDICE DE FIGURAS .....
Resumen Ejecutivo .....
1. Diagnóstico general y estatal del Cambio Climático .....
1.1 El fenómeno del Cambio Climático .....
1.2 Cambio Climático en el contexto nacional .....
1.3 Panorama general del Cambio Climático en el Estado de México .....
2. Descripción Geográfica del Estado de México. .....
2.1 Localización .....
2.2 Fisiografía .....
2.3 Geomorfología. .....
2.4 Geología .....
2.5 Edafología .....
2.6 Clima .....
2.7 Recursos naturales .....
2.8 Población .....
2.9 Economía .....
2.10 Energía eléctrica y combustibles fósiles .....
2.11 Energías Renovables y Eficiencia Energética .....
3. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero .....
3.1 Gases de Efecto Invernadero y sectores que los generan .....
3.2 Consideraciones generales y por sector, para el cálculo de emisiones .....
3.3 Emisiones Estatales de Gases de Efecto Invernadero .....
3.4 Tendencia de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero de los años 2005-2010 y 2015. .....
3.5 Indicadores relevantes de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero .....
3.6 Comparativo Nacional .....
3.7 Análisis de la incertidumbre .....
3.8 Conclusiones y Recomendaciones .....
4. Escenarios de Cambio Climático en el Estado de México a corto, mediano y largo plazo. .....
4.1 Caracterización del clima observado. .....
4.2 Vulnerabilidad vinculada a eventos hidrometeorológicos .....
4.3 Vectores transmisores de enfermedades .....
4.4 Escenarios de clima futuro en el Estado de México .....
4.5 Vulnerabilidad estatal ante las condiciones climáticas futuras .....
5. Oportunidades de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. .....
5.1 Sector Energía .....
5.2. Sector Residuos .....
5.3. Sector AFOLU .....
5.4 Estrategias y líneas de acción para la mitigación al Cambio Climático .....
6. Líneas de acción para la Adaptación al Cambio Climático. .....

6.1 Género y Cambio Climático .....
6.2 Sector Hídrico .....
6.3 Agricultura y ganadería .....
6.4 Ecosistemas forestales .....
6.5 Asentamientos Humanos .....
6.6 Patrimonio Cultural y Natural. .....
6.7 Salud Humana .....
6.8 Conclusiones del Capítulo .....
Lista de acrónimos .....
Listas de compuestos químicos .....
Lista de unidades .....
Glosario.....
Fuentes. .....
Anexos .....
Anexo A. Estrategias adicionales de Adaptación .....
Anexo B. Evaluación de la política estatal de Cambio Climático .....
Anexo C. Agenda Climática del Estado de México .....
Anexo D: Resultados de la Consulta Pública .....
Anexo E. Regiones Ambientales del Estado de México.....

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Gases de efecto invernadero considerados por el Protocolo de Kioto
Tabla 1.2 Instrumentos estatales disponibles en el Estado de México.
Tabla 1.3 Vinculación de los pilares del PDEM 2017-2023, con el tema de Cambio Climático.
Tabla 1.4 Estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023
Tabla 2.1 Capacidad de Almacenamiento de las presas del Estado de México.
Tabla 2.2 Balance de acuíferos en el Estado de México en hectómetros cúbicos (hm3)
Tabla 2.3. Pronóstico de descarga de agua por región (l/s)
Tabla 2.4 Especies por grupos taxonómicos reportadas en el Estado de México.
Tabla 2.5 Uso de suelo y su superficie en la Entidad.
Tabla 2.6 Categoría de las áreas protegidas
Tabla 2.9 Municipios más poblados del Estado de México
Tabla 2.10 Porcentaje de la población con carencia
Tabla 2.11 Sistema educativo del Estado de México ciclo escolar 2010-2011
Tabla 2.12. Principales autopistas del Estado de México.
Tabla 2.13 Energía eléctrica producida en GW/h por tipo de planta en el Estado de México, 2011-2015
Tabla 2.14 Consumo de energía eléctrcia de la Región Central por año durante el periodo 2005-2017
Tabla 2.15 Ventas de energía eléctrica (en GW/h) por sector en el Estado de México, en el periodo 2005-2015
Tabla 2.16 Consumo de combustibles en Peta Joules por subsector, periodo 2005 y 2015.
Tabla 2.17 Centrales de generación hidroeléctrica en el Estado de México, 2015
Tabla 2.18 Centrales de generación solar, 2015
Tabla 2.19 Centrales de generación con bioenergía, 2015
Tabla 3.1 Potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero
Tabla 3.3 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector Energético.

Tabla 3.4 Sectores Procesos Industriales
Tabla 3.5 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector procesos industriales
Tabla 3.6 Sector AFOLU
Tabla 3.7 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector AFOLU.
Tabla 3.8 Sector Residuos
Tabla 3.9 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector Residuos.
Tabla 3.10 Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015
Tabla 3.11 Emisiones de CO_2eq, por sector y su contribución porcentual en el año 2015
Tabla 3.12 Emisiones Estatales del Sector Energía, año 2015.
Tabla 3.13. Emisiones por combustible y tipo de gas para la generación de electricidad [Gg de CO_2eq].
Tabla 3.14. Emisiones por tipo de combustible en la industria manufacturera.
Tabla 3.15 Consumo estatal de energéticos, año 2015.
Tabla 3.16 Consumo estatal de energéticos, por categoría del Sector, año 2015.
Tabla 3.17 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2015
Tabla 3.18 Emisiones de Gases Efecto invernadero, 2015 del sector AFOLU
Tabla 3.19 Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015 para el sector residuos
Tabla 3.20 Tendencias de emisiones 2005, 2010 y 2015.
Tabla 3.21 Emisiones de CO_2eq, por sector y su contribución porcentual en el año 2015
Tabla 3.22. Emisiones netas (Gg de CO_2eq).
Tabla 3.23 Porcentaje de incertidumbre por sector
Tabla 4.1 Climas en el Estado de México y porcentaje que ocupan del territorio.
Tabla 4.2 Índices de Cambio Climático
Tabla 4.3 Estaciones seleccionadas para el análisis de indicios de Cambio Climático
Tabla 4.4 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado alto de vulnerabilidad.
Tabla 4.5 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado medio de vulnerabilidad
Tabla 4.6 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado bajo de vulnerabilidad
Tabla 4.7. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado alto de vulnerabilidad
Tabla 4.8 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado medio de vulnerabilidad
Tabla 4.9 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.
Tabla 4.10 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado alto de vulnerabilidad
Tabla 4.11 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado medio de vulnerabilidad.
Tabla 4.12 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.
Tabla 4.13 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado alto de vulnerabilidad.
Tabla 4.14 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad.
Tabla 4.15 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.
Tabla 4.16 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado alto de vulnerabilidad.

Tabla 4.17 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado medio de vulnerabilidad

Tabla 4.18 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.

Tabla 4.19 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado alto de vulnerabilidad.

Tabla 4.20 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado medio de vulnerabilidad

Tabla 4.21 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.

Tabla 4.22. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado alto de vulnerabilidad

Tabla 4.23. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Tabla 4.24 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad

Tabla 4.25 Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado alto de vulnerabilidad

Tabla 4.26. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado medio de vulnerabilidad.

Tabla 4.27. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Tabla 4.28. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado alto de vulnerabilidad.

Tabla 4.29. Índice de Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Tabla 4.30. Índice de Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado bajo de vulnerabilidad

Tabla 4.31. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con alta vulnerabilidad

Tabla 4.32. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Tabla 4.33. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Tabla 5.1. Acciones de mitigación de la industria manufacturera para el sector energía

Tabla 5.2. Tipo de acciones de mitigación del subsector residencial

Tabla 5.3. Tipo de acciones de mitigación del subsector transporte

Tabla 6.1 Impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos.

Tabla 6.2 Variedad de maíz y variación porcentual para los años 2005, 2010 y 2012.

Tabla 6.3 Tipos de vegetación presentes en el territorio estatal y su grado de afectación ante el Cambio Climático

Tabla 6.4 Incendios Forestales registrados en el Estado de México y superficie afectada

(2008-2020)

Tabla 6.5 Número de incendios ocurridos en las áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares en la Entidad con superficie afectada.

Tabla 6.6 Porcentajes de Población Urbana y Rural del Estado de México en 2020

Tabla 6.7 Total habitantes y porcentaje de población según las zonas metropolitanas del Estado de México en 2015.

Tabla 6.8 Grupos de edad de la población total del Estado de México 2020.

Tabla A1 Indicadores para evaluar las acciones de mitigación y adaptación al Cambio Climático

Tabla A2. Nivel de Vulnerabilidad por región y municipio al Cambio Climático

Tabla A3: Oportunidades de Mitigación, Agenda Climática

Tabla A4: Oportunidades de Adaptación, Agenda Climática.
Tabla A5: Resultados de la Consulta Pública del PEACC.
Tabla A6. Regiones Ambientales del Estado de México, 2018.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Efecto invernadero.
Figura 1.2 Promedio de temperatura decadal en la superficie de la Tierra.
Figura 1.3 Principales emisores de gases de efecto invernadero en el mundo en 2015.
Figura 1.4 Pilares de la ENACC
Figura 1.5 Metas condicionadas y no condicionadas al 2030, para la mitigación de Gases Efecto Invernadero.
Figura 1.6 Metas condicionadas y no condicionadas al 2030, para la mitigación del Carbono Negro.
Figura 1.7 Objetivos de Desarrollo del milenio y de desarrollo sostenible.
Figura 1.8 Pilares, objetivos, estrategias y líneas de acción del PDEM 2017-2023.
Figura 2.1. Mapa de localización del Estado de México.
Figura 2.2. Superficie aproximada por unidad fisiográfica del Estado de México.
Figura 2.3. Mapa de Fisiografía del Estado de México.
Figura 2.4. Mapa de Geomorfología del Estado de México.
Figura 2.5. Superficie de los tipos de roca en el Estado de México.
Figura 2.6. Mapa Geología del Estado de México.
Figura 2.7. Superficie de los principales grupos de suelos en el Estado de México
Figura 2.8. Mapa de Edafología del Estado de México.
Figura 2.9. Superficie territorial que ocupan los climas del Estado de México.
Figura 2.10. Mapa de Climas del Estado de México.
Figura 2.11. Mapa de Acuíferos del Estado de México.
Figura 2.12. Mapa de Regiones Hidrológicas del Estado de México.
Figura 2.13. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el Estado de México.
Figura 2.17 Mapa de Distribución de la Población.
Figura 2.18. Porcentaje en el grado de rezago social estatal.
Figura 2.19. Grado de marginación por municipio.
Figura 2.20 Grado de marginación por localidad.
Figura 2.21. Porcentaje de población por tipo de actividad económica
Figura 2.22. Distribución de parques industriales en el Estado.
Figura 2.23 Gestión y disposición de los RSU, 2015 (%).
Figura 2.24. Porcentaje de materiales valorizables recolectados según su tipo, 2010.
Figura 2.25. Porcentaje de Residuos Peligrosos por tipo
Figura 2.26. Número y tipo de sitios de descarga de las plantas de tratamiento municipal.
Figura 2.27. Porcentaje de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por proceso, 2011.
Figura 2.28. Distribución porcentual de los puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, según tipo de cuerpo receptor, 2010.
Figura 2.29 Canal de desagüe. Planta Lerma.
Figura 2.30. Contenido del lecho de canales como sedimentos y residuos sólidos urbanos.
Figura 2.31. PIB y consumo de energía eléctrica, 2005-2015
Figura 2.32 Comportamiento anual de la producción, ventas y número de usuarios en la Entidad, periodo 2005-2016
Figura 2.33 Porcentaje de ventas internas de energía eléctrica por sector en la entidad, para el 2015.

Figura 2.34 Consumo de combustibles por sector en la Entidad, 2010.
Figura 2.35. Intensidad energética y PIB, en el año 2005 y 2010
Figura 2.36 Consumo de energía per cápita y población, en el 2005 y 2015
Figura 2.37 Mecanismos y fomentos de energías renovables
Figura 2.38 Evolución de la capacidad instalada con energías renovables, 2005 – 2015 (MW).
Figura 3.1. Sectores emisores. Elaboración propia con datos del IPCC 2006
Figura 3.2. Comparativo de las Emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq)
Figura 3.3. Porcentaje de emisiones por categoría, año 2015
Figura 3.4. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo proveedor.
Figura 3.5. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo de combustible.
Figura 3.6. Porcentaje de emisiones de GEI por subcategoría.
Figura 3.7. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo de gas
Figura 3.8 Porcentaje del consumo estatal de energéticos por sector, año 2015 Sector Procesos Industriales
Figura 3.9. Emisiones de CO_2 eq en Gigagramos [Gg] por categoría para el sector residuos en el año 2015.
Figura 3.10 Contribución porcentual de CH_4 por categoría del sector residuos en el año 2015.
Figura 3.11 Emisiones de Óxido nitroso (N_2O) por el tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, 2015.
Figura 3.12. Tendencia de las emisiones de GEI por año.
Figura 3.13 Contribución Porcentual de las emisiones del Estado de México respecto a las nacionales.
Figura 4.1. Diagrama de precipitación mensual, Estado de México (1950 - 2010).
Figura 4.2. Diagrama de temperatura media, Estado de México (1950 - 2010).
Figura 4.3 Diagrama de precipitación mensual, Estado de México (1950 - 2014)
Figura 4.4. Diagrama de temperatura media, Estado de México (1950 - 2014).
Figura 4.5. Indicadores de precipitación, estación Chapingo en el periodo 1963-2006.
Figura 4.6. Indicadores de precipitación, estación Presa El Tigre en el periodo 1961-2000.
Figura 4.7. Indicadores de precipitación, estación Aculco en el periodo 1961-2002.
Figura 4.8. Indicadores de precipitación, estación Polotitlán en el periodo 1961-1999.
Figura 4.9 Comportamiento interanual de temperatura máxima y mínima extremas en estaciones de distintas zonas del Estado de México.
Figura 4.10 Periodos secos y húmedos en la estación Temascaltepec (1976 - 1999)
Figura 4.11 Periodos secos y húmedos en la estación Presa Colorines (1962-1988).
Figura 4.12 Periodos secos y húmedos en la estación Palizada (1961-1999)
Figura 4.13 Periodos secos y húmedos en la estación San Pedro Nexapa (1968-1987)
Figura 4.14 Grafica de los periodos secos para los años 2006, 2007, 2008, 2009
Figura 4.15 Regiones de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva para los años 2006, 2007, 2008, 2009
Figura 4.16 Representación espacial de riesgo de incendios para el Estado de México.
Figura 4.17 Comportamiento temporal de incendios forestales en el año, de acuerdo con el peligro.
Figura 4.19 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Temperaturas Mínimas.
Figura 4.20 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Inundaciones
Figura 4.21 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con días con niebla.
Figura. 4.22 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Tormentas Eléctricas
Figura. 4.23 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Granizadas
Figura 4.24 Mapa de vulnerabilidad social urbana con temperaturas máximas
Figura 4.25 Mapa de vulnerabilidad social urbana con temperaturas mínimas
Figura 4.26 Mapa de vulnerabilidad social urbana con inundaciones
Figura 4.27 Mapa de vulnerabilidad social urbana con días con niebla

Figura 4.28 Mapa de vulnerabilidad social urbana con días con tormentas eléctricas
Figura 4.29 Mapa de vulnerabilidad social urbana con granizadas
Figura 4.30 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas máximas
Figura 4.31 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas mínimas
Figura 4.32 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con inundaciones
Figura 4.33 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con días con niebla
Figura 4.34 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con tormentas eléctricas
Figura 4.35 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con granizadas
Figura 4.36 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con temperaturas máximas
Figura 4.37 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con temperaturas mínimas
Figura 4.38 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con inundaciones
Figura 4.39 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con niebla
Figura 4.40 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con tormentas eléctricas
Figura 4.41 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con granizadas
Figura 4.42 Mapa de infecciones respiratorias agudas (2017)
Figura 4.43 Mapa de enfermedades diarreico-agudas (2017)
Figura 4.44 Mapa de casos de dengue (2017)
Figura 4.45 Mapa de casos de enfermedad de fiebre chikungunya (2017).
Figura 4.46 Mapa de casos de infección por virus zika (2017)
Figura 4.47 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2015)
Figura 4.48 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2016)
Figura 4.49 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2017).
Figura 4.50. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 4.5
Figura 4.51. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Medio con RCP 4.5
Figura 4.52. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 4.5
Figura 4.53. Mapa de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 4.5.
Figura 4.54. Mapa de Precipitación para Escenario Medio con RCP 4.5.
Figura 4.55. Mapa de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 4.5.
Figura 4.56. Mapa de Temperatura Media para Escenario Cercano con RCP 4.5.
Figura 4.57. Mapa de Temperatura Media para Escenario Medio con RCP 4.5.
Figura 4.58. Mapa de Temperatura Media para Escenario Lejano con RCP 4.5.
Figura 4.62. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Cercano con RCP 4.5.
Figura 4.63. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Medio con RCP 4.5
Figura 4.64. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Lejano con RCP 4.5.
Figura 4.65. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 8.5
Figura 4.66. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Medio con RCP 8.5
Figura 4.67. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 8.5
Figura 4.68. Mapa de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 8.5.
Figura 4.69. Mapa de Precipitación para Escenario Medio con RCP 8.5.
Figura 4.71. Mapa de Temperatura Media para Escenario Cercano con RCP 8.5.
Figura 4.72. Mapa de Temperatura Media para Escenario Medio con RCP 8.5.
Figura 4.73. Mapa de Temperatura Media para Escenario Lejano con RCP 8.5.
Figura 4.74. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Cercano con RCP 8.5.
Figura 4.75. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Medio con RCP 8.5.

Figura 4.76. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Lejano con RCP 8.5.

Figura 4.77. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Cercano con RCP 8.5.

Figura 4.78. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Medio con RCP 8.5.

Figura 4.79. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Lejano con RCP 8.5.

Figura 4.80 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad social

Figura 4.81. Mapa de vulnerabilidad social actual.

Figura 4.82 Porcentaje de municipios de los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro cercano.

Figura 4.83. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro cercano.

Figura 4.84 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro medio.

Figura 4.85. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio.

Figura 4.86 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro lejano

Figura 4.87. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano.

Figura 4.88 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por precipitación media futuro cercano

Figura 4.89. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano.

Figura 4.90 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio.

Figura 4.91. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio.

Figura 4.92 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola social por precipitación media futuro lejano.

Figura 4.93. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano.

Figura 4.94 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano

Figura 4.95. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano.

Figura 4.96. Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio

Figura 4.97. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio.

Figura 4.98 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano.

Figura 4.99. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano.

Figura 5.1. Curva de costos de abatimiento por tonelada de CO_2eq para las diferentes opciones de mitigación.

Figura 5.2. Instituciones vinculadas con las estrategias de mitigación ante el Cambio Climático.

Fuente: Elaboración propia con información de Gobierno del Estado de México y Gobierno Federal. 2020

Figura 5.3 Proceso de cogeneración (planta de generación combinada de electricidad y calor).

Figura 5.4. Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector industrial y mitigación de emisiones, 2005-2030

Figura 5.5 Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector residencial y mitigación de emisiones, 2005-2030

Figura 5.6. Tendencia de la población y la vivienda 2005 – 2030 estatal y nacional

Figura 5.7. Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector transporte y mitigación de emisiones, 2005-2030246

Figura 5.8. Paneles solares.

Figuras 5.9 Aguas residuales del Río Lerma en el municipio de Temascalcingo.

Figura 5.10 México: indicadores de consumo de agua nacional y rangos mínimos y máximos estatales, 2014.

Figura 5.13 México: abastecimiento de agua y consumo de electricidad por entidad federativa, 2014.

Figura 5.14. México: elementos del Sistema Cutzamala, 2016.

Figura 5.15 México: intensidad energética para el abasto de agua del Sistema Cutzamala, 2006-2015.

Figura 5.16 Ecosistema forestal en el Municipio de Lerma.

Figura 6.1. Instituciones vinculadas con las estrategias de adaptación ante el Cambio Climático.

Figura 6.2. 2ª Conferencia anual de Women4Climate.
Figura 6.3. Mujeres indígenas del municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México.
Figura 6.4. Sequías y disminución de los cuerpos de agua que afectan las actividades humanas, Pánuco.
Figura 6.5 Balance de los acuíferos del Estado de México en el 2009.
Figura 6.7 Almacenamiento de agua en zonas rurales (Calixtlahuaca, Toluca).
Figura 6.9 Factores relacionados con el género, el Cambio Climático y la seguridad alimentaria: un marco analítico.
Figura 6.10 Superficie total (ha) afectada por incendios, para el periodo 2008-2020
Figura 6.11 Hectáreas de pastizal afectado por incendios, para el periodo 2008-2020
Figura 6.12 Hectáreas de arbolado adulto afectado por incendios, para el periodo 2008-2020.
Figura 6.13 Hectáreas de renuevo afectado por incendios, para el periodo 2008-2020
Figura 6.14 Hectáreas de arbustos y matorrales afectados por incendios, para el periodo 2008-2020.
Figura 6.15 Estadísticas de incendios a nivel nacional.
Figura 6.16 Mapa que muestra el número de incendios ocurridos en las áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares.
Figura 6.17. Mapa de localidades expuestas en zonas susceptibles a inundación
Figura 6.18. Mapa de localidades expuestas en zonas susceptibles a remoción en masa
Figura 6.19 Reserva de Biósfera Mariposa Monarca.
Figura 6.20 Impactos del cambio y la variabilidad climática en la salud humana.
Figura 6.21 Vías por las que el Cambio Climático afecta la salud humana
Figura 6.22. Características que deben de cumplir como mínimo, las medidas de adaptación y mitigación del PEACC.
Figura 6.23 Flujo de Financiamiento para Cambio Climático (en miles de millones de USD)
Figura 6.24 Instituciones de financiamiento
Figura A1 Actores clave para la Evaluación de la Política de Cambio Climático en el Estado de México, fuente: IEECC, 2018.
Figura A2. Medios de verificación para la Evaluación de la Política de Cambio Climático en el Estado de México.
Figura A3. Publicación de la Convocatoria para la Consulta Pública del PEACC, en el Periódico Oficial.
Figura A4. Invitación que se publicó en redes para la Consulta Pública del PEACC.
Figura A5. Formulario para la Consulta Pública del PEACC.
Figura E1. Mapa de las Regiones Ambientales del Estado de México.

Resumen Ejecutivo

La promulgación de la Ley General de Cambio Climático en junio de 2012 y la publicación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático en el año 2013, detonaron el reconocimiento de legisladores y autoridades ambientales de implementar acciones en materia de adaptación al Cambio Climático y mitigación de gases efecto invernadero (GEI), que sean encausadas por los diferentes órdenes de gobierno.

Por su parte, en el Estado de México, la publicación de la Ley de Cambio Climático del Estado de México en el 2013, generó la construcción de políticas públicas en la materia como la creación del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático; la emisión del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) en el 2013, el Atlas de Riesgos de Cambio Climático y la Estrategia Estatal de Cambio Climático en el 2016; los cuales, contribuyen a lograr los objetivos de mitigación y adaptación en el Estado de México, ya que se perfilan como herramientas para los tomadores de decisiones de las políticas públicas y mantener informada a la población en general de los alcances y efectos del fenómeno del Cambio Climático.

El presente programa, tiene como finalidad dotar a la entidad mexiquense de un instrumento de planeación que integre, articule y coordine las acciones y políticas públicas en materia de Cambio Climático, promoviendo la vinculación de gobierno,

academia y sociedad civil, y de esta manera se pueda entender el Cambio Climático en el contexto internacional, nacional, estatal y municipal. Cabe mencionar que esta versión del PEACC, es único en su clase por ser el primero en contemplar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y estar alineado al PDEM 2017-2023, que a su vez considera los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

De forma inicial, se hace la descripción de nuestra entidad, a través de la localización, fisiografía, geología, geomorfología, edafología, clima, hidrología, biodiversidad, servicios y vivienda, productividad, entre otras. Las implicaciones de cambio climático que se tendrán en el mediano y largo plazo sobre la sociedad mexiquense, los sistemas productivos locales, los recursos naturales, consumos energéticos y uso de energías renovables, con base en la Ley de Transición Energética, en los hogares y en los sectores industrial, y transporte.

Posteriormente, de acuerdo con el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (Capítulo 3), se muestran los principales sectores de emisión, así como su comportamiento para la entidad, expresadas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq); por ejemplo, en el año 2005 fueron de 40,628.4 Gg, en tanto que para el 2010, éstas ascendieron a 46,746.79 Gg, en el 2014 fueron de 46,014.4 Gg y en el 2015 se redujeron a 35,650.3 Gg. Por lo que respecta a las emisiones de 2015, el principal sector emisor es el de Energía con 23,269.2 Gg (65.27 %), siendo la principal fuente de emisión la quema de combustibles fósiles, seguido del sector de residuos con 5,567.7 Gg (15.62%), el sector AFOLU, por sus siglas en inglés, (Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra) 3,701.3 Gg (10.38%), y el sector de procesos industriales 3,112.1 Gg (8.73%). Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos y cuantificados para el año 2014 fueron CO_2 (73%), CH_4 (19%) y N_2O (8%). Dentro de este contexto, cabe resaltar la importancia del sector residuos que refleja un alto valor de emisiones de metano, que son las que tienen mayor potencial en el calentamiento global.[1](Estrategia Estatal de Cambio Climático del Estado de México 2016).

En el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero, 2015 (INEGYCEI), elaborado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), se reflejan emisiones de 534,643.033 Gg de CO_2 eq a nivel nacional, mientras que en el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2015, elaborado por el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC), se cuantificó que la entidad emite 35,650.3 Gg de CO_2 eq, por lo que la contribución de las emisiones de CO_2 eq del Estado de México es del 6.67%, respecto a las emisiones nacionales.

Tras el análisis del Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero en el año 2015, se actualizó y analizó la información de las variables climáticas históricas dentro del marco geográfico estatal, las cuales permiten identificar aquellas zonas con mayor vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos, zonas que generalmente están asociadas a desigualdades sociales y de género, así como a la planeación ineficiente de la infraestructura, circunstancias que podrían afectar la salud, actividades económicas, recursos naturales y en general, el bienestar de la población. Entre los cambios contenidos en este PEACC, respecto a la versión 2013, se encuentra la construcción de mapas de vulnerabilidad vinculada a eventos hidrometeorológicos en el sector agricultura, pecuario y social.

Además, se construyeron escenarios de proyección climática en el Estado de México, en el futuro cercano (2015-2039) y lejano (2075-2099), basados en información generada por el INECC, que corresponde a proyecciones climáticas bajo los diferentes escenarios o Rutas de Concentración Representativa (RCP 4.5 y 8.5), con la finalidad de conocer las posibles condiciones del clima para el desarrollo de las actividades humanas y la disponibilidad de recursos naturales.

Existe una necesidad imperante de realizar estudios para profundizar en el tema de vulnerabilidad ante el Cambio Climático, es por ello que en la entidad mexiquense es posible concluir a través de la información disponible, que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación proyectados ocasionarán afectaciones para las poblaciones humanas y los ecosistemas; en estos casos, podrían registrarse incrementos en la prevalencia de enfermedades gastrointestinales o infecciosas como el dengue, disminución de disponibilidad de agua para comunidades rurales y urbanas, afectaciones a actividades productivas primarias, particularmente a la agricultura de temporal. En ese sentido, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), ha reconocido que estos impactos se distribuyen de manera diferenciada entre las regiones, generaciones, edades, clases, ingresos, ocupaciones y géneros. (IPCC, 2001).

A partir de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Programa Especial de Cambio Climático (2014-2018), se identificaron las oportunidades de mitigación de emisiones a partir de dos grandes indicadores: el primero; enfocado a la reducción de emisiones de GEI en cada uno de los sectores involucrados, priorizando aquellos con mayor crecimiento e impacto como el sector energía y residuos, de acuerdo con las estadísticas derivadas del Inventario Estatal de Emisiones. El segundo; es el incremento de los almacenes de carbono terrestres en la biomasa vegetal, suelos agrícolas y forestales. Asimismo, se identificaron las instancias de Gobierno, planes y programas existentes, con objeto de ligar la transversalidad de las instituciones y el fortalecimiento de los instrumentos de regulación, administración, económicos y sociales en materia de Cambio Climático.

Las acciones de mitigación propuestas se construyen a partir de criterios de factibilidad, priorizando la implementación de aquellas con alto potencial de mitigación y costo-beneficios a corto y mediano plazo, sin dejar de lado la implementación a mediano plazo de acciones que requerirán la inversión de mayores recursos económicos de fuentes privadas y gubernamentales.

Otro eje es el que corresponde a la adaptación ante el Cambio Climático (Capítulo 6), ampliamente relacionado con los escenarios de vulnerabilidad presente y futura que se exponen en el Capítulo 4. En este apartado se analizaron la relación entre las comunidades humanas, sus actividades y los recursos bióticos y abióticos frente a las posibles consecuencias del Cambio Climático.

Sin duda, el tema del manejo de los recursos hídricos debe ocupar un lugar importante en los planes de adaptación, ya que estos responden no sólo a los cambios en el clima, sino también a las actividades humanas que demandan este recurso y, por tanto, cualquier modificación afectará la distribución espacial y temporal del agua en corrientes y cuerpos de agua superficial y subterránea. Otro aspecto de gran relevancia que se tomó en cuenta es la drástica disminución de la disponibilidad de agua por habitante, situación relacionada con la sobreexplotación de los acuíferos regionales y el incremento en la demanda de agua que tiende a agudizarse (expuesto en el Capítulo 2).

La adaptación de los asentamientos humanos reviste gran importancia debido a que en el Estado se asientan dos de las zonas más importantes del país: la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT); la primera con una población de 21 millones 804 mil 515 habitantes, y la segunda con 2.3 millones de habitantes (INEGI,2020), asimismo, se presentan en el Capítulo 4 las zonas con mayor vulnerabilidad identificados con base en el análisis de vulnerabilidad, proyecciones y sectores con mayores emisiones de GEI, así como los principales ejes estratégicos y sus respectivas líneas de acción para reducir la vulnerabilidad en cada uno de los sectores.

Cabe mencionar que uno de los organismos que proporcionó información necesaria en tópicos de salud ambiental, fue el Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades (CEVECE) de la Secretaría de Salud del Estado de México, la cual, sirvió para identificar las principales enfermedades que pudieran tener relación con el Cambio Climático en la entidad mexiquense, y con ello, detectar la población vulnerable conforme a ese criterio y las posibles estrategias y líneas de acción a considerar para reducir su vulnerabilidad.

El PEACC del Estado de México, se destaca por la inserción de dos rubros novedosos, uno referente a la equidad de género y el otro, a la preservación del patrimonio cultural; es preciso mencionar que la información espacial generada permitió analizar y ubicar grupos vulnerables conforme a ese criterio.

Es preciso señalar que, dentro de dicha actualización, se contempla la Evaluación de la Política Estatal de Cambio Climático (Anexo B) y para este caso los actores que participan son la comunidad en general y representantes municipales, así como las dependencias del gobierno estatal, la academia y las agencias internacionales. También se abordan los siguientes medios de verificación: la Agenda Climática del Estado de México y los Programas municipales en materia de Cambio Climático como los medios documentales para elaborar la metodología la Política Estatal de Cambio Climático, y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la Universidad de Leeds y la plataforma de *Carbon Disclosure Project* como instituciones que fungieron como ejemplo en sus metodologías para la elaboración de la Evaluación de Políticas en materia de Cambio Climático respectivamente.

Este documento, incorpora un apartado especial en el que se incluye la “Agenda Climática del Estado de México”, tomando como referencia la metodología contenida en los *Elementos mínimos para la elaboración de Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas,* publicado por el INECC*;* la Agenda transversaliza e involucra de manera directa a las Secretarías que integran la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, con el fin de fortalecer las acciones de adaptación y mitigación que se establecen en el PEACC, y que éstas se direccionen y correlacionen correctamente conforme a los alcances y atribuciones de cada una de las dependencias, en determinados plazos y con presupuestos establecidos. Uno de los objetivos de la agenda será dar seguimiento puntual a las acciones y evaluarlas, a través de medidas cualitativas y cuantitativas; traducidas en indicadores estratégicos como los que establece el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), lo cual servirá como línea base para el futuro cercano y lejano.

Finalmente, la actualización del Programa, ha sido posible gracias al trabajo coordinado entre la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México (SMAGEM) y la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), a través del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) y la Facultad de Planeación Urbana y Regional (FaPUR), así como de otras dependencias que han contribuido con dedicación y esfuerzo al programa.

1. Diagnóstico general y estatal del Cambio Climático

1.1 El fenómeno del Cambio Climático

El Cambio Climático se refiere a la variación global o regional del clima en la Tierra a lo largo de una unidad de tiempo. Este fenómeno es determinado como la variabilidad observada respecto al clima *promedio*, que puede ir desde algunos años, hasta miles o millones de años. La variabilidad del clima o de la temperatura promedio de la superficie terrestre siempre ha estado presente en la historia de la Tierra, desde mucho antes de la aparición del ser humano, sin embargo, esas variaciones se debieron a causas naturales por medio de los fenómenos internos del sistema tierra-atmósfera (como las grandes glaciaciones) y sólo recientemente, la actividad humana se ha convertido en otra de las variables que modifican el clima por la emisión de Gases de Efecto Invernadero o GEI (Conde, 2007; Staines, 2008).

La capa de gases denominada atmósfera, está compuesta por nitrógeno (78.3%), oxígeno (21%), argón (0.3%), dióxido de carbono (0.0359%) y otros gases en cantidades menores como helio, neón y xenón. Además, contiene aerosoles en cantidades variables y vapor de agua en concentraciones fluctuantes. De éstos, los dos gases considerados como GEI con mayor potencial de calentamiento, son el vapor de agua (H_2O) y el dióxido de carbono (CO_2) (PEACC, 2013).

La Ley de Cambio Climático del Estado de México, (2013) cita textualmente:

> Los Gases de Efecto Invernadero están presentes de forma natural en la atmósfera y son esenciales para la vida, ya que impiden que parte del calor del Sol sea reflejado de vuelta al espacio; sin embargo, desde la Revolución Industrial las concentraciones de GEI, principalmente dióxido de carbono (CO_2), han aumentado de forma continua por el uso intensivo de combustibles fósiles, los altos índices de deforestación, el empleo de técnicas agrícolas inadecuadas, el aumento exponencial de la población y, en general, el desarrollo de patrones de consumo insostenibles. (p. 1)

El incremento de los GEI en las últimas décadas ha provocado el aumento de la “cantidad de calor”, proveniente del Sol que es retenido por la atmósfera de la Tierra, este incremento del calor retenido es causante de nuevos escenarios e implicaciones del Cambio Climático en el planeta (Ley de Cambio Climático del Estado de México, 2013).

El efecto invernadero ocurre porque la superficie de la Tierra, la cual es más fría que el Sol, emite energía radiante en forma de longitudes de onda larga y los gases de efecto invernadero absorben algo de estas ondas infrarrojas emitidas por la superficie de la Tierra (Figura 1.). Cuando esto último sucede, se produce el calentamiento de la atmósfera. Los GEI emiten radiación infrarroja y la energía vuelve a calentar la superficie de la Tierra. Al evitar la rápida salida de la radiación infrarroja, los gases de efecto invernadero actúan como una capa aislante alrededor de la Tierra, provocando que su superficie sea mucho más caliente que si éstos no estuvieran presentes (PEACC, 2013).



Figura 1.1 Efecto invernadero.
Fuente: IPCC, 2007b.

La Exposición de Motivos de la Ley de Cambio Climático del Estado de México, (2013) cita textualmente:

> Todo lo anterior, representa un cambio rápido e intenso en el tiempo geológico, sin perder de vista el riesgo para la diversidad biológica que ello implica, además del peligro para los asentamientos humanos, infraestructura y los propios ecosistemas, principalmente los costeros, por la manifestación de fenómenos meteorológicos extremos y atípicos inherentes a la variabilidad climática, que van desde olas de calor, sequías y lluvias donde antes no las habían, hasta ciclones y huracanes, con los efectos devastadores que suponen (p. 2)

Actualmente, existe un 95% de confianza, de que el calentamiento global observado se está desarrollando desde el siglo XX de manera inequívoca, asociado principalmente a las acciones humanas. Se estima que, por estos motivos, cada una de las últimas tres décadas ha sido más cálida que la anterior en la superficie de la Tierra y éstas a su vez han sido también más cálidas que cualquier otro periodo desde 1850 (cuando hubo mayor desarrollo industrial que dio pie a la llamada revolución industrial), probablemente con un incremento de temperatura mayor en los últimos 1,400 años (Figura 1.); (IPCC, 2013).

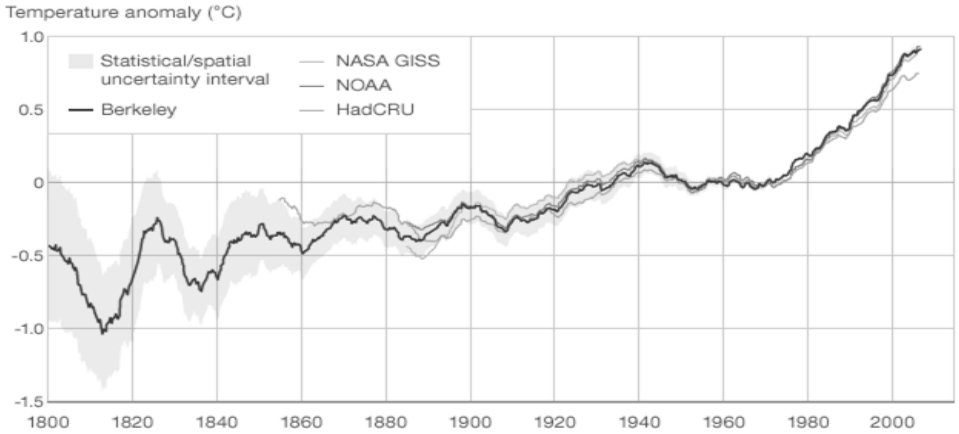


Figura 1.2 Promedio de temperatura decadal en la superficie de la Tierra.
Fuente: Berkeley Earth Project, 2011

Es preciso mencionar que los datos más importantes, enunciados en el Sexto Informe del IPCC (2019), son los siguientes:

- El calentamiento global ya es de 1 °C con respecto a los niveles preindustriales a causa de las emisiones de gases de efecto invernadero del pasado y presente.
- Durante el siglo XX, la elevación del nivel del mar a escala mundial ha sido de unos 15 cm, pero el ritmo actual se ha más que duplicado (3,6 mm anuales) y no deja de acelerarse.
- Los océanos se han calentado, su acidez ha aumentado y su productividad ha menguado. La fusión de los glaciares y los mantos de hielo provoca la subida del nivel del mar, y los fenómenos extremos costeros son cada vez más violentos.
- De aquí a 2100 podría llegar a registrar una elevación de entre aproximadamente 30 y 60 cm incluso aunque se logre una reducción drástica de las emisiones de gases de efecto invernadero y el calentamiento global se mantenga muy por debajo de 2 °C.

En relación con la cita textual, Martínez (2010) señala:

> Los efectos derivados del incremento de las concentraciones atmosféricas de GEI de origen antrópico empiezan a manifestarse, mediante fenómenos como la ampliación en los rangos de variabilidad climática y la probable intensificación de fenómenos hidrometeorológicos extremos. Los efectos previsibles –cambios drásticos en los regímenes de lluvias y la ocurrencia de sequías, escasez en la disponibilidad de agua dulce y suelos productivos, incremento de enfermedades infecciosas y de las trasmitidas por vectores, elevación del nivel del mar, variaciones en la temporalidad de procesos biológicos, entre otros- expondrán crecientemente a las poblaciones humanas y ecosistemas en riesgo (p. 3)

A los efectos anteriores se agrega el hecho de que algunos mecanismos de retroalimentación natural propician que los océanos y los ecosistemas terrestres reduzcan su capacidad de absorción de CO_2, a la vez que otros ecosistemas empiezan

a transformarse en emisores netos de GEI, como es el caso de las tundras, por liberación de metano almacenado en el permafrost. El cambio de albedo por reducción de la extensión del hielo en el Ártico refuerza el efecto del Cambio Climático, al reflejar menos radiación solar de regreso al espacio (PEACC, 2013).

En cuanto a los gases de efecto invernadero objetos de este estudio, se presentan en unidades de masa de cada gas, como equivalente de la masa de dióxido de carbono (CO_2), para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto, que incluye los seis grupos de gases con efecto directo sobre el calentamiento global (Tabla 1.1). Adicionalmente se describe el potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) que permite contabilizar en términos de equivalencia de CO_2 eq. (Tabla 1.1). Las equivalencias basadas en el GWP se sustentan en los estudios realizados en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC (SAR) y en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC (TAR).

Tabla 1.1 Gases de efecto invernadero considerados por el Protocolo de Kioto

GEI	Composición Molecular	GWP-SAR (CO_2e)	GWP-TAR (CO_2e)	Vida Media (Años)	Origen
Dióxido de carbono	CO_2	1	1	50 a 200	Quema de combustibles fósiles y de biomasa, incendios forestales.
Metano	CH_4	21	23	12- 3	Cultivo de arroz, producción pecuaria, residuos sólidos urbanos, emisiones fugitivas.
Óxido Nitroso	N_2O	310	296	120	Uso de fertilizantes, degradación de suelos, algunos usos médicos.
Hidrofluoro-carbonos	**HFC-23**	**11,700**	**12,000**	**1.5 a 264**	**Refrigeración, aire acondicionado, extinguidores, petroquímica, solventes en producción de espumas, refrigerantes y aerosoles, producción y uso de halocarbonos.**
	HFC-125	2,800	3,400		
	HFC-134[a]	1,300	1,300		
	HFC-152[a]	140	120		
	HFC-227ea	2,900	3,500		
	HFC-236 fa	6,300	9,400		
	HFC-4310mee	1,300	1,500		
Perfluoro-carbonos	CF_4	6,500	5,700	2,600 a 50,000	Refrigerantes industriales, aire acondicionado, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	C_2F_6	9,200	11,900		
	C_4F_{10}	7,000	8,600		
	C_6F_{14}	7,400	9,000		
Hexafluoruro de Azufre	SF_6	23,900	22,200	3,200	Aislante dieléctrico en transformadores de interruptores de redes de distribución eléctrica, refrigerante industrial, producción de aluminio, magnesio y otros metales, producción y uso de halocarbonos.

Fuente: IPCC, 1996, IPCC, 2001.

Asociado a ese cambio en la composición atmosférica, se ha observado un aumento en la temperatura global de 0.74° C e incremento en el nivel del mar a consecuencia del derretimiento de los casquetes polares, al grado que en el Ártico se reportó una pérdida de alrededor de 4.28 millones de kilómetros cuadrados en su superficie (Estrada y Gay, 2007).

Por sus efectos adversos previsibles, el Cambio Climático trasciende la esfera ambiental y representa una amenaza creciente para muchos procesos de desarrollo. La globalidad, de este fenómeno, requiere de un enfoque multilateral, pues ningún país puede hacerle frente aisladamente. Por su dimensión temporal, impone la necesidad de planear a largo plazo y actuar de inmediato (Cárdenas, 2006).1.2 Cambio Climático en el contexto internacional.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015) afirma:

> Las negociaciones internacionales y gubernamentales para eliminar de manera gradual las sustancias que agotan la capa de ozono comenzaron desde 1981 y se concluyeron con la adopción del Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono en marzo de 1985, el cual fue ratificado por México el 14 de septiembre de 1987. Este instrumento exhorta la cooperación internacional para la investigación, la observación sistemática de la capa de ozono, el intercambio de información y el control eventual de la eliminación del empleo de las sustancias desgastadoras de la capa de ozono, en primera instancia los Clorofluorocarbonos (CFC). Para este fin, se adoptó el Protocolo de Montreal, el 16 de septiembre de 1987 y entró en vigor el 1° de enero de 1989. Cabe resaltar que México fue de los primeros países en ratificar el Protocolo de Montreal, el 31 de marzo de 1988. Convención de Viena para la Protección a la Capa de Ozono.

En 1988 la preocupación mundial respecto de los efectos del desarrollo económico sobre el clima hizo que el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM) constituyeran el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés); dicho grupo genera regularmente información científica y tecnológica sobre el Cambio Climático (CICC, 2007). En 1992, en el marco de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro, se adoptó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 1998) que entró en vigor en 1994, la cual a la fecha ha sido ratificada por 189 países. Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de los GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antrópicas peligrosas en el sistema climático (Rivera, 2000).

Desde su entrada en vigor se han realizado veintitrés reuniones de la Conferencia de las Partes[1] (COPs). En la COP3, en 1997, se adoptó el Protocolo de Kioto que entró en vigor el 16 de febrero de 2005 y compromete a 39 países desarrollados, además de la Comunidad Europea, a reducir sus emisiones de seis GEI durante el período 2008-2012 (el primer período de compromiso), en un promedio conjunto de 5.2% por debajo de sus niveles de emisión respecto a un año de referencia, por lo general 1990, con objetivos específicos que varían de país a país. El Protocolo constituye uno de los instrumentos multilaterales más complejos que se hayan negociado en el marco de las Naciones Unidas. El Protocolo creó mecanismos de mercado como el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL, que fomenta proyectos en países en desarrollo), la Implementación Conjunta y el Comercio de Emisiones de GEI, para abatir los costos de la mitigación mediante la reducción de emisiones de GEI o la fijación de carbono en otros países (SEMARNAT, 2012).

Con base en el acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2013):

> A finales del 2012 en la COP 18, celebrada en Doha Qatar, se aprobó una enmienda al Protocolo de Kioto que formalizó la entrada al segundo período de compromisos y se avanzó en la plataforma de Durban, para la acción ampliada. Esta plataforma tiene el objetivo de realizar un protocolo con la fuerza legal necesaria, el cual se implementará a partir del 2020. A la par de estos procesos, los países en desarrollo impulsarán las Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropiadas (NAMA´s), con la posibilidad de ser respaldadas y facilitadas mediante tecnología y financiamiento internacional. Cabe mencionar que estas acciones tienen la finalidad de contribuir al cumplimiento de las metas voluntarias de reducción de emisiones definidas por los países en desarrollo (ENACC, 2013) e incluir la igualdad de género en el desarrollo de las estrategias y líneas de acción para la mitigación y adaptación, este enfoque comenzó a considerarse en la COP 16 y posteriormente en la COP 17 y 18. (p. 2)

La COP 19 celebrada en Varsovia (Polonia) del 11 al 22 de noviembre de 2013, tuvo entre sus contribuciones la creación de una hoja de ruta hacia la Cumbre de 2015, el establecimiento de los mecanismos de apoyo a las naciones vulnerables por las variaciones climáticas y el reporte de la reducción de GEI.

En diciembre de 2014 se celebró la COP 20 en Lima Perú, en la que participaron 190 países; entre los temas abordados estuvieron el establecimiento del llamado Fondo Verde y la idea preliminar acerca de mantener por debajo de los 2°C el aumento de la temperatura; tema que también se abordó durante la COP 21 celebrada en París, Francia en el año 2015 y en la que además se planteó que los países participantes fijaran sus compromisos de reducción de GEI cada cinco años.

Se destaco de manera parlamentaria e internacional en la COP21 la adopción del acuerdo de Paris que establece el marco global de lucha histórica contra el cambio climático a partir de los inicios del año 2020, buscando el compromiso de manera internacional al trabajo equilibrado con acciones como; reduciendo el incremento de la temperatura global, adaptación ante el cambio climático comunicando en un periodo no mayor a cinco años a la reducción de emisiones teniendo en marcha política y medidas nacionales con el fin del lograr la meta propuesta, así mismo, vigoriza el sistema de transparencia y subordinación de la CMNUCC para fortificar la confianza entre los países, dicho acuerdo entrara en vigor cuando el 55% de las emisiones globales totales que ayudara a al cumplimiento de la Agenda 2030.

[1]1 La Conferencia de las Partes es el órgano supremo de la Convención; que reúne a los representantes de los Estados parte e incluye la participación como observadores de Estados que no son parte del instrumento, agencias de las Naciones Unidas, organismos intergubernamentales y representantes de la sociedad civil. La participación de estos últimos ha adquirido en los últimos años una relevancia creciente.

Durante la Conferencia de Marrakesh “COP 22”, celebrada en Marruecos en noviembre de 2016 se reforzaron las acciones de mitigación y adaptación por todas las Partes para que antes de 2020, los gobiernos hicieran esfuerzos conjuntos para respaldar acciones domésticas que den efecto a las contribuciones determinadas a nivel nacional de cada País miembro. Esto combinado con iniciativas de colaboración como parte de una acción climática global intensificada junto a los actores no estatales, con lo cual sean adoptadas medidas de refuerzo apropiadas para los flujos financieros, nuevos marcos tecnológicos y un mayor marco para el desarrollo de capacidades, tal y como se previó en el Acuerdo de París, con vistas a apoyar la acción de los países en vías de desarrollo y de los más vulnerables, de acuerdo con sus propios objetivos nacionales.

Durante la Conferencia de Bonn “COP 23” celebrada en noviembre de 2017 se establecieron las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, un plan de acción compuesto por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas; el cual cuenta como antecedente los Objetivos de Desarrollo del Milenio, mismos que fueron actualizados y robustecidos en estos nuevos Objetivos. Este Plan fue ratificado por 193 Estados Miembros y aprobado en la Asamblea General de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015.

Finalmente, en la Conferencia de Katowice, Polonia “COP 24” celebrada en diciembre de 2018, se debatió una serie de recomendaciones destinadas a ayudar a los países a hacer frente al desplazamiento de personas como consecuencia de los efectos del cambio climático. Las recomendaciones del Grupo de trabajo sobre los desplazamientos se presentaron dos días antes de que los países se reunieran para adoptar el Pacto Mundial para una Migración Segura, Ordenada y Regular en Marrakech, Marruecos, los días 10 y 11 de diciembre, el cual es el primer acuerdo mundial de las Naciones Unidas sobre un enfoque común de la migración internacional.

Posteriormente Santiago de Chile cancelo la sesión debido a las movilizaciones sociales y protestas masivas en el País, por lo cual fue conmemorada en diciembre de 2019 en Madrid, España. El programa estuvo conformado por diversas sesiones plenarias, talleres y distintas exhibiciones; con temáticas como: océanos, Antártica, biodiversidad, bosques, adaptación, ciudades, energías renovables, economía circular y electromovilidad para promover la implementación efectiva de la COP.

Finalmente la “COP26” celebrada en Glasgow (Reino Unido) el 31 de octubre al 12 de noviembre de 2021, se debatió la reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero que continua por el límite necesario para preservar los efectos del cambio climático, con proyectos como sembrando vida, pago por servicios ambientales, economía circular, prohibir minería a cielo abierto y fraking, limitar el uso de agroquímicos, reducir emisiones de metano y eliminar importaciones de petróleo, construcción del parque solar más grande de Latinoamérica, modernización de hidroeléctricas con el objetivo de proporcionar nuevos cimientos para afianzar la implementación del Pacto de París mediante acciones que permitan al mundo encaminarse hacia un futuro más sostenible y con bajas emisiones de carbono (ONU,2020).

Como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible se encuentra la obtención de Energía Asequible y no contaminante, Ciudades y Comunidades Sostenibles, así como Acción por el Clima, cuyas líneas de acción son encaminadas a fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales, así como incorporar medidas relativas al Cambio Climático en las políticas, estrategias y planes tanto nacionales como estatales y municipales; mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del Cambio Climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana; entre otros.

Derivado de los acuerdos generados por las Partes, surgen las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (NDC’s, por sus siglas en inglés), las cuales constituyen los esfuerzos de los países que son parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y que proponen realizar para cumplir con el objetivo global de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a un nivel de no aumentar la temperatura del planeta por encima de los 2°C.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2016) menciona:

> En este contexto, el contenido de una NDC depende de procesos nacionales, las prioridades, circunstancias y capacidades de cada país dentro del marco global hacia una baja emisión de gases de efecto invernadero. Los países pueden especificar el tipo de apoyo que proporcionarán a otros países o sus necesidades de apoyo internacional; por ejemplo, en materia de financiación, tecnología o desarrollo de capacidades para la implementación de medidas de mitigación y adaptación que vayan más allá de las que ellos financian con sus propios recursos.

1.2 Cambio Climático en el contexto nacional

México ocupa el lugar número 11 en emisiones de GEI a nivel internacional (Figura 1.3) y es uno de los países con mayor susceptibilidad a los efectos del Cambio Climático por sus características físico-geográficas y sociales, ocupando la posición mundial número 68 de vulnerabilidad por Cambio Climático de acuerdo con el proyecto ND-GAIN Country Índex, de la Iniciativa de Adaptación Global de la Universidad de Notre Dame en Estados Unidos. Sin embargo, de acuerdo a el Centro Común de Investigación (JRC, Joint Research Centre) de la Unión Europea México es uno de los países en Latinoamérica que ha mostrado mayor compromiso y líder en políticas y acciones ante el Cambio Climático.

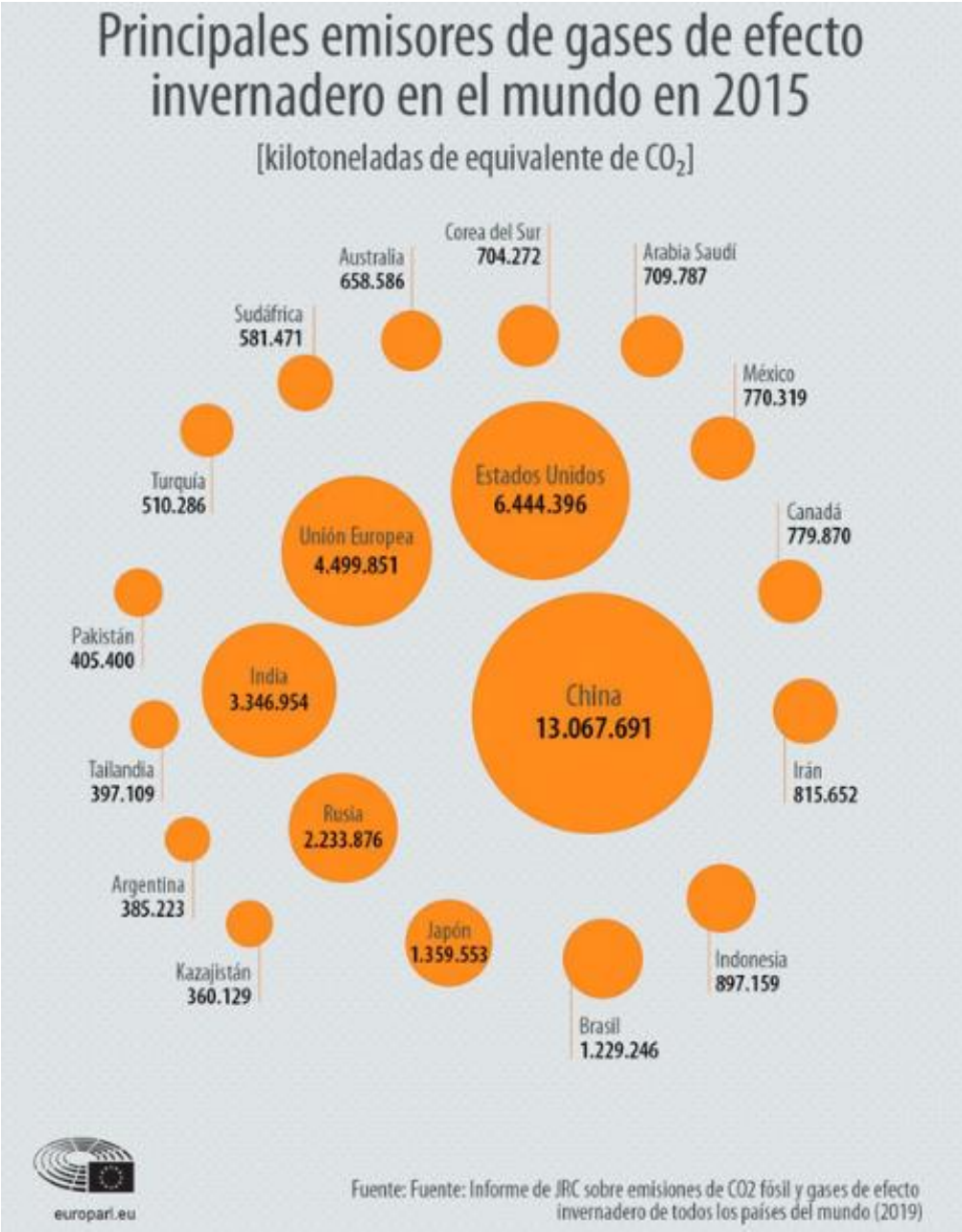


Figura 1.3 Principales emisores de gases de efecto invernadero en el mundo en 2015.
Fuente: Informe de JRC sobre emisiones de CO_2 fósil y gases de efecto invernadero de todos los países del mundo (2019).

En este sentido, se han realizado diversas actividades a nivel nacional para dar cumplimiento a los compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), entre las que se encuentran la elaboración de siete Comunicaciones Nacionales entre el periodo de 1997, 2001, 2006 ,2009 ,2012 , 2018 y 2022 esta última incluyen la primera adaptación al cambio climático, un inventario de gases de efecto invernadero, medidas de mitigación, políticas públicas en materia de desarrollo y cooperación institucional a nivel nacional e internacional, así como la vulnerabilidad, escenarios climáticos, y otros aspectos relevantes que han estado en continua mejora y desarrollo (PEACC,2013).

Se han realizado otras acciones como la publicación del Primer Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en el 2015, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC, 2014-2018) y la creación de la Comisión Especial de Cambio Climático (PEACC,2013).

De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2018):

> En diciembre de 2018 se publicó la Sexta Comunicación Nacional y Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, que incluye la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (INEGYCEI) con estimaciones 1990-2015 y las rutas de mitigación para dar cumplimiento a las Contribuciones Nacionalmente Determinadas. Además, el documento contiene el marco conceptual para la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático (Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático) y el diseño de medidas de adaptación. (p. 1)

Asimismo, se ha dado continuidad a la publicación de inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incluidos en los comunicados nacionales como parte del compromiso internacional ante la CMNUCC de elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes los inventarios nacionales de las emisiones de GEI. Cabe destacar que el último INEGyCEI fue publicado en el 2018 y elaborado con un enfoque metodológico distinto a los inventarios presentados en las Comunicaciones Nacionales anteriores.

El sector académico ha contribuido a través de estudios de investigación y proyectos como, existe el Programa de Investigación en Cambio Climático conformado por diversas instituciones de Educación Superior de América Latina, lideradas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Derivado de la relevancia, inclusión y transversalidad que implica el reto del Cambio Climático, se han tomado acciones en áreas específicas, implementando así proyectos e instrumentos para reducir la emisión de GEI o fortalecer la investigación o acciones de mitigación del Cambio Climático, un ejemplo de ello es la ejecución de la Estrategia Nacional REDD+ (ENAREDD+, Proyecto de Bosques y Cambio Climático, SIL-FIP), que incluye un plan General para Pueblos Indígenas del Proyecto de Bosques y Cambio Climático dando a conocer en el 2014 la organización del primer Foro Nacional de Adaptación al Cambio Climático en México celebrada en abril del 2016 con el fin de dar a conocer y ampliar las posibilidades para establecer lazos de participación y colaboración para optimizar los capitales económicos destinados a la adaptación; el segundo foro fue realizado en abril del 2018 con insumos para la Política Nacional de Adaptación que concentró como prioridad a la población vulnerable y como prioridades la protección al componente natural y los servicios ambientales, y fue organizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y Efecto Verde A.C, que derivan de la Estrategia Nacional de Cambio Climático enfocados a los Compromisos Nacionalmente Determinados y del Acuerdo de París.

En cuanto a los mecanismos de mercados adoptados en el país, México en el año 2012 ocupaba el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL (SEMARNAT, 2012), mismos que se han desarrollado en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de residuos entre otros.

En el aspecto legislativo, el 5 de junio de 2012 se firmó el decreto de expedición de la Ley General de Cambio Climático (LGCC), la cual entró en vigor el 10 de octubre de ese mismo año. La expedición de la LGCC representa un avance muy significativo, sobre todo porque muestra un carácter más institucional y permanente a los esfuerzos hasta ahora desarrollados en México, para contar con una política climática nacional (SEMARNAT, 2012).

Al respecto y en congruencia con el artículo 71 de dicha ley, a otros instrumentos de política pública como el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2013-2018) y el Programa Nacional para la Igualdad de Oportunidades y No Discriminación Contra las Mujeres (PROIGUALDAD 2013-2018) en caminado con las nueva administración se suma el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2019-2024) documento que explica las objetivos prioritarios de los problemas nacionales y enumera las soluciones encaminadas a la mejora, y el Programa Nacional para la Igualdad y No Discriminación (PRONAIND 2021-2024) busca situar a las mujeres y niñas en el centro de transformación para garantizar y responder a las demandas ciudadanas de las mujeres así mismo fortalecer los instrumentos estatales desde el orden nacional así como el PEACC del Estado de México que se ha incluido la igualdad de género como eje transversal.

Sin embargo, para que la LGCC sea instrumentada correctamente en medidas más específicas que mitiguen la generación de GEI y permitan la adaptación a las consecuencias del Cambio Climático, fue necesario apegarse al instrumento rector en la materia, que en junio del 2013 fue presentado como la Estrategia Nacional de Cambio Climático ENACC (visión 10-20-40) publicado el 3 de junio 2013 en el Diario Oficial de la Federación en conjunto con el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2019-2024) que tienen como objetivo la multidisciplinariedad para llevar acabo los planes a nivel nacional para cumplir y mejorar cada una de las problemáticas presentadas. Esta estrategia presenta seis pilares fundamentales de la política nacional de Cambio Climático, que son el sustento de los temas de adaptación y mitigación nacionales (tres acciones generales de adaptación y cinco medidas de mitigación y desarrollo bajo en carbono); (figura 1.4).

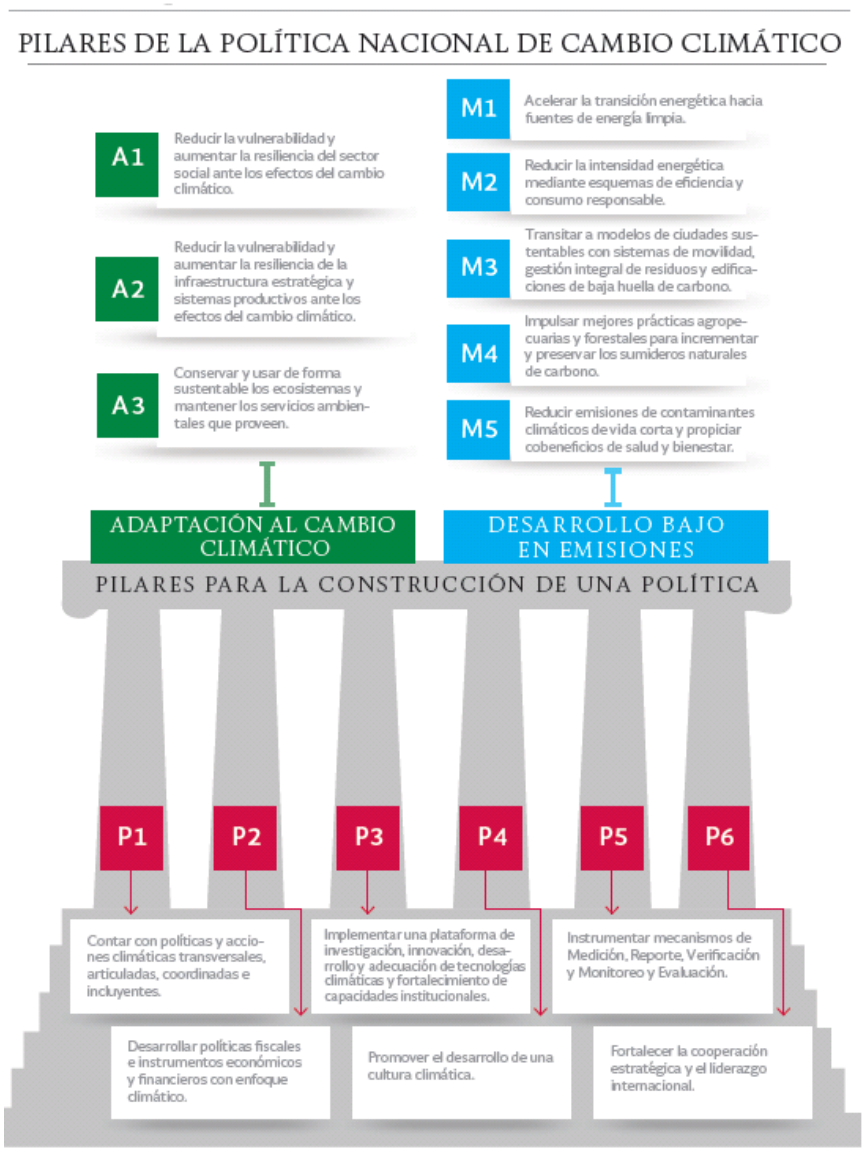


Figura 1.4 Pilares de la ENACC

Fuente: SEMARNAT, 2013, del ACUERDO por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de junio del 2013.

Otros instrumentos que refuerzan las políticas públicas en la materia son el Sistema Nacional de Cambio Climático (SINACC), que constituye un órgano de concertación entre los sectores público, privado y social, encargado de propiciar sinergias que hagan frente a la vulnerabilidad y los riesgos ante el Cambio Climático, así como establecer las acciones prioritarias de mitigación y adaptación. Está integrado por la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), el Consejo de Cambio Climático (C3), las entidades federativas, autoridades municipales y el Congreso de la Unión.

Finalmente, cabe resaltar que México es el primer país en desarrollo en presentar sus Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional ante la CMNUCC para el 2030; la contribución contiene dos componentes, uno de mitigación y otro de adaptación. El componente de mitigación contempla dos tipos de medidas: las no condicionadas, que se refieren a aquellas que el país puede solventar con sus propios recursos, y las medidas condicionadas, que requieren del establecimiento de un nuevo régimen internacional de Cambio Climático en el cual México pudiera obtener recursos adicionales y lograr mecanismos efectivos de transferencia de tecnología (Figura 1.5). Con este compromiso de gestión climática, se estima que México tendrá un pico máximo de emisiones alrededor del año 2026 y logrará bajar la intensidad de carbono del PIB en 40%.



Figura 1.5 Metas condicionadas y no condicionadas al 2030, para la mitigación de Gases Efecto Invernadero.

Fuente: SEMARNAT, 2015.

Para el caso de Carbono Negro (CN), un contaminante climático de vida corta (CCVC), se espera la reducción del 51% al 2030 tomando como referencia un escenario tendencial (BAU) (Figura 1.6); el compromiso de reducción de los contaminantes climáticos de vida corta y de los gases de efecto invernadero se podrá incrementar de manera condicionada en caso de adoptarse un acuerdo global de que incluya, por ejemplo, un precio al carbono internacional.

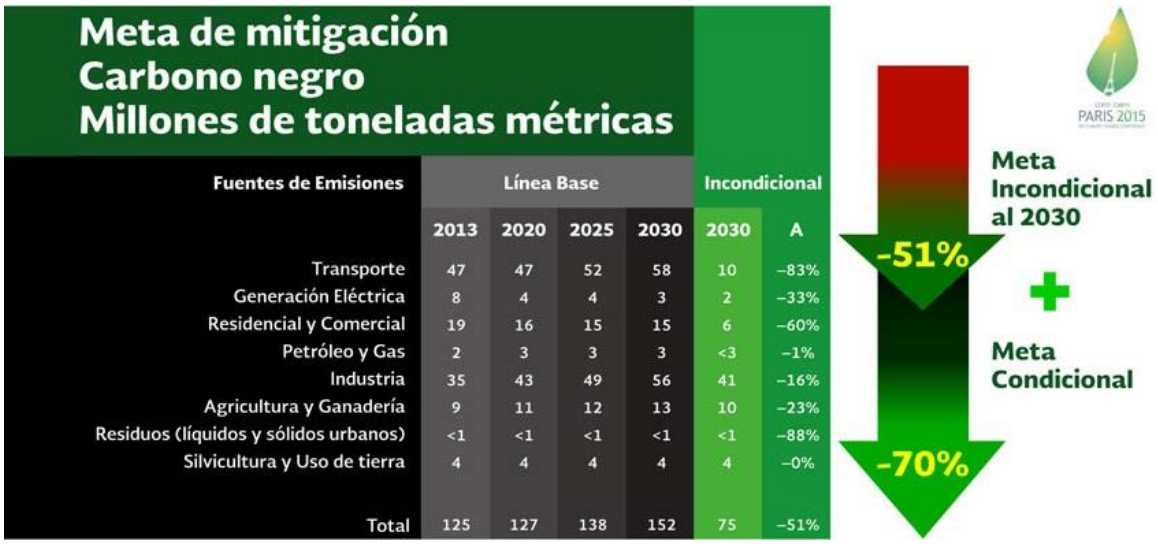


Figura 1.6 Metas condicionadas y no condicionadas al 2030, para la mitigación del Carbono Negro.

Fuente: SEMARNAT, 2015.

1.3 Panorama general del Cambio Climático en el Estado de México

El Gobierno del Estado de México, plantea dentro de los instrumentos de política económica medidas concretas para avanzar hacia un desarrollo plenamente sustentable y con ello, alinearse a las metas tanto nacionales como internacionales en materia de Cambio Climático.

Al respecto, ha sumado esfuerzos para reforzar la política en materia ambiental en tres vertientes:

(i) Elaborar propuestas para el control de emisiones originadas por la actividad económica en la entidad.

(ii) Manejar de modo sustentable los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.

(iii) Implementar una política ambiental con visión municipal que reconozca la importancia de los gobiernos locales en esta materia.

De esta forma, y derivado de la necesidad de emprender acciones eficaces para hacer frente al Cambio Climático, fue creada mediante Decreto N° 181 la Ley de Cambio Climático del Estado de México, publicado en Periódico Oficial "Gaceta del Gobierno" el 19 de diciembre de 2013; como coadyuvante de las políticas nacionales e internacionales para atenderlo adecuadamente, y como mecanismo para el fortalecimiento de la política ambiental del Estado.

De forma paralela, y a través de la Ley antes mencionada, se creó el "Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático" (IEECC), cuyo objeto es promover el fortalecimiento de capacidades institucionales y sectoriales para enfrentar al Cambio Climático, mediante el desarrollo de investigación científica y tecnológica en materia de eficiencia energética, energías renovables y cambio climático en el ámbito estatal; lo cual le concede las atribuciones para generar y dar seguimiento a los programas, instrumentos y proyectos que a partir del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático deriven, apoyen y vinculen para la mitigación y adaptación ante fenómenos en la Entidad, ejemplo de ello es la creación y difusión del Atlas de Riesgos de Cambio Climático, la Estrategia Estatal de Energía (orientada al análisis y recomendación de políticas para el sector industrial estatal, así como a la evaluación de la generación de empleos verdes), el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero y, el Catálogo de Tecnologías Ambientales, entre otros.

De manera concatenada, fue creada la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático integrada por las diversas secretarías del gabinete estatal, cuyo objetivo es coordinar las políticas y acciones a cargo de las diferentes dependencias y entidades de la Administración Pública Estatal, en materia de cambio climático así como la creación de directrices encaminadas a la realización de acciones transversales vinculadas con diferentes dependencias, que de manera directa (ya sea que se encuentren dentro de sus competencias y objetivos como Institución) o indirecta, participan en temas concernientes al Cambio Climático en su investigación, el desarrollo de proyectos-metas y la difusión de la información generada a nivel estatal cómo es la elaboración del PEACC.

El Gobierno Estatal ha impulsado una serie de programas ambientales para prevenir y controlar las emisiones provenientes tanto de fuentes fijas como móviles y con ello, reducir los niveles de contaminación atmosférica. Si bien es cierto, esos programas están enfocados a la reducción de contaminantes como el ozono, material particulado y sus precursores, algunas de esas medidas están vinculadas con la captura de carbono, mientras que otras están relacionadas de manera indirecta con la eficiencia energética que conlleva a la reducción de emisiones de GEI.

En el 2010 se realizó el estudio de Fuentes de Emisión de Carbono Negro en el Estado de México elaborado por la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México en el cual se identificó que las fuentes con mayores emisiones de Carbono Negro en la entidad se encuentran el uso de leña en los hogares, las fuentes móviles y el uso de energía eléctrica en las fuentes fijas; es importante mencionar que el carbono negro es un contaminante de vida corta que contribuye al calentamiento global.

El carbono negro forma parte de las partículas suspendidas PM_{10} y $PM_{2.5}$ micrómetros, por lo que este tipo de estudios permitió identificar las fuentes y con ello, poder implementar acciones a corto y mediano plazo, para combatir el calentamiento global y mejorar la calidad de vida de los mexiquenses. (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, 2010).

Es importante mencionar que de los últimos reportes presentados para el Estado de México, dentro del Tercer Encuentro Nacional en Cambio Climático, como parte de la Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático, llevada a cabo por el INECC en el marco de la publicación de la séptima Comunicación Nacional en Cambio Climático en el 2022, reporta que el Estado de México, es de las entidades que cuentan con mayor número de instrumentos de política pública publicados en materia de cambio climático y protección al ambiente, tal como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Instrumentos estatales disponibles en el Estado de México.

No	Nombre del instrumento	Disponibilidad
1	Comisión Intersecretarial	Sí
2	Programa Estatal de Cambio Climático	Sí
3	Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023	Sí
4	Ley de Cambio Climático	Sí
5	Reglamento de Cambio Climático	Sí
6	Atlas de Riesgo	Sí
7	Atlas de Riesgo con escenarios de Cambio Climático	Sí
8	Plan de Desarrollo Urbano	Sí
9	Reglamento de Construcción	Sí

10	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial	Sí
11	Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire	Sí
12	Ley, Programa y Reglamento de Residuos Urbanos	Sí

Fuente: Presentación de la Evaluación de la Política Estatal de Cambio Climático, septiembre 2018, INECC.

1.3.1 Agenda 2030, Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En contexto los Objetivos del Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidad del desarrollo internacional conformado por 192 miembros de las Naciones Unidas surgieron con el compromiso de disminuir considerablemente los problemas severos de la época; diminución de la pobreza extrema, creación de empleo productivo y reducción del hambre, teniendo en cuenta que dichas problemáticas desglosan distintas deficiencias a en cada sector lo que dan lugar a grandes deficiencias en cumplimiento de los ochos objetivos alineándose a el periodo 1990 y 2015, mismas que se trataron de cubrir, debido a las deficiencias de los objetivos.

Así mismo para el año 2016 se vieron obligados el incrementar los criterios dando lugar a los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fortaleciendo considerablemente a la Agenda 2030, también conocidos como Objetivos Mundiales, fortaleciendo a las dimensiones: sociales, económicas y ambientales enfocado a los problemas mundiales con mayor auge, cambio climático, calentamiento global, cuidades sostenibles, innovación de industrias, crecimiento económico además del problemática de las desigualdades de género presentes a nivel mundial debido a la pobreza ya que la mayor parte de los habitantes son mujeres y niñas; así mismo el acceso al mundo laboral, debido a los obstáculos en la toma de decisiones en servicios financieros, educación o formación; impulsando son un llamado universal a la adopción de medidas para atacar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad, a través de un fin máximo, que es orientar las políticas y la financiación del PNUD a estrategias y líneas de acción específicas y bien encaminadas que aseguren el cumplimiento de los objetivos durante los próximos 15 años.

El Plan Estratégico se centra en esferas clave, las cuales se resumen en 17 Objetivos basados en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio:



Figura 1.7 Objetivos de Desarrollo del milenio y de desarrollo sostenible.
Fuente: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2018.

El Plan Estratégico, incluye nuevas esferas dentro de las cuales tres resultan fundamentales para la conformación del presente documento: Acción por el Clima, Energía Asequible y No Contaminante, y Ciudades y Comunidades Sostenibles; sin embargo,

las acciones de estos no se encuentran aislados de los demás objetivos y, por el contrario, se percibe como una agenda inclusiva y transversal con metas claras para lograr un cambio positivo en beneficio del planeta y sus habitantes.

Es importante mencionar que la nueva Agenda 2030 en la cual se encuentran inmersos cada uno de los objetivos anteriormente mencionados; se inspira en los propósitos y principios de la Carta de las Naciones Unidas, incluido el pleno respeto del derecho internacional.

Se fundamenta en la Declaración Universal de Derechos Humanos, los Tratados Internacionales de Derechos Humanos, la Declaración del Milenio y el Documento Final de la Cumbre Mundial 2005; y se basa así mismo en otros instrumentos, como la Declaración sobre el Derecho al Desarrollo.

El 26 de abril de 2017 México al ser uno de los países activos y comprometidos con que se cumplan cada uno de los objetivos; llevó a cabo la instalación del Consejo Nacional de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, lo cual permitirá a la Nación "definir la ruta para incorporar diferentes visiones en favor de una causa común: sentar las bases del futuro al que aspiramos".

1.3.2 Plan de Desarrollo del Estado de México (PDEM) 2017-2023.

El PDEM 2017-2023 es el primer Plan a nivel nacional alineado en su totalidad a la Agenda 2030; desde su concepción metodológica hasta su formulación, junto con los mecanismos previstos para su monitoreo y evaluación; en él se concentran las bases para la elaboración de los programas sectoriales, especiales y regionales que a través de medidas detalladas y puntuales contribuirán a un mejor y más eficiente y eficaz cumplimiento de los objetivos establecidos, asimismo, se podrá realizar la proyección de los recursos financieros con planes específicos de inversión que se deriven y establezcan para tal efecto.

Al igual que los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el PDEM 2017-2023 está diseñado para ser un instrumento inclusivo y transversal, en donde los diferentes sectores gubernamentales y actores de la sociedad, tengan participación directa o indirecta para el cumplimiento de los objetivos.

Un elemento importante para sentar bases técnicas sólidas en materia de planeación del desarrollo y vinculación del PDEM 2017- 2023 con los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS), fue la firma del Convenio de Cooperación Técnica con el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), lo cual coloca al Estado de México a la vanguardia del desarrollo nacional, enfocándose en los siguientes pilares en los que se encuentran inmersos los diferentes Objetivos que a continuación se mencionan:

1. **Social:** Fin de la Pobreza. Hambre Cero. Salud y Bienestar. Agua Limpia y Saneamiento.
2. **Económico:** Educación de Calidad. Trabajo y Crecimiento Económico. Industria, Innovación e Infraestructura. Producción y Consumo Responsable.
3. **Territorial:** Energía Asequible y No Contaminante. Ciudades y Comunidades Sostenibles. Acción por el Clima. Vida y Ecosistemas Terrestres.
4. **Seguridad:** Igualdad de Género. Paz, Justicia e Instituciones Sólidas.
5. **Transversal:** Reducción de las Desigualdades. Alianzas para lograr los Objetivos. Sinergia Institucional.

Para llevar a cabo la integración del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, se realizaron cinco foros estatales de consulta ciudadana denominados "Diálogo Social" con una visión integral e incluyente, con sede en los municipios de Ixtlahuaca, Toluca, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos e Ixtapan de la Sal, de donde emanaron diagnósticos, opiniones y propuestas que sirvieron para el diseño de los objetivos, estrategias y líneas de acción específicas, a mediano y largo plazo orientadas a políticas generales regionales y sectoriales para el desarrollo y necesidades de la entidad, sujetas y alineadas conforme a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, compromisos sociales derivados de la Consulta Pública y demás instrumentos de planeación (Elaboración propia con datos del PDEM, 2017-2023).

Como resultado de las consultas públicas, así como los insumos provistos por las diferentes dependencias, además de las opiniones y propuestas de especialistas nacionales e internacionales en la materia y de la sociedad, se integró el PDEM 2017-2023, el cual al final propone impulsar y consolidar la acción de gobierno a través de cuatro pilares y tres ejes transversales:

Pilar Social: Estado de México Socialmente Responsable, Solidario e Incluyente.

Pilar Económico: Estado de México Competitivo, Productivo e Innovador.

Pilar Territorial: Estado de México Ordenado, Sustentable y Resiliente.

Pilar Seguridad: Estado de México con Seguridad y Justicia.

Ejes Transversales: Igualdad de Género, Gobierno Capaz y Responsable; y Conectividad y Tecnología para el Buen Gobierno.



Figura 1.8 Pilares, objetivos, estrategias y líneas de acción del PDEM 2017-2023.
Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

Es importante mencionar que el Cambio Climático afecta de manera directa y/o indirecta y sin precedentes a cada uno de los sectores contenidos dentro de los Pilares y Ejes; por ello se requieren establecer estrategias transversales encaminadas a la fortaleza institucional, la participación social y a la generación de alianzas que permitan llevar a cabo las acciones encaminadas a hacerle frente al cambio climático con la consecución de los objetivos a mediano y largo plazo, establecidos dentro del PDEM 2017-2023.

En la tabla 1.3, se ejemplifica la relación que guarda cada pilar con el Cambio Climático, así como su importancia:

Tabla 1.3 Vinculación de los pilares del PDEM 2017-2023, con el tema de Cambio Climático.

Pilar/Eje		Relación con el Cambio Climático
Pilar Social	Estado de México Socialmente Responsable, Solidario e Incluyente.	• Identificar los sectores sociales mayormente vulnerables en la entidad. • Transitar a una sociedad mexiquense socialmente responsable con el medio ambiente. • Generar una sociedad mexiquense inclusiva para la ejecución de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.
Pilar Económico	Estado de México Competitivo, Productivo e Innovador.	• Encauzar anteproyectos presupuestales a estudios y/o proyectos de todos los sectores que de manera directa o indirecta influyan en la mitigación y adaptación al cambio climático. • Innovar tecnologías y sistemas económicos que permitan a la entidad transitar a una economía sostenible y resiliente. • Elaborar proyectos de prevención ante los efectos del Cambio Climático y fenómenos meteorológicos extremos que representen pérdidas económicas para el Estado. • Impulsar los mercados de carbono en el sector privado de la entidad, así como apoyar a los emprendedores mexiquenses cuya actividad coadyuve a la mitigación y/o adaptación al Cambio Climático. • Generar un Fondo Verde para el Cambio Climático. • Establecer lineamientos para la generación de empleos verdes, programas de trabajo y/o proyectos; así como difusión y generación de una bolsa de trabajo verde y generación de un directorio y/o cartera de empresas verdes que coadyuven a la transición de un Estado de México competitivo, productivo e innovador.
Pilar Territorial	Estado de México Ordenado, Sustentable y Resiliente.	• Gestionar estudios y/o proyectos de mitigación y adaptación en los sectores energía, uso de suelo y manejo integral de residuos, así como la recuperación y mejor gestión de recursos ambientales de la entidad.

		• Elaborar Políticas Públicas, Programas, Mecanismos de ejecución, control y evaluación, así como Instrumentos legales en materia de Cambio Climático. • Incluir en el Atlas de Riesgos, escenarios de vulnerabilidad y prevención a través de contingencias ambientales ante fenómenos meteorológicos extremos derivados del Cambio Climático en la entidad.
Pilar Seguridad	Estado de México con Seguridad y Justicia.	• Impulsar el Derecho Humano a un medio ambiente sano y con oportunidad para futuras generaciones. • Elaborar instrumentos jurídicos que gestionen, protejan y sancionen los cuidados al medio ambiente, necesarios para contrarrestar los efectos adversos ante el Cambio Climático. • Procurar la seguridad de los recursos (sobre todo hídricos) de la entidad, para prevenir conflictos sociales futuros por la posible escasez de estos. • Elaborar instrumentos jurídicos que regulen los posibles escenarios sociales que se presenten debido al Cambio Climático (ejemplo: regulación y protección a refugiados climáticos); así como mecanismos alternos de solución al conflicto para dirimir discusiones referentes a asuntos legales provocados por los efectos adversos al Cambio Climático.
Ejes Transversales	Igualdad de Género, Gobierno Capaz y Responsable; y Conectividad y Tecnología para el Buen Gobierno.	• Impulsar la igualdad de género e inclusión de grupos vulnerables como actores principales en la toma de decisiones de políticas públicas que el Estado implemente en materia de Cambio Climático, a través de foros, consultas, exposiciones, cumbres, eventos, proyectos, entre otros. • Fomentar la relación intergubernamental, con el sector privado, OSC, autoridades municipales, y población en general, para a su vez impulsar acciones transversales que mitiguen y/o adapten a la entidad ante los efectos adversos al Cambio Climático.

Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

El PEACC se caracteriza porque para su conformación, se llevó a cabo el análisis del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, en donde se hace un especial enfoque a tres esferas que corresponden a la naturaleza de este documento: Cambio Climático, Cuidado al Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, es así como se conformó la tabla 1.4 la cual fue construida de la siguiente manera:

- La primera columna, señala los pilares que conforman el PDEM 2017-2023.
- La segunda columna se refiere a todos aquellos Objetivos de Desarrollo Sostenible que alineados a la Agenda 2030 impactan de manera directa y/o indirecta en 3 de los Objetivos, así como en acciones de mitigación y/o adaptación ante el Cambio Climático; siendo estos:

  Objetivo 7. Energía Asequible y No Contaminante.

  Objetivo 11. Ciudades y Comunidades Sostenibles.

  Objetivo 13. Acción por el Clima
- La tercera columna hace la vinculación entre los Objetivos del PDEM 2017-2023 y las estrategias y acciones se relacionan de manera directa o indirecta con la mitigación y/o adaptación ante el Cambio Climático.
- La cuarta columna establece la relación entre las Estrategias de los Objetivos con las líneas de acción que afectan directa o indirectamente a acciones de mitigación y/o adaptación ante el Cambio Climático.
- La quinta y última columna señala las líneas de Acción del PDEM 2017-2023 que de manera directa o indirecta se correlacionan con las líneas de acción específicas propuestas dentro de este instrumento para la mitigación y/o adaptación ante el Cambio Climático en la Entidad.

PLAN DE DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO 2017-2023				
Pilar	**Agenda 2030 (ODS)**	**Objetivo/Meta**	**Estrategia**	**Número de líneas de acción**
PILAR SOCIAL ESTADO DE MÉXICO SOCIALMENTE RESPONSABLE, SOLIDARIO E INCLUYENTE	1,2,3,4,5,8,9,10,11,16	**1.1 REDUCIR LA POBREZA Y PROPICIAR DESARROLLO HUMANO**	**1.1.1 Mantener el crecimiento de los ingresos de la población más pobre**	• Impulsar la capacitación y certificación de competencias de las mujeres más pobres con una visión productiva. • Complementar los ingresos de las familias en pobreza extrema para que puedan cubrir sus necesidades básicas y educativas, con especial énfasis en mujeres, madres jóvenes, madres indígenas y jóvenes estudiantes. • Apoyar proyectos productivos de la población vulnerable, particularmente aquellos liderados por mujeres, indígenas o migrantes. • Acompañar los proyectos productivos de la población en situación de pobreza extrema con capacitación laboral y orientación sobre mercados y precios de los bienes o servicios producidos.
			1.1.2 Mejorar las condiciones de la vivienda y servicios básicos para las familias mexiquenses	• Distribuir paquetes de materiales de construcción y/o bienes a las familias en situación de pobreza extrema. • Fortalecer la coordinación de los fondos del Gobierno Federal para contribuir con proyectos de infraestructura social básica. • Ejecutar proyectos de infraestructura social básica en comunidades que presentan condiciones de marginación.
			1.1.3 Combatir el hambre e incrementar el acceso a una alimentación sana, nutritiva y suficiente, con particular atención a la población más pobre y en situación de vulnerabilidad, incluidos niñas y niños	• Apoyar la alimentación de las niñas y los niños de las familias en condición de carencia alimentaria y en situación de vulnerabilidad. • Identificar y atender a las niñas y niños menores de cinco años con algún grado de desnutrición o en riesgo, que habitan en comunidades de alta y muy alta marginación del ámbito urbano y rural o en zonas indígenas. • Fortalecer la coordinación con los programas sociales del Gobierno Federal para cubrir las necesidades alimentarias de las familias mexiquenses. • Identificar a los sujetos de apoyos a la alimentación mediante la selección de familias vulnerables que habiten en comunidades de muy alta y alta marginación. • Difundir las prácticas alimentarias saludables, así como fomentar el consumo de los alimentos locales. • Incentivar la producción de alimentos con el establecimiento de granjas y huertos familiares a través de la distribución de paquetes de semillas para la siembra y animales de granja para la reproducción y luego consumo, incluyendo capacitación y supervisión. • Generar competencias educativas y material didáctico para la promoción de una alimentación correcta y la prevención de enfermedades asociadas con la desnutrición crónica y anemia. • Promover la salud en escuelas de educación preescolar y efectuar mediciones antropométricas correspondientes con la cartilla de vacunación, expediente y censo nominal que contribuyan a estilos de vida saludable.
		1.2 REDUCIR LAS DESIGUALDADES A TRAVÉS DE LA ATENCIÓN A GRUPOS VULNERABLES	**1.2.1 Garantizar el goce de derechos a niñas, niños y adolescentes**	• Sensibilizar a instituciones públicas y privadas sobre el enfoque de derechos de las niñas, niños y adolescentes, así como fortalecer las acciones de difusión, detección de vulneración, restitución y protección integral.
			1.2.2 Impulsar el desarrollo integral de la población joven	• Promover el desarrollo integral de la juventud, fortaleciendo y fomentando la organización, capacitación, la expresión cultural y artística, la educación y la salud de la juventud mexiquense. • Impulsar premios y certámenes que fomenten la creatividad, responsabilidad social y vocación emprendedora de los jóvenes del estado.
			1.2.3 Establecer las bases para que las personas adultas mayores tengan una vida plena	• Desarrollar y apoyar acciones de recreación, actividades de esparcimiento y deportivas, capacitación en cuidados y prevención de violencia, maltrato y abandono.

			1.2.5 Mejorar las condiciones de vida de la población indígena con respeto a su cultura y tradiciones	• Promover y conservar la identidad indígena a través del fomento y respeto a sus prácticas culturales tradicionales. • Facilitar el acceso a materiales de construcción y/o bienes a las familias indígenas en situación de pobreza. • Fortalecer proyectos productivos al interior de las comunidades indígenas.
		1.3 GARANTIZAR UNA EDUCACIÓN INCLUYENTE, EQUITATIVA Y DE CALIDAD QUE PROMUEVA LAS OPORTUNIDADES DE APRENDIZAJE A LO LARGO DE LA VIDA	**1.3.3 Fortalecer la calidad y pertinencia de la educación media superior y superior para contribuir al desarrollo de la entidad**	• Potencializar los programas educativos orientados al desarrollo sostenible y sustentable. • Generar acciones que fortalezcan a las mujeres en instituciones de educación superior.
			1.3.7 Contar con espacios educativos dignos y pertinentes para la población escolar, con énfasis en los grupos vulnerables	• Diversificar la infraestructura y el uso de tecnologías para ampliar la cobertura del nivel medio superior y de educación para jóvenes y adultos. Diseñar un programa de reparación y mantenimiento de escuelas, con la participación de la comunidad escolar.
			1.3.9 Contar con una planta docente suficiente y mejor calificada	• Ofertar programas de formación, capacitación y actualización docente que favorezcan el desarrollo de sus capacidades y fortalezcan su desempeño. • Operar un programa integral de profesionalización del personal académico de educación superior y normal.
			1.3.10. Disminuir las disparidades de género en la educación y garantizar el acceso en condiciones de igualdad de las personas en situación de vulnerabilidad	• Fortalecer en las escuelas la cultura cívica y ética, el sentido de pertenencia e identidad mexiquense, nacional y global.
			1.3.11. TRANSVERSAL: Impulsar que los estudiantes adquieran aprendizajes para promover el desarrollo sostenible, derechos humanos, cultura de paz, formación de ciudadanos, diversidad cultural y gestión de riesgos	• Promover en los centros escolares el desarrollo e implementación de una cultura de vida Sostenible
		1.4 FOMENTAR UNA VIDA SANA Y PROMOVER EL BIENESTAR PARA LA POBLACIÓN EN TODAS LAS EDADES.	**1.4.2 Reducir la mortalidad por enfermedades cardiovasculares, diabetes y asociadas a la obesidad**	• Fomentar programas de prevención de enfermedades cardiovasculares, diabetes y revisiones tempranas de hipertensión.
			1.4.3. Impulsar una cobertura sanitaria universal	• Fortalecer las medidas preventivas y de promoción de la salud con la finalidad de reducir la incidencia de enfermedades.
PILAR ECONÓMICO ESTADO DE MÉXICO COMPETITIVO, PRODUCTIVO E INNOVADOR	1,2,4,**7**,8,9,10,**11**,12,**13**,15,17	**2.1 RECUPERAR EL DINAMISMO DE LA ECONOMÍA Y FORTALECER SECTORES ECONÓMICOS CON OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO**	**2.1.1 Promover una mayor diversificación de la actividad económica estatal, especialmente aquella intensiva en la generación de empleo**	• Incentivar el desarrollo de la infraestructura, servicios y equipamiento de parques industriales en las distintas regiones de la entidad. • Impulsar la especialización productiva del sector manufacturero y de alta tecnología. • Elevar las posibilidades para establecer unidades productivas con componentes de innovación y tecnología.

			2.1.2. Impulsar y fortalecer el sector comercial y de servicios	• Fomentar exposiciones y encuentros comerciales que permitan la exhibición y promoción de bienes y servicios que se producen en las diversas regiones del Estado.
			2.1.4 Fortalecer la vinculación de los estudiantes de educación media superior y superior con los sectores público, privado y social	• Promover una mayor vinculación entre el sector educativo y las necesidades, habilidades, y capacidades de las empresas, a fin de satisfacer los requerimientos específicos de la planta productiva y generar mayor valor agregado. • Fortalecer la Educación Dual en los niveles media superior y superior.
			2.1.5. Fomentar un marco regulatorio que permita la creación y crecimiento empresarial en la entidad	• Optimizar el uso de estímulos fiscales en inmuebles, instalaciones e infraestructura para atraer inversiones a la entidad y generación de nuevas fuentes de empleo comprobables.
			2.1.6. Reorientar el desarrollo industrial	• Orientar la política de desarrollo industrial para un mayor aprovechamiento de las vocaciones correspondientes en las diferentes regiones del Estado. • Reestructurar los programas de promoción económica y desarrollo industrial hacia aquellas actividades que reportan una mayor generación de valor agregado. • Impulsar la creación de incubadoras de proyectos de microempresas familiares y artesanales en coordinación con la iniciativa privada. • Fortalecer al Instituto Mexiquense del Emprendedor para configurar proyectos productivos que involucren a nuevos emprendedores.
			2.1.7 Incrementar la captación de inversión nacional y extranjera	• Promocionar activamente una mayor inversión privada, nacional y extranjera y posicionar a la entidad como una alternativa competitiva para la inversión. • Organizar ferias y foros para promover la inversión extranjera en el Estado de México.
			2.1.8. Definir e impulsar una agenda de desarrollo regional a partir de las vocaciones productivas de cada región	• Definir e impulsar las potencialidades de cada región con base en las vocaciones productivas que las caracterizan. • Incluir programas y acciones de fomento económico y competitividad en la agenda de desarrollo de la Zona Norte a partir de su vocación agroindustrial, generando más empleo cerca de los hogares. • Considerar programas y acciones de fomento económico y competitividad en la agenda de desarrollo de la Zona Norponiente, aprovechando el potencial logístico de esa región y estimulando el desarrollo de ciudades intermedias (industria, comercio y servicios especializados). • Implementar programas y acciones de fomento económico y competitividad, derivadas de la agenda de desarrollo de la Zona Centro del Valle de Toluca a partir de la atracción de industrial de alto valor agregado y potencial turístico. • Fortalecer la operación del Aeropuerto Internacional de Toluca, a fin de aprovechar su infraestructura, ubicación estratégica e interconexión con el Tren Interurbano México - Toluca, y las nuevas autopistas Toluca - Naucalpan, Lerma - La Marquesa y la autopista Chamapa Lechería - La Venta. • Incorporar programas y acciones de fomento económico y competitividad en la agenda de desarrollo de la Zona Sur, maximizando el aprovechamiento de los recursos mineros y fortaleciendo la industria agropecuaria.
		2.2 INCREMENTAR DE MANERA SUSTENTABLE LA PRODUCCIÓN, CALIDAD, EFICIENCIA, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD DEL SECTOR PRIMARIO	**2.2.1. Incrementar la competitividad de los productores agrícolas de la entidad por medio de mejoras en su productividad y calidad**	• Impulsar los proyectos productivos en el campo mexiquense. • Facilitar la adquisición de insumos productivos y equipo de trabajo. • Generar mayores oportunidades para el desarrollo de agroindustrias de alto valor agregado, incentivando su mayor aprovechamiento, a través de la modernización, tecnificación y mejoramiento de los procesos de producción agroindustrial. • Fomentar el uso de variedades mejoradas para incrementar la producción y productividad agrícola. • Atender los principales retos que limitan la productividad de las agroindustrias y diseñar una estrategia integral para atenderlos.

				• Propiciar el establecimiento de riego tecnificado y la agricultura protegida. • Promover la especialización productiva de los sectores agroindustrial. • Ofrecer estímulos y financiamiento a la agricultura orgánica.
			2.2.2 Fomentar la investigación para la generación y transferencia de tecnología agropecuaria	• Incentivar el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas en beneficio del sector agropecuario. • Impulsar la difusión de tecnología entre los productores agropecuarios. • Estimular la implementación de tecnología de punta, paquetes tecnológicos y capacitación especializada a los productores agropecuarios. • Apoyar a los productores agropecuarios con análisis de suelo, agua y plantas. • Vincular a los productores agropecuarios con las instituciones de educación superior, de investigación y desarrollo, para la transferencia de tecnología.
			2.2.6 Fortalecer la infraestructura hidro-agrícola y rural de la entidad para el manejo sostenible de recursos en el campo	• Promover la construcción de obras de conservación de suelo y agua en la entidad. • Ampliar y mejorar la infraestructura hidro-agrícola para una mayor captación y aprovechamiento del recurso hídrico. • Rehabilitar y modernizar la infraestructura rural para el desarrollo de la actividad agropecuaria de la entidad. • Fortalecer la implementación de sistemas de riego en las unidades y distritos de la entidad. • Disminuir el riesgo de inundación en superficie agropecuaria de la entidad mediante la ejecución oportuna de obras y acciones.
		2.3 TRANSITAR HACIA UNA PLANTA PRODUCTIVA MÁS MODERNA Y MEJOR INTEGRADA	**2.3.1 Facilitar el establecimiento de unidades productivas**	• Impulsar la certificación ambiental de las empresas. • Fomentar el uso de materiales reciclables o elaborados bajo esquemas de producción sostenible.
			2.3.4 Fomentar la inversión en el Estado	• Organizar encuentros internacionales de productores y proveedores del Estado de México con sus pares de otros países. • Impulsar la impartición de talleres, seminarios y foros de intercambio de experiencias en emprendimiento. • Difundir por región y municipio la información de los programas, proyectos y acciones existentes en materia de emprendimiento y fomentar su aprovechamiento.
		2.4 POTENCIAR LA INNOVACIÓN Y EL DESARROLLO TECNOLÓGICO COMO INSTRUMENTO PARA IMPULSAR EL DESARROLLO ECONÓMICO.	**2.4.1. Fomentar la investigación científica y tecnológica aplicada**	• Ampliar la infraestructura académica y de investigación que permita acrecentar la formación de recursos humanos e incrementar el personal docente y de investigación en la entidad. • Atraer y apoyar el desarrollo de nuevos centros de investigación y desarrollo tecnológico. • Integrar la academia con la iniciativa privada en tareas de investigación aplicada que redunden en mejoras de los procesos productivos. • Impulsar la creatividad y el emprendimiento científico y tecnológico de los jóvenes mexiquenses. • Establecer un fondo para impulsar el desarrollo tecnológico del Estado.
			2.4.2. Vincular a las instituciones de educación superior y a los centros de investigación con el sector privado	• Apoyar que las instituciones de educación superior y los centros de investigación favorezcan el desarrollo local. • Incentivar la inversión del sector productivo en investigación científica y el establecimiento de parques científico-tecnológicos, así como apoyar el desarrollo tecnológico. • Desarrollar programas de fomento a la vinculación y transferencia de conocimiento. • Impulsar el desarrollo emprendedor en las instituciones de educación superior y en los centros de investigación para fomentar la innovación tecnológica y el autoempleo. • Promover la generación de empresas de alta tecnología. • Apoyar los proyectos científicos y tecnológicos que incidan en el progreso de los sectores productivos del Estado.
			2.4.3. Incentivar la formación de capital humano especializado	• Incentivar la cooperación nacional e internacional en los temas de investigación científica y desarrollo tecnológico.

			2.4.4. Impulsar una plataforma de información en materia de ciencia y tecnología	• Desarrollar estrategias de comunicación y difusión para fomentar la investigación científica y tecnológica en el Estado. • Gestionar la ampliación y mejora de la infraestructura de las tecnologías de la información. • Apoyar la ampliación de cobertura de la red de internet.
			2.4.5. Implementar el Sistema Mexiquense de Innovación	• Definir una agenda de innovación estatal. • Fomentar la cultura de la innovación entre estudiantes, empresas y centros de investigación. • Establecer estímulos atractivos para la investigación y desarrollo productivos. • Contribuir al establecimiento de espacios propicios para la generación de conocimiento y la innovación. • Diseñar estímulos que fomenten la investigación, el desarrollo y la aplicación de la ciencia y la tecnología para el mejoramiento de los procesos productivos. • Promover en las empresas mexiquenses la adopción de técnicas y tecnologías innovadoras en sus procesos productivos. • Fortalecer las cadenas productivas locales y regionales con énfasis en innovación.
			2.4.6. Fomentar la Innovación y Desarrollo Tecnológico	• Fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico para posicionar al Estado de México como uno de los principales polos de innovación tecnológica a nivel nacional. • Fomentar el desarrollo y la adopción de tecnologías limpias en las empresas establecidas en la entidad. • Identificar y atender los aspectos más significativos que limitan la innovación y el desarrollo de tecnologías e instrumentar programas y acciones que impulsen su crecimiento. • Identificar las necesidades científicas, tecnológicas y de innovación de los sectores estratégicos del Estado. • Definir y dar seguimiento a compromisos con los participantes del Sistema Mexiquense de Innovación. • Promover la transferencia y apropiación del conocimiento entre los participantes del sistema mexiquense de innovación. • Establecer esquemas que favorezcan la generación y la transferencia del conocimiento y de la tecnología.
		2.5 DESARROLLAR INFRAESTRUCTURA CON UNA VISIÓN DE CONECTIVIDAD INTEGRAL	**2.5.1 Fomentar una mayor conectividad en el Estado**	• Establecer las bases para una plataforma logística integral estratégica para el país • Consolidar la infraestructura de telecomunicaciones que impulse el desarrollo económico, educativo y regional de la entidad. • Ampliar el acceso a internet en espacios públicos, a través de alianzas con la iniciativa privada para brindar servicios de banda ancha o superiores. • Ofertar a prestadores de servicios espacios para la instalación de infraestructura de conectividad que incremente la cobertura del servicio de internet a un mayor número de comunidades y usuarios.
			2.5.2 Construir infraestructura resiliente para una mayor y mejor movilidad y conectividad	• Fomentar las acciones inherentes a la construcción, modernización, ampliación, conservación, rehabilitación y reconstrucción de la infraestructura carretera. • Gestionar la construcción de distribuidores viales, puentes vehiculares y puentes peatonales en vías con mayor conflicto vial. • Migrar a estándares de calidad de la red carretera que se atiende bajo el esquema de los Proyectos de Prestación de Servicios (PPS).
			2.5.3. Modernizar, ampliar y dar mantenimiento a la infraestructura	• Mejorar la infraestructura de movilidad y conectividad para el desarrollo de los sectores industriales.
PILAR TERRITORIAL ESTADO DE MÉXICO ORDENADO, SUSTENTABLE Y RESILIENTE	1,2,3,5,6,**7**,9,**11**,12,**13**,15,16,17	**3.1. GARANTIZAR EL ACCESO A UNA ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE.**	**3.1.1. Incrementar el suministro de energía eléctrica y promover el desarrollo de energías limpias en los hogares mexiquenses**	• Gestionar ante la Comisión Federal de Electricidad y con proveedores privados proyectos específicos de electrificación en el Estado. • Promover el uso de energías limpias en edificios gubernamentales, así como construcciones actuales y nuevas.
			3.1.2. Difundir el ahorro de energía en la población	• Impulsar programas de difusión sobre los mecanismos de ahorro de energía en los hogares. • Ampliar el programa de sustitución de luminarias en los municipios del Estado.

				• Colaborar con las instituciones a cargo de normativas para promover la eficiencia energética de edificios públicos y comerciales en las ciudades. • Promover ciudades compactas que sean menos intensivas en el consumo de energía, en particular de combustibles fósiles.
		3.2. ADOPTAR MEDIDAS PARA COMBATIR EL CAMBIO CLIMÁTICO Y MITIGAR SUS EFECTOS.	**3.2.1. Contribuir a la mejora de la calidad del aire**	• Ampliar la cobertura del monitoreo de la calidad del aire. • Promover medidas que permitan mantener un parque vehicular más limpio. • Coadyuvar a reducir la dependencia en medios motorizados de transporte, con proyectos como los sistemas Bus Rapid Transit (BRTs).
			3.2.2. Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de residuos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión	• Promover una cultura de reciclaje y reducción de residuos sólidos entre los diferentes sectores de la sociedad. • Fomentar la separación de residuos desde la fuente para su reutilización o reciclaje. • Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental. • Aprovechar los residuos sólidos urbanos y agropecuarios para la generación de biogás como fuente de energía. • Establecer una visión metropolitana en la gestión de residuos sólidos urbanos.
			3.2.3. Mejorar la educación ambiental e impulsar la adopción de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en los municipios	• Promover que las escuelas mexiquenses se transformen en espacios ambientalmente responsables. • Fomentar el desarrollo, transferencia, divulgación y difusión de tecnologías, equipos y procesos para la adaptación al cambio climático. • Fortalecer la sinergia de trabajo con la federación, los municipios e instancias internacionales, con relación al cambio climático.
			3.2.4. ESTRATEGIA: Impulsar acciones de prevención y atención oportuna ante desastres naturales y antropogénicos	• Fortalecer la capacidad de reacción del gobierno estatal, municipal y la sociedad, para hacer frente a los desastres. • Promover acciones de capacitación, especialización y asistencia técnica para los artesanos y comerciantes de artefactos pirotécnicos, a efecto de disminuir los riesgos inherentes a la actividad. • Generar las acciones de prevención para minimizar los riesgos derivados de la incidencia de fenómenos perturbadores. • Impulsar el desarrollo tecnológico del sector pirotécnico.
			3.2.5. ESTRATEGIA TRANSVERSAL: Vincular y gestionar los instrumentos de planificación para minimizar los efectos del cambio climático	• Homogeneizar y vincular instrumentos de planeación territorial, ambiental y urbano que inciden en las regiones del Estado. • Desarrollar una cartera de proyectos de mitigación y adaptación al cambio climático de las ciudades, relacionada con la planeación local ante el cambio climático y el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático.
		3.3. PROCURAR LA PRESERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS EN ARMONÍA CON LA BIODIVERSIDAD Y EL MEDIO AMBIENTE.	**3.3.1. Procurar la protección y regeneración integral de los ecosistemas del Estado y velar por el estricto cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental**	• Fomentar la participación ciudadana en el cumplimiento de la legislación ambiental. • Promover y difundir el cuidado, protección y uso sustentable de los espacios naturales y parques administrados por el Gobierno del Estado de México. • Compatibilizar la protección y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) con su preservación, en cumplimiento a la normatividad vigente. • Fortalecer la consulta cartográfica y análisis de la información de las Áreas Naturales Protegidas del Estado
			3.3.2. Reducir la degradación de los hábitats naturales.	• Fomentar la recuperación de las Áreas Naturales Protegidas desprovistas de cubierta forestal. • Conservar la cobertura vegetal con acciones que favorezcan el establecimiento de nuevas plantaciones nativas en las áreas naturales protegidas.
			3.3.3 Proteger y conservar las especies faunísticas nativas y evitar su extinción	• Fomentar la preservación y protección de la fauna doméstica. • Participar en estrategias binacionales de recuperación y conservación de la fauna. • Impulsar la realización y ejecución de proyectos de investigación y conservación de la fauna. • Implementar el programa de bienestar animal. • Promover el involucramiento y patrocinio de particulares mexiquenses en la conservación de parques ecológicos.

			3.3.4. Promover la gestión sostenible de los bosques y reducir la deforestación	• Incrementar el número de productores forestales que se integren a las cadenas productivas. • Abastecer con planta forestal los programas de forestación y reforestación. • Coordinar la reforestación y restauración de áreas degradadas. • Aumentar la superficie de plantaciones forestales comerciales. • Incorporar al manejo sustentable, predios arbolados susceptibles de ser aprovechados. • Reducir la pérdida de áreas arboladas por afectación de plagas y enfermedades. • Prevenir y combatir la incidencia de ilícitos forestales. • Disminuir el índice de hectáreas afectadas por incendios forestales. • Constituir alternativas productivas generadoras de empleo en zonas forestales. • Fortalecer la vigilancia estratégica de las áreas naturales protegidas. • Involucrar a la población en acciones de cuidado y conservación de las áreas naturales protegidas y zonas forestales. • Coadyuvar a un ordenamiento territorial que proteja a las áreas naturales frente al fenómeno de crecimiento de la mancha urbana.
			3.3.5. Generar los recursos para conservar la diversidad biológica y los ecosistemas	• Fomentar esquemas de remuneración a proveedores que brinden servicios ambientales en áreas prioritarias. • Generar estímulos económicos a diferentes sectores de la sociedad para impulsar la participación ambiental. • En coordinación con los municipios, conservar y mantener el arbolado de zonas urbanas.
		3.4. MEJORAR LOS SERVICIOS EN MATERIA DE AGUA, SU GESTIÓN SOSTENIBLE Y EL SANEAMIENTO.	**3.4.1. Privilegiar la reducción de la demanda a través del uso eficiente del agua, la recuperación de pérdidas físicas, el reúso de volúmenes de aguas tratadas y el aprovechamiento de fuentes alternas**	• Promover la eficiencia operativa y presupuestal de los organismos operadores de agua potable. • Incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones actuales; en particular, las ubicadas en el Río Lerma. • Identificar proyectos viables de inversión para el uso de agua tratada con fines agropecuarios e industriales. • Realizar una revisión general de los esquemas tarifarios aplicables a los distintos usos del agua, para su implementación. • Fomentar la actualización de los padrones de los organismos operadores y mejorar su eficiencia física y comercial. • Apoyar los esfuerzos para optimizar la captación y reúso de agua de lluvia. • Ampliar los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial. • Fortalecer los mecanismos de planeación, programación y ejecución de obras hidráulicas de mayor capacidad.
			3.4.2. Avanzar en la recuperación, conservación y gestión integral de las cuencas hidrológicas	• Establecer mecanismos de control, monitoreo, vigilancia y regulación para la Gestión Integral de las Cuencas. • Reducir la contaminación en cuerpos de agua a través de la participación de los órdenes de gobierno, así como de los usuarios del agua. • Implementar acciones de conservación de suelo y bosque en zonas altas para la retención de agua y control de azolve. • Generar medidas en materia de resiliencia de los efectos hidro climáticos extremos, en los sistemas hidráulicos y de drenaje para prevenir las inundaciones y dar protección a la población vulnerable.
			3.4.3. Impulsar la cultura del agua entre la población mexiquense y mejorar el sistema de información del agua	• Consolidar un catastro estatal para la elaboración de un diagnóstico de las necesidades reales de la población mexiquense en materia hídrica. • Integrar la información sobre los recursos hídricos del Estado y su relación con los usos del agua. • Promover la medición y el monitoreo de los recursos hídricos a nivel municipal. • Instrumentar campañas de difusión sobre la importancia y mecanismos para ahorro del agua y eficiencia en su uso.
			3.4.4. Fortalecer las instituciones proveedoras y reguladoras del agua favoreciendo una visión social y ambiental	• Consolidar al Sistema Estatal del Agua del Estado de México y a su Consejo como entidad coordinadora del agua en el Estado. • Fomentar la capacitación a los organismos operadores municipales de agua, regidores, directores de obras públicas y desarrollo urbano en la planeación hidráulica, marco jurídico, programas de inversión y operación de los servicios.

				• Ampliar el soporte técnico para la gestión integral del recurso en los municipios. • Impulsar la participación solidaria de la ciudadanía en la gestión del agua. • Fortalecer las herramientas de planeación y ejecución de proyectos en materia de agua.
		3.5. FOMENTAR LA PROSPERIDAD DE LAS CIUDADES Y SU ENTORNO A TRAVÉS DEL DESARROLLO URBANO Y METROPOLITANO INCLUSIVO, COMPETITIVO Y SOSTENIBLE.	**3.5.1. Generar un ordenamiento territorial sustentable y un desarrollo urbano enfocado en la accesibilidad**	• Implementar un sistema de planeación apegado a la Nueva Agenda Urbana que impulse un desarrollo regional equilibrado y sostenible. • Fomentar estructuras urbanas orientadas a la accesibilidad, competitividad e integración social. • Impulsar un mayor equilibrio espacial entre la vivienda y el empleo, fomentando usos mixtos e iniciativas de coordinación con el sector privado. • Actualizar, vincular e instrumentar los ordenamientos legales de planeación territorial y ambiental.
			3.5.2. Promover un crecimiento urbano compacto que proteja el medio ambiente y articule a las ciudades con su entorno rural y natural	• Consolidar y densificar las áreas urbanas. • Reducir el crecimiento disperso y promover la complementariedad entre zonas urbanas, periurbanas, rurales y ambientales. • Mitigar riesgos en las ciudades y su entorno, impulsando su resiliencia. • Disminuir el impacto ambiental y climático por el funcionamiento de las ciudades. • Impulsar programas de regularización de la tierra que brinden certeza jurídica a la población mexiquense.
			3.5.3. Impulsar una política de suelo y habitación incluyente, que atienda a la población más vulnerable y garantice el acceso a servicios básicos	• Promover una política habitacional que garantice la adecuada provisión de servicios. • Adaptar las soluciones habitacionales a los tipos de usuarios y sus necesidades. • Fortalecer la colaboración para el financiamiento de proyectos y acciones de suelo y vivienda. • Impulsar acciones de suelo que brinden certeza sobre la tenencia de la tierra, al tiempo que son congruentes con instrumentos de planificación e identificación del riesgo. • Incentivar suelo adecuadamente interconectado para vivienda social.
			3.5.4. Mejorar la oferta de espacio público accesible y fortalecer la identidad de los barrios en las comunidades	• Elevar la cantidad, calidad y accesibilidad del espacio público, maximizando su uso. • Impulsar el espacio público como instrumento de cohesión social para mejorar las condiciones de seguridad en las comunidades.
			3.5.5. Implementar una visión metropolitana en instituciones, planes y proyectos	• Fortalecer el marco y la capacidad institucional para una eficaz coordinación metropolitana. • Introducir la visión metropolitana en la planeación y gestión del territorio, en todas las escalas. • Impulsar el desarrollo de instrumentos para el financiamiento a proyectos de carácter metropolitano. • Consolidar las nuevas centralidades metropolitanas en la entidad, mediante la gobernanza, instrumentos de políticas públicas integrales y transversales, con los distintos órdenes de gobierno.
			3.5.6. Consolidar un Sistema Integral de Movilidad Urbana Sustentable en la entidad	•Impulsar políticas públicas que garanticen el derecho humano a la movilidad urbana sustentable, eficiente, de calidad y segura, mediante la coordinación y vinculación permanente con las instancias responsables. • Promover en coordinación con el gobierno federal y los municipios proyectos de transporte público de mediana y alta capacidad, incluyendo el colectivo. • Generar proyectos estratégicos en materia de vialidad, infraestructura urbana y movilidad, mediante la vinculación del sector privado, social e instituciones académicas y de investigación. • Incrementar y conservar la infraestructura de transporte masivo con mecanismos de financiamiento atractivos para los concesionarios. • Fortalecer la seguridad e integridad de los usuarios y operadores del transporte público, en coordinación con las instancias competentes en la materia, mediante el uso de tecnologías modernas aplicadas a la renovación, capacitación y equipamiento del parque vehicular. • Fomentar el uso de tecnologías limpias y de vanguardia en el transporte público. • Dirigir esfuerzos para un reordenamiento integral y eficiente del transporte público. • Consolidar el marco normativo; su actualización y modernización, para responder a las necesidades actuales de movilidad en la entidad, y de certeza a las acciones que en la materia se implementen.

			3.5.7. Fomentar la promoción y difusión del patrimonio cultural y artístico	• Promover las manifestaciones culturales populares y de los pueblos indígenas. • Conservar el patrimonio cultural, así como la rica herencia histórica que nos da identidad. • Difundir la riqueza cultural y artística. • Incentivar la formación de creadores y ejecutantes artísticos para el desarrollo cultural de la entidad. • Incrementar la participación concertada y articulada de los diversos actores sociales para la preservación y difusión del patrimonio cultural y sus manifestaciones.
			3.5.8. Modernizar la gestión y gobernanza urbana para promover la innovación y la competitividad en la atención a las necesidades de la ciudadanía	• Impulsar una política de mejora normativa para detonar el desarrollo urbano sostenible. • Incrementar la transparencia de los trámites urbanos de competencia estatal, eliminando incentivos a la corrupción. • Mejorar los canales para la participación de actores plurales en la planeación y ejecución de acciones de desarrollo urbano, fomentando la vocación emprendedora y la innovación para el desarrollo sostenible. • Generar espacios y herramientas para consolidar las capacidades municipales en materia de gestión urbana, con énfasis en instrumentos de aprovechamiento del suelo. • Promover el manejo integrado de la información en los procesos de planificación urbana. • Fortalecer el asociacionismo municipal para la prestación de servicios básicos.
			3.5.9. Alianzas y gobernanza	• Identificar vocaciones productivas para impulsar un desarrollo urbano regionalmente equilibrado e incluyente. • Incrementar la accesibilidad a medios de transporte público sustentables. • Colaborar con otras Secretarías encargadas de la gestión territorial para promover la planificación integral y ocupación sustentable del suelo. • Generar una cartera de proyectos de protección al medio ambiente y atención al cambio climático en las ciudades. • Generar una movilidad urbana disfrutable y segura, apalancando el diseño del espacio público para combatir el crimen en las ciudades. • Instrumentar una eficaz coordinación intersectorial, metropolitana y de largo plazo en la gestión de los recursos. • Impulsar la articulación intersectorial de las políticas de desarrollo con impactos positivos en el territorio.
PILAR SEGURIDAD ESTADO DE MÉXICO CON SEGURIDAD Y JUSTICIA	4,5,8,10,11,16,17	**4.1 TRANSFORMAR LAS INSTITUCIONES DE SEGURIDAD PÚBLICA.**	**4.1.1. Modernizar las instituciones de seguridad pública con un enfoque integral**	• Incrementar y modernizar las capacidades, infraestructura tecnológica, calidad y sostenibilidad de los institutos de formación policial.
EJES TRANSVERSALES IGUALDAD DE GÉNERO, GOBIERNO CAPAZ Y RESPONSABLE Y CONECTIVIDAD Y TECNOLOGÍA PARA EL BUEN GOBIERNO	1,3,4,5,8,9,10, **11**, 16, 17	**5.1. REDUCIR TODOS LOS TIPOS DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES Y NIÑAS**	**5.1.1. Fortalecer las capacidades de la Fiscalía General de Justicia del Estado de México para abatir la impunidad de la violencia contra mujeres y niñas**	• Diseñar e instrumentar las políticas de género dentro de la Fiscalía General de Justicia del Estado de México.
			5.1.2. Realizar campañas para promover la denuncia de violencia sexual, familiar y de género y de capacitación de niñas y mujeres en el tema	• Implementar campañas de difusión y capacitación dirigidas a mujeres para que participen con las dependencias del Gobierno del Estado en acciones y programas conjuntos.
			5.1.5. Diseñar e instrumentar la estrategia de aplicación de políticas públicas que priorice a las mujeres en situación de pobreza	• Aplicar un mecanismo permanente de evaluación del impacto de las políticas públicas en las condiciones de vida de las mujeres.

			5.1.6. Diseñar e instrumentar programas para mejorar la economía de los hogares de mujeres jefas de familia	• Instrumentar programas de capacitación a madres solteras y jefas de familia para el autoempleo. • Impulsar con las instituciones financieras la operación de programas de microcréditos para mujeres.
		5.2. REDUCIR LA DISCRIMINACIÓN LABORAL Y SALARIAL DE LAS MUJERES TRABAJADORAS.	**5.2.1. Difusión y capacitación laboral y sobre derechos de las mujeres en centros de trabajo**	• Incrementar la difusión sobre la igualdad y los derechos de las mujeres. • Impulsar la participación de las mujeres trabajadoras en programas de capacitación laboral
		5.3. PROMOVER PROGRAMAS QUE CONCILIEN EL TRABAJO Y LA FAMILIA Y RESPECTO A LOS DERECHOS DE LAS NIÑAS, NIÑOS Y ADOLESCENTES.	**5.3.3. Promover el pleno goce, respeto, promoción y ejercicio de los derechos de niñas, niños y adolescentes**	• Promover la coordinación y vinculación interinstitucional para la salvaguarda de los derechos de la infancia y adolescencia
		5.5. PROMOVER INSTITUCIONES DE GOBIERNO TRANSPARENTES Y QUE RINDAN CUENTAS.	**5.5.1. Impulsar la transparencia proactiva, rendición de cuentas y el Gobierno Abierto.**	• Promover prácticas de transparencia para la consolidación de la confianza ciudadana en sus instituciones. • Fortalecer la transparencia fiscal. • Establecer un Gobierno Abierto por medio de tecnologías de información y sistemas de información que faciliten la operación
			5.5.2. Fortalecer el programa de servicio público sustentado en principios y valores éticos de las y los servidores públicos.	• Promover que los titulares de los Órganos Internos de Control cuenten con las • competencias y conducta ética necesarias para el logro de los objetivos institucionales. • Promover el desarrollo profesional continuo de los titulares de los Órganos Internos de • Control para asegurar su eficiente desempeño. • Evaluar en materia de Control de Confianza a los titulares de los Órganos Internos de • Control de la Administración Pública Estatal y Municipal. • Fortalecer al Instituto Estatal de Acceso a la Información.
			5.5.3. Coordinar acciones de transparencia en la atención de observaciones y recomendaciones emitidas por entes externos de fiscalización.	• Coordinar planes de trabajo con entes externos de fiscalización, eficientar la ejecución y metas de auditorías. • Intercambiar información con los entes externos de fiscalización, sobre el resultado de las auditorías practicadas para evitar duplicidad de esfuerzos. • Dar seguimiento puntual a las irregularidades detectadas en las auditorías para deslindar responsabilidades.
			5.5.4. Impulsar la Ley de Archivos de los Poderes Estatales.	• Elaborar y enviar al Congreso la iniciativa de ley en la materia. • Crear proyectos en todas las dependencias del gobierno estatal para la conformación de sus archivos.
			5.5.1. Impulsar la transparencia proactiva, rendición de cuentas y el Gobierno Abierto.	• Promover prácticas de transparencia para la consolidación de la confianza ciudadana en sus instituciones. • Fortalecer la transparencia fiscal. • Establecer un Gobierno Abierto por medio de tecnologías de información y sistemas de información que faciliten la operación
			5.5.2. Fortalecer el programa de servicio público sustentado en principios y valores éticos de las y los servidores públicos.	• Promover que los titulares de los Órganos Internos de Control cuenten con las • competencias y conducta ética necesarias para el logro de los objetivos institucionales. • Promover el desarrollo profesional continuo de los titulares de los Órganos Internos de • Control para asegurar su eficiente desempeño. • Evaluar en materia de Control de Confianza a los titulares de los Órganos Internos de • Control de la Administración Pública Estatal y Municipal. • Fortalecer al Instituto Estatal de Acceso a la Información.
		5.6. IMPLEMENTAR EL SISTEMA ANTICORRUPCIÓN DEL ESTADO DE MÉXICO Y MUNICIPIOS.	**5.6.1. Fortalecer el Sistema Anticorrupción del Estado de México y Municipios.**	• Impulsar capacitación a los servidores públicos involucrados con las materias de fiscalización y control de recursos públicos de prevención, control y disuasión de faltas administrativas; así como hechos de corrupción
			5.6.2. Articular la Política	• Impulsar, a través de las investigaciones en materia de fiscalización y control de recursos públicos, de prevención, control y disuasión de

			Anticorrupción del Estado de México y Municipios.	faltas administrativas y hechos de corrupción, en especial sobre las causas que los generan, políticas públicas.
			5.6.4. Garantizar la tolerancia cero contra los actos de corrupción y contrarios a la legalidad, en el marco del Sistema Anticorrupción del Estado de México y Municipios.	• Difundir y sensibilizar a los servidores públicos estatales y municipales en materia del Sistema Anticorrupción del Estado de México y Municipios.
		5.7. MANTENER LA GOBERNABILIDAD Y LA PAZ SOCIAL.	**5.7.1. Atender la demanda y el conflicto sociopolítico en el contexto institucional.**	• Afianzar mesas de diálogo para la atención de la demanda social y de grupos políticos con los sectores del poder ejecutivo. • Establecer espacios de colaboración para la resolución de conflictos. • Fortalecer la atención de la demanda sociopolítica en su lugar de origen.
			5.7.2. Promover la coordinación interinstitucional para la atención de demandas sociopolíticas vinculándolas con los tres órdenes de Gobierno.	• Crear espacios de interlocución con los Poderes del Estado las organizaciones sociales, políticas, civiles, religiosas y la ciudadanía en general para la atención de sus demandas. • Elaborar diagnósticos de análisis de riesgos para garantizar la gobernabilidad. • Mantener una relación efectiva y de colaboración con las instancias de los tres poderes de gobierno.
			5.7.3. Promover esquemas de comunicación y participación entre la sociedad, organizaciones de la sociedad civil (OSC) y el Gobierno.	• Implementar instrumentos jurídicos, de enlace y participación con instituciones gubernamentales estatales, nacionales e internacionales, que apoyen la labor de las OSC. • Consolidar espacios de participación de las OSC y líderes sociales en la definición, instrumentación y evaluación de las principales políticas del gobierno.
		5.8. GARANTIZAR UNA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA COMPETITIVA Y RESPONSABLE.	**5.8.1. Optimizar y transparentar el uso de los recursos de la administración pública.**	• Establecer entre los servidores públicos una cultura de austeridad, disciplina y transparencia en el uso de los recursos públicos. • Realizar acciones encaminadas a promover el ahorro en el gobierno estatal.
			5.8.4. Fomentar mejores condiciones laborales de las y los servidores públicos.	• Mejorar las condiciones laborales de los servidores públicos. • Implementar Programas de Formación y Desarrollo. • Capacitar con un enfoque de desarrollo humano, social y sostenible al servicio público.
			5.8.6. Consolidar el Sistema de Planeación Democrática del Estado de México y Municipios.	• Incentivar la participación ciudadana en el proceso de planeación. • Generar esquemas de planeación de largo plazo en el Estado de México. • Promover la transversalidad de los procesos de información, planeación, instrumentación, monitoreo y evaluación del gasto de Gobierno del Estado de México. • Garantizar el alineamiento de los instrumentos de planeación a los propósitos locales, nacionales e internacionales. • Favorecer que la planeación y los organismos que intervienen en ella, incidan en el máximo nivel de decisión de la política gubernamental. • Crear un sistema de indicadores que permita medir el avance de las líneas de acción del PDEM 2017-2023. • Impulsar el uso de la información sociodemográfica ante instancias estatales, organizaciones civiles y de la academia, para la planeación del desarrollo.
			5.8.7. Impulsar el Sistema Estatal de Información Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México.	• Mejorar los procesos de captación, producción, integración, organización y difusión de la información geográfica, estadística y catastral. • Promover acuerdos y convenios con dependencias federales, estatales y municipales e instituciones académicas para el intercambio de información y la realización de proyectos en materia geográfica, estadística y catastral. • Modernizar de forma integral el catastro del Estado de México con un enfoque de calidad en el servicio.
		5.9.	**5.9.1.**	• Coordinar los proyectos estratégicos de los gabinetes legales y especializados.

		FORTALECER ALIANZAS PARA LOGRAR OBJETIVOS.	**Desarrollar mecanismos para lograr una coordinación y alineación estratégica en los distintos órdenes de gobierno.**	• Fomentar mecanismos de seguimiento y control de proyectos integrales. • Desarrollar canales directos de comunicación entre los distintos órdenes de gobierno. • Apoyar la alineación de dependencias con áreas estratégicas.
			5.9.2. Incrementar la coordinación y apoyo para el desarrollo de las capacidades institucionales de los municipios.	• Fortalecer el Sistema Estatal de Coordinación Hacendaria como mecanismo para articular y potenciar acciones y recursos intergubernamentales que impulsen el desarrollo regional.
			5.9.4. Impulsar la profesionalización de los servidores públicos.	• Instrumentar programas de capacitación y profesionalización para servidores públicos municipales. • Promover en los municipios del Estado de México la certificación de competencia laboral de los servidores públicos.
			5.9.5. Promover mayores fuentes de financiamiento con participación privada.	• Desarrollar mecanismos innovadores para Proyectos para Prestación de Servicios (PPs) • Llevar a cabo una base de datos de proyectos potenciales a ser financiados por esquemas. • Promover proyectos con financiamiento de fondos y fideicomisos de inversión privada.
			5.9.6. Fomentar alianzas eficaces con el sector privado y el exterior.	• Aplicar sistemas de promoción de las inversiones. • Aumentar las exportaciones. • Vincular a dependencias del Gobierno del Estado de México con fuentes de financiamiento internacional. • Mejorar la cooperación regional e internacional y triangular en materia de ciencia, tecnología e innovación.
			5.9.7. Promover la contribución de la Sociedad Civil Organizada en la definición de proyectos estratégicos que contribuyan a los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México.	• Impulsar la participación de las OSC en proyectos estratégicos del Plan de Desarrollo del Estado de México. • Instituir que las dependencias del ejecutivo convoquen a la población a diseñar metodologías innovadoras para la atención o solución de problemáticas de sus áreas. • Incentivar la creación de fondos para proyectos conjuntos entre el Gobierno del Estado de México y las OSC. • Fortalecer el marco jurídico de las OSC para promover su creación y consolidación. • Establecer mecanismos de coordinación con las instituciones gubernamentales involucrando al sector social para prevenir el maltrato y abuso sexual infantil y adolescente.

Tabla 1.4 Estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023

Fuente: Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023.

2. Descripción Geográfica del Estado de México.

2.1 Localización

El Estado de México se localiza en la región centro de la República Mexicana, ubicado en las coordenadas extremas UTM 2,025,000 y 2,250,000 metros Norte y 325,000 y 550,000 metros Oeste. Al Norte colinda con los estados de Guanajuato, Querétaro e Hidalgo, al Sur limita con los estados de Guerrero y Morelos, al Este con los estados de Tlaxcala y Puebla y al Oeste colinda con el estado de Michoacán; además rodea casi por completo a la Ciudad de México.

El gradiente altitudinal en el Estado de México es variado debido a las diferentes formas del territorio, asimismo, cuenta con altitudes máximas de 5,000 msnm al Este de la Entidad sobre el Volcán Popocatépetl y altitudes mínimas de 400 msnm ubicadas al Sur.

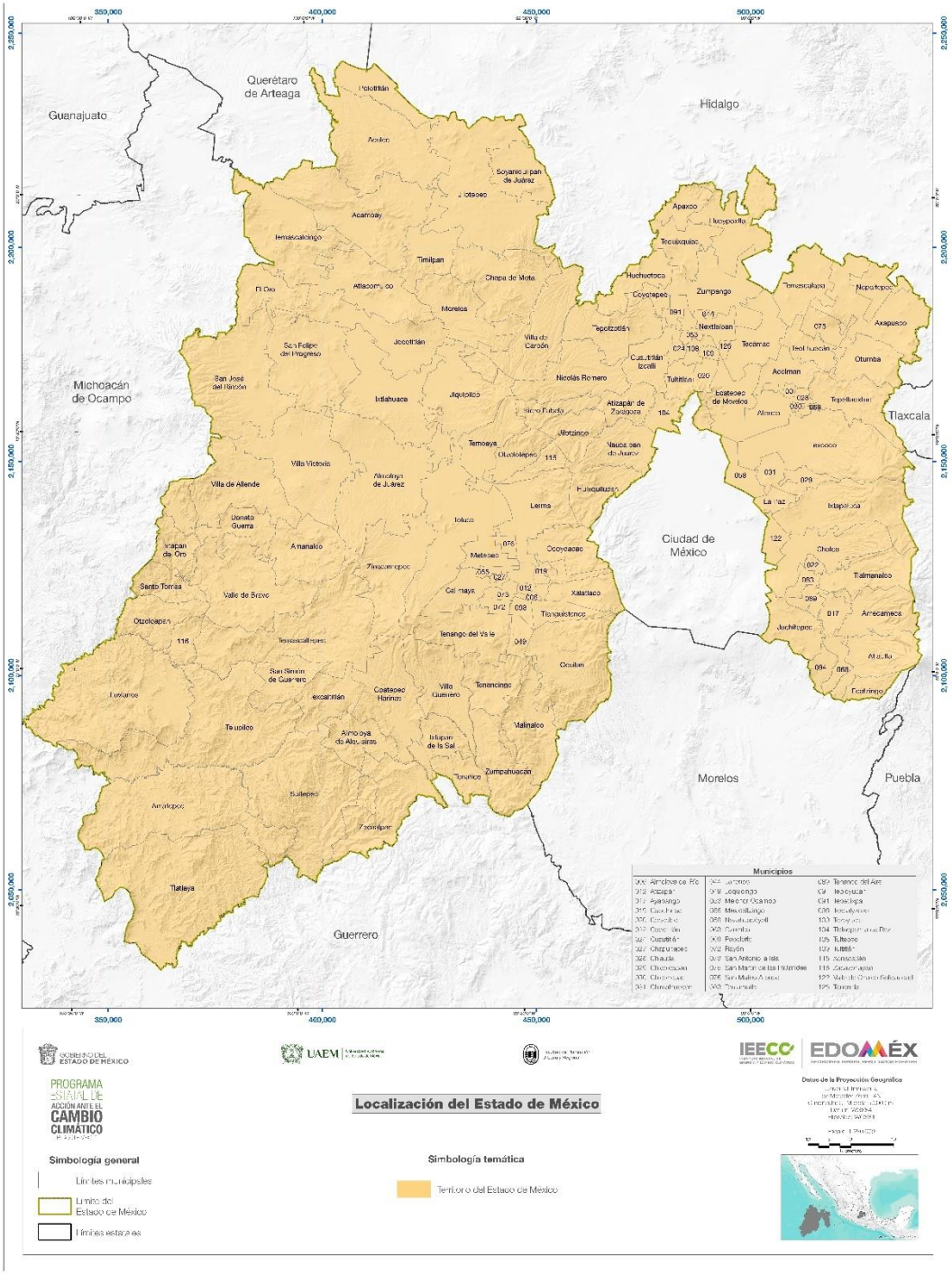


Figura 2.1. Mapa de localización del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI 2016.

2.2 Fisiografía

El relieve que presenta el territorio de la República Mexicana es muy diverso, por ello se hace una clasificación de acuerdo con sus características. El Estado de México se localiza al interior de las dos provincias fisiográficas de mayor longitud del territorio nacional, una sección de la superficie de la entidad se distribuye en la zona Norte hacia lo que se conoce como el

Sistema Volcánico Transversal, mientras que la zona Sur de la Entidad se distribuye sobre una porción de la Sierra Madre del Sur.

En estas dos grandes provincias fisiográficas, existen cinco subprovincias sobre las que se localiza la Entidad, siendo estas; la Depresión del Balsas, Sierra y Valles Guerrerenses, Mil cumbres, Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo y, por último, Lagos y Volcanes de Anáhuac. Cada una de estas Subprovincias tiene características diferentes, las cuales se describen a partir de la información fisiográfica generada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), elaborado por Cervantes-Zamora et. al. (1990).

La subprovincia de Los Lagos y Volcanes de Anáhuac se localizan al Noroeste y Este de la Entidad, ocupando una superficie de 13,082.17 km^2 del total de superficie estatal. Abarca 84 municipios en su totalidad y 18 parcialmente, posee una estratigrafía caracterizada por unidades volcánicas y sistemas de fallas de diferente composición y edad.

Al noroeste de la región se localiza un sistema de falla denominado Acambay, dentro del cual se identifica una fosa tectónica del mismo nombre, está compuesta de andesitas y dacitas de la formación Xochitepec que subyacen a tobas dacíticas y riolíticas del Plioceno, asimismo en Atlacomulco, se localiza la Andesita Atlacomulco y Basalto Metates, el vulcanismo sigue presente en el Volcán de Jocotitlán, donde se ubica la unidad Pómez Jocotitlán compuesta por productos piroclásticos de cenizas, tobas, brechas y el Domo Jocotitlán de composición dacita-andesítica.

En la misma subprovincia se ubica el campo volcánico Nevado de Toluca (Xinantécatl) se compone de los volcanes San Antonio y Xinantécatl, en el primero se han identificado dos unidades principales (Secuencia Volcánica San Antonio), la primera forma el aparato principal y se compone de una serie de derrames y tobas; la segunda se extiende en las partes bajas del volcán, presentando lahares y tobas que conforman la formación Zinacantepec. En tanto que, el aparato principal se caracteriza por la distribución de la formación Chontalcuatlán, la cual es consecuencia de una erupción violenta de tipo vulcaniano que reventó la estructura primitiva.

El campo volcánico Sierra Chichinautzin cubre parcialmente a la Sierra de las Cruces y se compone de una serie basáltica. En tanto que el campo volcánico Guadalupe-Sierra La Muerta contiene una serie dacítica que es cubierta por andesitas basálticas; dentro de este campo se encuentran vestigios de volcanes estratificados compuestos de andesitas. Por otra parte, el campo volcánico de la Sierra Nevada contiene a las estructuras Telapón, Iztaccíhuatl y Popocatépetl.

La subprovincia de la Depresión del Balsas se localiza al suroeste de la entidad, ocupa una superficie de 4,530.56 km^2 del territorio estatal e incluye los municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Otzoloapan, Zacazonapan, San Simón de Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Sultepec, Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Luvianos y parte de Donato Guerra, Valle de Bravo, Temascaltepec, Texcaltitlán, Coatepec Harinas y de Zacualpan.

En esta subprovincia predominan los sistemas montañosos, cuyas estructuras poseen una dirección general Noroeste y Sureste que en algunos casos tienen laderas escarpadas. Al tiempo que la secuencia volcano-sedimentaria metamorfoseada ha sido erosionada de forma intensa y ha provocado la formación de lomeríos que en la actualidad han sido disectados por la red fluvial local. De acuerdo con las características regionales, la subprovincia muestra un relieve con erosión madura, el cual ha sido rejuvenecido a través de levantamientos generales y el emplazamiento de cuerpos volcánicos recientes.

Asimismo, tiene como basamento un conjunto de rocas volcánicas y volcanoclásticas de afinidad oceánica a continental, con un componente sedimentario de tipo marino que en conjunto pertenecen al Terreno Guerrero, el cual conforma una de las unidades tectonoestratigráficas de mayor extensión en el país. Dicha unidad presenta en la Entidad un ensamble de series metasedimentarias y metavolcánicas submarinas, asociadas al emplazamiento de un arco insular interoceánico, con una edad que va desde el Jurásico tardío al Cenomaniano, construido sobre un zócalo desarrollado en un ambiente profundo, cercano al continente y que se unió al cratón de Norteamérica en el Cretácico Superior.

La Subprovincia Mil Cumbres se localiza al Oeste del Estado, con una superficie de 2,210.8 km^2. Comprende municipios como El Oro y parte de Amanalco, Donato Guerra, Jocotitlán, San Felipe del Progreso, Temascalcingo, Temascaltepec, Texcaltitlán, Toluca, Valle de Bravo, Villa de Allende, San José del Rincón, Villa Victoria y Zinacantepec.

Contiene un basamento del Jurásico determinado por rocas metamórficas en facies de esquisto verde que incluye en su estratigrafía gneis, filitas, pizarras y horizontes de caliza que pertenecen al esquisto Tejupilco, el cual conforma el zócalo del subterráneo Teloloapan y cuya cobertura está caracterizada en esta zona del territorio mexiquense por las formaciones Villa Ayala, Acapetlahuaya, Amatepec, Pachivia y Teloloapan, la cual presenta afloramientos aislados ya que se encuentra sepultada por los depósitos continentales y volcánicos del Cenozoico.

Las estructuras de relieve que predominan en la región están representadas por domos volcánicos, conos cineríticos y mesetas lávicas del Cenozoico, en las cuales, se distribuyen dispositivos residuales de las formaciones que integran el basamento de la subprovincia de Mil Cumbres.

El sistema montañoso de mayor importancia en la región, lo conforma la Sierra de Angangueo, que se localiza al Oriente del Estado de México. Consiste en una estructura compuesta por una serie andesítica del Mioceno orientada Noreste-Sureste, con elevaciones que varían de los 2,400 a 3,600 m.s.n.m., siendo el punto más alto el Cerro del Campanario con 3,640 m.

Los Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo se localizan al Noroeste del Estado, ocupando una superficie de 1,491.2 km^2. Los municipios que abarcan son Polotitlán, Soyaniquilpan de Juárez y parte de Jilotepec, Aculco, Acambay, Chapa de Mota, Apaxco y Huepoxtla.

Esta subprovincia se constituye de derrames andesíticos del Plioceno que se encuentran cubiertos por tobas de caída aérea con intercalaciones de flujos piroclásticos, ceniza volcánica y abundante pómez los cuales están en discordancia con series de basalto que conforman planicies extensas con presencia de fallas que originaron la formación de fosas tectónicas que presentan una cobertura de depósitos lacustres. De esta forma, la mayoría de las secuencias de origen volcánico provienen de estructuras localizadas fuera de la subprovincia fisiográfica.

Las Sierras y Valles Guerrerenses localizadas al Suroeste del Estado, cubren una superficie de 919 km^2 y abarcan los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonatico, Zumpahuacán, así como parte de Coatepec Harinas, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Villa Guerrero y Zacualpan.

Esta unidad tiene como basamento un conjunto de rocas volcánicas y volcanoclásticas de afinidad oceánica a continental, con un componente sedimentario de tipo marino que conforman el Complejo de Tierra Caliente. Sin embargo, en esta porción de la entidad sólo afloran remanentes de una secuencia integrada por las formaciones Villa Ayala y Acapetlahuaya.

La unidad Villa Ayala conforma una secuencia que va del Berrasiano hasta el Aptiano, la cual muestra el emplazamiento de un arco de islas integrado por lavas andesíticas, sedimentos tobáceos, y rocas carbonatadas que presentan un cambio lateral de facies representado por la formación Acapetlahuaya, cuya constitución radica en una serie de metasedimentos volcanodetríticos, interestratificadas con metacalizas lenticulares en la cima que pasan de forma progresiva a biocalcarenitas y fragmentos angulosos de lava coronadas por calizas arrecifales en lentes del Aptiano.

Al sureste del territorio mexiquense dentro de la subprovincia de Sierras y Valles Guerrerenses converge la fracción Noroeste del Terreno Mixteco, cuyo basamento contiene una serie metamórfica del Paleozoico inferior, denominada Complejo Acatlán que consiste en filitas y cuarcitas, esquistos, gneises, granitoides e intrusiones de rocas máficas y ultramáficas en menor grado. Sobre el cual se depositaron rocas sedimentarias marinas del Cretácico que conforman la Plataforma Guerrero-Morelos.

La deformación de esta subprovincia está caracterizada por un mecanismo dúctil de la Orogenia Laramide que está representado por pliegues y cabalgaduras en dirección Norte – Sur y al Oriente, que afectan a rocas del subterráneo Teloloapan y a las secuencias de la Plataforma Guerrero-Morelos. En la figura 2.2 se muestra la superficie de cada unidad fisiográfica descrita en el Estado de México.

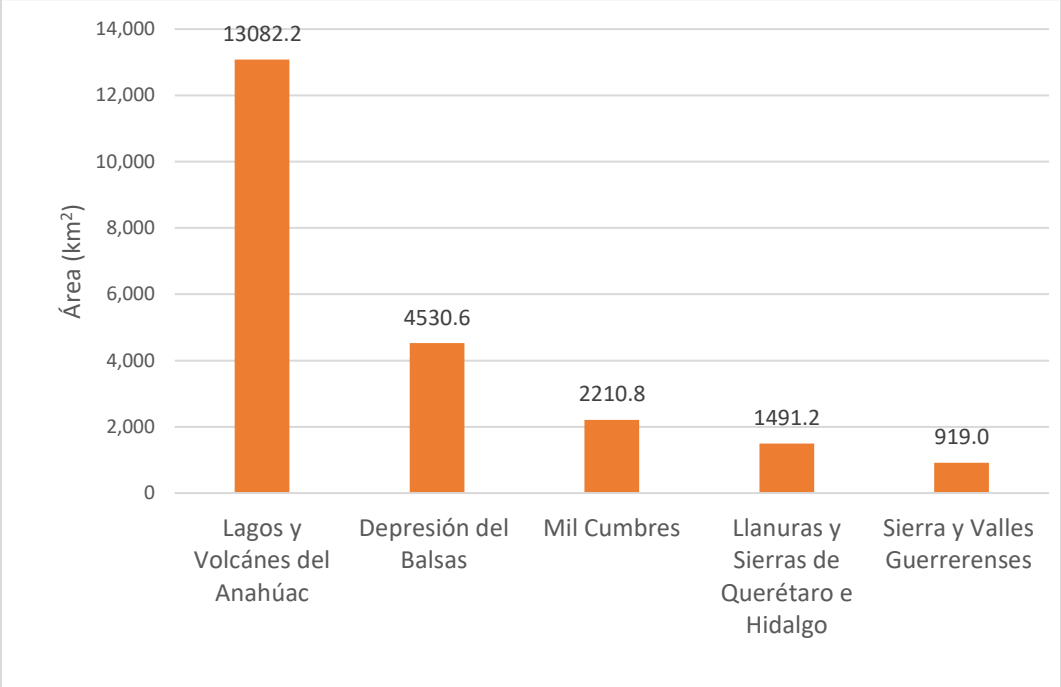


Figura 2.2. Superficie aproximada por unidad fisiográfica del Estado de México.
Fuente. CONABIO, 2017ª.

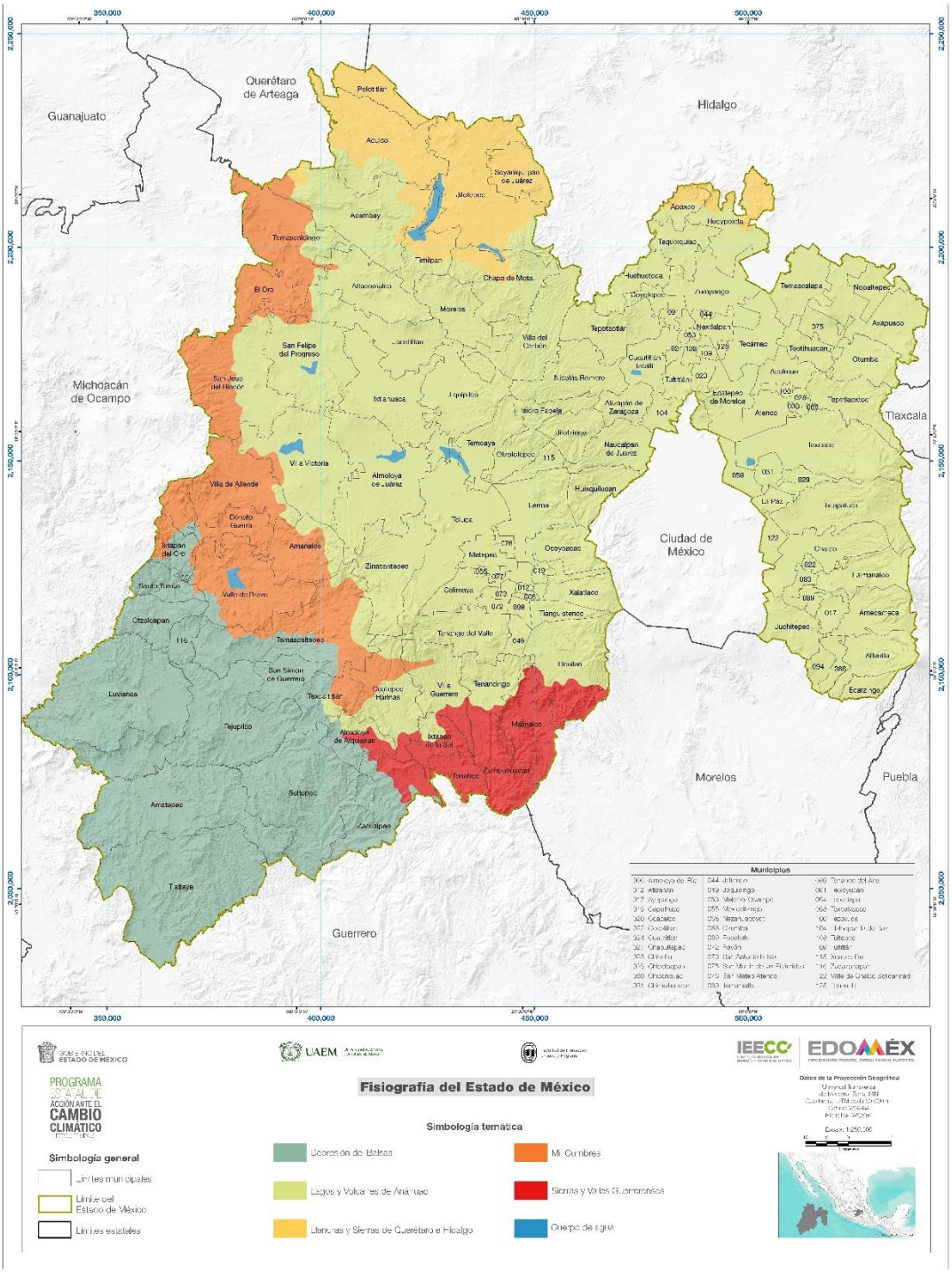


Figura 2.3. Mapa de Fisiografía del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en Cervantes-Zamora, Y. et al. (1990).

2.3 Geomorfología.

De acuerdo con la clasificación geomorfológica del Estado de México, en el territorio se extienden once unidades principales que a su vez se dividen en subcategorías específicas, las cuales muestran las principales características morfológicas, morfométricas y morfogenéticas que predominan en la región, a continuación, se caracterizan las principales geoformas.

Montaña.

Los sistemas de montaña están clasificados de acuerdo con el grado de disección que presentan, por lo que se dividen en: montaña con severa disección, montaña bloque con escasa disección, montaña bloque con moderada disección y montaña bloque con severa disección.

Las formas asociadas a las montañas se localizan en las rocas del subterráneo Teloloapan y Arcelia en la subprovincia de la Depresión del Balsas, así como en las series carbonatadas de la Plataforma Guerrero-Morelos en la región de Sierras y Valles Guerrerenses. Por un lado, las superficies que presentan severa disección están desarrolladas en las cabalgaduras que limitan diferentes unidades estratigráficas, en estas áreas la erosión con control estructural es uno de los rasgos principales debido a la red de fracturas que presentan las estructuras mencionadas.

De esta forma, predominan corrientes de primer orden, las cuales son de poca distancia y desarrollan circos erosivos. Al tiempo que la profundidad de los valles es considerable ya que las rocas son deleznables. Sin embargo, en las superficies con mayor resistencia y con menor control estructural, los procesos erosivos son de menor intensidad.

Premontaña.

Las zonas de premontaña se dividen con base en el grado de disección y la morfogénesis en: premontaña con escasa disección, premontaña con moderada disección, premontaña con severa disección, premontaña o elevaciones de plegamiento, premontaña o elevaciones en bloque con escasa disección y premontaña o elevaciones en bloque con moderada disección.

Las formas relacionadas con las áreas de premontaña se localizan en zonas de menor altitud que las anteriores. De esta manera están desarrolladas en el basamento de las subprovincias: Depresión del Balsas, Sierras y Valles Guerrerenses y Mil Cumbres, dentro de las cuales las rocas del subterráneo Teloloapan poseen superficies con severa disección, ya que ésta se ha desarrollado en las cabalgaduras de bajo ángulo que limitan diferentes estructuras litológicas. Asimismo, en estas áreas la erosión con control estructural es la que predomina a través de la red de fracturas y fallas.

Las corrientes de primer orden son las que ha desarrollado circos erosivos. Sin embargo, en las superficies caracterizadas por el esquisto Tejupilco, los procesos erosivos son de menor intensidad ya que la inclinación del relieve es moderada. De igual forma, en la Subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, los derrames de andesita y basalto ofrecen una mayor competencia ante la disección, por lo que ésta es moderada y escasa. Mientras que, en las superficies compuestas por flujos piroclásticos, la erosión es intensa ya que ha desarrollado cauces de mayor longitud sobre material deleznable.

Edificio Volcánico.

Los edificios volcánicos principales se dividen con base en la edad relativa de su formación en: edificios volcánicos del Holoceno, edificios volcánicos del Pleistoceno y edificios volcánicos del Plioceno-Pleistoceno. Dichas unidades se distribuyen de manera dispersa en el territorio mexiquense, sin embargo, algunos se concentran en campos volcánicos como el de la Sierra de Chichinautzin. De esta forma, los edificios volcánicos conforman domos extrusivos con poca denudación y pendientes pronunciadas que muestran un período juvenil de formación del relieve.

Lomeríos.

Las zonas de elevaciones se dividen con base en el grado de disección y la morfogénesis en: elevaciones bajas y/o lomeríos con escasa disección, elevaciones bajas y/o lomeríos con moderada disección, elevaciones bajas y/o lomeríos con severa disección, elevaciones bajas y/o lomeríos de plegamiento, elevaciones bajas y/o lomeríos en bloque.

De esta forma, estas unidades se distribuyen en la Subprovincia Mil Cumbres en la cual las estructuras están evolucionadas sobre lahares que se encuentran severamente denudados. En tanto, que en la porción noreste del Estado de México se caracterizan por la presencia de lomeríos en bloque fracturados y disectados, mientras que en la zona de la Depresión del Balsas se extienden sobre plegamientos altamente erosionados debido a la disolución de las series carbonatadas y a la poca resistencia de las secuencias del subterráneo Teloloapan.

Tipos de Relieve.

Esta categoría del territorio se divide con base en la morfogénesis de las estructuras en: relieve mesiforme de estructura tabular y/o homoclinal, relieve glacial, relieve preglaciar, relieve con manifestación volcánica y relieve cárstico denudatorio.

El relieve cárstico denudatorio se localiza en la Subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses al Sur, en las rocas carbonatadas de la Plataforma Guerrero-Morelos, las cuales son altamente solubles debido a la presencia de calizas fracturadas y falladas que han desarrollado dolinas y úvalas. En tanto, el relieve de tipo mesiforme se ubica en la zona de Mil Cumbres, rocas volcánicas del Cenozoico relacionadas con la génesis de la Sierra Madre Occidental. Las secuencias riolíticas de la región se han depositado en forma de derrames extensos formando mesetas, poco erosionados con zonas planas en su cima.

El relieve glacial y preglaciar, se distribuye en las estructuras volcánicas de mayor altitud del territorio estatal, las cuales están representadas por las cimas de los volcanes Iztaccíhuatl, Popocatépetl y Xinantécatl. En los cuales se han desarrollado las formas típicas de este tipo de sistema, en este caso las morrenas y circos glaciares son los que predominan.

Laderas modeladas y laderas modeladas con severa disección.

Esta categoría del territorio se divide con base en la morfodinámica de las estructuras en: ladera modelada y ladera modelada con severa disección. Este tipo de formas se localizan en los sistemas montañosos de origen volcánico, como la Sierra de Nanchititla, Goleta, Angangueo, Zempoala, Las Cruces y en el sistema de fallas de Acambay.

De esta forma representan sistemas con pendientes moderadas que muestran la erosión y acumulación a las que han sido sometidas. Al tiempo que la falla de Acambay posee laderas escarpadas con control estructural en la red hidrográfica, la cual ha erosionado de forma intensa a través de cauces de primer orden.

Flujo de lava y flujos de lava cubiertos por piroclastos.

El área de flujos se divide de acuerdo con la composición de las rocas que lo integran en: flujo de lava y flujo de lava cubierto por piroclastos. Estos se distribuyen en las cercanías de los volcanes Xinantécatl, Popocatépetl e Iztaccíhuatl, se componen de lahares y derrames de diversa composición que en algunos casos se encuentran coronados por series ignimbríticas. De esta forma, se han desarrollado cauces alargados que han erosionado las superficies compuestas por depósitos volcanoclásticas.

Rampa acumulativa con procesos de sedimentación, rampa acumulativa-erosiva y rampa erosiva con procesos de socavación lateral y vertical.

Esta categoría del territorio se divide con base en la morfodinámica de las estructuras en: rampa acumulativa con procesos de sedimentación, rampa acumulativa-erosiva, rampa erosiva con procesos de socavación vertical y lateral.

De esta manera, se distribuyen en todo el territorio mexiquense, por un lado, en Mil Cumbres se caracterizan por depósitos de lahar, mientras que en las estructuras volcánicas como el Xinantécatl, Popocatépetl, Iztaccíhuatl y la Sierra de las Cruces, las rampas son erosivas con procesos de socavación vertical y lateral.

Valle estructural y de contacto litológico, valle de montaña (cañón), valle intermontano con moderada erosión remontante, valle aluvial con procesos de acumulación y valle amplio o planicie aluvial colmatado.

Los sistemas de valles se clasifican en: valle estructural y de contacto litológico, valle de montaña, valle intermontano con moderada erosión remontante, valle aluvial con procesos de acumulación y valle amplio o planicie aluvial.

Los valles estructurales se encuentran en superficies de plegamiento, fallas y fracturas distribuidos en las secuencias del subterreno Teloloapan, la Plataforma Guerrero-Morelos, series volcánicas relacionadas con la Sierra Madre Occidental, derrames lávicos del Sistema Volcánico Transversal y en los sistemas de falla Acambay y Perales.

En tanto los valles de montaña, se localizan en sistemas de la Depresión del Balsas, Sierras y Valles Guerrerenses, así como las estructuras volcánicas. Se caracterizan por ser alargados, profundos con alta energía que han erosionado a rocas deleznables con poca resistencia. Mientras que los de tipo intermontano se localizan entre las unidades geomorfológicas en algunos casos presentan erosión remontante en materiales erodables como lahares y flujos piroclásticos poco consolidados.

Mientras que los valles de acumulación se localizan en las rampas que integran los sistemas montañosos y estructuras volcánicas como los volcanes Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Xinantécatl y en las áreas circundantes a las planicies aluviales. Contienen elementos de cauce amplio con predominio de procesos de deposición, poseen pendientes menores y conforman

superficies planas de gran longitud. Asimismo, en los sistemas de fosas y pilares conforman el relleno sedimentario del graben de Acambay y Perales.

Llanura de nivel base local, llanura lacustre con desarrollo acumulativo, llanura endorreica y/o llano volcánico, llanura lacustre o fluvial marginal y llanura lacustre y/o palustre.

Las llanuras conforman superficies planas en donde los procesos de acumulación son los que predominan, las cuales se distribuyen en paleo cuencas lacustres principalmente la de Toluca y Ciudad de México al Norte. En la escala de este mapa (figura 2.4) son las que sobresalen, sin embargo, existen más, de pequeñas dimensiones distribuidas en el territorio estatal.

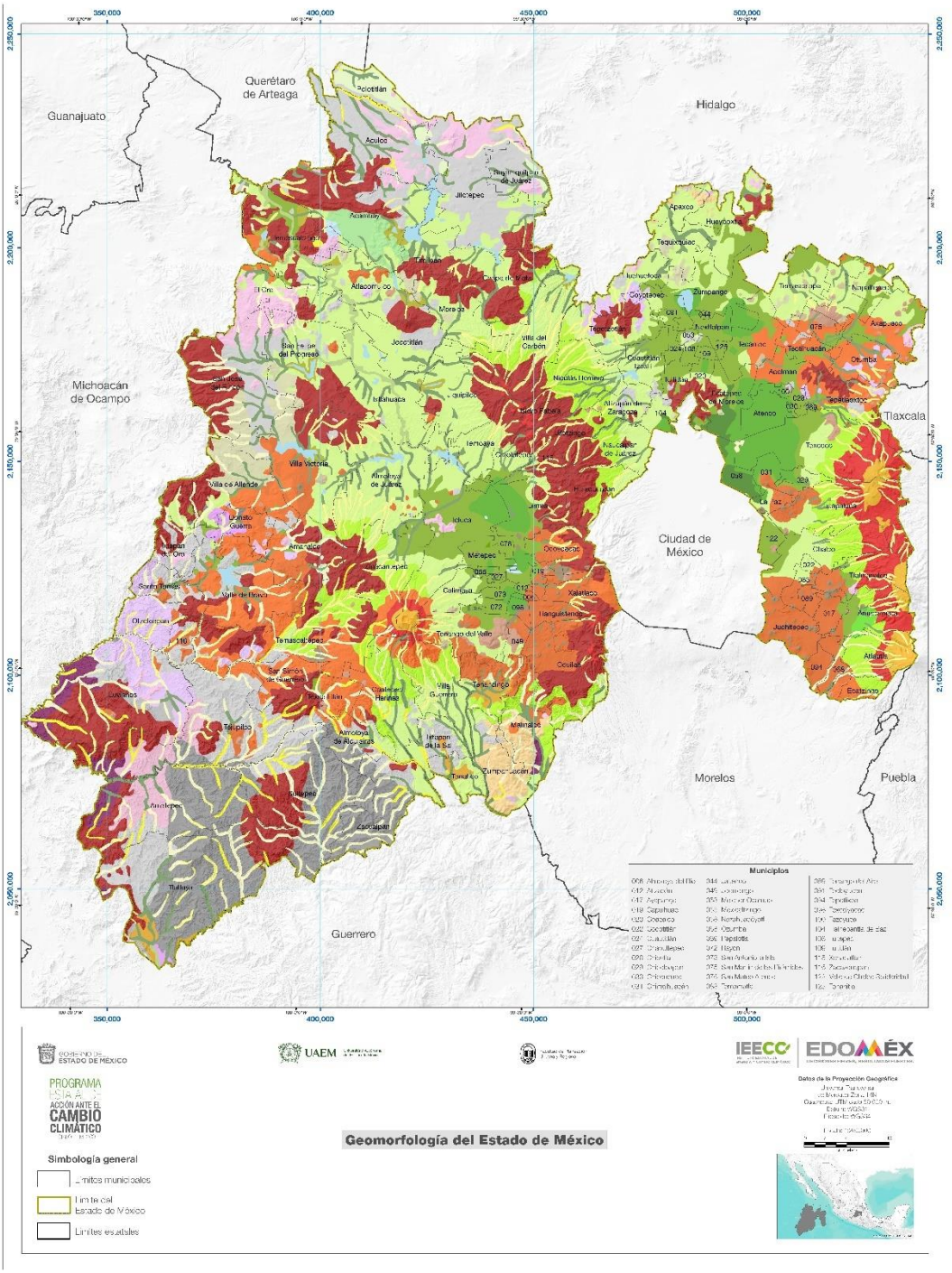




Figura 2.4. Mapa de Geomorfología del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en Carta geomorfológica escala 1:250,000, del Instituto de Geografía de la UNAM.

2.4 Geología

Dentro del contexto geológico regional y retomando las provincias geológicas de México, propuestas por Ortega-Gutiérrez y otros (1992), la mayor parte del Estado de México queda comprendido al interior de la Faja Transmexicana, mientras que la porción Suroccidental se localiza en el Complejo Orogénico de Guerrero.

Las rocas volcánicas y volcanoclásticas que forman parte de la Faja Transmexicana, así como depósitos sedimentarios fluviales y lacustres producidos simultáneamente con el vulcanismo pliocénico-cuaternario como consecuencia directa de éste por bloques de drenaje, representan alrededor del 70% de la superficie total del Estado.

En atención a que las estructuras volcánicas de esta provincia son muy jóvenes y de fácil reconocimiento por sus rasgos morfológicos cónicos o dómicos, en el Estado de México se lograron cartografiar alrededor de 1,000 aparatos volcánicos en los cuales se incluyen los enormes estratovolcanes tales como el Nevado de Toluca o Zinacantepec (4,690 msnm), el Jocotitlán (3,950 msnm), el Popocatépetl (5,465 msnm) e Iztaccíhuatl (5,230 msnm), el Telapón (4,050 msnm) y El Mirador o Tláloc (4,120 msnm), estos dos últimos localizados en el Parque Nacional Zoquiapan, municipio de Texcoco.

La Plataforma de Morelos está constituida dominantemente por rocas sedimentarias marinas carbonatadas, depositadas en aguas someras, con algunas facies de cuenca, durante el Cretácico. Estas rocas afloran al Sur del Estado, en el área de Ixtapan de la Sal, con una superficie que representa aproximadamente el 12% del total. El 18% restante de la superficie se encuentra distribuido en áreas de rocas intrusivas cretácicas y terciarias, rocas clásticas continentales del Terciario inferior y en rocas piroclásticas del Terciario medio.

Una vez proporcionado el bosquejo general de la geología del Estado de México, se realizará una descripción en las siguientes páginas de las principales unidades litológicas identificadas en la Entidad.

Es así como se identifica que la litología de mayor predominancia en comparación a la cobertura del Estado de México, la representa el Basalto, el cual ocupa una superficie de 7,208.5 km^2, esta unidad incluye rocas de la formación Zinacantepec, la cual está estrechamente relacionada con la evolución eruptiva del Nevado de Toluca; o rocas piroclásticas no diferenciadas de las áreas de Jilotepec y Polotitlán en el extremo Norte del Estado; y a rocas epiclásticas relacionadas esencialmente con la actividad volcánica del Popocatépetl.

La andesita ocupa una superficie de 5,342.0 km^2, las rocas volcánicas de esta unidad, en la región centro-sur del Estado, corresponden a la Andesita Zempoala, y a rocas andesíticas que coronan las sierras de Ixtapan de la Sal en su parte norte, Chiltepec, Sultepec, Texcaltitlán, y se extienden hasta las áreas de Mesón Viejo y Santa María del Monte al poniente del municipio de Toluca. En la región occidental, en las áreas de Valle de Bravo, Ixtapan del Oro, y Villa de Allende corresponden a rocas no diferenciadas, predominantemente de composición andesítica, que están cubiertas por derrames basálticos pleistocénicos; en la zona limítrofe con Michoacán, éstas constituyen la mayor parte de la Sierra de Miahuatlán-San Miguel de las Máquinas.

En la región centro y extendiéndose hacia el Norte del Estado la litología predominante es el Aluvión el cual cubre una superficie de 2,422.8 km^2, se localiza sobre los municipios de Toluca, Metepec, Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Lerma, Otzolotepec, Temoaya, Jiquipilco, Ixtlahuaca, Jocotitlán, Atlacomulco, Acambay, Chapa de Mota y Temascalcingo. De igual manera se identifica cobertura de esta roca hacia el Este de la Entidad en los municipios de Chalco, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Atenco, Chiautla, Tultitlán, Nextlalpan, Tecámac, Cuautitlán, Zumpango, Hueypoxtla y Temascalapa.

La geología de tipo lacustre ocupa una superficie de 2,287.2 km^2; de acuerdo con su ubicación se identifica como la unidad principal del Valle de Toluca-Ixtlahuaca, ya que se observa desde las partes aledañas a Villa Victoria hasta la base de la sierra de Las Cruces, y desde las inmediaciones de Toluca hasta las partes adyacentes a Atlacomulco.

Por otra parte, también se identificó Toba Volcánica que ocupa una superficie de 1,997.7 km^2, su localización en el Estado se limita a la región central, donde se identifican unidades de esta litología en los municipios de Toluca, Zinacantepec, Calimaya, Tenango del Valle, así como en algunos municipios del Sur como Sultepec, Texcaltitlán y al Este en los municipios de Luvianos y Zacazonapan.

El Esquisto ocupa una superficie de 1,179.3 km^2, se identifica en la región Sur y Suroccidental del Estado de México, y en menor porcentaje hacia el Sur de la Entidad entre los límites del Estado de Guerrero, en las áreas de Ixtapan de la Sal, Zacualpan-San Miguel Totolmaloya, Tejupilco-Amatepec, Teloloapan y Taxco, mientras que los afloramientos más septentrionales de esta secuencia se encuentran en el área de Santa Ana Nichi, Sierra Mazahua, municipio de San Felipe del Progreso, y consisten de filita grafítica debajo de rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno.

La Caliza ocupa una superficie de 826.0 km^2, geográficamente se identifica con una mayor representación hacia el sur del territorio estatal, con presencia en los municipios de Malinalco, Tenancingo, Zumpahuacán Amatepec, Tlatlaya, Texcaltitlán y Sultepec. Hacia el Norte del Estado de México con una menor cobertura se localiza la Caliza el Doctor, los afloramientos de esta roca se encuentran en el área de Tequisxquiac-Apaxco, 60 km al Norte de la Ciudad de México y constituyen la continuidad de la Formación Morelos hacia al Norte, sólo que referida a Caliza El Doctor.

Por su parte, el Conglomerado que es considerado una roca sedimentaria caracterizada por conformarse de clastos redondeados ocupa una superficie de 488.8 km^2, se localiza con mayor ocupación al Suroeste y Sur del territorio estatal, en los municipios de Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya; y con una menor cobertura en los municipios de San Simón de Guerrero, Texcaltitlán, Sultepec, Zacualpan y Zumpahuacán. Característico de esta roca se identifica la formación Balsas. Los componentes clásticos del conglomerado de esta región son en mayor proporción de rocas volcánicas y metamórficas, en contraste con el conglomerado calizo, que caracteriza a esta formación en otras regiones al Oriente y al Suroriente donde predominan las calizas cretácicas (Fries, Carl, Jr., 1981).

La Ignimbrita ocupa una superficie de 312.4 km^2, se ubica hacia la región occidental del Estado en el área de Palizada-El Oro donde se identifica una serie de mantos ignimbríticos de varias decenas de metros de espesor con una distribución lateral relativamente amplia, que se extiende desde el Sur de Palizada, al Poniente de la Presa Villa Victoria, hasta el área de El Oro-Tlalpujahua, y desde las inmediaciones de San Felipe del Progreso y de la Presa Tepetitlán, hasta el pie de la Sierra de Angangueo.

Las relaciones estratigráficas del paquete ignimbrítico aún no están claramente establecidas, lo mismo se puede decir de su edad y origen, por lo que en el área El Oro-Tlalpujahua parte de las ignimbritas fueron descritas como tobas de

derrame cinerítico a las cuales se les propuso el nombre de Formación Las Américas con una edad cuaternaria inferida (Fries et. al, 1963).

Por otra parte, el Granito ocupa una superficie de 129.7 km^2, cabe mencionar que la roca más antigua del Estado de México es probablemente un granito milonítico expuesto en Tizapa, área de Zacazonapan, aunque su área de exposición es muy local, el granito, por su deformación milonítica y posición estratigráfico-estructural, tiene un significado tectónico importante en la geología de la región.

Existen tres cuerpos granitoides del Terciario en la región occidental y suroccidental del Estado de México: tronco del Reparo, tronco de Temascaltepec y tronco de Yebucibi. En los tres casos, las áreas de afloramiento de las rocas granitoides están definidas por la distribución de rocas volcánicas más jóvenes que las cubren, y sólo en dos de estos casos, en tramos relativamente locales, se pueden observar las relaciones de intrusión con las rocas más viejas, por lo que la estructura de tronco no está claramente definida en superficie, aunque se considera que si corresponden a este tipo de estructura.

La Litología asociada a la arenisca se identifica hacia el Sur del Estado de México, con presencia en los municipios de Almoloya de Alquisiras, Ixtapan de la Sal, Tonatico, Tenancingo, Zumpahuacán y Malinalco, su cobertura superficial en el territorio estatal en cuanto a superficie es de 114.3 km^2. Sobre esta región se identifica la Formación Mexcala, constituida de una sucesión de capas interestratificadas de arenisca, lutita, limolita y lutita calcárea, con escasos lentes de caliza clástica y caliza arcillosa en la parte inferior que sobreyacen a la Formación Cuautla en la región Centro-Sur de Morelos y Centro-Norte del Estado de Guerrero (Fries et. al., 1963).

En la región este del territorio estatal, se identifica la presencia de brecha volcánica que ocupa una superficie de 17.2 km^2 y que corresponde generalmente a depósitos de avalancha o de flujo piroclástico y de lahar del volcán Popocatépetl.

En esta misma región donde se sitúa la formación de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl existe la presencia de una litología característica de zonas nevadas, es así que sobre las cumbres de estas elevaciones se encuentra la geología asociada a la Tilita, este tipo de litología se ubica específicamente en esta zona ya que se forma debido al endurecimiento de los arrastres de origen glaciar o porque estos se han litificado por acción del enterramiento de material, hasta convertirse en una roca, tales rocas están conformadas por una mezcla sin clasificar de material heterogéneo procedente de los glaciares como arenas y fragmentos de rocas. Su ocupación superficial en el contexto estatal es de 12.7 km^2.

Finalmente, las rocas de menor presencia en relación con superficie de ocupación en el Estado de México son la riolita que ocupa una superficie de 8.3 km^2, y las rocas de tipo Metamórfica mismas que ocupan una superficie de 1.2 km^2. En relación con las rocas de composición riolítica y dacítica que descansan en concordancia, y en algunos lugares en ligera discordancia, encima de la Formación Balsas, en la región del Estado de Morelos y partes adyacentes de los Estados de México y Guerrero, estas fueron descritas formalmente como Riolita Tilzapotla (Fries et. al., 1963). Por su parte, las rocas metamórficas se identifican en municipios del Sur del Estado como Zacualpan y Tlatlaya, pero en un espacio de cobertura menos representativo.

La figura 2.5 se muestra las distintas superficies de acuerdo con la cobertura de cada roca identificada en el Estado de México.

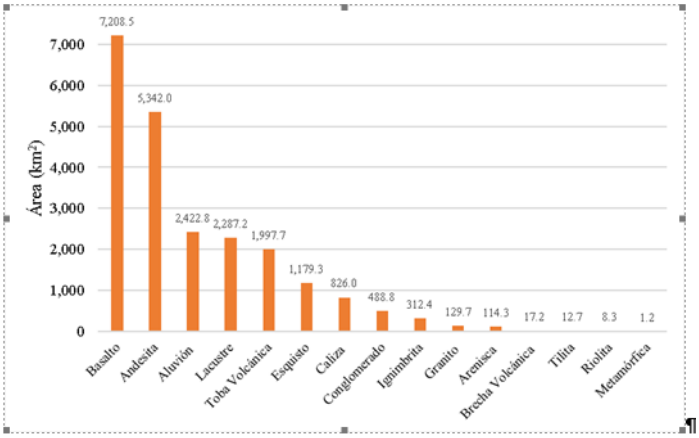
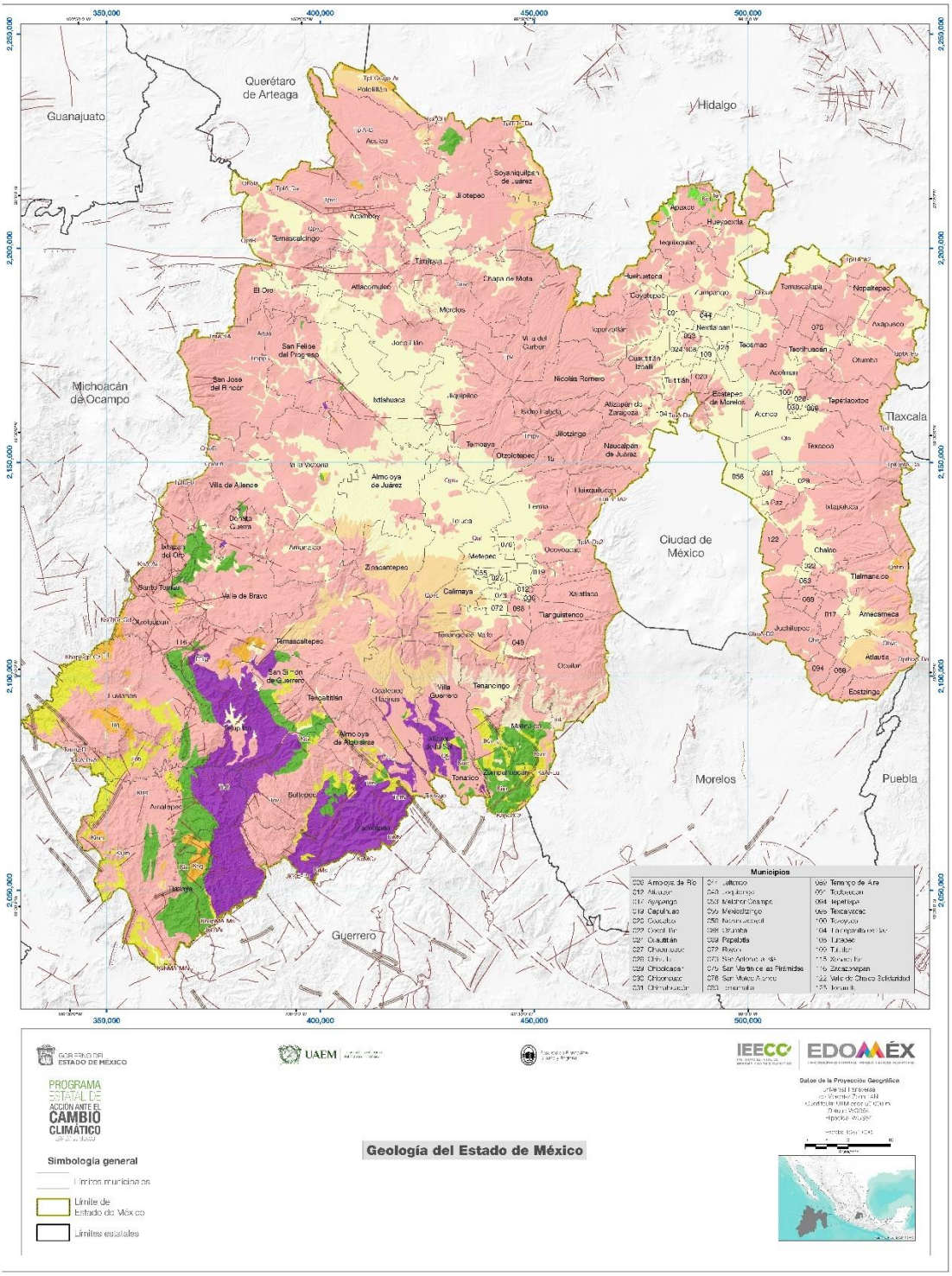


Figura 2.5. Superficie de los tipos de roca en el Estado de México.
Fuente: INEGI, 2017.


Querétaro de Arteaga
Guanajuato
Hidalgo
Michoacán de Ocampo
Tlaxcala
Ciudad de México
Morelos
Puebla
Guerrero
Municipios
Geología del Estado de México
Simbología general
Límites municipales
Límite de Estado de México
Límites estatales
PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO
UAEM
IEECC
EDOMÉX


Simbología temática
Cuaternario
Qhoal. Aluvión
Qal. Aluvión con grava, arena y limos
Qhola. Lacustre
Qla. Sedimentos lacustres con ceniza volcánica
Qpla. Formación Ixtapatongo: sedimentos lacustres, conglomerado, arenisca y limolita
QhoA-B2. Andesita-Basalto
QptA-B5. Andesita-Basalto
QpthoA-Da. Andesita-Dacita
QhoB. Basalto
QptB. Basalto
Qhv. Derrame de lava de composicion andesitica, basáltica y dacítica
Qpv. Grupo Chichinautzin, derrames de lava basálticos y andesíticos
Qhtm. Til glacial y morrenas
Qpvc. Formación Zinacantepec: Lahar y depósitos volcaniclásticos
QhoLh. Lahar
Qhvc. Depósitos de flujos piroclásticos y lahar
Qt. Depósitos de travertino
Terciario
Tmpv. Derrames de lava andesítico - basáltica
Tov. Formación Xochitepec y Gurpo Pachuca: Derrames piroclásticos y toba riolítica
Tmppi. Ignimbrita con intercalación de pómez
Tpv. Basalto y andesita de la Sierra Mazahua
Tmv. Grupo San Juan: Lavas basálticas y andesíticas
Tpvc. Formaciones Cuernavaca, Chontalcoatlán Tarango y Calpulalpan: Rocas volcánicas epiclásticas
TrJt. Esquisto Taxco
TrJtv. Roca Verde Taxco Viejo (Esquisto)
Teb. Formación Balsas: depósitos en conglomerado
Tem. Grupo El Morro: conglomerado de caliza
KsAr-Lu. Arenisca-Lutita
Tmt. Formacion Tepoztlán: depósitos laháricos
Tif. Rocas Félsicas (riolita a dacita)
Tig. Rocas Granitoides (granito a granodiorita)
Tim. Rocas Máficas (microgabro a diorita)

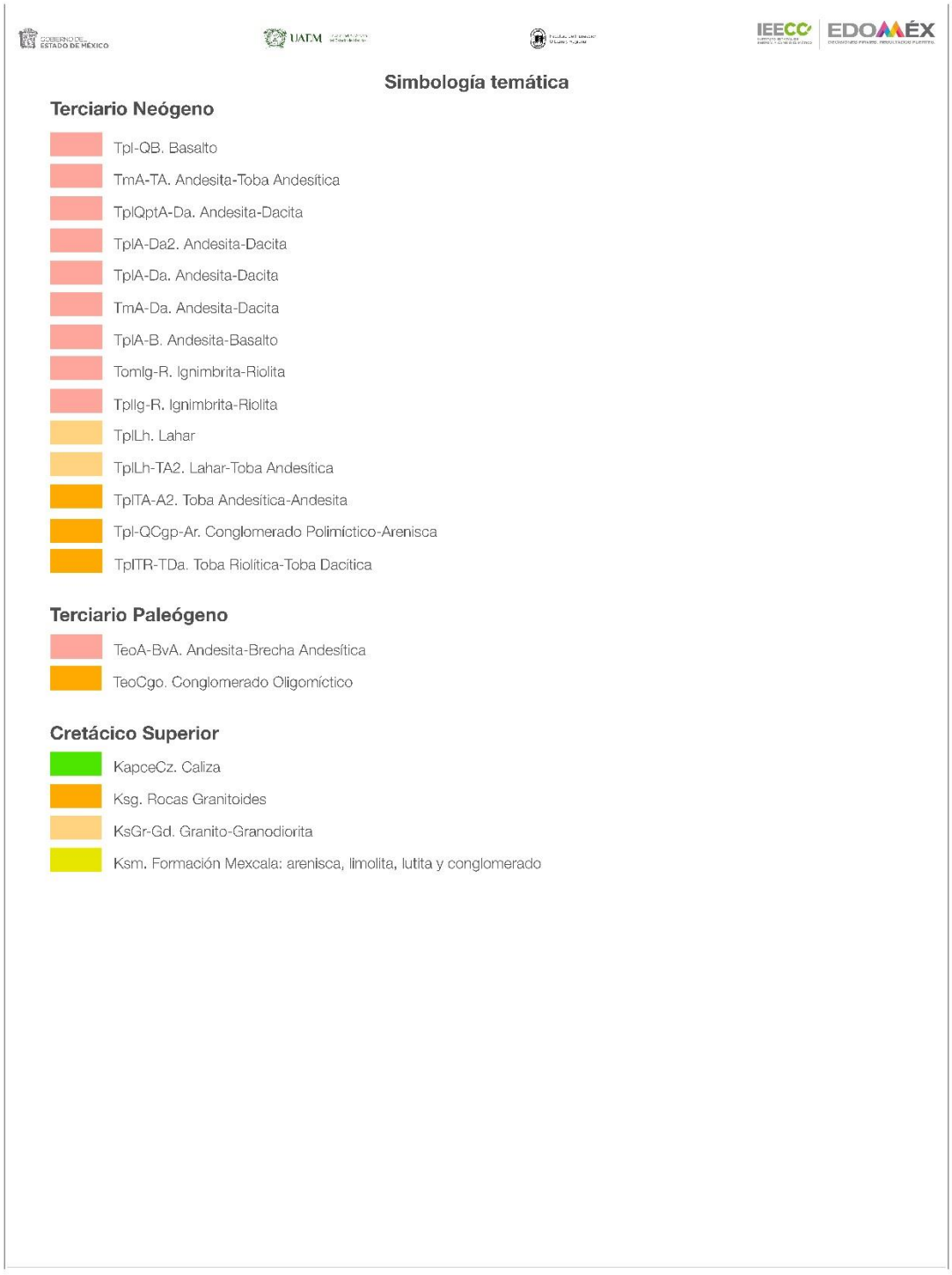

Simbología temática
Terciario Neógeno
Tpl-QB. Basalto
TmA-TA. Andesita-Toba Andesítica
TplQptA-Da. Andesita-Dacita
TplA-Da2. Andesita-Dacita
TplA-Da. Andesita-Dacita
TmA-Da. Andesita-Dacita
TplA-B. Andesita-Basalto
Tomlg-R. Ignimbrita-Riolita
Tpllg-R. Ignimbrita-Riolita
TplLh. Lahar
TplLh-TA2. Lahar-Toba Andesítica
TplTA-A2. Toba Andesítica-Andesita
Tpl-QCgp-Ar. Conglomerado Polimíctico-Arenisca
TplTR-TDa. Toba Riolítica-Toba Dacítica
Terciario Paleógeno
TeoA-BvA. Andesita-Brecha Andesítica
TeoCgo. Conglomerado Oligomíctico
Cretácico Superior
KapceCz. Caliza
Ksg. Rocas Granitoides
KsGr-Gd. Granito-Granodiorita
Ksm. Formación Mexcala: arenisca, limolita, lutita y conglomerado



Figura 2.6. Mapa Geología del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en Ortega-Gutiérrez (1992) y otros.

2.5 Edafología

El suelo es un recurso natural de gran importancia debido a que determina las diferentes actividades socioeconómicas que pueden desarrollarse en un determinado territorio con base en sus propiedades físicas y químicas, representa un recurso natural prioritario debido a que no es renovable en escalas de tiempo humanas, resaltando así la importancia del adecuado

manejo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales, artesanales o de ingeniería civil para reducir impactos negativos hacia el mismo recurso.

Retomando la Base Referencial Mundial de Suelos (IUSS, 2007) editada por FAO-ISSS.ISRIC (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Internation Society Of Soil Science, y International Soil Reference and Information Centre) y adoptada por el INEGI para la descripción y entendimiento del recurso suelo; en el Estado de México se localizan 12 grupos que se distribuyen de forma heterogénea debido a la ubicación de los diferentes elementos que permitieron su pedogénesis como el clima, organismos, el relieve, material parental (geología) y el tiempo.

El grupo de suelos con mayor predominio en el Estado de México es el Andosol, el cual ocupa una superficie de 4,926.5 km^2 y se localiza principalmente en la región Centro de la Entidad. Este grupo de suelos es de origen volcánico, cuyo material parental incluye vidrios y eyecciones volcánicas, principalmente cenizas, tefra, pumicita y otras rocas ígneas extrusivas intermedias. Dichos suelos se pueden localizar en ambientes ondulados a montañosos y húmedos con un amplio rango de vegetación. Este tipo de suelo se caracteriza por ser frágil, puede ser fácilmente erosionado al remover la cobertura natural para fomentar el uso agrícola, lo cual no resulta redituable debido a los problemas de fijación de fósforo asimilable; por lo tanto, se caracterizan más bien por presentar una aptitud de carácter forestal.

El segundo grupo más abundante es el denominado Feozem con una superficie de 4,028.2 km^2, este es un grupo cuyo material parental incluye materiales no consolidados básicos, como lo son: eólicos (loess), till glaciar, entre otros. Se puede localizar en ambientes cálidos a frescos en tierras llanas a onduladas, con vegetación predominante de pastizales húmedos o vegetación forestal en clima continental. Los suelos Feozem son propensos a erosión eólica e hídrica en zonas montañosas resultando en una aptitud forestal, sin embargo, también se caracterizan por ser fértiles y porosos consolidándose como excelentes tierras agrícolas en pendientes menores a 8 grados.

El tercer grupo con mayor distribución superficial es el de suelos sellados los cuales cubren 2,442.8 km^2 del Estado, dicha unidad no forma parte de la clasificación de la GRS, sin embargo, poseen características similares al grupo de Tecnosoles. Este grupo de suelo al ser de origen técnico contiene gran variedad de materiales incluyendo, artefactos hechos o extraídos por el hombre que poseen características diferentes a la roca natural, por ejemplo: pavimento con materiales no consolidados y suelos construidos en materiales de origen antropogénico en donde las actividades humanas han llevado a la construcción de suelo artificial, sellando así el suelo natural.

El siguiente grupo de suelo es el Regosol, el cual se conforma a partir de materiales no consolidados de grano fino débilmente desarrollados por lo que no presenta un horizonte de diagnóstico debido a una lenta formación de horizontes, generalmente son empleados para el uso pecuario cuando el desarrollo de gramíneas es adecuado, sin embargo, si la altitud no es un problema el uso recomendado es forestal; este grupo ocupa una superficie de 2,268 km^2 en la Entidad.

El suelo Cambisol ocupa una superficie de 2,027.3 km^2 y se forma a partir de un amplio rango de materiales de textura fina a media, la cual se caracteriza por tener un horizonte subsuperficial poco desarrollado. La meteorización del material parental pasa de ligera a moderada debido a la ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica y de compuestos de aluminio (Al) y hierro (Fe).

Es importante mencionar que dentro del grupo de suelos Cambisol existen suelos que no cumplen con una o más características del diagnóstico para formar parte de otra unidad edáfica. Generalmente se localizan en terrenos llanos a montañosos en todos los climas con un amplio rango de vegetación. En pendientes menores a 8° presentan una adecuada aptitud agrícola cuando poseen alta saturación de bases, sin embargo, cuando se localizan en zonas montañosas es recomendable conservar el uso forestal.

El siguiente grupo de suelo es el Vertisol, el cual cubre una superficie de 1,773.7 km^2 y se forma a partir de sedimentos con altos contenidos de arcilla, los cuales al mezclarse con arcillas expandibles forman grietas anchas y profundas al perder humedad en épocas de estiaje, por el contrario, al estar húmedos las arcillas se expanden. Estos suelos se caracterizan por tener potencial para el desarrollo de agricultura, siempre y cuando se lleve a cabo un manejo adecuado. Contrariamente, edificaciones u otro tipo de estructuras pueden encontrarse en riesgo debido a los continuos agrietamientos que puede producir este tipo de suelo.

Otro grupo de suelos es el Leptosol el cual cubre un total de 1,748.6 km^2 de la superficie estatal y se caracterizan por ser suelos altamente pedregosos o con altas cantidades de gravilla, este grupo de suelos se forma a partir de materiales no consolidados y presentan menos de 20% de volumen de tierra fina, aunado a esto la roca madre se encuentra cercana a la superficie, así mismo son suelos azonales que se asocian en mayor medida a zonas montañosas con topografía disectada particularmente en zonas con alta erosión, de tal forma que tiene potencial para el pastoreo en las estaciones húmedas, sin embargo, la presión ejercida por la población, el turismo y la contaminación ambiental son factores que propician la pérdida de esta unidad edáfica.

En relación con los Luvisoles, este grupo de suelos se forman a partir de materiales no consolidados como till glaciar y depósitos aluviales, coluviales y eólicos. Contiene cantidades mayores de arcilla en el subsuelo en comparación con el suelo superficial debido a la migración de arcilla, acarreando como resultado, que se propicie la formación de un horizonte árgico con alta actividad de arcillas. Este tipo de suelo es localizable en tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas y cálidas en donde las estaciones húmeda y seca son muy marcadas; son suelos muy fértiles con buena aptitud agrícola, siempre y cuando se practique en pendientes menores a 8°; los Luvisoles cubren 1,318.6 km^2 de la superficie estatal.

El siguiente grupo de suelos corresponde a los Planosoles, los cuales se forman a partir de depósitos aluviales y coluviales arcillosos en dónde los procesos pedogenéticos producen un suelo superficial de color claro, caracterizado por una textura relativamente gruesa con evidencia de estancamiento periódico de agua, en contrataste con el subsuelo, el cual posee una textura fina en la que la permeabilidad es reducida debido al incremento de arcillas. Este tipo de suelo se encuentra en áreas planas que estacionalmente se encuentran saturadas, debido a dichas condiciones, los Planosoles pueden soportar vegetación de gramíneas, arbustos dispersos y árboles con un sistema de raíz somero, dicho grupo de suelos ocupa una superficie estatal de 902.4 km^2.

El grupo de suelos Acrisol ocupa una superficie en la Entidad de 406.9 km^2, el material parental del que se forma incluye materiales generados a partir de rocas ácidas y arcillas fuertemente meteorizadas, se caracterizan por ser suelos ácidos con mayor cantidad de arcillas en el horizonte subsuperficial que en el superficial debido a la migración de arcillas, se localizan en antiguas superficies con topografía de colinas u onduladas, este tipo de suelo puede ser cultivado siempre y cuando se preserve el horizonte superficial así como la materia orgánica.

El grupo de suelos Solonchack se forman a partir de materiales consolidados de grano fino y se caracterizan por tener una alta concentración de sales solubles en la superficie del suelo cuando se localizan en áreas bajas, o en el solum, cuando el agua freática no alcanza la superficie. Debido a la alta cantidad de sales tienen bajo potencial agrícola, por lo que son mayormente utilizados para el pastoreo; este tipo de suelo ocupa una superficie estatal de 200.7 km^2.

Los grupos de suelos que ocupan una menor superficie dentro del territorio del Estado de México son el Histosol y Gleysol con 44.1 y 17.9 km^2 respectivamente. El Histosol es un suelo formado a partir de materia orgánica en dónde la materialización de restos vegetales es lenta favoreciendo su acumulación incluso en capas más profundas. Los Gleysoles por su parte, son suelos que se encuentran saturados por agua durante ciertos periodos de tiempo, favoreciendo procesos anaeróbicos y se localizan principalmente en zonas de paisaje bajo en donde la acumulación de agua es evidente, ocupan una superficie de 17.9 km^2. Por último, los 232.2 km^2 restantes del Estado corresponden a cuerpos de agua.

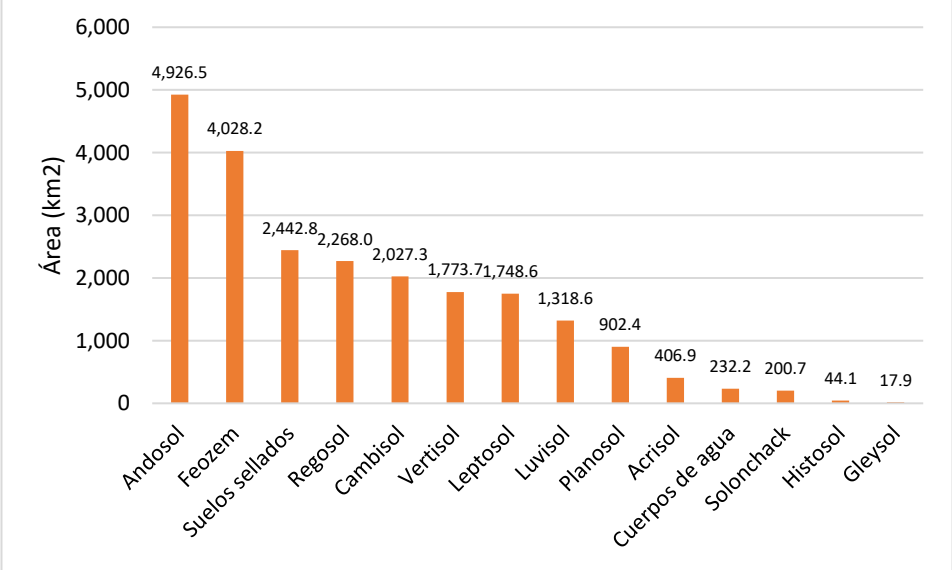


Figura 2.7. Superficie de los principales grupos de suelos en el Estado de México

Fuente: Base Referencial Mundial de Suelos (IUSS, 2007) editada por FAO-ISSS.ISRIC (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Internation Society of Soil Science, y International Soil Reference and Information Centre) y adoptada por INEGI.

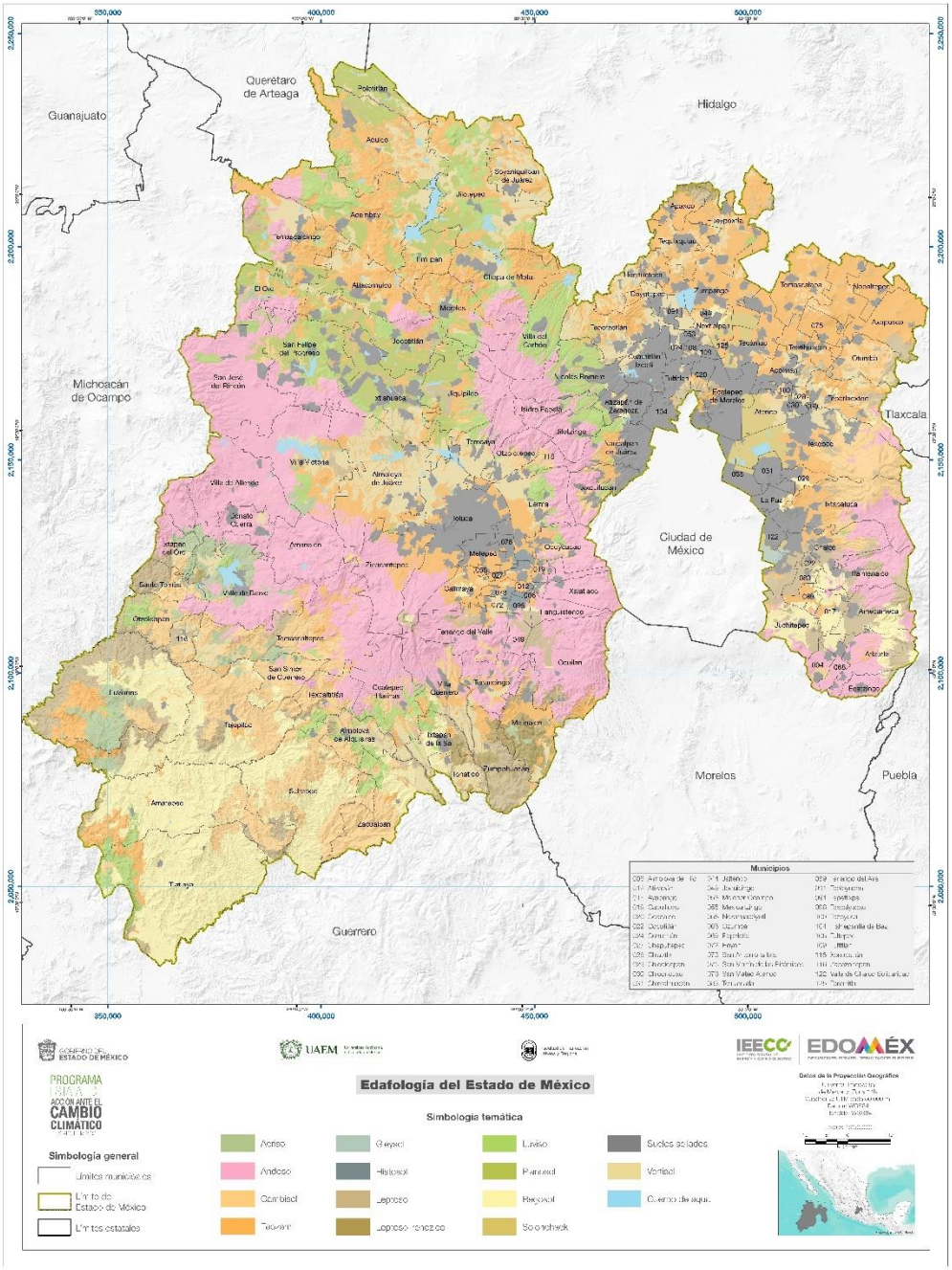


Figura 2.8. Mapa de Edafología del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en IUSS (2007), editada por FAO-ISSS.ISRIC

2.6 Clima

Con base en la clasificación climática presentada por Köppen, modificada por Enriqueta García (1987) y obtenida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1998), para la República Mexicana, se hace una descripción de los climas asociados al territorio Estatal. A partir de ello el entorno donde se ubica el Estado de México presenta distintos tipos de climas: semiárido templado, cálido subhúmedo, semicálido subhúmedo, templado subhúmedo, semifrío subhúmedo, frío y muy frío.

En cuanto al clima clasificado como muy frío (EFHw), su temperatura media anual menor a -2°C, con una temperatura del mes más frío de bajo 0°C y del mes más caliente se encuentra por debajo de los 0°C, con lluvias de verano. El clima frío

(E(T)CHw) tiene una temperatura media anual entre -2°C y 5°C, temperatura del mes más frío sobre 0° C y temperatura del mes más caliente entre 0°C y 6.5°C, con lluvias de verano. El primero se ubica al Este de la Entidad en la Sierra Nevada, específicamente en la zona con mayor altitud de Atlautla y el segundo corresponde con la zona centro del territorio estatal donde se ubica el cráter del Nevado de Toluca y la zona Este del municipio de Atlautla.

El clima semifrío subhúmedo Cb'(w2) cuenta con un verano fresco largo y una temperatura media anual entre 5°C y 12°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente bajo 22°C; con precipitación en el mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se ubica al Este, Centro y Oeste de la Entidad, correspondiéndole las principales zonas montañosas como la Sierra Nevada, Sierra de las Cruces, Nevado de Toluca, Sierra el Campanario entre otras, que ocupan los municipios de Ecatzingo, Atlautla, Amecameca, Tlalmanalco, Ixtapaluca, Texcoco, Tepetlaoxtoc, Ocuilan, Tianguistenco, Xalatlaco, Joquicingo, Texcalyacac, Tenango, Ocoyoacac, Huixquilucan, Lerma, Jilotzingo, Temoaya, Isidro Fabela, Villa del Carbón, Toluca, Zinacantepec, Temascaltepec, Coatepec Harinas, San José del Rincón, Villa de Allende, entre otras.

El clima templado subhúmedo C(w_2) se caracteriza por temperatura media anual entre 12°C y 18°C cuenta con temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, con precipitación en el mes más seco menor a 40mm; lluvias de verano con índices P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2%, y menor de 43.2mm del total anual respectivamente. Cubre la mayor superficie dentro del territorio estatal la cual corresponde al Valle de Toluca y la parte alta de la Cuenca del Balsas, así como los municipios de Almoloya de Juárez, Jocotitlán, Atlacomulco, Morelos, Villa Victoria, Coatepec Harinas, Tenancingo, Valle de Bravo, Atizapán, Almoloya del Río, Metepec, San Antonio la Isla, Juchitepec, Amecameca, entre otros.

Por su parte, el clima templado subhúmedo C(w1) con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, cuenta con temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C y precipitación en el mes más seco menor a 40mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

Este tipo de clima se encuentra al Centro, Oeste, Este y Norte de la Entidad correspondiendo con la superficie de la Cuenca del Pánuco que atraviesa el territorio estatal, la Sierra de Valle de Bravo, Sierra Morelos y Parte Baja de la Sierra Nevada, ocupando los municipios de Tepetlaoxtoc, Texcoco, Temamatla, Jocotitlán, Cuautitlán Izcalli, Huehuetoca, Jilotepec, Aculco, Polotitlán, Tequixquiac, entre otros.

El clima templado subhúmedo C(wo), se ubica al Norte y Noreste de la Entidad con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C y precipitación en el mes más seco menor a 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual. Corresponde con la Sierra de Patlachique y la Sierra de Tepoztlán cubriendo los municipios de Texcoco, San Martín de las Pirámides, Ecatepec de Morelos, Nextlalpan, Melchor Ocampo, Hueypoxtla, Soyaniquilpan de Juárez, Melchor Ocampo y Jaltenco, entre otros.

Por otra parte, el clima Semicálido Subhúmedo (A)C(w1) representado por temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación del mes más seco menor de 40mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% anual. Se ubica al Sur y Suroeste de la Entidad cubriendo la Sierra de Nanchititla, correspondiente a los municipios de Valle de Bravo, Ixtapan del Oro, Tejupilco, Luvianos, Sultepec, Zumpahuacán, Malinalco e Ixtapan de la Sal, entre otros.

El clima Semicálido Subhúmedo (A)C(w2) cuenta con temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación del mes más seco menor a 40mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este tipo de clima se ubica en la parte Sur y Sureste del territorio estatal, cubriendo municipios como Tejupilco, Temascaltepec, San Simón de Guerrero, Luvianos, Amatepec, Zacualpan, Malinalco, Ozumba y Atlautla, entre otros.

En cuanto el clima Cálido Subhúmedo (Awo) con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con precipitación del mes más seco entre 0mm y 60mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se ubica al Suroeste del Estado y cubre los municipios de Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Luvianos, Otzoloapan y Santo Tomás.

El clima Cálido Subhúmedo (Aw1) con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con precipitación del mes más seco menor de 60mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se ubica al Suroeste del territorio estatal y corresponde con la Sierra Goleta y los municipios de Luvianos, Zacazonapan, Tlatlaya, Amatepec y Sultepec, entre otros.

Finalmente, el clima Semiárido Templado (BS1kw) de temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C y lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se ubica al Noreste del territorio estatal correspondiendo con los municipios de Nezahualcóyotl, Chimalhuacán, Texcoco, Atenco, Acolman, Teotihuacán, Axapusco, Nopaltepec y Apaxco, entre otros. En la figura 2.9 se muestra la relación entre superficies de cada clima presente en el Estado de México.

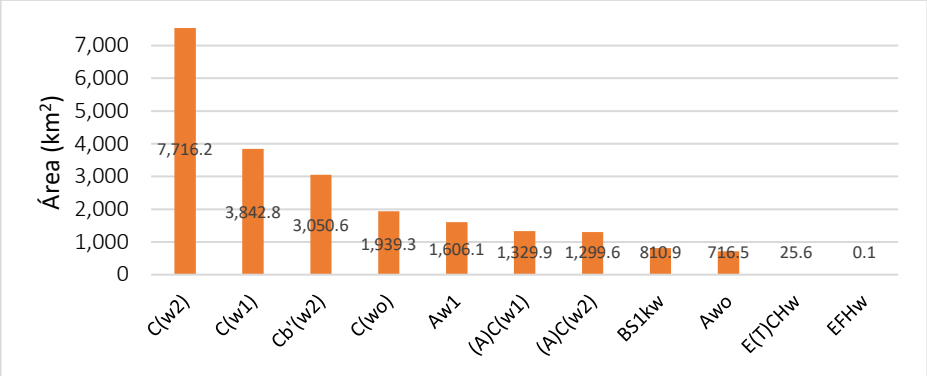


Figura 2.9. Superficie territorial que ocupan los climas del Estado de México.
Fuente: CONABIO, 2017.

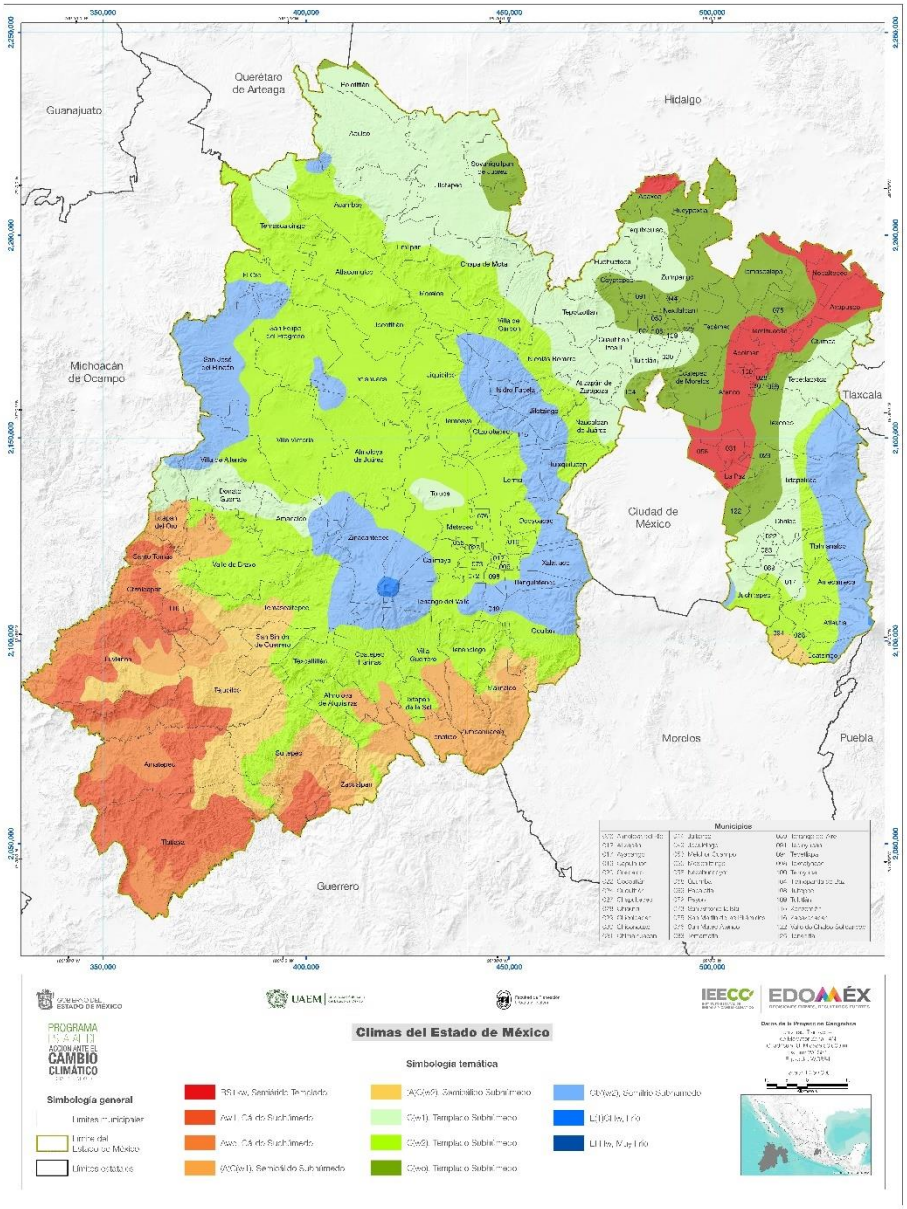


Figura 2.10. Mapa de Climas del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en la clasificación climática según Köppen, modificada por Enriqueta García (1987).

2.7 Recursos naturales

2.7.1 Recurso hídrico

Los acuíferos tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos inherentes de la hidrología (Figura 2.11). El Estado de México se caracteriza por localizarse en tres regiones hidrográficas importantes del país, en donde 32 municipios de la parte central de la Entidad se ubican en la región Lerma-Chapala–Santiago (RH12); 33 municipios del Suroeste, en la región Río Balsas (RH18) y 60 municipios del Noroeste en la región del Alto Pánuco (RH26) (Figura 2.12).

Por otro lado, en la Tabla 2.1 es posible observar las presas más importantes del Estado y su capacidad de almacenamiento, teniendo un potencial de 1’329,000m^3, aunque de acuerdo con cifras del 2009, el llenado total de las presas alcanza poco más del 40% de la capacidad total de almacenamiento, ligado estrechamente con la disposición de agua para las actividades primarias. Asimismo, se puede observar que el principal uso que se le da al agua es el agrícola (60%), seguido del uso urbano (17.5%), el uso recreativo (15%) y en menor proporción el uso combinado del agua (5%). Cabe recalcar que las presas que cuentan con mayor capacidad de almacenamiento son las que se encuentran en la región hidrológica del Pánuco, seguidas por las del Valle de México.

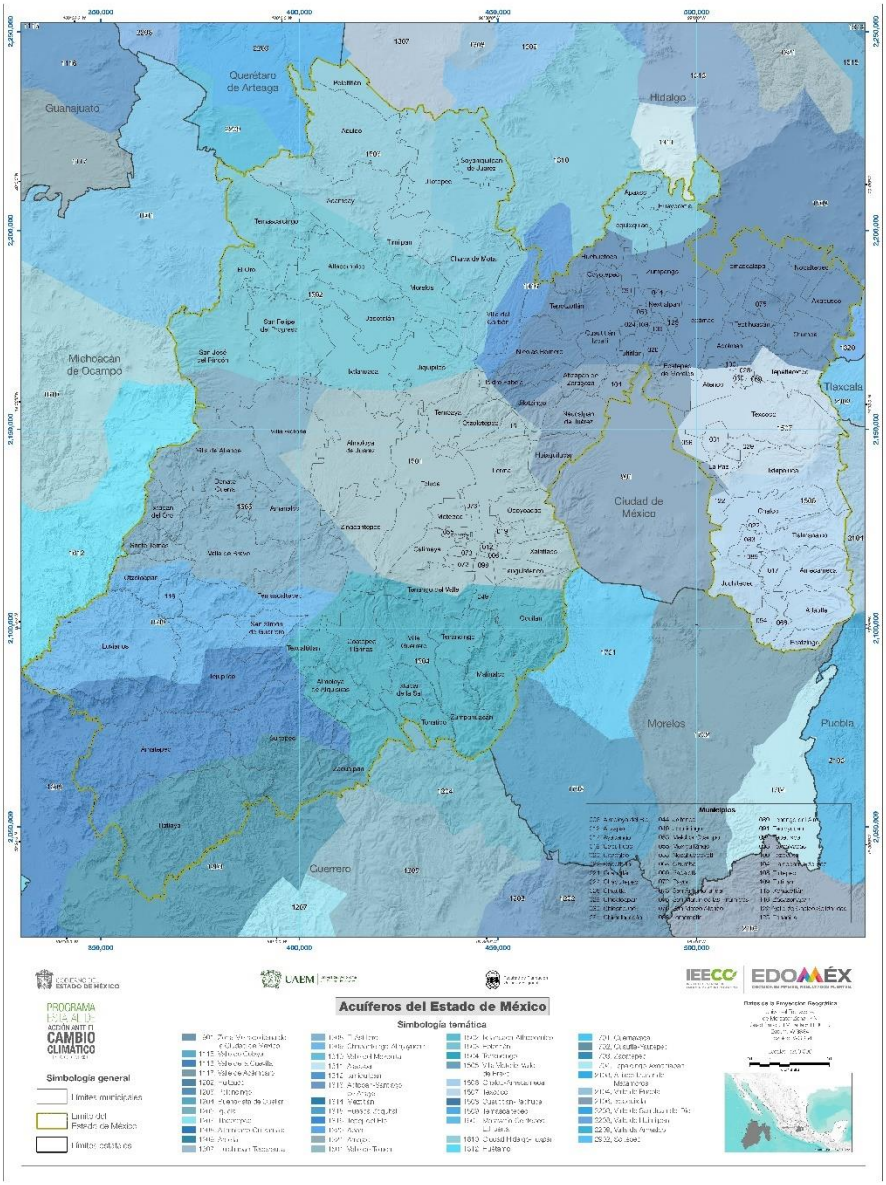


Figura 2.11. Mapa de Acuíferos del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2020).

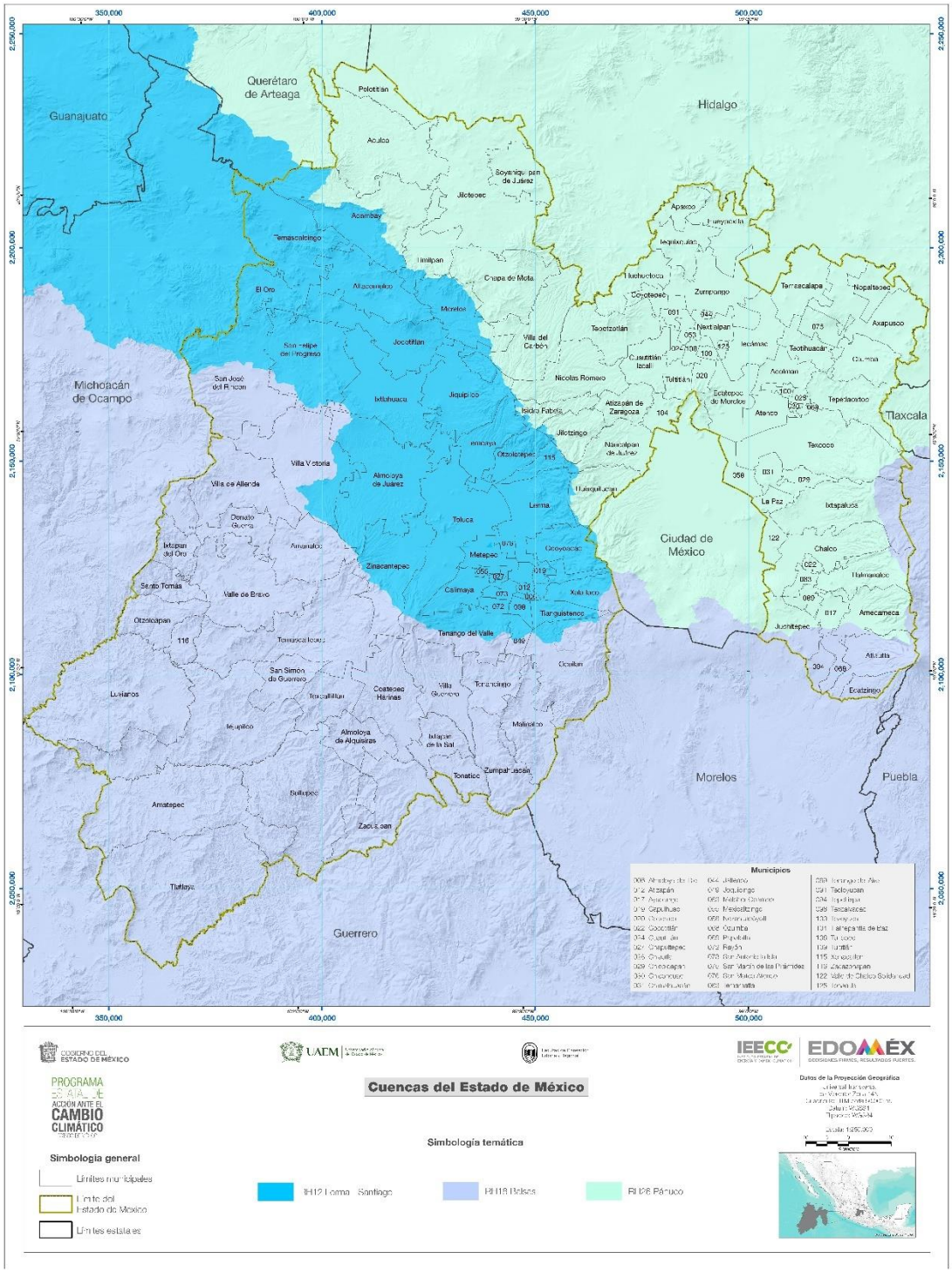


Figura 2.12. Mapa de Regiones Hidrológicas del Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA 2020.

Tabla 2.1 Capacidad de Almacenamiento de las presas del Estado de México.

REGIÓN HIDROLÓGICA	CUERPO DE AGUA	CAPACIDAD (mm^3)	USOS	SUBTOTAL (mm^3)
BALSAS	Villa Victoria	185.7	P. Urbano	**675.9**
	Presa Chilesdo	1.2	P. Urbano	
	Miguel Alemán	394.3	P. Urbano	
	Presa Tiloxtoc	14	P. Urbano	
	Colorines	80	P. Urbano	
	Corral de Piedra	0.7	Recreativo	
LERMA	Presa Dolores	3.5	----	**200.63**
	Presa Sanson	3.6	Agrícola	
	Ignacio Ramírez	20.5	Agrícola	
	José A. Alzate	35.3	Agrícola	
	Tepetitlán	67.6	Agrícola	
	Presa Brockman	1.2	P. Urbano y Recreativo	
	Presa Victoria	0.5	P. Urbano	
	Presa El Mortero		Agrícola	
	Juanacatlán	5	Agrícola	
	Presa San Lucas	1.5	Agrícola	
	Fco. Trinidad Fabela	10	Agrícola y Recreativo	
	Laguna de San Bartolo	6.9	Recreativo	
	Laguna de Tultepec	41.6	Recreativo	
	Laguna de Salazar	0.9	Recreativo	
	Laguna de Almaya	0.7	Recreativo	
	Laguna de Almoloya	1.7	Recreativo	
	Laguna Amarilla	0.13	Agrícola	
PANUCO	Ñado	16.8	Agrícola	**203.3**
	El Molino	7.7	Agrícola	
	San Antonio	2	Agrícola	
	Huapango	121	Agrícola	
	La Goleta	1.8	Agrícola	
	Presa Macua	10	Agrícola	
	Julián Villagrán	2.5	Agrícola	
	Presa del Arco	2.3	Agrícola	
	Santa Elena	5	Agrícola	
	Danxho	31	Agrícola	
	Concepción	3.2	Agrícola	
VALLE DE MÉXICO	La Concepción	12.1	Agrícola	**249.6**
	Presa de Iturbide	3.9	Agrícola	
	Presa Taximay	42.7	Agrícola	
	Laguna de Zumpango	100	Agrícola	
	Guadalupe	66.2	Agrícola	
	Madin	24.7	P. Urbano	
	Total			**1,329.43**

Fuente: CONAGUA, S/N.

La extracción de agua por cuencas, muestra que los valles de Toluca y México presentan sobreexplotación de los recursos subterráneos debido a diversos factores, entre ellos la alta concentración de población, la falta de infraestructura de almacenamiento para aprovechar recursos superficiales disponibles, los grandes volúmenes empleados en la agricultura de riego con métodos no tecnificados, la contaminación de las aguas superficiales, la falta de reúso de aguas residuales tratadas y la salida de aguas residuales sin tratamiento a cuencas vecinas (tabla 2.2).

Tabla 2.2 Balance de acuíferos en el Estado de México en hectómetros cúbicos (hm3)

Acuífero	Recarga	Extracciones	Disponibilidad
Zona Metropolitana de la Ciudad de México**	512.80	623.80	-111.00
Chalco-Amecameca	79.30	100.93	-21.63

Texcoco	145.10	256.88	-111.78
Cuautitlán-Pachuca	356.70	415.07	-58.37
Villa Victoria-Valle de Bravo	334.90	333.88	1.02
Temascaltepec	100.80	94.94	5.86
Valle de Toluca	336.80	473.5	-136.73
Tenancingo	128.3	128.14	0.16
Ixtlahuaca-Atlacomulco	119.00	124.8	-5.81
Polotitlán	46.20	45.67	0.53

Fuente: **CCVM, 2010 y CONAGUA, 2020.

Uno de los graves problemas se centra en que más del 73% de la población de la Entidad se concentra en 59 municipios de la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco; de ahí que la extracción de agua sea mayor que en otros acuíferos y el 14.31% en 15 municipios de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Esto ha provocado la sobreexplotación de los acuíferos locales y ha hecho necesaria la construcción de infraestructura para la transferencia de importantes volúmenes de agua desde las cuencas de los ríos Lerma y Cutzamala hacia el Valle de México. En este sentido, de acuerdo con el Programa Hidráulico Integral 2002-2025 del Estado de México (CONAGUA, 2002), se pronostica que la demanda total de agua en el Estado para el 2020 será de 3,248 hm^3 y de 3,350 hm^3 para el 2025, calculado con base en el crecimiento de la población servida en el 2002. Este Programa también contiene el cálculo y predicción del agua que será descargada por región, la cual se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Pronóstico de descarga de agua por región (l/s)

Región	Público-urbana		Residual tipo industrial	
	2020	**2025**	**2020**	**2025**
Valle de México	26,273.3	27,572.5	4,448.5	4,688.3
Lerma	4,248.2	4,466.6	1,020.3	1,182.8
Balsas	628.1	630.0	64.5	74.7
Pánuco	97.1	119.0	6.6	7.8
Total	31,246.7	32,788.2	5,539.9	5,953.5

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA, 2002.

De esta manera es perceptible que los acuíferos y regiones del Valle de México son las que mayor demanda y descarga de agua tienen actualmente y cuya misma tendencia se pronostica a futuro. Pese a que el Estado de México debido a su relieve y ubicación geográfica sea un generador de escurrimientos y fuente de abastecimiento para las entidades vecinas, principalmente a la capital del país, enfrenta retos importantes para la extracción, conducción y distribución del agua, así como la reducción en cantidad y calidad de dicho recurso debido principalmente al crecimiento poblacional y a la contaminación.

2.7.2 Biodiversidad

La ubicación del Estado de México es determinante respecto de su biodiversidad. Su integración dentro de las provincias Faja Volcánica Transmexicana y Sierra Madre del Sur, le ha permitido contar con amplios contrastes en la elevación de su territorio, desde las zonas cercanas a 350 msnm, donde se desarrolla la selva baja caducifolia, hasta un conjunto de grandes planicies ubicadas a 2,250 y 2,600 msnm, correspondientes a la cuenca del Río Pánuco y cuenca del Río Lerma, respectivamente, donde es predominante la vegetación de bosques templados, matorrales espinosos, humedales y pastizales de altura, entre otros (Ceballos, 2009).

Todos estos elementos han sido determinantes en la generación de importantes ciclos naturales y servicios ambientales que son base para el desarrollo social y económico del propio Estado. Los registros establecen que dentro de la Entidad existen al menos 3,524 especies de plantas, 125 especies de mamíferos y 490 de aves (Tabla 2.4), lo que es sólo un ejemplo de la magnitud de la riqueza biológica con que cuenta el Estado (Ceballos, 2009).

Tabla 2.4 Especies por grupos taxonómicos reportadas en el Estado de México.

Grupo Taxonómico	Número de géneros	Número de especies
Algas	209	668
Hongos	236	729
Líquenes	23	48
Pteridofitas	64	252
Coníferas	5	21
Encinos	1	23
Gramíneas	106	405
Orquídeas	59	181

Grupo Taxonómico	Número de géneros	Número de especies
Cucurbitáceas	11	30
Cactáceas	19	55
Plantas acuáticas	24	42
Leguminosas	58	416
Bromeliáceas	6	52
Sinopsis de flora	710	2045
Protozoos	67	133
Rotíferos	58	195
Peces	18	25
Helmintos	18	20
Insectos	79	204
Lepidópteros	310	561
Arctiidae	60	123
Anfibios	14	51
Reptiles	41	93
Aves	274	495
Mamíferos	73	118
Flora útil	359	594

Fuente: Elaboración propia con base en Ceballos, 2009.

2.7.3 Uso actual del suelo

En este apartado se pretende caracterizar los diferentes usos de suelo y vegetación presentes en la Entidad, retomando el mapa de Cobertura Terrestre de América del Norte a 30 metros (CCMEO, USGS, INEGI, CONABIO y CONAFOR, 2017). En el presente documento se muestra que en el territorio mexiquense se localizan 15 clases de suelo diferentes de las cuales 12 son comunidades vegetales definidas con base en sus afinidades ecológicas y florísticas caracterizadas por Rzedowski (2006), mientras que las restantes tres categorías son referentes a los usos del suelo (Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Uso de suelo y su superficie en la Entidad.

Uso de suelo y vegetación	Superficie (km^2)	Porcentaje
Agricultura (A)	11526.8	51.57
Bosque de Pino (BP)	3247.3	14.53
Asentamiento humano (AH)	1412.9	6.32
Pastizal templado o subpolar (PTeSu)	1221.6	5.47
Bosque de Encino (BE)	1210.4	5.42
Pastizal tropical o subtropical (PTrSu)	1169.3	5.23
Selva Baja Caducifolia (SBC)	1118.9	5.01
Matorral templado o subpolar (MTeSu)	994.7	4.45
Cuerpo de agua (CA)	197.8	0.88
Desprovisto de Vegetación (DV)	109.8	0.49
Bosque mixto (BM)	89.9	0.40
Matorral tropical o subtropical (MTrSu)	35.4	0.16
Tular (T)	11.7	0.05
Nieve y hielo (NH)	3.0	0.01
Bosque de Encino - Pino (BEP)	2.1	0.01
Total	22351.6	100.0

Fuente: Elaboración propia con base en CCMEO, USGS, INEGI, CONABIO y CONAFOR, 2017.

Con base en el análisis cartográfico (Figura 2.13) y la tabla 2.5, se identificó que los usos predominantes del territorio son la agricultura con 51.6% (dividida en agricultura de humedad, riego y temporal), superficie de conservación con bosques de pino ocupan el 14.5% del territorio, siendo la segunda cobertura en el Estado y los asentamientos humanos 6%. Por otro lado, los pastizales templados o subpolares, así como los pastizales tropicales y subtropicales cubren una superficie de 1,221.6km^2 y

1,169.3 km^2 respectivamente, dichas comunidades vegetales se consideran dentro del grupo de pastizales naturales y artificiales caracterizados por especies de gramíneas que constituyen fuente importante de alimentación para la ganadería extensiva y semiextensiva, comúnmente localizadas en zonas planas o ligeramente onduladas. Por otro lado, los pastizales templados o subpolares, así como los pastizales tropicales y subtropicales cubren una superficie de 1,221.6km^2 y 1,169.3 km^2 respectivamente, dichas comunidades vegetales se consideran dentro del grupo de pastizales naturales y artificiales caracterizados por especies de gramíneas que constituyen fuentes importantes de alimentación para la ganadería extensiva y semiextensiva, comúnmente localizadas en zonas planas o ligeramente onduladas.

La comunidad vegetal con mayor superficie corresponde al bosque de pino el cual ocupa un área total de 3,247.3 km^2, se caracterizan por ser bosques puros o en alguna etapa sucesional con 13 diferentes tipos de especies las cuales incluyen: *Pinus halapensis, P. teocote, P. montezumae, P. pseudostrobus, P. patula, P. leiophylla, P. ayacahuite, P. hartwegii, P. pringlei, P. lawsonii, P. oocarpa, P. maximinoi y P. gregii.* Este tipo de comunidad está asociada a climas templados, fríos y húmedos, aunque algunas especies pueden distribuirse en condiciones cálido-secas.

El segundo tipo de vegetación predominante es el bosque de encino, dicho grupo de vegetación se desarrolla entre los 1,200 y 2,800 msnm permitiendo el establecimiento de 29 especies de las cuales *Quercus rugosa, Q. laeta, Q. obtusata, Q. crassipes Q. mexicana, Q. crassifolia, Q. glabrescens, Q. magnolifolia* son las que presentan mayor distribución dentro del Estado. Este tipo de especies además de mantenerse como cobertura vegetal también suelen ser explotadas para la extracción de leña y tierra sin adecuados planes de manejo, este tipo de comunidades vegetales suelen ser destinadas para usos agrícolas y ganaderos; el bosque de encino cubre en promedio 1,210.4 km^2 de la superficie.

En cuanto a la selva baja caducifolia, este tipo de comunidad vegetal cubre una superficie de 1,118.9 km^2 y se localiza principalmente al sur del Estado de México. Este tipo de comunidad vegetal se desarrolla en climas cálidos, subhúmedos, semisecos o subsecos, en donde la altitud es un factor determinante localizándose en zonas menores a 1,700 msnm.

Las principales especies arbóreas incluyen *Lysoloma divaricata, Leucena esculenta, Heliocarpus tomentosus, Albizia tomentosa, Acacia acatlensis, Euphorbia fulva, Ceiba aesculifolia* y *Heliocarpus pallidus,* especies que alcanzan alturas de 4 a 15 m. De acuerdo con el análisis cartográfico, el matorral templado o subpolar ocupan una superficie de 994.7 km^2, son comunidades vegetales dominadas por arbustos de alturas inferiores a los 4 m (CONABIO, S/F a).

Otros tipos de cobertura natural no asociado a especies vegetales incluyen zonas desprovistas de vegetación y cuerpos de agua, los cuales cubren una superficie de 109.8 y 197.8 km^2. Las zonas que carecen de vegetación se localizan en las cimas de los volcanes Nevado de Toluca, Popocatépetl e Iztaccíhuatl, en donde las condiciones altitudinales y climáticas limitan el establecimiento y desarrollo de especies arbóreas, arbustivas y/o herbáceas. En cuanto a los cuerpos de agua, estos están compuestos por embalses para la generación de energía hidroeléctrica, riego agrícola y provisión de agua dulce para asentamientos humanos.

Con relación al bosque mixto, generalmente presentan árboles con alturas mayores a 3 m, los cuales cubren más del 20% de la superficie, aunado a esto las especies de latifoliadas y coníferas cubren un 75% del dosel, pero ambas son codominantes; en el Estado de México cubren una superficie de 89.9 km^2 (CONABIO, S/F b). El matorral tropical o subtropical se caracteriza por especies de arbustos que no superan los 4 m de altura, en algunos predominan plantas suculentas y con hojas gruesas, en otros las plantas tienen hojas muy pequeñas o las pierden, son propias de climas secos, ocupan 35.4 km^2 del territorio estatal (CONABIO, S/F a).

Por último, los grupos de vegetación que cubren menor superficie son el ecosistema de Tular, nieve, hielos perpetuos y bosque de encino-pino con 11.7, 3.0 y 2.1 km^2 respectivamente. El tular se caracteriza por ser una comunidad de plantas acuáticas monocotiledóneas que alcanzan alturas de 1 a 3 m, las cuales llegan a formar grandes masas de vegetación densa que cubren importantes superficies de áreas pantanosas lacustres, también se pueden encontrar en orillas de zanjas, canales y en remansos de ríos, en climas cálidos a climas de montaña. En lo referido a la zona con nieve y hielos perpetuos, estas zonas se localizan en menor medida en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl.

En cuanto al bosque de pino-encino, este tipo de comunidad vegetal es considerada como una zona de transición entre los bosques puros de uno u otro género, en donde las especies dominantes son *Quercus laurina, P. pseudostrobus, Q. magnolifolia, Q. rugosa, Q. hintonii, Cupresus lusitánica, P. lawsonii, Alnus jorullensis, P. oocarpa, Ternstroemia lineata, Arbutus xalapensis, P. teocote, P. pringlei y Arbutus.*

Por otro lado, en México existe importante número de Áreas Naturales Protegidas (ANP) que se clasifican en parques nacionales, reservas de la biosfera, monumentos naturales, áreas de protección de flora y fauna, áreas de protección de recursos naturales y otras categorías.

El Estado de México aporta como patrimonio natural a la nación 90 Áreas Naturales Protegidas (tabla 2.6), siendo una de las entidades con mayor número de ANP en el país, ya que representan aproximadamente el 44.56 % del territorio estatal (999,718.32 hectáreas). Actualmente, 36 ANP cuentan con un programa de manejo equivalente al 57% de la superficie protegida. Asimismo, el número de especies protegidas en parques administrados por la Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) y la Coordinación General de Conservación Ecológica son 166 con 1,624 ejemplares.

Tabla 2.6 Categoría de las áreas protegidas

Categoría	No.	Hectáreas	Categoría	No.	Hectáreas
Parques Nacionales	09	46,146.09	**Parques Estatales**	53	593,719.68
Reservas Ecológicas Federales	01	22,162.66	**Reservas Ecológicas Estatales**	12	122,807.75
Áreas de Protección de Recursos Naturales.	02	154,195.28	**Parques Municipales**	04	902.69
Áreas de protección de los recursos naturales	03	59,583.60	**Parques urbanos**	06	200.57
Total	15	282,087.63		75	717,630.69

Fuente: Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF) y la Coordinación General de Conservación Ecológica 2020.

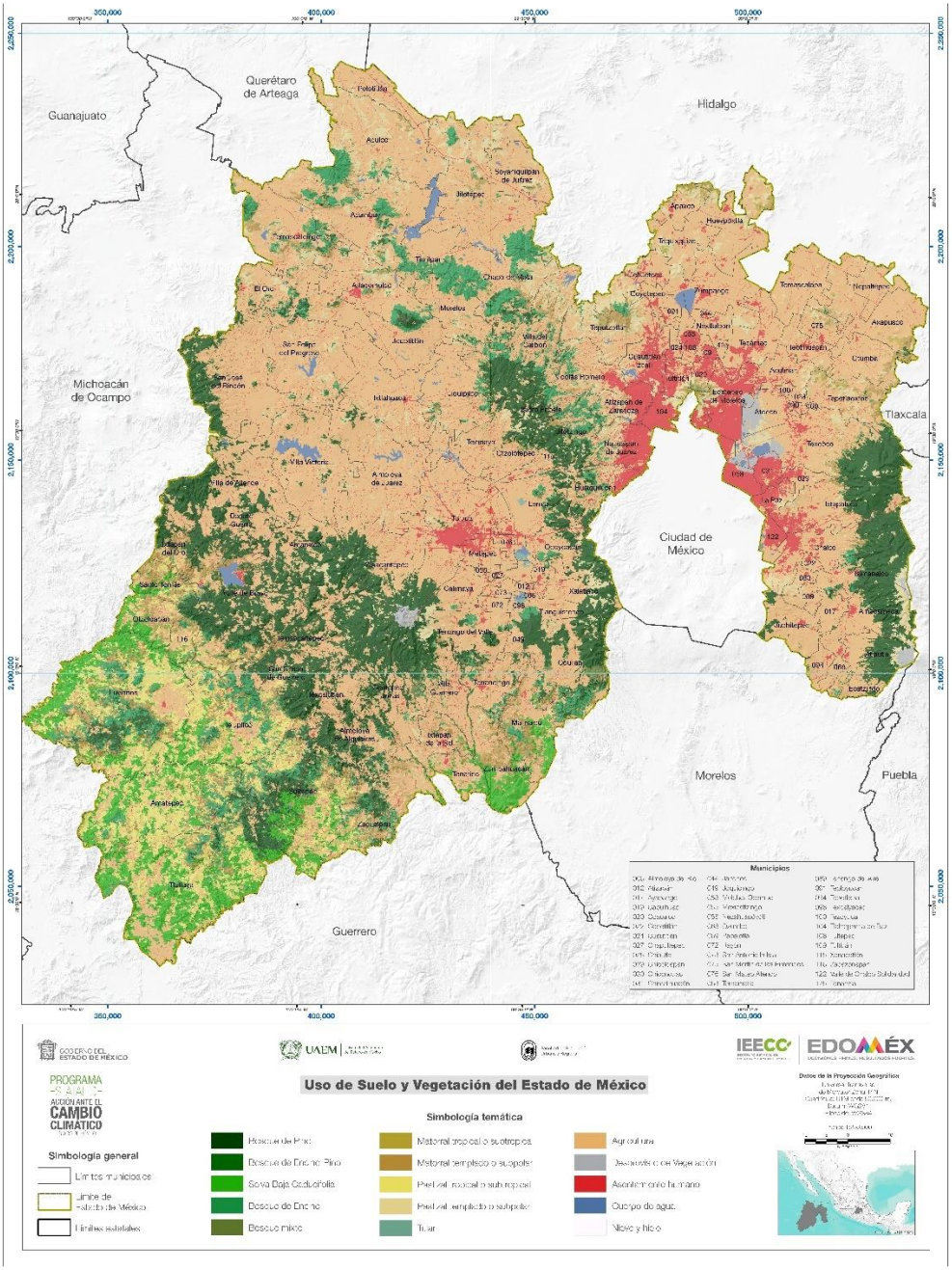


Figura 2.13. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación en el Estado de México.
Fuente: Elaboración propia con base CCMEO, USGS, INEGI, CONABIO y CONAFOR, 2017.

2.8 Población

Una de las características que distingue al Estado de México es su evolución demográfica, cuyas variaciones se relacionan con las modalidades que han adquirido su desarrollo económico y urbano, así como factores de índole geográfico e histórico. Como resultado del incremental ritmo de crecimiento demográfico que ha distinguido a la Entidad, se puede observar en la Tabla 2.7 que en el año 1950 representaba 5.4% de la población nacional, mientras que para el año 2000 esta proporción alcanzó el 13.43%.

En 2005, la población del Estado de México ascendió a 14'007,495 habitantes, lo que significó un incremento anual de 182 mil habitantes en el quinquenio 2000-2005. Para 2010, se contabilizó un total de 15'175,862 habitantes (INEGI, 2011) y en 2015 la población fue de 16'187,608 habitantes (INEGI, 2015). En la última encuesta intercensal realizada por INEGI en 2020, el total de la población de la entidad fue de 126'014,024 habitantes, de los cuales 8'741,123 fueron mujeres y 8'251,295 fueron hombres.

En cuanto a la tasa de crecimiento anual de la entidad durante el periodo 2015-2020 fue de 0.98% (Tabla 2.7), al mismo tiempo que es la segunda Entidad con mayor densidad poblacional después de la Ciudad de México, con 760 habitantes por kilómetro cuadrado.

Tabla 2.7 Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2020

Periodo	Nacional	México	% de la población nacional	TCPA (%)
1950	25,779,254	1,392,623	5.40	-
1960	34,923,129	1,897,851	5.43	3.14
1970	48,225,238	3,833,185	7.95	7.28
1980	66,846,833	7,564,335	11.32	7.03
1990	81,249,645	9,815,795	12.08	2.64
2000	97,483,412	13,096,686	13.43	3.85
2005	103,263,388	14,007 495	13.56	1.35
2010	112,336,538	15,175,862	13.51	1.6
2015	119,530,753	16,187,608	13.54	1.29
2020	126,014,024	16,992,418	13.48	0.98

Fuente: INEGI, 2020.

Por otro lado, se observó que la Tasa General de Fecundidad Anual disminuyó de 2.56 hijos por mujer en 1995 a 1.77% en el 2010 e incrementando ligeramente a 2.10 en el 2015 (INEGI, 2015). El ritmo de descenso previsto para la entidad indica que en 2001 se habría alcanzado el reemplazo intergeneracional, es decir, un nivel donde una mujer procrea en promedio, un hijo a lo largo de su vida reproductiva.

La tasa de natalidad del Estado también muestra una notoria tendencia descendente, pasando de 23.56% en 1995 a 16.7% en el 2015. Similarmente, la tasa de mortalidad en el año 2005 fue de 3.8 personas por cada mil habitantes, mientras que para el 2010 incrementó a 4.7%, descendiendo ligeramente a 4.2% en el 2015 (IGECEM, 2016).

Lo anterior indica que el crecimiento natural de la entidad tiende a reducir su ritmo, en tanto que el crecimiento social continúa siendo significativo. Hasta 1980, la Ciudad de México era el principal destino de los migrantes del país, pero a partir de los ochenta fue el Estado de México. En 1995, 46% de los habitantes no eran mexiquenses de nacimiento, en el 2000 el 38.6% de la población estatal era originaria de otra entidad, destacando la Ciudad de México como sitio de procedencia con 23% del total. Durante el periodo 1995–2000 migraron al Estado un promedio de 137,640 habitantes por año, 65% provenientes de la Ciudad de México. En el periodo 2000-2005 se estimó una inmigración de 417,413 habitantes y una emigración del orden de 300,042 habitantes, resultando un saldo migratorio de 117,371 habitantes en cinco años. Del 2005 al 2010 migraron 160,853 habitantes por año, una inmigración de 583,607 habitantes y una población emigrante de 939,141 habitantes.

En lo que respecta a los rangos de edad y género de la población mexiquense, el Estado es considerado de edad media ya que el mayor porcentaje de la población va de los 0 a 39 años con 64.26% del total de la población. En la Figura 2.14 se puede observar que el 48.56% del total de habitantes en el 2015 corresponde a la población masculina, mientras que el 51.44% a la población femenina (INEGI, 2020).

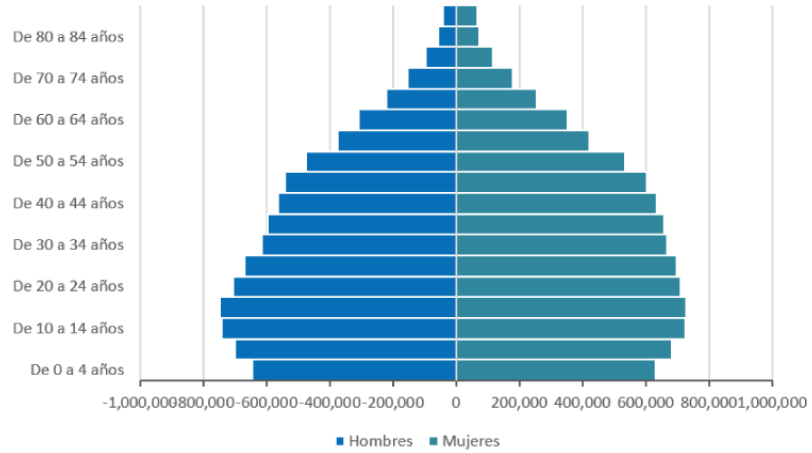


Figura 2.14 Pirámide poblacional del Estado de México (miles de habitantes).
Fuente: COESPO con base en INEGI, 2020.

De acuerdo con las proyecciones de CONAPO (2019), en el Estado de México se prevé que la población continúe aumentando. En 2030 alcanzará un total de 18’887,349 habitantes con una tasa de crecimiento de 0.6% anual, mientras que para 2050 llegará a 19’852,030 habitantes con un ritmo de crecimiento menor.

En cuanto a la distribución por edad y sexo mantendrá una estructura piramidal con base amplia, pero tendrá una concentración poblacional en edades adultas y avanzadas (Figura 2.15). Esto se debe a que habrá un descenso progresivo de nacimientos, pasando de 285,652 nacimientos en 2015 a 245,172 en 2030 y a 194,588 en 2050.

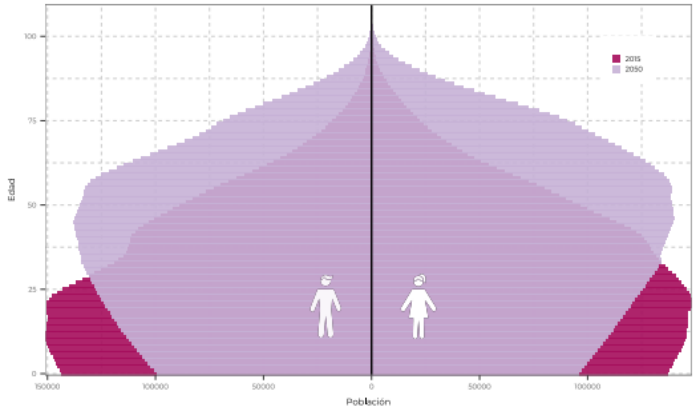


Figura 2.15 Población base y proyectada, 2015 y 2050.
Fuente: Estimaciones del Consejo Nacional de Población con base en Conciliación demográfica de México 1950-2015 y Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2016-2050.

Por otro lado, se prevé que la natalidad también disminuya, a consecuencia de la disminución en la población joven futura, donde las personas menores de 15 años pasarán de representar 26.5% de la población en 2015 a 21% en 2030 y a 16.1% en 2050.

Por último, a consecuencia de la disminución de la mortalidad, traducida en una mayor esperanza de vida para la población de la entidad, se espera que el grupo de 65 y más años de edad que en 2015 representaba 6%, se prevé que represente 10.4% en 2030 y 18.2% en 2050 (CONAPO, 2019).

2.8.1 Distribución de la población en zonas metropolitanas

La mayoría de los habitantes viven en localidades urbanas, ya que cuentan con 86% de la población total y el resto se encuentra en zonas rurales; concentrándose la mayor parte de la población en los municipios metropolitanos. Bajo esta distribución y concentración, el territorio estatal está dividido en tres zonas metropolitanas: Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco (ZMVCT), Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y Zona Metropolitana de Santiago Tianguistenco (ZMS) (Figuras 2.16 y 2.17). (INEGI, citado COESPO, 2020).

La ZMVCT concentra el 73.13% de los habitantes y sus localidades son principalmente urbanas. Por su parte, la ZMVT alberga en su territorio al 13.85% de la población del estado y la ZMS alberga a 1.08% de la población total. Los municipios restantes albergan al 11.94% de los habitantes; esta área es más extensa en su territorio y la mayoría de sus localidades son rurales. Cabe señalar que a partir del 2003 se ampliaron las ZMVCT y ZMVT al pasar la primera de 18 a 59 municipios y la segunda de 9 a 22 municipios. De los diez municipios más poblados de la Entidad (Tabla 2.8), nueve pertenecen a la ZMVCT y sólo el municipio de Toluca, capital del Estado se ubica en la ZMVT.

A continuación, la tabla 2.8 que muestra la tasa de crecimiento anual de las dos zonas metropolitanas que forman parte de la Entidad; estas cifras muestran que la ZMVT ha presentado mayor crecimiento anual en el lustro 2005-2010, mientras que la ZMVCT muestra un crecimiento paulatino y cercano al 1%.

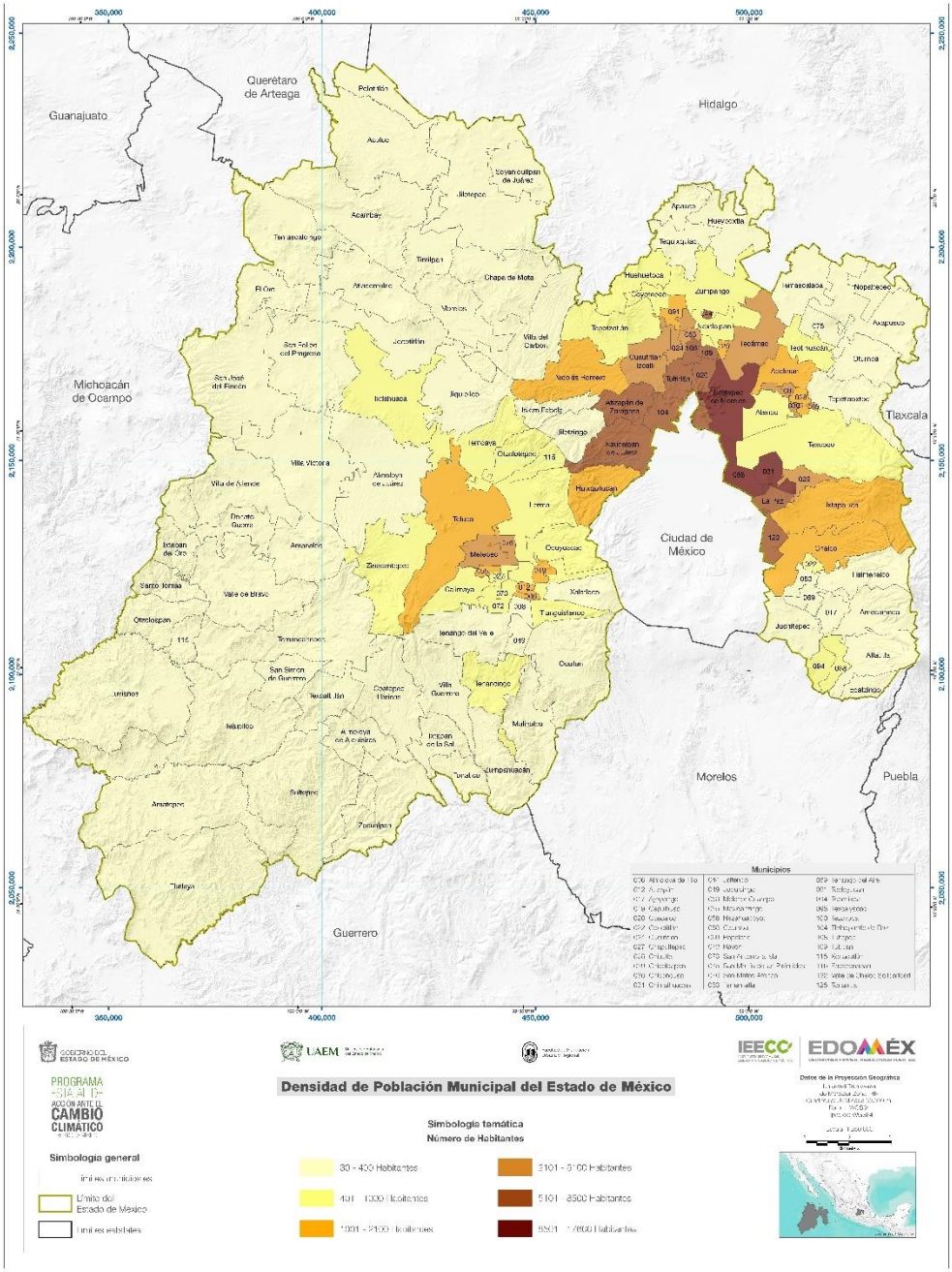


Figura 2.16 Mapa de Densidad de la Población Municipal del Estado de México.

Fuente: INEGI, 2015.

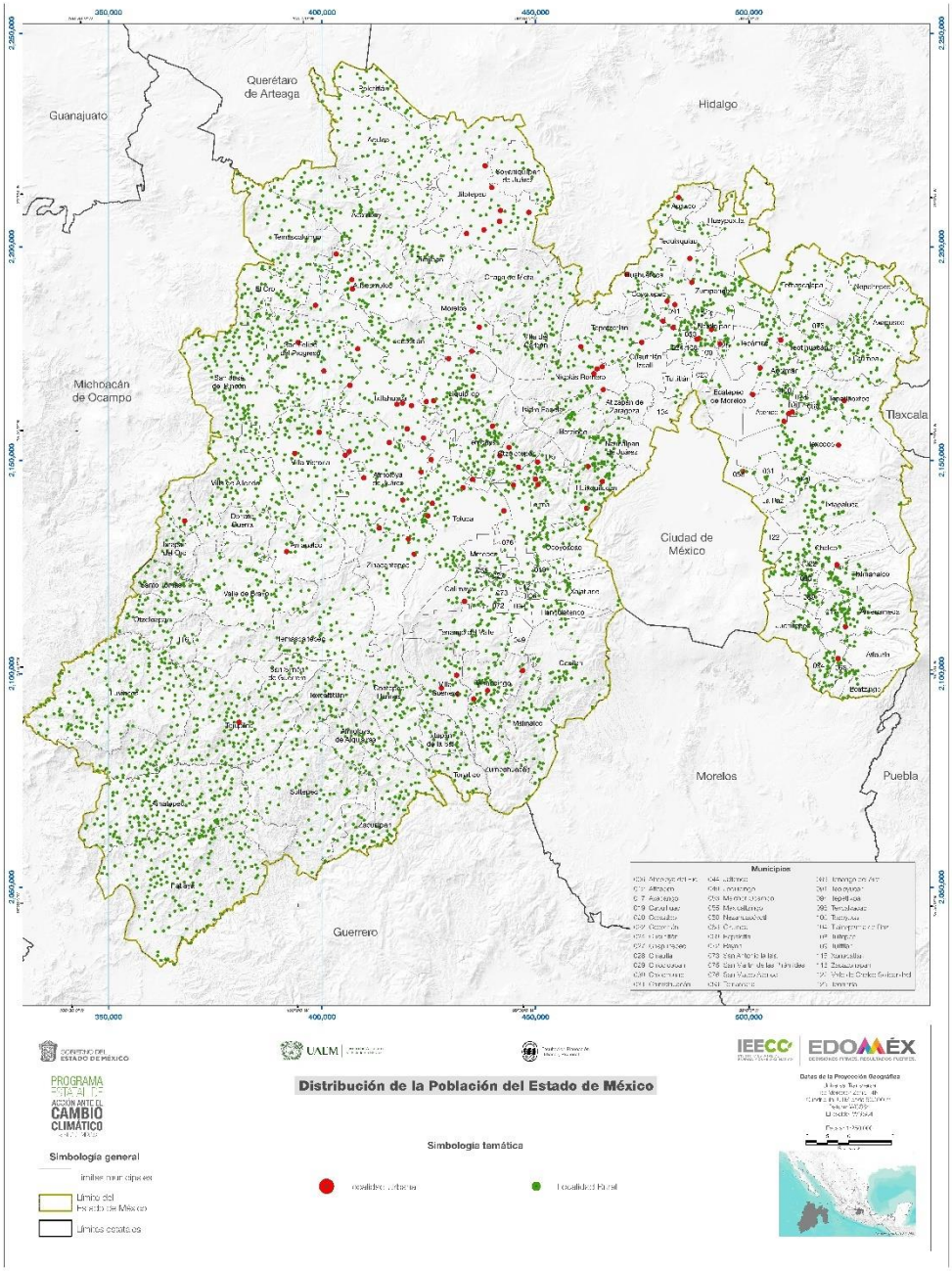


Figura 2.17 Mapa de Distribución de la Población.
Fuente: INEGI, 2015.

También se muestra en la tabla C 2.9 a los diez municipios más poblados del Estado y el porcentaje de población que albergan, respecto a la cifra estatal.

Tabla 2.9 Municipios más poblados del Estado de México

Número	Municipio	Población total	% respecto al total
1	Ecatepec de Morelos	1’645,352	9.68
2	Nezahualcóyotl	1’077,208	6.34
3	Toluca	910,608	5.36

4	Naucalpan de Juárez	834,434	4.91
5	Tlalnepantla de Baz	705,193	4.15
6	Chimalhuacán	672,202	3.96
7	Cuautitlán Izcalli	555,163	3.27
8	Atizapán de Zaragoza	547,503	3.22
9	Tultitlán	542,211	3.19
10	Ixtapaluca	523,674	3.08
	Total Estatal	16’992,418	100%

Fuente: INEGI, 2020. V

2.8.2 Índices de marginación y pobreza

La pobreza es el conjunto de carencias que sufre una persona, familia o comunidad en dimensiones que afectan a su bienestar y desarrollo. En el caso de México, la Ley General de Desarrollo Social (LGDS) establece ocho indicadores para medirla; la pobreza en el Estado de México se manifiesta principalmente en dos vertientes: la pobreza multidimensional extrema, la cual se asocia geográficamente con las zonas rurales y la pobreza multidimensional moderada, que se presenta en las dos grandes zonas metropolitanas de la Entidad, principalmente.

Con base en información del CONEVAL, en el año 2014, la población en pobreza era de 8’269,852, es decir 49.6% del total de la población; en tanto que 1’206,854 habitantes (7.24%) presentaron pobreza extrema. La tendencia del grado de rezago social se ha mantenido bajo durante el periodo 2000-2015 y para el último año, se expresa en un índice de -0.47 (figura 2.18); los dos tipos de carencias que han presentado un comportamiento favorable son acceso a los servicios de salud y a la proporción de servicios en la vivienda (tabla 2.10).

Tabla 2.10 Porcentaje de la población con carencia

Carencia social	2010	2015	Cambio porcentual
Rezago educativo	18.5	13.2	-5.3
Acceso a los servicios de salud	30.7	19.9	-10.8
Acceso a la seguridad social	59	57.7	-1.3
Calidad y espacios de la vivienda	12.9	10	-2.9
Acceso a servicios básicos de vivienda	15.9	10.2	-5.7
Acceso a la alimentación	31.6	20.2	-11.4

Fuente: IMCO, 2017.

De acuerdo con las cifras del CONEVAL, 44 municipios de la Entidad tienen muy bajo rezago, la segunda proporción con 45 presentan un índice bajo y solo 10 tienen un alto grado de rezago, el análisis porcentual de esta situación se muestra en la figura 2.18.

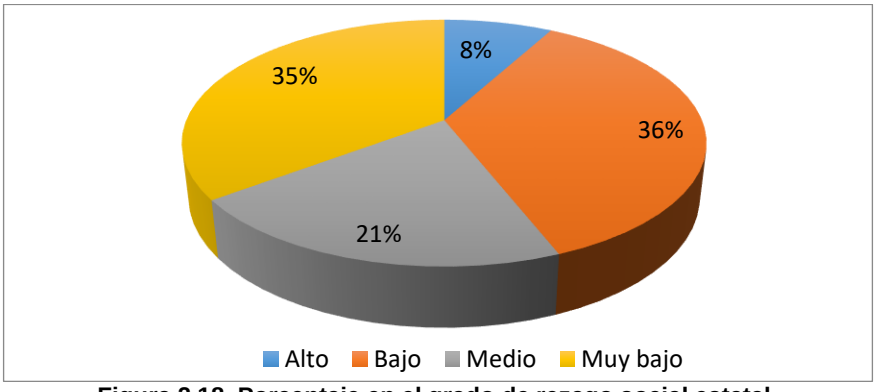


Figura 2.18. Porcentaje en el grado de rezago social estatal.

Fuente: CONEVAL, 2015.

Por otro lado, la marginación de una comunidad se define como la dificultad de propagar el progreso técnico, así como su exclusión del proceso de desarrollo junto con sus beneficios. Conforme a las definiciones y mediciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), la marginación se divide sobre el territorio en grados muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (figura

2.19). En promedio, el Estado de México tenía en 2010 un índice de marginación bajo en relación con el resto del país, cabe mencionar que la situación al año 2015 fue similar. El problema de marginación recurrente en la Entidad sigue siendo el hacinamiento, aunque éste redujo su porcentaje en comparación con el año 2010 al pasar de 37.9% a 28.5% para el año 2015. Aproximadamente 19 municipios presentan un grado de marginación alto; algunos ejemplos son Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Zacualpan, Villa Victoria, Zumpahuacán, San José del Rincón y Sultepec.

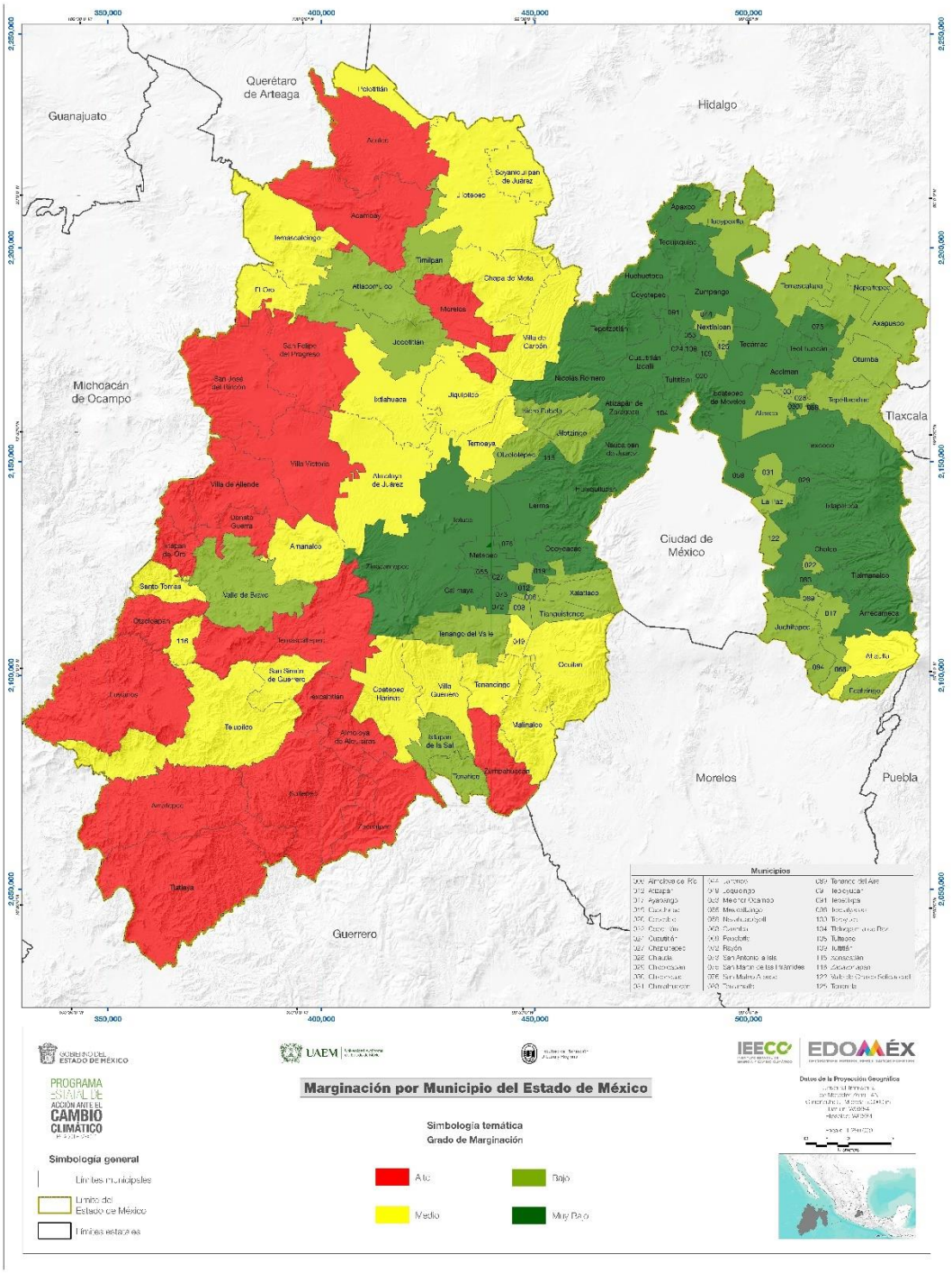


Figura 2.19. Grado de marginación por municipio.
Fuente: CONAPO, 2015.

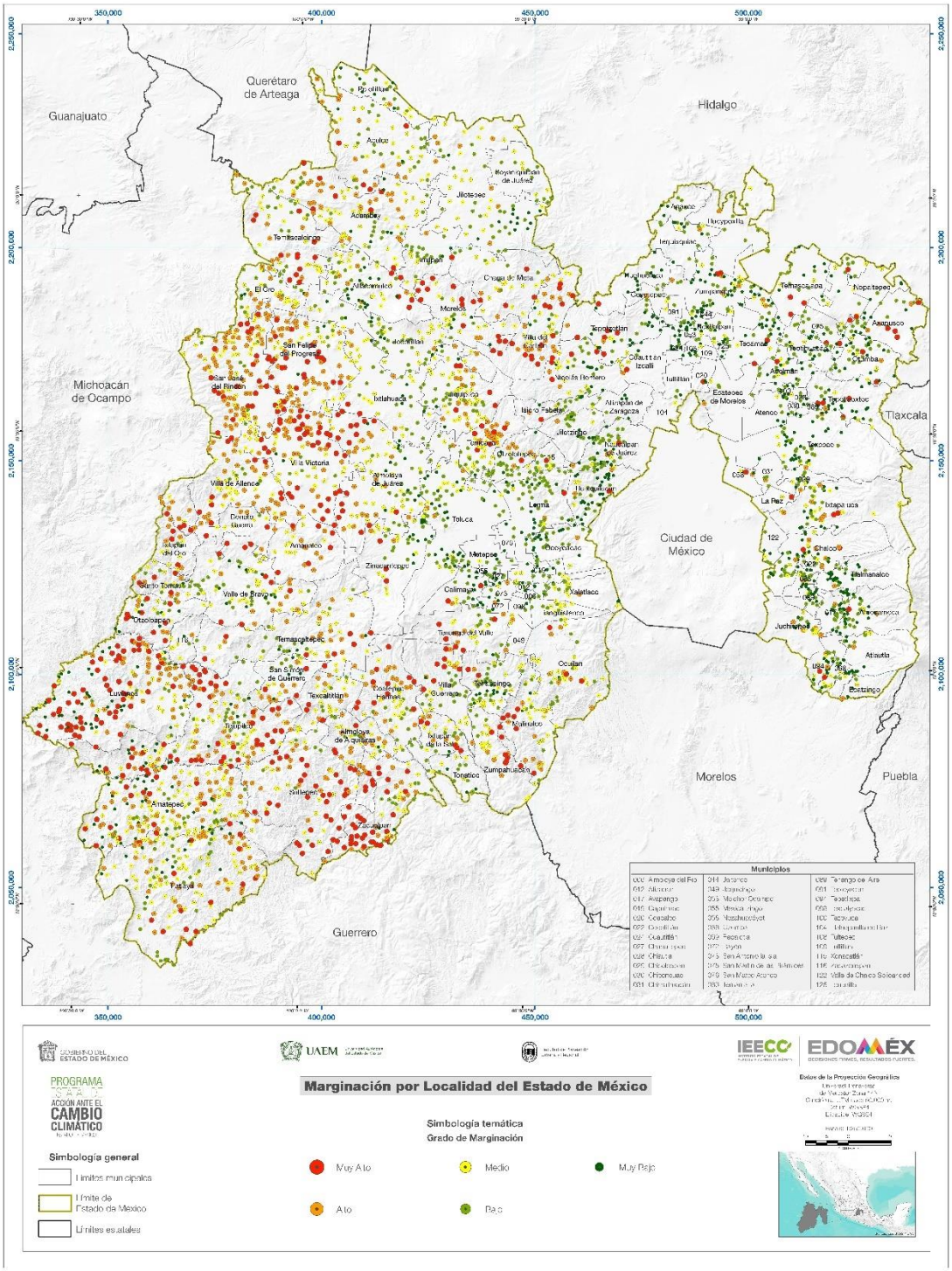


Figura 2.20 Grado de marginación por localidad.
Fuente: INEGI, 2015.

2.8.3 Educación

El sistema educativo del Estado de México en el ciclo escolar 2014-2015, se brindó atención a cerca de 4.8 millones de estudiantes, impartiendo educación en los subsistemas de preescolar, primaria, secundaria, media superior, superior, así como la no escolarizada (tabla 2.11).

La educación preescolar fue impartida a 581,637 niños en edad de cursarla. La educación primaria es el nivel con mayor población en la entidad, ya que da servicio a más de 1.9 millones de estudiantes que son atendidos por alrededor de 69 mil profesores, es decir, existe una relación de un docente por cada 28 alumnos. En cuanto a la educación secundaria, aunque es obligatoria, solamente el 86.77% de los que se inscriben logran concluirla (INEGI, 2015) de un total de 879,510 alumnos.

Por su parte, el nivel medio superior en la entidad está compuesto por múltiples subsistemas que en conjunto atienden a 519,489 alumnos. Finalmente, la escuela superior estatal está integrada por 584 instituciones. En el ciclo escolar 2014-2015 se atendieron a 398 mil 332 estudiantes (IGECEM, 2016).

Tabla 2.11 Sistema educativo del Estado de México ciclo escolar 2010-2011

	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Superior	Superior	No escolarizado	Total
Alumnos	581,637	1,938,216	879,510	519,489	398,332	565,463	4,882,647
Docentes	25,290	69,590	44,932	38,111	39,091	35,274	252,288
Alumnos por docente	22.9	27.85	19.57	13.63	10.19	16.03	193.76
Escuelas	8,047	7,806	3,873	2,145	584	2,515	24,880
Alumnos por escuela	72.3	248.3	227.1	242.2	682.1	224.9	196.2

Fuente: IGECEM, 2016.

En 2020, en el Estado de México el promedio de escolaridad de la población de 15 años y más de edad es de 10.1 grados, lo que equivale poco más de primer año de bachillerato (INEGI, 2020). Asimismo, el porcentaje de analfabetismo en la Entidad es de 3.34% de la población de 15 años y más, siendo 68.91% mujeres y 31.09% hombres (INEGI, 2015), observándose con ello mayor rezago educativo en mujeres que en hombres.

2.8.4 Salud

La salud no sólo consiste en la ausencia de afecciones y enfermedades, sino en un estado general de bienestar físico y psicológico. De la misma manera, un sistema de salud eficiente no sólo debe tratar padecimientos y enfermedades, sino debe constituirse en instrumento de prevención y detección oportuna que fomente estilos de vida saludables.

En el Estado de México, la población derecho habiente a la seguridad social es superior a 7, 429,755 que representa alrededor del 46% de la población estatal (IGECEM, 2016). Las instituciones que otorgan esta prestación en la Entidad son el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y el Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM).

Adicionalmente, otras instituciones que proveen servicios médicos son el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), el Instituto Materno Infantil del Estado de México (IMIEM) y el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de México (DIFEM) (GEM, 2011).

Con base en información del INEGI (2015), se observa que la cobertura de seguridad social no es homogénea en la Entidad, pues existen municipios como Chiconcuac, Tequixquiac y Valle de Chalco Solidaridad cuyo nivel de cobertura es ligeramente inferior al 70% a nivel municipal.

Para hacer frente a las necesidades de salud en el Estado, en el año 2015, contó con 1,835 unidades médicas, 49 unidades más que en 2010 de las cuales 1,720 son para consulta externa, 82 para hospitalización general y 33 para hospitalización especializada (IGECEM, 2016).

En los consultorios y camas censables, se cuenta un total de 8,604 camas censables, 265 incubadoras y 7,497 consultorios, asimismo el total de médicos disponibles es de 20,647 y 30,432 enfermeras. Por otro lado, se registraron 44’561,896 de consultas de las cuales 78% fueron para consulta general. Con estas cifras los indicadores de salud a nivel estatal de 8,850 habitantes por unidad médica, 787 habitantes por médico y 1,889 personas por cama (IGECEM, 2016).

2.9 Economía

El Estado de México se localiza al Centro-Sur de la República Mexicana por lo tanto cuenta con una ubicación geográfica estratégica, además de alto nivel de desarrollo logístico, de infraestructura, razón por la cual es propicio para llevar a cabo

todo tipo de actividades económicas. Esta situación es ventajosa porque cuenta con el capital humano y los recursos naturales dentro de la misma Entidad (GEM, 2011).

El porcentaje de aportación al PIB nacional del Estado de México es de 9%; y de acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) es el sexto Estado con mayor valor de exportaciones principalmente de la industria manufacturera. En el año 2016 de acuerdo con cifras de INEGI, la participación porcentual por tipo de actividad económica se sitúa de la siguiente manera; actividades terciarias 72.5%, actividades secundarias 25.9% y el 1.5 5% las actividades del sector primario.

En cuanto a la población y su ocupación en alguno de los sectores, se tiene que en el año 2015 el 47. 08% de la población se dedicaba al sector servicios, el 25.14% en actividades del sector secundario y en tercer lugar se tiene la actividad comercial con 21.48% (figura 2.21)

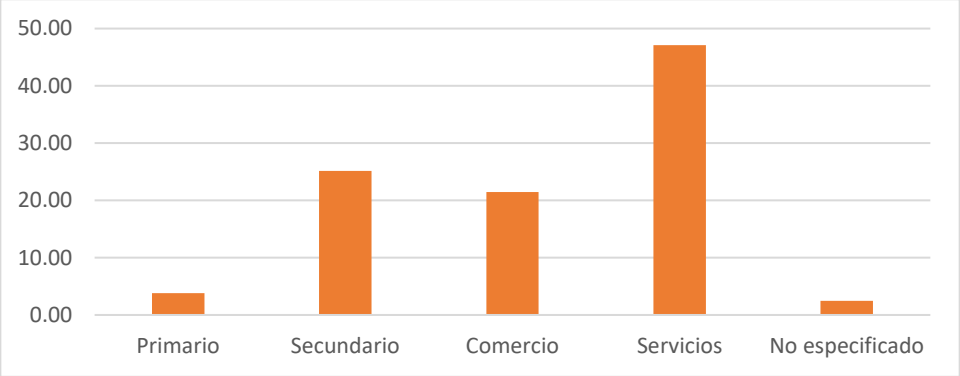


Figura 2.21. Porcentaje de población por tipo de actividad económica
Fuente: INEGI, 2015.

Del total de población mayor de 12 años (12,782,203 habitantes), poco más del 95.43% de la población económicamente activa se encuentra ocupada; la participación de la mujer en el desarrollo de actividades económicas es de aproximadamente 94.87%y 96.4%. La proporción de la percepción salarial del Estado se ubica con mayor frecuencia en más de dos salarios mínimos, en segundo lugar, se tiene a los salarios de entre uno y dos, y en menor valor porcentual se ubica a los de hasta un salario y la población que no ha especificado su ingreso (INEGI, 2015).

2.9.1 Infraestructura

El sector de infraestructura es un factor determinante de la competitividad y, en última instancia, del crecimiento económico. Por ejemplo, la infraestructura en transporte, las obras hidráulicas o la provisión de energía son sólo algunos aspectos que incrementan directamente el bienestar de los hogares. De esta forma, la inversión en este tipo de obras constituye elemento esencial del proceso de desarrollo económico, el cual contribuye a su vez a elevar el bienestar de la población.

En cuanto a la infraestructura productiva del Estado, este cuenta con 92 parques industriales y/o tecnológicos, entre ellos destacan por número, los situados en Tlalnepantla de Baz, Toluca, Tultitlan y Cuautitlán Izcalli (figura 2.22)

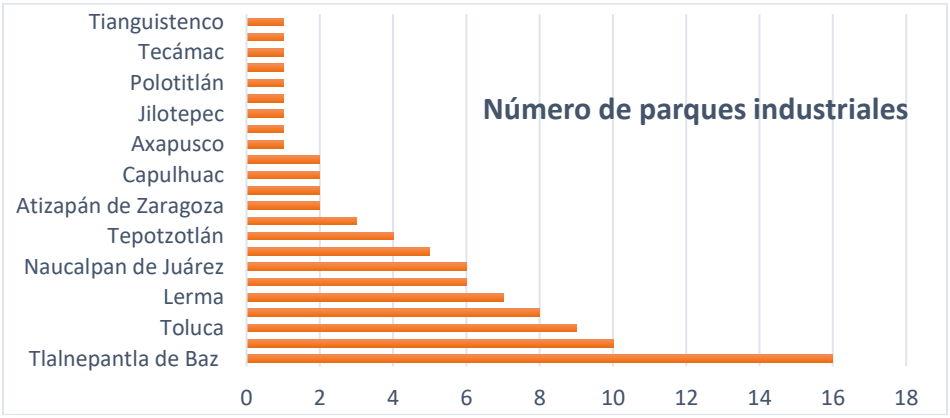


Figura 2.22. Distribución de parques industriales en el Estado.
Fuente: Secretaria de Economía 2015.

De acuerdo con el sitio oficial del Sistema de Información Empresarial Mexicano, hasta el mes de diciembre del año 2017 se registraron 53,141 empresas. Se identificó que los municipios con mayor número de empresas en su territorio son Nezahualcóyotl, Tlalnepantla de Baz, Chalco y Ecatepec de Morelos. Por el valor de la producción, la fabricación de equipo de transporte fue la actividad de mayor remuneración en el año 2014, seguido por la industria alimentaria, la industria química y la industria del plástico, por orden de importancia.

Respecto a la infraestructura vial, existen once autopistas principales entre las que se encuentran La Toluca- Atlacomulco, La Venta- Chamapa, Peñón- Texcoco, entre otras (tabla 2.12).

Tabla 2.12. Principales autopistas del Estado de México.

AUTOPISTA	LONGITUD (Kilómetros)
1. Toluca - Atlacomulco	53
2. La Venta - Chamapa	14.2
3. Peñón - Texcoco	16.5
4. Tenango - Ixtapan de la Sal	42.7
5. Circuito Exterior Mexiquense Bicentenario	113
6. Libramiento "Ruta de la Independencia Bicentenario	113
7. Viaducto Bicentenario, tramo Cuatro Caminos - Tepalcapa	23.5
8. Toluca - Zitácuaro Ruta de los Insurgentes Bicentenario	40
9. Ramal a Valle de Bravo	27
10. Lerma - Tres Marías, tramo Lerma - Tenango del Valle (primera etapa)	20
11. Naucalpan - Ecatepec Bicentenario, tramo Puente de Vigas - Autopista México - Pachuca	13.2
Total	393.1

Fuente: SAASCAEM. Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México.

Es importante conocer las obras en proceso, como el Tramo afectado del camino Nicolás Romero - Jilotzingo en el KM. 56.6, municipio de Jilotzingo, Sustitución de puente peatonal en la carretera México- Pachuca, en el km. 11+000 y el Puente vehicular sobre el Periférico Oriente y Río de los Remedios (Junta de Caminos del Estado de México).

Una de las obras benéficas desarrolladas en materia de infraestructura es el del tren Interurbano México-Toluca, mismo que tendrá una longitud de 58 km y disminuirá las emisiones contaminantes en 34,500 toneladas de CO_2.

Otros tipos de infraestructura de transporte importantes son las cuatro estaciones del Mexibús que en conjunto suman 81.3 km, y el primer teleférico del país conocido como Mexicable Sierra de Guadalupe con longitud de 4.8 km (SISTRAMyTEM, 2014).

Algunas otras obras que han ayudado a eficientizar el uso de energía eléctrica fueron desarrolladas durante el año 2015 con la instalación de 53,000 luminarias en 78 municipios; mientras que en 102 se instalaron 68,303 luminarias de tipo LED.

En cuanto a obras de infraestructura hidráulica, el Estado cuenta actualmente con 218 sistemas de tratamiento de aguas residuales, 66 nuevos Sistemas de Tratamiento: 39 del GEM y 27 por parte de la Federación y Municipios, además de acciones de rehabilitación en 35 de las plantas de tratamiento; para la distribución de alimentos básicos se cuenta con tres centrales de abasto de las 16 que hay en el país (SEDECO, 2010).

2.9.2 Productividad

En este rubro, de acuerdo con el Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM, 2016), el Producto Interno Bruto conformó el 9% del total nacional. En cuanto a la mano de obra, 6,209,671 habitantes representan la población ocupada, de los cuales 72.45% son asalariados. Por otro lado, la tasa de desocupación para el cuarto trimestre de 2015 se ubicó en 5.5% de la Población Económicamente Activa (PEA), tasa mayor a la registrada en el mismo periodo de 2014, de 5.3% (IGECEM, 2016).

Los sectores con mayor productividad corresponden a la industria manufacturera, comercio al por menor y al por mayor, al sector de transportes, correos y almacenamiento y finalmente al de servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (INEGI, 2014ª). En los cuales, 43% de la población ocupada labora en actividades de comercio y servicios diversos, 27.75% como funcionarios, profesionistas, técnicos y administrativos, y 23.93% en la industria. Por otra parte, los sectores de baja productividad corresponden esencialmente a los sectores de minería, servicios financieros y de seguros, servicios de esparcimiento cultural y deportivo, así como otros servicios recreativos. Cabe mencionar que sólo 3.44% de la población ocupada son trabajadores agropecuarios (INEGI, 2015).

Respecto a los trabajos agropecuarios, en el 2014, el Estado ocupaba el primer lugar en producción de crisantemo, *lilium*, haba verde, chícharo, rosa de invernadero, clavel y tuna, con aportación al volumen de producción nacional del 94%, 100%, 55.4%, 58.1%, 97.3%, 100% y 36%, respectivamente; el tercero en maíz grano, avena forrajera y durazno con aporte a la producción nacional del 6.6%, 13.7% y 13.3%, respectivamente (INEGI, 2014b). En cuanto a la producción pecuaria, los principales tipos fueron de aves de corral con 10'910,294 cabezas, ovino con 890,666 cabezas y bovino con 426,538 cabezas. En actividades pesqueras, la Entidad ocupa el primer lugar en producción de carpa y trucha con aporte a la producción nacional del 24.5% y 38%, respectivamente.

En cuanto al rendimiento por hectárea de la producción estatal agrícola, se registró en 7.3 toneladas por hectárea en 2015, 2.6% menor a la registrada en el 2014. El precio promedio de la producción agrícola fue de $3,335.7 pesos M/N por tonelada; mientras que a nivel nacional fue de $1,384.8 pesos M/N por tonelada, siendo ligeramente mayor el precio promedio de la producción del maíz en la entidad respecto al nacional, $3,427.0 pesos M/N por tonelada sobre el promedio nacional de $3,422.8 pesos M/N por tonelada (IGECEM, 2016).

2.9.3 Servicios y vivienda

La definición de una vivienda digna es subjetiva hasta cierto punto, sin embargo, organismos como la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) han formulado criterios para clasificarla de manera específica, valorando su calidad y espacios. Con base en este criterio, y como referencia, el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023, menciona que las carencias relacionadas con la calidad y espacios en la vivienda afectan a un porcentaje relativamente reducido de la población mexiquense. Sin embargo, esta circunstancia no lo hace menos importante, pues un 12.6 por ciento de la población está en dicha situación, lo que significa que 2.2 millones de personas no tienen un hogar adecuado para vivir.

En cuanto al acceso a servicios básicos en la vivienda, se observa que en 2016, 11.7 por ciento de la población del Estado de México no cuenta con acceso a servicios básicos como agua potable, electricidad y/o drenaje, lo cual representa retos no solo en términos de vivienda sino también de salud. (PDEM, 2017)

De acuerdo con estadísticas de INEGI (2015), el 1.8% de las viviendas tienen piso de tierra, los municipios donde se presenta más esta característica son Donato Guerra, Atlautla, Zumpahuacán, Tlatlaya e Ixtapan del Oro (a nivel municipal, alrededor de 8% a 12% de las viviendas presentan esta característica). En cuanto al material usado en techos, el 2% de las viviendas está construido con material de desecho o lámina de cartón, los municipios con mayor porcentaje de esta condición son Ecatzingo, Tlalmanalco, Atlautla, Amecameca y Ayapango.

Respecto a los espacios con los que cuenta la vivienda, es importante mencionar que, bajo los criterios del CONAPO, se establece una ocupación máxima de dos personas por dormitorio; esto quiere decir que el 11.2% de los integrantes de los hogares viven en esta condición (INEGI, 2016).

Adicionalmente respecto de la calidad de los materiales y a los espacios de la vivienda, son los servicios básicos con los que cuentan, los requeridos para propiciar un desarrollo social adecuado. La CONAVI define a una vivienda con carencias, conforme al acceso a servicios básicos. De esta manera, se han arrojado datos que muestran que el 4.02% de los hogares no cuenta con servicio de agua, 3.63% se encuentran sin drenaje y 0.41% no cuentan con energía eléctrica. Siendo los municipios con menor cobertura de estos servicios Zacualpan, Villa Victoria, San José del Rincón y San Felipe del Progreso (INEGI, 2015). Cabe añadir que el mayor número de afectados por la falta de estos servicios se encuentra en poblaciones rurales y de difícil acceso, y que generalmente están relacionados con índices de alta y muy alta marginación.

Como referencia y de acuerdo con el Programa denominado PROIGUALDAD 2013-2018, a nivel nacional, alrededor del 15% de las mujeres habita en viviendas con deficiencias de infraestructura, de espacio o de servicios. Entre la población indígena el porcentaje con carencias por calidad y espacios de la vivienda alcanza al 42% de las mujeres y por carencias en los servicios básicos hasta el 50.6%.

2.9.4 Residuos

En lo que concierne a los residuos sólidos urbanos (RSU), es necesario distinguir entre aquellos residuos generados y aquellos recolectados, ya que los que no son recolectados son potencialmente emisores de GEI que además contaminan recursos naturales como el suelo y el agua; en contraparte, los residuos que son recolectados pueden ser aprovechados y, por ende, la reducción de emisiones se hace más factible. En lo que concierne a los residuos sólidos urbanos (RSU) recolectados diariamente en 2015 fue de 15,768 t (Coordinación General de Protección Civil, 2015). Los municipios donde se recolectan mayores volúmenes diarios son Naucalpan de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Coacalco de Berriozábal, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Nezahualcóyotl, Toluca, Metepec, Tecámac, Tlalnepantla de Baz, Tultitlán, Valle de Chalco, Chimalhuacán, Huixquilucan, Ecatepec de Morelos y Nicolás Romero (INEGI, 2014).

Un factor determinante entre la generación y la recolección es la forma en que son dispuestos los RSU, los cuales de acuerdo con estadísticas de INEGI (2015), 90.57% de las viviendas entrega sus residuos al servicio público de recolección, 2.62% tiran en el basurero público o colocan en el contenedor o depósito, 5.92% quema sus residuos, 0.31% entierra o la tiran en otro lugar y 0.59% no especificó su forma de eliminación de RSU (figura 2.23). Del porcentaje que hacen uso del servicio público de recolección, 45.45% separa sus residuos y 54.21% no los separa en inorgánicos y orgánicos. Asimismo, del total de

hogares, 49.39% reutiliza sus residuos para alimentar animales, 37.21% los reutilizan para las plantas y 57.86% vende o regala sus residuos. Estas estadísticas reflejan un incremento en la cultura de la reutilización y reciclaje, actividad que resulta importante para reducir las emisiones de GEI.

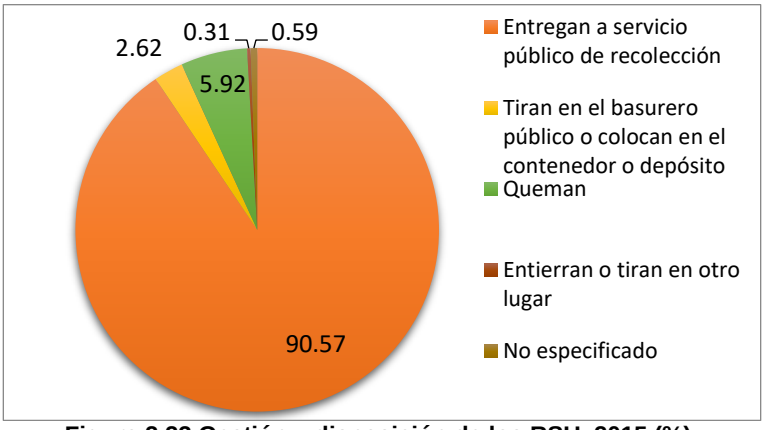


Figura 2.23 Gestión y disposición de los RSU, 2015 (%).
Fuente: INEGI, 2015.

Por otro lado, de acuerdo con la Dirección General de Manejo Integral de Residuos, en el 2020, 14 municipios cuentan con rellenos sanitarios, asimismo 29 municipios cuentan con sitios controlados y 12 municipios con sitios no controlados (tiraderos a cielo abierto), 14 centros de transferencia y 11 plantas o áreas de compostaje, separación tratamiento y biodigestor en operación. Es importante mencionar que el 62% de los residuos se disponen bajo la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Asimismo, en el Estado de México se reciben residuos de otras entidades, de la Ciudad de México, se recibieron en 2020 9,068 ton/día, en los rellenos sanitarios de Cuautitlán Izcalli, Chicoloapan, Naucalpan de Juárez e Ixtapaluca (en La Cañada y El Milagro), a su vez, el Estado de México, envía alrededor de 1,040 ton/día a la Ciudad de México y 75 ton/día a Querétaro (Dirección General de Manejo Integral de Residuos, 2020)

En cuanto al reciclaje, en el 2010 se contaba con 43 centros de acopio, sin embargo, para el 2014 el número de centros disminuyó a 23, y de acuerdo con la SEMARNAT (2015), estos recolectan diariamente en promedio 3,670 Kg de plástico, 1,637 Kg de vidrio y 797 Kg de PET principalmente, como se muestra en la figura 2.24, siendo el volumen total anual de aproximado de 2,696 t, en contraste con la suma de 10,902 t que se recolectó en el año 2010. Las cifras que no consideran residuos que se acopian de manera informal o al interior de las viviendas de manera independiente, lo cual no debe dejarse a un lado, dado que conocer estas cantidades otorgará un panorama más real sobre lo que se acopia en mayor cantidad y el potencial de valorización o reciclaje de cada tipo de residuo.

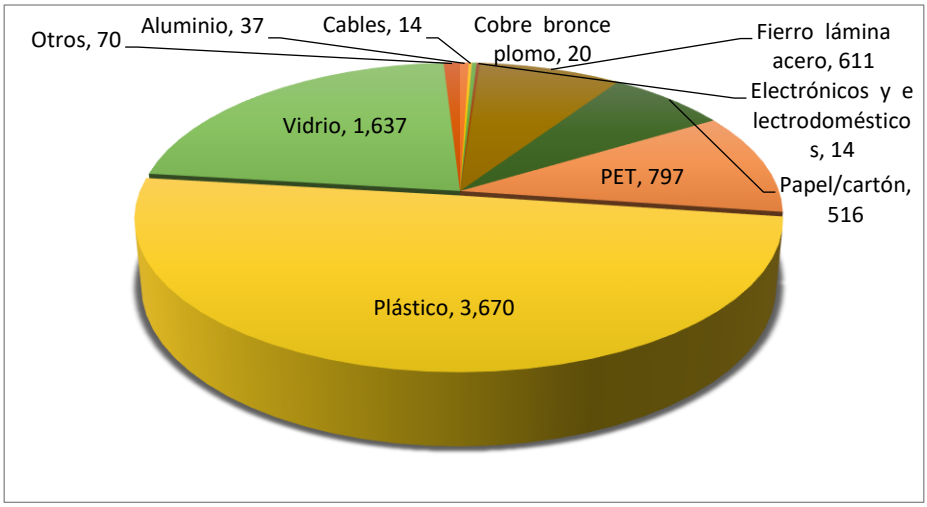


Figura 2.24. Porcentaje de materiales valorizables recolectados según su tipo, 2010.
Fuente: SEMARNAT, 2015.

En lo que respecta al manejo de residuos peligrosos (RP) y de manejo especial (RME), de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, se incluyen dentro de estos residuos de materiales de construcción, salud,

generados en actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, transporte, del tratamiento de aguas residuales, entre otros.

Al respecto, a nivel federal se reportaron un total de 5,669 empresas generadoras de Residuos Peligrosos registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT para el periodo 2004-2016, estimando que pudieran generar alrededor de 46,688.8 t de residuos peligrosos, de los cuales las actividades o sectores que más generarían son en primer lugar el químico (29%), los prestadores de servicios que generan residuos peligrosos (20%), los servicios de manejo de residuos peligrosos (18%) y el de asbesto automotriz (10%).

En la figura 2.25, se puede apreciar que en el período 2004-2014 los volúmenes de residuos peligrosos generados en mayor cantidad correspondieron a los residuos sólidos (968 067 t, 44.1% del total generado), que incluyen a los residuos de mantenimiento automotriz, asbesto, telas, pieles, metales pesados, tortas de filtrado y otros sólidos. El siguiente tipo de residuo con mayor generación fueron los aceites gastados (460 277 t; 21%), los lodos (175 488 t; 8%) y los biológico-infecciosos (150 076; 6.8%). Los residuos peligrosos que menos se generaron fueron las breas (580 t, 0.03% del total generado), las sustancias corrosivas (21 623 t; 1%) y los solventes (69 741 t; 3.2%).

Dentro de los distintos tipos de residuos peligrosos, los biológico-infecciosos (RP-BI) tienen gran importancia por los posibles riesgos que representan cuando su manejo resulta inadecuado. Incluyen a los que se producen en instalaciones que brindan servicios de atención a la salud y actividades relacionadas, y están compuestos por residuos anatómicos, cultivos y cepas de microorganismos, objetos punzocortantes, muestras patológicas y sangre. En el periodo 2004-2014, su volumen de generación fue de 150 076 toneladas, lo que representó el 6.8% del total de los residuos generados a nivel nacional.

El mayor volumen de este tipo de residuos que se genera en el país correspondió entre 2004 y 2014 a residuos anatómicos (57.2%), el 20.3% fueron residuos patológicos, el 15.2% objetos punzocortantes, el 3.9% sangre y 3.3% fueron cultivos y cepas.

Si se analiza la generación de este tipo de residuos por entidad federativa, cinco de ellas concentraron poco más del 87% del total nacional: la ZMVM (70 492 t; 47% del total), Tamaulipas (32 994 t; 22%), Guanajuato (13 405 t; 8.9%), Nuevo León (7 022 t; 4.7%) y Chihuahua (6 955 t; 4.6%; Mapa 7.8) (Informe de la Situación del medio ambiente en México, 2015).

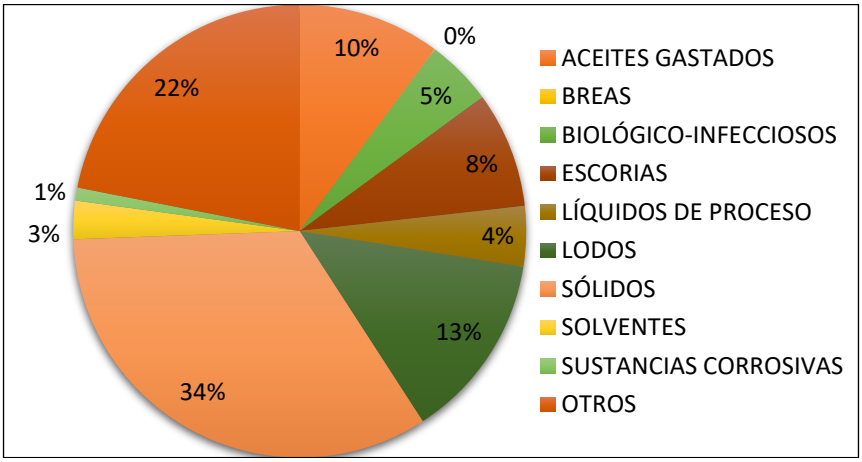


Figura 2.25. Porcentaje de Residuos Peligrosos por tipo

Fuente: Dirección General de Estadística e Información Ambiental de la SEMARNAT. México, 2015.

A nivel Estado, la infraestructura autorizada para la incineración anual de residuos en el 2016 fue de 29,784 t. En este sentido la capacidad instalada para el tratamiento de residuos biológico-infeccioso in situ en 2014 fue de 73 t anuales y de 13,140 t anuales ex situ, así como de 72,238 t al año para el manejo de residuos peligrosos en el 2016.

Otro tipo de residuos son los que se refieren a las aguas residuales, al respecto, se conoce que, a nivel nacional, de acuerdo con la CONAGUA (2012), existen 2,289 plantas en operación y procesan un caudal de 97.6 m^3/s, equivalente al 46.5% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en 210 m^3/s.

El agua residual generada en el Estado durante el 2011 fue de 26,169 l/s (equivalente a 26.17 m^3/s), de ésta, el agua residual colectada fue de 23,719 l/s. La capacidad instalada en operación en 139 plantas es de 8,743 l/s, de los cuales el caudal tratado es de tan sólo 6,493.9 l/s, siendo la cobertura de tratamiento del 27.4% del agua residual colectada y 24.8% del agua residual generada (CONAGUA, 2012), esta cifra lo coloca en uno de los Estados con menor cobertura de tratamiento, a pesar de su alto caudal de tratamiento y capacidad instalada.

Para el año 2015, había 211 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, de las cuales, 52 se encuentran en la cuenca del Río Lerma, 45 en la cuenca del Río Balsas y 114 en la Cuenca del Río Pánuco. En cuanto a las localizadas en la cuenca del Río Lerma, la capacidad instalada es de 4,043 l/s con un caudal de 2.652 l/s, ocupando un volumen mensual de

7'103,626 m^3 y beneficiando a 1'326,098 habitantes. En la cuenca del Río Balsas, la capacidad instalada es de 767 l/s con un caudal de 234.79 l/s, ocupando un volumen mensual de 628,862 m^3 y beneficiando a 169,719 habitantes. Finalmente, en la cuenca del Río Pánuco, la capacidad instalada corresponde a 6,249.8 l/s y caudal de 2,972 l/s, ocupando un volumen mensual de 7'960,773 m^3 y beneficiando a 679,344 personas (CAEM, 2015).

Cabe mencionar que las aguas residuales de origen urbano provienen de las viviendas, edificios públicos y de la escorrentía urbana que se colecta en el drenaje. Sus principales contaminantes son nutrimentos (nitrógeno y fósforo), organismos patógenos (bacterias y virus), materia orgánica, detergentes, metales pesados, sustancias químicas orgánicas sintéticas, hormonas y productos farmacéuticos (Silk y Ciruna, 2004 en SEMARNAT, 2013 b). De ahí que el tratamiento es muy importante para reducir no sólo la carga de contaminantes y su afectación ambiental, sino también la velocidad en que se efectúa el proceso de descomposición que se evidencia en la emisión de gases. El tipo de tratamiento, al respecto se hace fundamental para eliminar las sustancias de desecho del agua. En la entidad se usan diferentes tratamientos, pero los más utilizados son el de lodos activados, tratamiento dual y las lagunas de estabilización.

La mayoría de las plantas de tratamiento municipales son operadas por los municipios y por la Comisión de Aguas del Estado de México (CAEM). Además, los sitios de descarga más usuales son colectores municipales y ríos (figura 2.26).

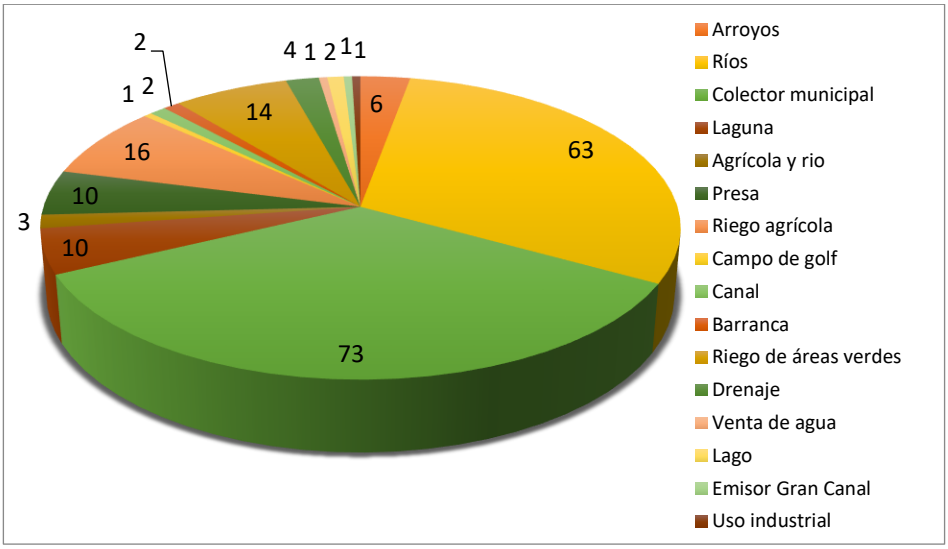


Figura 2.26. Número y tipo de sitios de descarga de las plantas de tratamiento municipal.
Fuente: CAEM, 2015.

En el 2011, existían 330 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, con capacidad instalada de 3,665 l/s y capacidad en operación de 2,569.7 l/s. Los tipos de tratamiento a los que se pueden someter las aguas residuales industriales son tres: tratamiento primario, secundario y terciario (figura 2.27). El tratamiento que más caudal trata es el secundario con 2,357.7 l/s y se aplica en 190 plantas. Le sigue el tratamiento terciario que trata un caudal de 109.8 l/s, en 13 plantas. El tratamiento que menor caudal trata es el primario y se aplica en 124 plantas, a pesar de que éstas son más que aquellas con tratamiento terciario. Asimismo, otras plantas que no especificaron el tipo de tratamiento son tres y tratan 6.8 l/s.

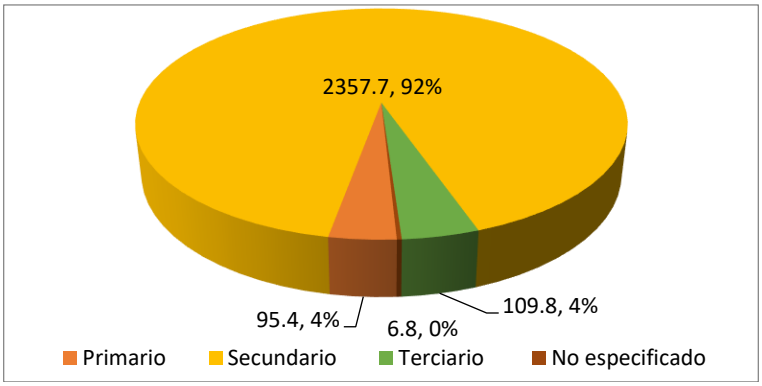


Figura 2.27. Porcentaje de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por proceso, 2011.
Fuente: CONAGUA, 2012.

En lo que se refiere a la descarga de aguas sin tratamiento en la figura 2.28 muestra que, en 2010 y de acuerdo con INEGI (2013), se registraron 271 puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en la entidad; el 60% de éstos se localiza en ríos y arroyos.

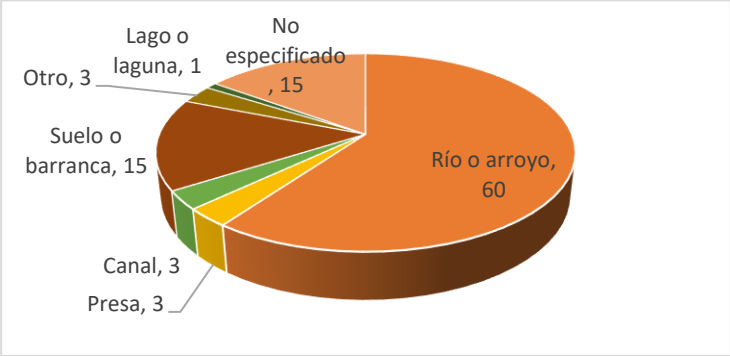


Figura 2.28. Distribución porcentual de los puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, según tipo de cuerpo receptor, 2010.
Fuente: INEGI, 2013.

Siete municipios concentran 42% del total de puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en ríos y arroyos de la Entidad; dentro de los municipios de Naucalpan de Juárez, Cuautitlán Izcalli, Nezahualcóyotl, Ixtapaluca, Cuautitlán, Capulhuac y Atlacomulco.



Figura 2.29 Canal de desagüe. Planta Lerma.

En lo que respecta a la generación de lodos, considerando los 39 municipios donde se trata al menos una parte de sus aguas residuales, en 21 se reportan lodos residuales, esto es, subproductos que se generan al reducir los contaminantes de las aguas utilizadas en viviendas y establecimientos públicos, comerciales y de servicios. De los municipios que informaron la presencia de lodos residuales, 11 reportaron dar tratamiento al total de lodos producidos, lo cual deja una cantidad de lodos sin tratar como desconocida (INEGI, 2013 c) (figura 2.30).



Figura 2.30. Contenido del lecho de canales como sedimentos y residuos sólidos urbanos.

Sobre la infraestructura asignada al manejo y control de estos residuos de manejo especial, CONAGUA (2012) reporta que, en promedio, el 24.82% es enviado a lagunas de estabilización y humedales, donde se extraen con periodicidad de 5 a 10 años y el 75.18% de los lodos es enviado a los rellenos sanitarios. Las afectaciones al ambiente asociadas al manejo inadecuado de los lodos tienden a incrementarse, sobre todo porque en muchas de las plantas de tratamiento de agua residual no se cuenta con sistema para el manejo de estos.

2.10 Energía eléctrica y combustibles fósiles

2.10.1 Reforma Energética

A finales del siglo XX y principios del XXI eran dos compañías las encargadas de otorgar el servicio de energía eléctrica en México: 1) Luz y Fuerza del Centro (LFC), compañía reguladora del centro del país, y 2) Comisión Federal de Electricidad (CFE), que regulaba el resto del territorio mexicano. En el año 2009 cuando se determinó, por Decreto Presidencial, extinguir LFC, dejando a la CFE como la encargada de la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica en todo el país.

Asimismo, el 12 agosto del 2013, se propuso una reforma constitucional, llamada Reforma Energética, aprobada por el Senado de la República y la Cámara de Diputados el 11 y 12 de diciembre, respectivamente. Dicha reforma eliminó el monopolio de la CFE al aprobar la apertura de la inversión privada, permitiendo la participación del sector privado.

El objetivo de la reforma era que la CFE incrementará su competitividad, construyendo nuevas plantas y/o modernizando la base de la generación de energía, mientras que por medio de los particulares se impulsaría la inversión en nuevas centrales de generación de energía con tecnologías limpias y eficientes.

2.10.2 Producción de energía eléctrica

El uso de la energía primaria y secundaria para la generación de electricidad varía de una región a otra, así como de la disponibilidad de recursos económicamente competitivos. Esto obedece a la volatilidad en los precios del combustible y a la disponibilidad de tecnologías de mayor eficiencia y con un impacto ambiental sensiblemente menor que las plantas convencionales que utilizan derivados del petróleo. Se estima que durante el periodo 2007- 2025, la fuente primaria de mayor crecimiento en la generación eléctrica serán las energías renovables (SENER, 2010).

Hasta el año 2010 la producción de electricidad en la entidad era de 6,871 Gigawatts por hora (GW/h), sin embargo, en 2012 se denota un pico de disminución (tabla 2.13). Durante el periodo 2011-2015, el año en el que se obtuvo mayor producción de electricidad fue en el 2015 con 7,094 GW/h.

Tabla 2.13 Energía eléctrica producida en GW/h por tipo de planta en el Estado de México, 2011-2015

Tipo de planta	2011	2012	2013	2014	2015
Hidroeléctrica	51	63	61	94	--
Termoeléctrica	6,511	5,703	6,720	6,022	--
Vapor	2,839	2,526	2,054	1,723	--
Ciclo combinado	2,173	1,976	3,139	3,130	--
Turbogas	1,499	1,200	1,473	1,169	--
Total	**6,562**	**5,766**	**6,728**	**6,116**	**7,094***

Fuente: CFE. Subdirección de Generación.
*Dato obtenido del PRODESEN 2015-2029.

De acuerdo con el INEGI, el número de centrales generadoras con respecto al 2014 disminuyó, debido a que se dieron de baja centrales y unidades obsoletas, así como al hecho de que entregaron al Sindicato Mexicano de Electricistas (SME) las centrales hidroeléctricas. La disminución en la generación de energía eléctrica respecto a la edición anterior se debe a que el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) administra, a través de un sistema tecnológico, la demanda de energía considerando la disponibilidad y el menor costo; además, el Sistema Eléctrico Nacional interconecta todas las centrales del país, por lo que las centrales de otros estados pueden surtir de energía de acuerdo a la disponibilidad, lo que ocasiona que una central pueda disminuir su producción(INEGI 2015).

De acuerdo con la información de la CFE, hasta el año 2014 el Estado de México contaba con 25 diferentes tipos de centrales generadoras de energía, de las cuales 12 son plantas hidroeléctricas y 13 son termoeléctricas (una de ciclo combinado, diez de turbogas y dos de vapor).

A diciembre de 2015, 15 centrales de generación se encontraban en construcción y 5 en rehabilitación y modernización; entre las cuáles se encuentra la del Valle de México II de ciclo combinado, ubicada en el municipio de Acolman y la cual estaba programada iniciar operaciones en diciembre del 2017.

Para determinar la generación bruta del Sistema Eléctrico Nacional por entidad federativa, la República Mexicana se divide en 5 regiones, donde el Estado de México forma parte de la Región Centro (junto con Morelos, Tlaxcala, Ciudad de México, Puebla e Hidalgo). Dicha región hace una aportación total de producción energética de 25,737.1 GWh, de la cual el Estado contribuye con el 28.2% y con el 2.3% con respecto al total nacional (SENER, 2015).

2.10.3 Consumo de energía eléctrica

Respecto al consumo, durante 2014, se tuvieron ahorros importantes en energía eléctrica derivados del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (PRONASE). Con esta tercera edición del programa se dio seguimiento a seis líneas de acción desarrolladas por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y que conllevan al ahorro efectivo de energía. Dichas líneas corresponden a programas de Normalización, Alumbrado Público y Administración Pública Federal. Derivado del PRONASE 2014-2018, se creó y publicó el 19 de diciembre del 2014 en el Diario Oficial de la Federación, la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más limpios (ETPRONASE).

El crecimiento del consumo de la energía eléctrica está relacionado con el crecimiento económico del país. De acuerdo con información del CENACE e INEGI, entre 2005 y 2015 el PIB creció 2.7% en promedio anual, mientras que el consumo de energía eléctrica creció a un ritmo de 3.0% (figura 2.31). Con respecto al año 2009, el consumo nacional de energía eléctrica decreció debido a la recesión económica de ese año.

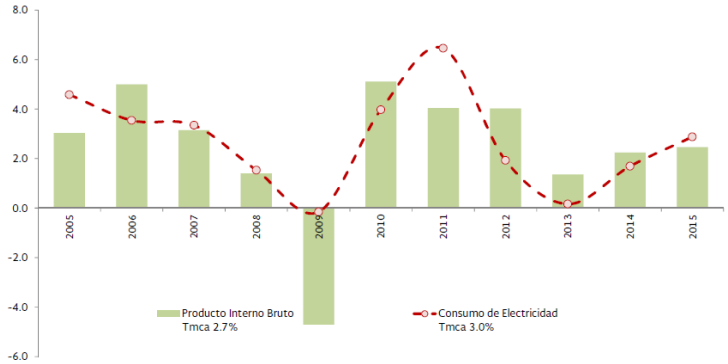


Figura 2.31. PIB y consumo de energía eléctrica, 2005-2015
Fuente: SENER con información de CENACE e INEGI, 2005-2015.

Haciendo referencia al consumo por región, el área central ha mantenido una tasa de crecimiento (Tmca) de 1.9% (Tabla 2.14). Dicha tasa ha sido la menor en la década (2005-2015), debido a la fuerte concentración poblacional en el centro del país, ya que esto limita la expansión e incremento de la demanda de electricidad. Sin embargo, esta región ocupa el segundo lugar (después de la Región Occidental) de mayor consumo respecto al resto de las regiones del país, con el 20% de participación, que equivale a 60,685 GWh (PRODESEN 2018-2032).

Tabla 2.14 Consumo de energía eléctrica de la Región Central por año durante el periodo 2005-2017

Año	Región Centro
2005	49,129.0
2006	50,523.3
2007	51,953.0
2008	52,429.7
2009	52,158.2
2010	54,227.4
2011	55,107.6
2012	54,866.3
2013	53,891.1
2014	53,227.9
2015	53,649.0
2016	59,103.0
2017	60,685.0
Tmca	1.86%

Fuente: SENER con información de PRODESEN 2018-2032 y del CENACE

En 2016, se registró un consumo bruto de energía eléctrica nacional del SEN de 309,777 GWh, 3.7%, mayor respecto al año anterior. El Estado de México es una de las entidades con mayor concentración de usuarios, con una participación nacional del 11.2%. En 2015, el volumen de venta fue de 18,338 GW/h, lo que representó 6.1% del total nacional. El número de usuarios conectados al servicio de electricidad alcanzó los 4.5 millones para ese año.

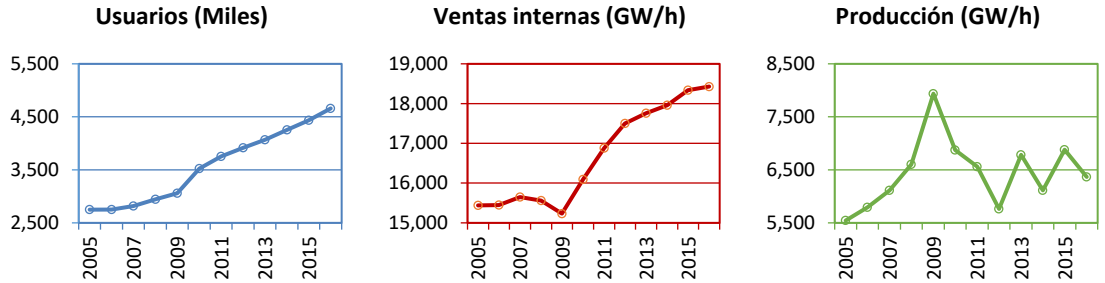


Figura 2.32 Comportamiento anual de la producción, ventas y número de usuarios en la Entidad, periodo 2005-2016
Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2016 y el Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER.

En el 2015, CFE reportó una disminución de 9.6% de los ingresos por ventas de energía eléctrica, que se explica por la disminución de las tarifas industriales, comerciales y domésticas que se dieron durante ese año, asociada al decremento de los precios de los combustibles fósiles empleados para la generación de electricidad.

En el 2015, las ventas de electricidad se incrementaron 2.0% (equivalente a 4,185.9 GWh), respecto al año anterior, ubicándose en 212,200.8 GWh. El sector con mayor crecimiento fue la empresa mediana y cuya participación de ventas fue de 38.3% del total, 26.4% correspondió al sector residencial, 19.4% a la gran industria, el sector comercial con 7.0%, el agrícola 4.7% y servicios públicos 4.2% (SENER, 2015). El Estado de México presentó la mayor participación con el 8.6% del total nacional.

Tabla 2.15 Ventas de energía eléctrica (en GW/h) por sector en el Estado de México, en el periodo 2005-2015

Sector	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Industrial	10,391	10,491	10,649	10,522	10,454	10,767	12,117	12,505	12,279	12,584	12,901
Doméstico	2,843	2,790	2,797	2,885	2,718	3,134	3,602	3,673	3,715	3,835	3,909
Servicios	1,159	1,140	1,155	1,094	1,061	1,143	656	697	852	610	536
Comercial	1,001	989	1,005	1,016	957	994	476	590	799	890	937
Agrícola	48	38	43	40	42	51	29	32	44	42	54
Total	15,442	15,449	15,649	15,557	15,233	16,090	16,881	17,498	17,688	17,960	18,338

Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2015.

Como se puede observar en la figura 2.33, el sector industrial se caracteriza por su alto consumo y por extensos patrones de horarios de demanda. Asimismo, en el periodo de 2005-2015, en todos los sectores se puede apreciar un incremento anual en el consumo.

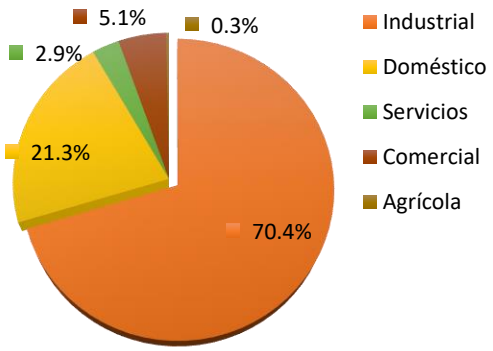


Figura 2.33 Porcentaje de ventas internas de energía eléctrica por sector en la entidad, para el 2015.
Fuente: CFE. Estadísticas de ventas.

2.10.4 Combustibles fósiles

Los sistemas energéticos constituyen componentes extremadamente complejos y amplios de las economías nacionales, esto hace que la magnitud de la tarea de compilar un registro completo de las cantidades consumidas de cada tipo de combustible en cada actividad de "uso final" sea considerable. Las emisiones de gases de efecto invernadero del Sector Energía son el resultado de la producción, transformación, manejo y consumo de productos energéticos (UNFCCC, 2010).

De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU, el 80% de las reservas de combustibles fósiles deben permanecer en el suelo si la comunidad internacional quiere cumplir el objetivo declarado de limitar el calentamiento global por debajo de los 2ºC este siglo.

De forma más concreta, se hace un llamado a los responsables de instituciones que tienen inversiones en la industria de los combustibles fósiles para que las congelen inmediatamente y que en un plazo de cinco años lleven a cabo la desinversión total de sus carteras fósiles (UNFCC, 2015).

Para el caso del Estado de México, la fuente oficial de información está basada principalmente en los Balances Nacionales de Energía, el Sistema de Información Energética (SEI) y las Prospectivas del mercado de los combustibles, como es el gas natural, gas LP y petrolíferos, asimismo, se utilizaron otras fuentes de información como la proporcionada por la industria de la región a través del instrumento de Cédula de Operación Integral (COI estatal y municipal).

Para ilustrar lo anterior, en la (figura 2.34) se presenta el consumo energético en la Entidad por sector y tipo de combustible que está compuesto fundamentalmente por combustibles de origen fósil, que en términos de Peta Joules (PJ) representan el 95.4% (357.4 PJ) del balance de energía primaria para el 2015, mientras que la biomasa (leña) representa el restante 4.6%. Los principales combustibles usados son el gas natural 40.0% (143.0 PJ), la gasolina 28.2% (100.8 PJ), el gas L.P. 17.8% (63.5 PJ), el diésel con 10.5% (377 PJ) y el resto de los combustibles (coque de petróleo, combustóleo, turbosina y carbón) con el 3.5% (6.8, 2.4, 2.2 y 0.9 PJ respectivamente).

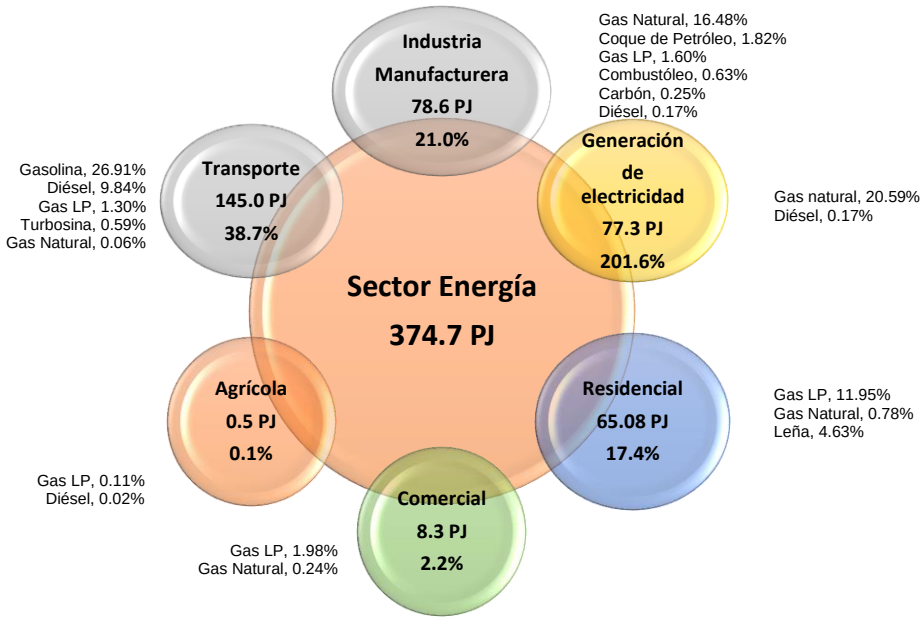


Figura 2.34 Consumo de combustibles por sector en la Entidad, 2010.
Fuente: Elaboración IEECC, con base en datos de SIE, SENER, SEMARNAT Y SMAGEM.

La demanda de petrolíferos, que es la principal fuente de energía a nivel mundial, en la Entidad aumentó en el 2015, 15.1% respecto al 2005. Esto se relaciona con el crecimiento en el consumo de energía de los sectores generación de electricidad (26.0%), industria manufacturera (21.4%) y transporte (17.8%) (Tabla 2.16). A su vez, el crecimiento en el consumo del sector transporte se asoció al incremento del parque vehicular emplacado.

A nivel nacional se identifica que, en localidades de menos de 2,500 habitantes, el porcentaje de viviendas que usa leña o carbón es de 49.2%. Ya que en áreas rurales la principal fuente de energía es la leña, es indispensable ofrecer alternativas de uso, fomentando la equidad de género y hacerlas asequibles a las mujeres rurales, indígenas y campesinas para detener la deforestación y la desertificación (PROIGUALDAD 2013-2018).

Tabla 2.16 Consumo de combustibles en Peta Joules por subsector, periodo 2005 y 2015.

Subsector Energía	2005	2015
Generación de electricidad	57.2	77.3
Industria manufacturera	61.8	78.6
Transporte	119.2	145,0
Comercial	12.3	8.3
Residencial	51.9	47.7
Agricultura	0.9	0.5
Total*	**303.3**	**357.4**

Fuente: Elaboración IEECC, con base en datos de SIE, SENER, SEMARNAT y SMAGEM.
*Nota: Los totales no incluyen el consumo de leña.

2.10.5 Intensidad energética

En 2015 a nivel nacional la intensidad energética, es decir, la cantidad de energía requerida para producir un peso del PIB fue de 604.45 KJ. Esto implicó una caída de 3.9% respecto al 2014. De 2014 a 2015, el PIB creció 2.5%, mientras que el consumo nacional de energía cayó 1.4%. Tal comportamiento se ve reflejado en la variación observada en el indicador de intensidad energética (Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2016).

Para el Estado, la intensidad energética a precios de 2008 fue de 297.8 KJ por peso de PIB producido. Con respecto al año anterior que fue el 2014 hubo un incremento del 2.2% en este rubro. Este comportamiento puede asumirse a las necesidades y actividades propias de la Entidad que han ido incrementado en el transcurso del periodo.

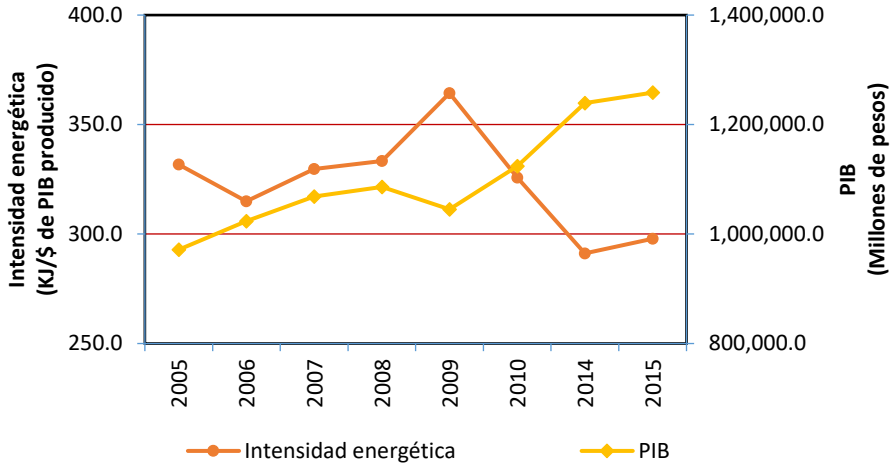


Figura 2.35. Intensidad energética y PIB, en el año 2005 y 2010
Fuente: Elaboración IEECC, con datos de IGECEM, Producto Interno Bruto Nacional y Estatal, 2016.

2.10.6 Consumo de energía per cápita

El consumo de energía per cápita fue 23.1 GJ por habitante en el 2015, 0.6% mayor con respecto al 2005. En ese periodo, la población de la entidad pasó de 14.1 a 16.2 millones de habitantes, lo que representó un crecimiento del 12.8%.

Al respecto la figura 2.36 muestra evidente disminución en el consumo per cápita, lo que indica que, a pesar del crecimiento poblacional, se requiere una misma o menor oferta energética, o bien que existe mayor eficiencia en el uso de la energía, por parte de la población.

Finalmente, es importante señalar que en la Zona Metropolitana del Valle de México se asientan dos tercios de la población estatal que, con importante actividad económica, compleja dinámica urbana, y un parque vehicular de más de cuatro millones de vehículos.

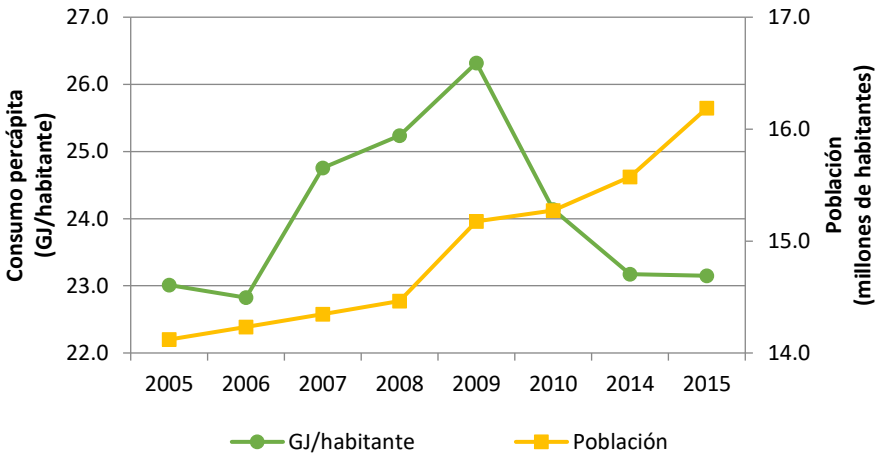


Figura 2.36 Consumo de energía per cápita y población, en el 2005 y 2015
Fuente: INEGI, SIE y SENER 2005-2015.

2.11 Energías Renovables y Eficiencia Energética

A raíz de la Reforma Energética, se han impulsado una enorme cantidad de proyectos de energías renovables a través de las Subastas del Mercado Eléctrico de Largo Plazo. Es fundamental su ejecución y ampliación en volumen y alcance en beneficio de toda la economía y para cumplir con las metas nacionales de energías limpias y Cambio Climático. Asimismo, es indispensable la sustitución de combustibles pesados como el carbón y el combustóleo por gas natural, así como la adopción de más proyectos de eficiencia energética adaptados a las necesidades de la Entidad.

México cuenta con gran diversidad de fuentes de energía. Con la explotación de algunos recursos energéticos, como son las energías fósiles y las altas emisiones contaminantes que de ellas emana, han motivado a que surjan nuevas Políticas Energéticas enfocadas a la inclusión de las fuentes de energía limpia en la matriz energética. Ante esta necesidad, se ha promovido un fuerte desarrollo tecnológico que implique en un futuro, la no dependencia a los combustibles fósiles y a la considerable reducción de los costos que generan, económica y ambientalmente.

En los últimos años, se ha buscado el desarrollo de la sustentabilidad energética con el fin de incluir al medio ambiente como uno de los elementos de competencia que contribuyan al desarrollo económico y social de la población. De ahí que exista claro compromiso, derivado de la Reforma Energética: prever el incremento gradual de la participación de las Energías Renovables en la Industria Eléctrica, para cumplir con las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones (SENER, 2015).

2.11.1 Energías renovables

Las energías renovables son aquellas energías que provienen de recursos naturales que no se agotan, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano y a los que se puede recurrir de manera permanente. Su impacto ambiental es nulo ya que, al ser generadas, no liberan emisiones contaminantes. Se consideran energías renovables la energía solar, la eólica, la geotérmica, la hidráulica y la eléctrica. También pueden incluirse en este grupo la biomasa y la energía mareomotriz.

Para llevar a cabo la transición energética se requiere de un conjunto de instrumentos de política nacional en materia de obligaciones de energías renovables y aprovechamiento sustentable de la energía, a mediano y largo plazo. Esto con la finalidad de fomentar mayor participación de las energías renovables en la planeación del sector, diversificando la matriz energética y reducir, bajo criterios de viabilidad económica, la dependencia del país de los combustibles fósiles como fuente primaria de energía.

Se requiere de acciones, estrategias, programas, lineamientos y normas que permitan un sector energético basado en tecnologías limpias, energéticamente eficientes y que promueve la productividad, el desarrollo sustentable y la equidad social en el país (figura 2.37) (SENER, 2015).

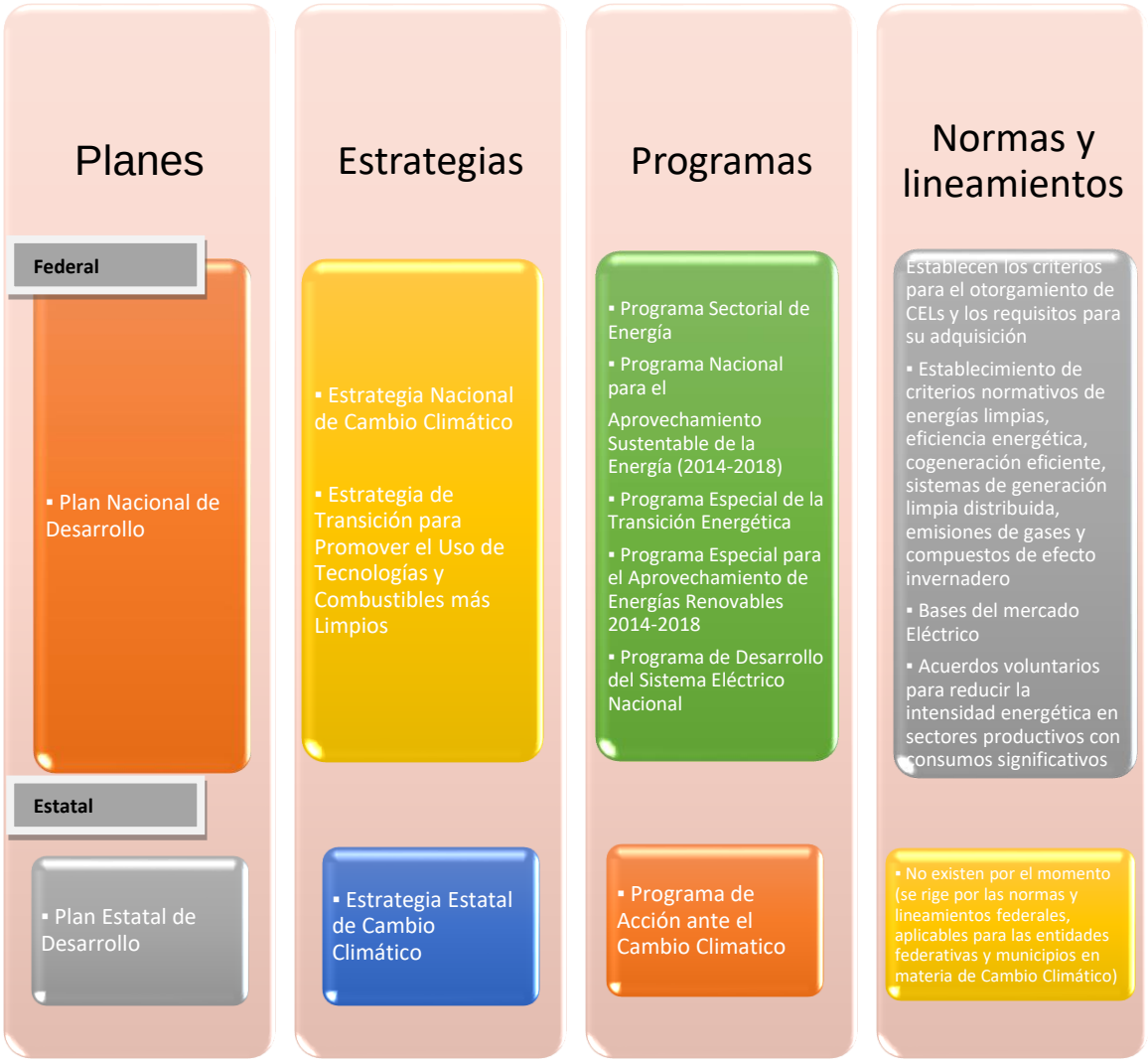


Figura 2.37 Mecanismos y fomentos de energías renovables
Fuente: SENER, 2015.

Las energías renovables tienen un papel fundamental en el sector eléctrico y en el sector transporte, por ende, en el comportamiento de la economía nacional. El conocer la tendencia a 15 años de las variables macroeconómicas, permite establecer las líneas a seguir para la inclusión de estas energías a efecto de que se cubran las necesidades de la población de manera más sustentable, eficiente y con el menor costo posible.

Así, al considerar factores como el comportamiento de la economía nacional en las estimaciones de demanda y consumo de energía eléctrica para el mediano y largo plazo permite optimizar, dimensionar y diseñar la expansión de capacidad de generación y transmisión requerida. De igual manera, esta variable permite dimensionar las necesidades a futuro que habrá en la demanda de biocombustibles, que hoy en día está en vías de desarrollo (SENER, 2015).

En el contexto nacional, al cierre de 2015 la capacidad instalada de generación mediante energías renovables se incrementó 6.6% respecto al periodo 2014, llegando a los 17,140.4 MW, lo cual representó el 25.2% de la capacidad de generación total. La mayor parte de la capacidad en operación renovable continúa dominada por la generación hidroeléctrica, que en suma con la energía eólica representan el 80% de la capacidad instalada en energías limpias.

Entre 2005 y 2015, la energía eólica ha presentado la mayor expansión en capacidad instalada con el 104.7% anual. Por otro lado, durante 2015 la generación de energía eléctrica renovable representó el 15.3% (equivalente a 47,548.7 GWh), del total nacional. Es destacable que, la energía eólica presentó el mayor crecimiento en la última década con una tasa de crecimiento de 106.8%, pasando de 5.0 GWh a 8,745.1 GWh en 2015.

Por el contrario, la generación de electricidad por geotermia presenta una tasa media de crecimiento anual negativa, a pesar de ello, ha mantenido sus niveles de generación como se muestra en la figura 2.38. En cambio, las tecnologías que emplean energía solar, biogás y bagazo, presentan un crecimiento sostenido impulsado en su mayoría por programas de apoyo derivados de las políticas energéticas, cuyo objetivo es fomentar la inclusión de dichas tecnologías a la matriz energética.



Figura 2.38 Evolución de la capacidad instalada con energías renovables, 2005 – 2015 (MW).
Fuente: SENER, 2015.

Dentro del contexto estatal, de las energías renovables mencionadas anteriormente y que se utilizan para generar energía eléctrica, sólo se cuenta con las siguientes:

Hidroeléctricas

Al cierre de 2015 se reportó 97 centrales de generación hidroeléctrica con capacidad total de 12,488.5 MW, 0.5% mayor que lo reportado en el año anterior. En 2014 se reportó el mayor incremento de capacidad de los últimos años con 796 MW, mientras que en el 2015 sólo se adicionaron 59.5 MW al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

En el área Central se encuentra la segunda central hidroeléctrica con mayor capacidad de generación se encuentra en el estado de Guerrero, la denominada “Infiernillo”, que generó en 2015, 2,627.6 GWh (SENER 2015).

De acuerdo con datos de la SENER, en el Estado de México existen 15 centrales hidroeléctricas de las cuáles una es de Generación (contrato con CENACE), dos de autogeneración y doce pertenecen a CFE. En el 2015 sólo se reportan hidroeléctricas con generación eléctrica de 71.3 GWh.

Tabla 2.17 Centrales de generación hidroeléctrica en el Estado de México, 2015

Central	Esquema[1]	No. de centrales	Capacidad efectiva total (MW)	Capacidad en contrato de interconexión (MW)	Generación Bruta (GWh)
Hidroeléctrica	GEN	1	0	0	0
	AUT	2	0	0	0
	CFE	12	7	7	71.5
Total		15	7	7	71.5

1/ AUT: Autoabastecimiento; CFE: Comisión Federal de Electricidad; GEN: Generación.
Fuente: Elaboración propia, con datos de SENER. 2015.

Energía solar

En México, al 2015 se reportaron 9 centrales de generación con energía solar fotovoltaica; que, en conjunto, suman 56.0 MW de capacidad y generaron 78.0 GWh de energía eléctrica. En la entidad se localiza una de autoabastecimiento (Central “Iusasol Base, S. A. de C. V.), la cual no reporta generación en el año 2015.

Tabla 2.18 Centrales de generación solar, 2015

Central	Esquema[1]	No. de centrales	Capacidad efectiva total (MW)	Capacidad en contrato de interconexión (MW)	Generación Bruta (GWh)
Iusasol Base, S.A. de C.V.	AUT	1	0.9	0.9	0

. / AUT: Autoabastecimiento.

Fuente: SENER, 2015.1.

Otros tipos de energías renovables

Los bioenergéticos según la definición de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB) es la siguiente:

"Combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, algacultura, residuos de la pesca, domesticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente en los términos de la LPDB".

En todo el país se cuenta con 70 centrales de generación que emplean bioenergía, ya sea biomasa o biogás. Las regiones con mayor producción de energía eléctrica a través de estos bioenergéticos son Oriental y Occidental, con 598.0 GWh y 389.0 GWh, respectivamente. Esto es asociado a la gran cantidad de ingenios azucareros que existe en esa región, siendo el estado de Veracruz uno de los más importantes en la producción de bagazo de caña.

En el Estado de México sólo se cuentan con dos centrales, una de cogeneración que es operada por Conservas La Costeña, S.A. de C.V. y otra de pequeños productores, que lo generan de la central Energreen Energía Pi, S. A. de C. V.; ambas empresas generan en conjunto 5.3 GWh.

Tabla 2.19 Centrales de generación con bioenergía, 2015

Central	Esquema[1]	No. de centrales	Capacidad efectiva total (MW)	Capacidad en contrato de interconexión (MW)	Generación Bruta (GWh)
Conservas la Costeña, S.A. de C.V.	COG	1	1	S/C	3.8
Energreen Energía Pi, S.A. de C.V.	P.P.	1	0.6	0.6	1.5
Total		2	1.6	0.6	5.3

1/ COG: Cogeneración.

Fuente: SENER,2015.

Biocombustibles para el sector transporte

Las principales tecnologías para la producción de biocombustibles son:

- El bioetanol, se produce por la fermentación de la glucosa contenida en algunos productos agrícolas (caña de azúcar, remolacha y maíz) y la producción de biodiesel por transesterificación de aceites derivados de cultivos oleaginosos, aceites residuales orgánicos, grasas y gas natural a partir del biogás de rellenos sanitarios o plantas de biodigestión.
- El biodiesel puede producirse a partir de insumos como aceites usados, grasas, y aceites vegetales crudos. Sin embargo, la única cadena de valor que opera es la de aceites usados y grasas, ya que en México la producción a partir de aceites crudos no se ha podido sostener a costos competitivos.

2.11.2 Eficiencia energética

Se define eficiencia energética (EE) al uso eficiente de la energía. Un aparato, proceso o instalación es energéticamente eficiente cuando consume una cantidad inferior a la media de energía para realizar cierta actividad. Una persona, servicio o producto eficiente comprometido con el medio ambiente, además de necesitar menos energía para realizar el mismo trabajo,

también busca abastecerse, si no por completo, con la mayor cantidad posible de energías renovables (también llamadas energías alternativas).

La eficiencia energética busca proteger el medio ambiente, mediante la reducción de la intensidad energética y habituando al usuario a consumir lo necesario y no más. Las emisiones de CO_2 que son enviadas a la atmósfera son cada vez mayores y, por ese motivo, la eficiencia energética se ha convertido en una forma de cuidar al planeta, no obstante, no siempre es así, ya que la reducción en el consumo de energía puede estar vinculada a la mejor gestión o cambios en los hábitos y actitudes.

Un ejemplo es cuando el ahorro energético se genera apagando la luz para reducir el consumo de energía; o si en cambio, es reemplazada la bombilla incandescente por una eficiente, se está adoptando una medida de Eficiencia Energética, que generará disminución en el consumo de energía, sin perjuicio del desarrollo de las actividades humanas.

Tampoco se debe confundir la EE con la Energía Renovable (ER), esta última corresponde a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, tales como el Sol o el viento. Es fundamental fomentar la Eficiencia Energética debido a que es la forma más económica, segura y limpia de utilizar la energía.

La Ley de Transición Energética en su artículo 3° define como instrumentos de planeación a la Estrategia, al Programa Especial de la Transición Energética (PETE) y al PRONASE mismos que se convierten en políticas obligatorias en materia de energías limpias y eficiencia energética.

En particular, se destaca el diseño de la Estrategia como el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de Energías Limpias, aprovechamiento sustentable de la energía, mejora en la productividad energética y reducción económicamente viable de las emisiones contaminantes. Para ello, este instrumento debe establecer metas de energías limpias y eficiencia energética, así como su respectiva hoja de ruta para la implementación de dichas metas.

Eficiencia energética en los hogares

El sector residencial incluye aquellas actividades relacionadas con viviendas privadas. Ello cubre todas las actividades que utilizan energía en apartamentos y casas, incluyendo la calefacción y el calentamiento de agua, aire acondicionado, iluminación, cocina y el uso de electrodomésticos (incluyendo tanto grandes como pequeños electrodomésticos con conexión a la red eléctrica). No incluye el transporte de personas que está cubierto en el sector transporte, o la energía consumida para generar electricidad y calor, que está incluida en el sector transformación.

Eficiencia energética en el sector comercial y de servicios

El mercado de la eficiencia energética en el sector comercios y servicios surge por el incremento de los costos, y de la obligación de mejorar la calificación energética como factor determinante tanto del valor del edificio como de su revalorización y de su posición en el mercado.

Con frecuencia se olvida la importancia del sector terciario que constituye el 2.2% del consumo energético de todo el sector. Es un sector que necesita tratamiento específico, diferenciado del sector residencial por sus propias características. Los edificios del sector no residencial requieren enfoque distinto al de la vivienda, por su necesidad de retornos rápidos de la inversión, importancia de las medidas pasivas y por tener mayor tasa de rehabilitación. Es preciso definir una estrategia propia para el sector terciario que se incluya en los planes y líneas de ayuda de las Administraciones Públicas, con programas específicos para la financiación de proyectos a través de los fondos de eficiencia energética.

Eficiencia energética en la industria

La eficiencia energética juega un papel fundamental en las decisiones tomadas en el sector industrial, ya que de ello dependen sus beneficios económicos y la competitividad en el mercado internacional. Como se ha mencionado anteriormente, el sector industrial es el responsable del 21% del consumo energético en la Entidad y con la eficiencia energética se presentan múltiples y diversos escenarios para conseguir reducir dicho consumo.

Eficiencia energética en el sector transporte

Una de las dificultades en el sector transporte es que el consumo energético está disponible únicamente como tal en los balances energéticos, y no se diferencia entre transporte de pasajeros y de mercancías. Por tanto, es necesario como primer paso desarrollar indicadores significativos que permitan elaborar una desagregación del consumo de energía total del transporte diferenciando entre pasajeros y mercancías. A efectos de asegurar la coherencia de la información. Para mejorar la eficiencia energética en el sector transporte es necesario:

- Contar con planes de movilidad urbano que fomenten dejar de usar el automóvil particular (reduciendo así consumos de combustibles)
- Renovación de flotas por más eficientes (para el transporte terrestre y aéreo)
- Acuerdos con fabricantes para incluir el etiquetado energético

3. Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Derivado de las actividades que se llevan a cabo en nuestra Entidad, muchas de ellas generan serios problemas de contaminación que se deben tomar en cuenta, con la finalidad de abatirlos; principalmente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, que contribuyen al Cambio Climático.

Es por ello por lo que el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático sumó esfuerzos para la actualización del Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con el Gobierno Federal, así como con diferentes actores para reducir el 50% de las emisiones de Gases Efecto Invernadero para el año 2050, es importante mencionar que para la actualización de este Inventario se considerará el año 2015 como año base.

La realización periódica de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero, sirven para generar una visión general en donde se identifiquen los principales sectores claves y los porcentajes de emisión de gases efecto invernadero por cada uno de estos, con la finalidad de implementar políticas públicas de mitigación y adaptación al Cambio Climático efectivas y eficaces.

3.1 Gases de Efecto Invernadero y sectores que los generan

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI), son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y emiten radiación infrarroja, entre ellos se encuentran: el Metano (CH_4), el Óxido Nitroso (N_2O) y el Dióxido de Carbono (CO_2).

El Metano (CH_4) es un gas incoloro e inflamable, el cual se genera por la amplia variedad de procesos naturales y antropogénicos, incluyendo la descomposición de residuos sólidos, por el tratamiento de aguas residuales y sus lodos. El ganado y la energía son las principales fuentes que emiten metano a la atmósfera donde actúa como gas de efecto invernadero, este gas posee la capacidad de atrapar 28 veces más calor que el Dióxido de Carbono (CO_2).

El Óxido Nitroso (N_2O) es un gas incoloro y no inflamable, el sector ganadero, la excreta humana y la industria son las principales fuentes de emisión de Óxido Nitroso. En la atmósfera, se comporta como un gas de efecto invernadero de gran potencia que contribuye con un potencial de calentamiento equivalente a 265 veces mayor que el del CO_2.

El Dióxido de Carbono (CO_2) es un gas incoloro y no inflamable, se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos, el Dióxido de Carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es producto de la respiración y de la fermentación.

Las emisiones generadas se reportan en unidades de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq), esto con la finalidad de hacer comparables las emisiones, empleando el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases de efecto invernadero.

El Potencial de Calentamiento Global se define como el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo que produce hoy, una liberación instantánea de 1kg de gas de efecto invernadero, en comparación con el causado por el CO_2. De esta forma, se pueden tener en cuenta los radiativos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera.

Los cuatro sectores que generan Gases de Efecto Invernadero y que se consideraron para el desarrollo del Inventario Estatal de GEI, son los que se muestran en la figura 3.1.



Figura 3.1. Sectores emisores. Elaboración propia con datos del IPCC 2006

* AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra).

3.2 Consideraciones generales y por sector, para el cálculo de emisiones

A continuación, se muestran las consideraciones empleadas para calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en el Inventario.

- Se utilizó la metodología descrita en las Directrices del Panel de Expertos de Cambio Climático por sus siglas en inglés (IPCC) para los inventarios de gases de efecto invernadero, versión revisada en 2006, así como el software del IPCC versión 2006, el cual contiene los factores de emisión.
- La recopilación de la información para calcular las emisiones (datos de actividad) corresponde al año 2015 (año base).
- Las emisiones se calcularon para los siguientes cuatro sectores: Energía, Procesos Industriales, AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra) y residuos.
- Se consideraron los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) de gases de efecto invernadero del quinto informe de evaluación del IPCC 2003, el cual emplea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), los cuales se muestran en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Potenciales de calentamiento global de los gases de efecto invernadero

Gas	PCG
Dióxido de Carbono (CO_2)	1
Metano (CH_4)	28
Óxido Nitroso (N_2O)	265

3.2.1 Sector Energía

Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para el Sector Energía corresponden a aquéllas que se producen a partir de los procesos de combustión por el uso de combustibles fósiles (1ª) y de las emisiones fugitivas (1B), que se convierten en emisiones de CO_2 y las del resto de los gases (CH_4, N_2O, entre otros).

Las categorías en el consumo de combustibles fósiles y emisiones fugitivas de Metano agrupan a las emisiones de la oxidación dentro de un equipo diseñado para calentar o proporcionar calor a un proceso como calor o trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del equipo. El subsector que corresponde a la quema de combustibles incluye las categorías marcadas en la tabla 3.2, de acuerdo con las directrices del IPCC, 2006.

Para el caso de las emisiones fugitivas, éstas se generan en las industrias que producen combustibles sólidos, de petróleo y gas natural. Sin embargo, en el presente documento no se estima este subsector, ya que en la entidad no existen actividades de producción de combustible fósiles.

Tabla 3.2 Sector Energía.

1ª	Consumo de combustibles fósiles	1ª1 Generación de energía
		1ª2 Manufactura e industria de la construcción
		1ª3 Transporte
		1ª4 Otros (Comercial, residencial y agrícola)
1B	Emisiones fugitivas de Metano*	1B1 Por el minado y manipulación del carbón*
		1B2 Por las actividades del petróleo y gas natural*

*No aplica por no existir la actividad en la Entidad.

La principal fuente de datos para la categoría quema de combustibles es el Balance Nacional de Energía (BNE), y el sistema de Información energética (SIE) de la SENER, que concentra los consumos energéticos a nivel nacional, por entidad federativa, por combustible y por sector que los utiliza.

Adicionalmente, se incluyó información de las diferentes dependencias, empresas y fuentes de información, quienes la aportaron directamente o mediante consultas en internet y son las siguientes:

Tabla 3.3 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector Energético.

Fuentes de información
• **Comisión Federal de Electricidad (CFE).**
• **Comisión Reguladora de Energía (CRE).**
• **Petróleos Mexicanos (PEMEX).**
• **Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM).**
• **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).**
• **Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.**
• **Secretaría de Energía (SENER).**
• **Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM).**
• **Áreas de Medio Ambiente y Ecología de los Ayuntamientos de Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz.**

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Sector Procesos Industriales

Para el sector Procesos Industriales, la información se recopiló a partir de los datos de las Cédulas de Operación Anual (COA's) del año 2013 y de las Cédulas de Operación Integral (COI´s) del año 2015. Los datos de cemento, cal y piedra caliza se obtuvieron del Panorama Minero del Estado de México, del Sistema Geológico Mexicano y de la Secretaría de Economía, así como información de la Cámara Nacional Cemento. Para los cálculos en este sector se utilizaron las tablas 2ª y 2D para productos minerales; tabla 2H para papel, alimentos y bebidas; 2B en el caso de productos químicos. En la tabla 3.4 se especifican los subsectores evaluados, para el sector procesos industriales.

Tabla 3.4 Sectores Procesos Industriales

2ª y 2D Productos minerales	
	Consumo de piedra caliza y carbonato de sodio
2B Industria química	Producción de poliestireno y cloruro de polivinilo
2C Industria metálica	Producción de acero y aluminio*
2H Otros	Producción de papel, alimentos y bebidas

Elaboración propia con datos del IPCC 2006

*No aplica por no existir la actividad en la Entidad.

Además, se incluyó información de las diferentes dependencias, empresas y otras fuentes de información. Al ser este un reporte intermedio, el formato que se solicitó fue el de resumen, por lo que la información requerida para este sector corresponde a la de productos minerales, ya que es la única que tiene emisiones importantes de GEI.

Por otro lado, no se consideró la producción de aluminio debido a que el Estado de México no reporta producción de este metal, su inclusión en inventarios anteriores fue debido a un error al incluirlo dentro de los reportes contenidos en las Cédulas de Operación Anual; ya que en México no hay producción primaria de este metal, por lo cual no hay emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

Para el sector procesos Industriales, fueron estimadas las categorías que requiere el IPCC, aunque debido al formato de reporte para 2015 se requirió únicamente de las mostradas en la tabla 3.15, con emisiones de CO_2, CH_4, N_2O y CO_2 eq.

Debido a que no se contó con información actualizada, se usaron proyecciones basadas en el PIB; no se tuvieron los datos requeridos para el IPCC 2006.

Tabla 3.5 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector procesos industriales

Fuentes de información
• **Sistema Geológico Mexicano**
• **Secretaría de Economía**
• **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**
• **Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**
• **Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM)**
• **Áreas de Medio Ambiente y Ecología de los Ayuntamientos de Atizapán de Zaragoza, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Huixquilucan, Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz.**

Elaboración propia con datos del IPCC 2006

3.2.3 Sector AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)

Para calcular las emisiones del sector Agricultura, se utilizó la información proveniente de los anuarios estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos 2015 del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Estadísticas del Banco Mundial para el uso de fertilizantes; lo que nos permite generar tendencias del incremento o decremento de las cabezas de animales que existen en nuestro país, de forma directa.

Tabla 3.6 Sector AFOLU

Fermentación entérica	**Cabezas de ganado doméstico**
Manejo de estiércol	Cabezas de ganado
Cultivo de arroz	Producción de arroz
Suelos agrícolas	Actividades directas e indirectas provenientes de suelo agrícola
Quema de residuos agrícolas	Quema de residuos agrícolas
Silvicultura	Tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras*
Otros usos de la tierra	Distintos Usos de la tierra en periodos*

Elaboración propia con datos del IPCC 2006

*No estimada.

Se recopiló la información fermentación entérica, gestión de estiércol y, cultivo de arroz. Sin embargo, para el sector silvicultura no se estimó debido a que no se cuenta con información.

Para la superficie sembrada en el Estado de México se consultó la tabla con la información de cierre agrícola 2015 en donde el total de la superficie sembrada es de 859,296.77 ha, mientras que el cuadro de superficie sembrada por entidad federativa, según uso de fertilizantes químicos por entidad federativa es de 859,601 ha. Se considera que la variación se obtuvo debido a que la tabla de cierre agrícola fue preliminar.

El valor promedio de fertilización y porcentaje de la superficie agrícola fertilizada en el Estado de México es de un total de 859,601 hectáreas con un área fertilizada con químicos absolutos de 793.882 hectáreas y relativos de 5.3 hectáreas, la información fue obtenida de los cuadros tabuladores 2015 de SIAP, por lo cual el inventario 2016 se actualizó con los valores obtenidos.

El valor promedio del consumo de fertilizantes en tierras cultivables para México, fue de 78.8 kg/ha en el mes de octubre de 2016, de acuerdo a datos del Banco Mundial.

La información estadística colectada para el Inventario proviene de la tabla con información de cierre agrícola 2015 del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) con la información de la Delegación del SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) en el Estado de México, así como la tabla con información sobre la población Ganadera 2015 en cabezas, estadísticas del Banco mundial para el uso de fertilizantes; lo que nos permite hacer extrapolaciones o asumir tendencias del incremento o decremento de las cabezas de animales que existen en nuestro país, de forma directa.

Para el sector agricultura, donde se determinan las emisiones de Metano (CH_4) y Óxido Nitroso (N_2O) generadas durante el año 2015, se empleó la metodología propuesta, actualizada y validada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) versión 2006.

Las emisiones indirectas de Óxido Nitroso (N_2O) presentan valores insignificantes, es decir, valores cerca de cero.

Para el cambio de uso de la tierra y silvicultura en las directrices del IPCC establece que, para llevar a cabo la labor del inventario para la superficie de bosques y praderas convertidos en tierras cultivadas y pastos por tipo, durante dos periodos, es necesario contar con el año del inventario y los 10 últimos años. Lo referente a la ganadería en el Estado de México, se obtuvo del SIAP, 2015. El manejo y la disposición que se le da a las excretas, son algunos de los factores que más influyen en la emisión de Óxido Nitroso (N_2O); por su parte, las emisiones de Metano (CH_4) son generadas como subproductos de la digestión y la descomposición de las excretas del ganado.

Tabla 3.7 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector AFOLU.

Fuentes de información
• **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**
• **Consejo Estatal de Población del Estado de México (COESPO)**
• **Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) SADER**
• **Banco Mundial**

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Sector Residuos

Para el sector Residuos en el Inventario se calcularon las emisiones del año 2015, utilizando la metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Anexo 3ª.1 Modelo de descomposición de primer orden, el cual es el método por defecto para calcular las emisiones de Metano (CH4) procedentes de los sitios de eliminación de residuos sólidos. (Rellenos sanitarios y sitios de disposición final no controlados). En el Estado operan 15 rellenos sanitarios, los cuales depositaron 8,728 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos durante el año 2015. También en el Programa de Protección Civil para Basureros-2015, refiere que en la Entidad existen 35 sitios no controlados, en los cuales se depositaron 2,428 toneladas diarias y 24 sitios controlados en los que se depositaron 1,416 toneladas al día (Protección Civil del Estado de México, 2018).

Debido a que no se cuenta con las características del año de inicio y clausura de cada relleno sanitario, para la categoría 4ª se utilizó el modelo de descomposición para los años 2014 y 2015.

A pesar de que la actividad de quema de residuos a cielo abierto se realiza en la entidad, no se contó con datos para el año 2015. Es importante mencionar que para el sector Residuos también se consideraron las emisiones del metano del bordo poniente.

Para estimar las emisiones de Metano (CH_4) se tomaron en cuenta aquellas provenientes del tratamiento y descarga de las aguas residuales domésticas, así como del tratamiento y descarga de las aguas residuales industriales considerando el tipo de tratamiento y caudal tratado. Conforme a la información proporcionada por la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), en el Estado de México existen 218 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas con un caudal de: 188,319,128.2 m^3/año. Sin embargo no se cuenta con datos en cuanto al número de plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, aun así, para estimar las emisiones provenientes del sector industrial se utilizó información de RECICLAGUA S.A de C.V. la cual da tratamiento a 10 millones de metros cúbicos de agua anualmente, también se consideró la producción anual que reportan las industrias en la Cédula de Operación Anual, que producen carne, pescado, aves, margarina, grasas sólidas, pasteles, biscochos, cereal, pan, pienso animales y tostado de café.

Para las emisiones de Óxido Nitroso (N_2O) se consideró el consumo per cápita de proteína en el tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, para ambos casos se utilizó la metodología de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Volumen 5, Capitulo 6 categorías (4D1 y 4D2).

Las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), provenientes de la incineración de residuos no fueron estimados debido a que la Dirección General de Manejo Integral de Residuos, indicó que actualmente no hay ningún tipo de tratamiento de incineración en el Estado. En la tabla 3.8, se especifican los subsectores evaluados para el Sector Residuos.

Tabla 3.8 Sector Residuos

3ª.1 Residuos Sólidos Urbanos	Generación y disposición
4D1 Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Plantas de tratamiento tipo y cantidad tratada
4D2 Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	Plantas de tratamiento tipo y cantidad tratada
4D1 Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Consumo per cápita de proteína
A1 Incineración de residuos	Cantidad incinerada de residuos*

Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC 2006.
*No se estimó por no contar con información para esta actividad

Para este sector los datos de actividad que se emplearon para estimar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, fueron proporcionados por diversas dependencias a través de oficios, también se realizaron consultas en internet; las fuentes de información son las siguientes:

Tabla 3.9 Fuentes de información consideradas para recopilar información del Sector Residuos.

Fuentes de información
• **Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM)**
• **Dirección General de Manejo Integral de Residuos (DGMIR)**
• **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**
• **Comisión del Agua del Estado de México (CAEM)**
• **Consejo Estatal de Población del Estado de México (COESPO)**
• **Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (IGECEM)**
• **Dirección General de Protección Civil del Estado de México (DGPCEM)**
• **Reciclagua Ambiental, S.A. de C. V**

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Emisiones Estatales de Gases de Efecto Invernadero

En el Estado de México se cuenta con la actualización del Inventario de Emisiones Estatal de Gases de Efecto Invernadero (GEI), en el que se informa que dichas emisiones se reportan en Gigagramos [Gg] de CO_2 equivalente [CO_2 eq], las cuales se obtienen multiplicando la cantidad de emisiones de un gas de efecto invernadero por su valor de potencial de calentamiento global. Al expresar las emisiones de GEI en estas unidades, podemos compararlas entre sí y medir la contribución de cada sector y sus categorías. La actualización del Inventario fue elaborada con metodologías comparables y desarrolladas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006).

3.3.1 Emisiones estatales por tipo de gas

En la presente sección se presentan las emisiones estatales de gases de efecto invernadero en la tabla 3.10 en la columna CO_2 eq se muestran las emisiones totales en Gg de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq) para el año 2015, las cuales contienen los cálculos considerando los potenciales de calentamiento por tipo de gas. Las columnas con las emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4) y Óxido Nitroso (N_2O) contienen las emisiones por tipo de gas, es decir, sin considerar el potencial de calentamiento para cada gas.

Tabla 3.10 Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015

Subsector	Emisiones en Gg			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Sector energía	22,899.92	3.5	1.0	23,269.2
Generación de electricidad	4,336.4	0.1		4,340.6
Industria	4,829.69	0.1		4,836.4
Transporte	10,198.2	3.0	1.0	10,541.0
Comercial y servicios	518.1			519.4
Residencial	2,990.8	0.2		2,998.8

Agrícola	32.4			33.0
Sector procesos industriales	3,112.1			3,112.1
Productos minerales	3,112.1			3,112.1
Industria química				NA
Industria metálica				NA
Otros				NE
Sector AFOLU		48.4	8.9	3,701.3
Fermentación entérica		47.2		1,322.2
Manejo de estiércol			0.5	124.7
Cultivo de arroz		0.01		0.3
Suelos agrícolas			7.8	2,075.1
Quema de residuos agrícolas		1.2	0.6	179.0
Silvicultura				NE
Otros usos de la tierra				NE
Sector residuos		190.0	0.9	5,567.7
Residuos Sólidos Urbanos		162.8		4,557.3
Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas		5.7	0.9	408.1
Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales		21.5		602.3
Incineración de residuos				NE
Emisiones totales	**26,017.6**	**241.8**	**10.8**	**35,650.3**

Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC 2006.

NE= No Estimado, NA= No Aplica

Emisiones de Dióxido de Carbono (CO_2): Las emisiones de CO_2 en la entidad durante el año 2015 fueron de 26,017.6 Gg, lo que representa el 65% de las emisiones totales y provienen principalmente del Sector Energía.

Emisiones de Metano (CH_4): En 2015, las emisiones de CH_4 fueron 241.8 Gg, lo que representa un 16% del total estatal, proveniente del Sector Residuos.

Emisiones de Óxido Nitroso (N_2O): En 2015, las emisiones de N_2O fueron de 10.8 Gg, que en porcentaje representa el 10%. La principal contribución proviene del Sector AFOLU.

Emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq): En 2015, las emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2 eq) fueron de 35,650.3 Gg, de las cuales el 65% corresponden al Sector Energía con una emisión de 23,269.2 Gg, el 16% de las emisiones corresponde al Sector Residuos aportando 5,567.9 Gg, el 10% lo emite el Sector AFOLU con 3,701.3 Gg y el 9% restante lo genera el Sector Procesos Industriales con una emisión de 3,112.1 Gg, como se muestra en la tabla 3.11.

Tabla 3.11 Emisiones de CO_2eq, por sector y su contribución porcentual en el año 2015

Sector	Emisiones de CO_2 eq del año 2015	%
Energía	23,269.2	65
Procesos Industriales	3,112.1	9
AFOLU	3,701.3	10
Residuos	5,567.7	16
Emisiones totales	**35,650.3**	**100**

Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC 2006.

En el año 2015, las emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2 eq) fueron de 35,650.3 Gg y se observa una reducción de emisiones de 10,390.1 Gg con respecto al año 2014, como se muestra en la figura 3.2.

Emisiones de Dióxido de Carbono equivalente por año	
Año	**Emisiones totales de CO_2eq [Gg]**
2010	46,756.79
2014	46,014.4
2015	35,650.3

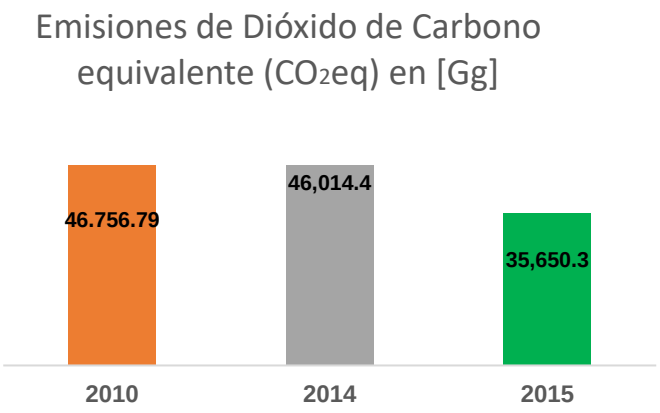


Figura 3.2. Comparativo de las Emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq)
Fuente: Elaboración propia con datos del IPCC 2006.

3.3.2 Emisiones por sector y categoría

En esta sección se describen las emisiones estatales de gases de efecto invernadero (GEI) por sector del año 2015.

Sector Energía

El Sector Energético es responsable de más del 50% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo. A nivel nacional representa la categoría más importante, ya que genera el 70.8% de las emisiones totales (665,304.9 Gg CO_2eq).

En el 2015 las emisiones estatales del sector fueron de 23,269.2 Gg CO_2eq, asimismo la principal emisión del sector fue del CO_2, el cual contribuyó con 98.4% (22,905.5 Gg CO_2eq) del total, seguida por las emisiones de N_2O, 1.1% (266.9 Gg CO_2eq.) y CH_4, 0.4% (96.8 Gg CO_2eq.).

Las emisiones de N_2O se generan principalmente por el consumo de combustibles fósiles en el autotransporte; además se incluyeron datos adicionales de las emisiones por el consumo de leña, pero éstos no fueron incluidos en las emisiones totales del sector, ya que así lo establece la metodología del IPCC, 2006.

Con respecto a las emisiones del año 2010 que fueron de 24,706.2 Gg de CO_2eq, las emisiones del año 2015 disminuyeron en un 6.2%. A nivel de categorías, las emisiones de GEI generadas en unidades de Gigagramos de CO_2eq, provinieron principalmente del transporte, que contribuyó con 45.3% (10,540.9 Gg CO_2eq); seguido de la industria manufacturera, 20.8% (4,837.9 Gg CO_2eq); la generación de electricidad, 18.7% (4,343.6 Gg CO_2eq) y otros sectores (comercial, residencial y agropecuario), 15.2% (3,551.24 Gg CO_2eq) (figura 3.3).

Lo anterior se puede ver reflejado en la tabla 3.12, la cantidad de emisiones que genera cada categoría del sector es directamente proporcional al consumo de combustible utilizado, porque a mayor consumo, mayor será la emisión, asimismo se muestran las emisiones en Gigagramos CO_2eq desagregadas para el CO_2, CH_4 y N_20 las cuales incluyen los cálculos utilizando los potenciales de calentamiento y el total es la suma de las emisiones de Dióxido de Carbono, Metano y Óxido Nitroso.

Tabla 3.12 Emisiones Estatales del Sector Energía, año 2015.

Sector y Categorías	Emisiones en Gg CO_2eq				
	CO_2	CH_4	N_2O	Total	Leña *
Sector Energía	22,899.92	96.745	266.95	23,269.2	2,107.98
• Generación de electricidad	4,336.36	2.17	2.06	4,343.59	-
• Industrias manufactureras	4,829.69	2.99	3.73	4,836.4	-
• Transporte	10,198.21	83.69	259.08	10,540.98	-
• Residencial	2,990.83	6.68	1.27	2,998.77	2,107.98
• Comercial	518.05	1.16	0.22	519.44	-
• Agrícola	32.37	0.07	0.59	33.03	-

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.
*Información adicional, ya que estas emisiones no se suman al total del sector.

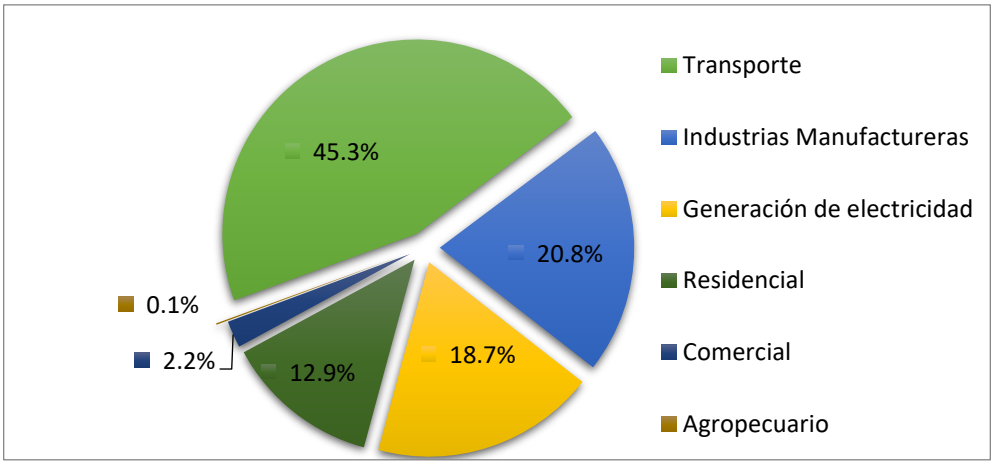


Figura 3.3. Porcentaje de emisiones por categoría, año 2015
Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006

Las emisiones por categoría del Sector Energía son:

Generación de electricidad

En 2015 las emisiones de GEI de la categoría contribuyeron con 4,340.6 Gg de CO_2eq, que corresponde al 21.6% de las emisiones totales del sector.

Las emisiones por la generación de electricidad para el 2015, se comportan con respecto al consumo de combustible, donde, las termoeléctricas de CFE emiten el 76.4%, los pequeños productores independientes el 13.0%, y el 10.6% restante corresponde a la autogeneración; también se tiene que la emisión por tipo de combustibles es la siguiente: el gas natural le corresponde el 99.8% de las emisiones, mientras que el diésel el 0.2% (figuras 3.4 y 3.5).

Tabla 3.13. Emisiones por combustible y tipo de gas para la generación de electricidad [Gg de CO_2eq].

Generación de electricidad	Tecnología	Combustible	Emisión [Gg de CO_2 e]
Total	**-**	**Total** Gas Natural Diesel	**4,340.6** 4,333.8 6.8
CFE		**Gas Natural**	**3,310.3**
• Termoeléctrica Valle de **México (C.T.)**	Vapor	Gas Natural	1,157.2
• Termoeléctrica Va**lle de México (C.C.C.)**	Ciclo Combinado	Gas Natural	1,412.5
• Termoeléctricas (C.TG.)*	Turbogas	Gas Natural	740.6
Productores Independientes de Energía (PIE)	NE	**Gas Natural**	**562.0**
Autogeneración	NE	**Gas Natural** **Diesel**	**461.4** **6.8**

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

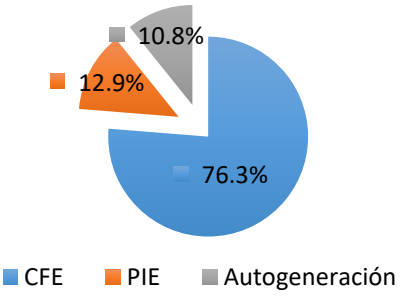


Figura 3.4. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo proveedor.

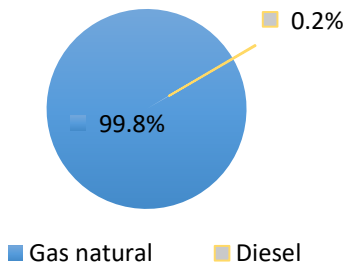


Figura 3.5. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo de combustible.

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

Industria manufacturera

En la tabla 3.14 se observan las emisiones donde la industria no especificada emite el 26.6%, el procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco el 19.0%, la industria química el 13.6%, la industria del transporte el 12.3%, textil y cuero el 9.7%, pulpa, papel e impresión el 8.3%, los minerales no metálicos el 5.3% y el resto de las industrias generan el 5.0%. También en las figuras 3.6 y 3.7 se presentan las emisiones por fuente y tipo de combustible utilizado y se observa que el gas natural es responsable del 71.7%, otros combustibles el 19.4%, el gas L.P. el 7.8% y finalmente el diésel el 1.0%.

Tabla 3.14. Emisiones por tipo de combustible en la industria manufacturera.

Subcategoría	Emisión [Gg de CO_2 eq]				
	Gas L.P.	Gas natural	Diesel	Otros	Total
1ª2a y 1ª2b Metálica	6.5	59.2	0.8	51.17	**117.7**
1ª2c Química	34.6	347.9	4.4	272.98	**659.8**
1ª2d Pulpa, papel e impresión	25.2	243.2	3.2	131.57	**403.1**
1ª2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	91.6	773.0	11.7	44.47	**920.8**
1ª2f Minerales no metálicos	16.8	142.7	2.2	96.65	**258.4**
1ª2g Equipo de transporte	32.8	299.1	4.2	258.78	**594.8**
1ª2h Maquinaria	7.8	72.7	1.0	3.77	**85.2**
1ª2j Madera y productos de madera	4.0	31.3	0.5	1.95	**37.8**
1ª2l Textil y cuero	48.6	392.8	6.2	23.61	**471.2**
1ª2m Industria no específica	111.8	1,107.1	14.3	54.30	**1,287.5**
Total	**379.6**	**3,468.8**	**48.7**	**939.3**	**4,836.4**

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

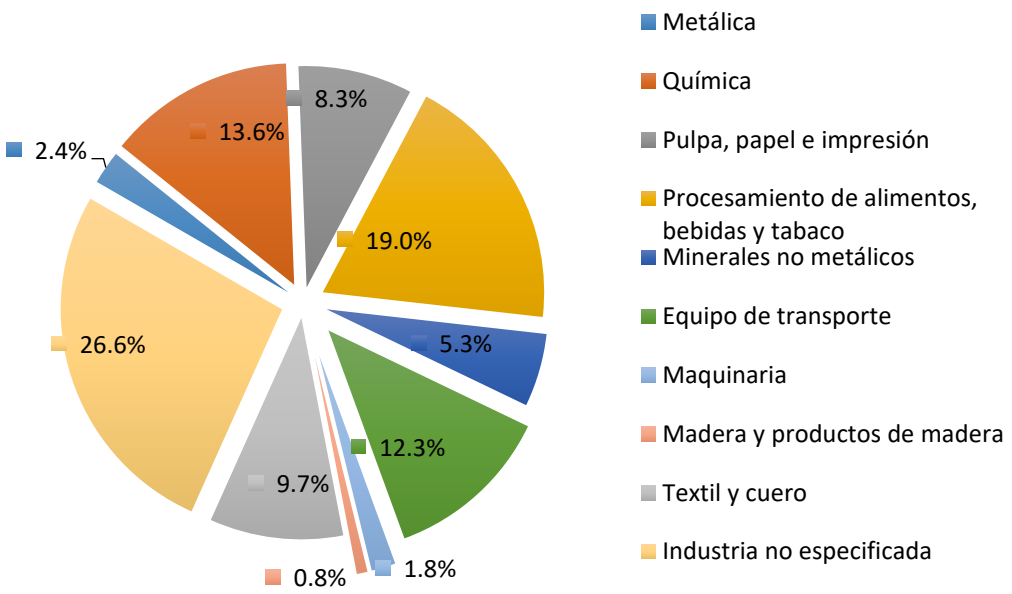


Figura 3.6. Porcentaje de emisiones de GEI por subcategoría.
Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

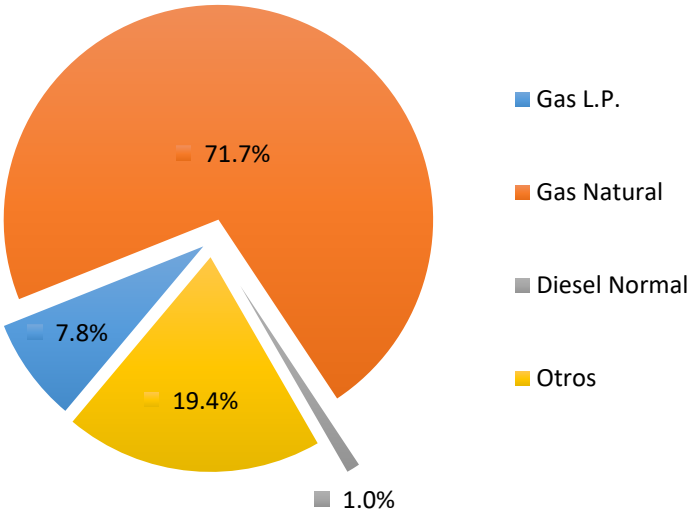


Figura 3.7. Porcentaje de emisiones de GEI por tipo de gas
Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

Referente al consumo estatal de energéticos como se observa en la tabla 3.15, está compuesto fundamentalmente por combustibles de origen fósil, que en términos de Peta Joules (PJ) representan el 95.4% (357.4 PJ) del balance de energía primaria para el 2015, mientras que la biomasa (leña) representa el restante 4.6% (17.4 PJ). Los principales combustibles usados al año 2015 son los siguientes: el gas natural 40.0%, gasolina 28.2%, gas L.P. 17.8%, diésel con 10.5%; y el resto de los combustibles (coque de petróleo, combustóleo, turbosina y carbón) con el 3.5%; con respecto a la leña, ésta no se contabilizó en el total consumido y corresponde a 17.3 PJ, debido a que así lo marca la metodología del IPCC, 2006.

Tabla 3.15 Consumo estatal de energéticos, año 2015.

Combustible	Cantidad (PJ)
Gas Natural	143.0
Gasolina	100.8
Gas L. P.	63.5
Diésel	37.7
Coque de petróleo	6.8
Combustóleo	2.4
Turbosina	2.2
Carbón	0.9
Total	**357.4**

Fuente: Cálculos propios, usando Información del Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER.

El consumo de energía de este sector fue de 357.4 Peta Joules (PJ) como se observa en la tabla 3.16, asimismo el mayor consumo lo obtuvo la categoría de transporte con 40.6%, seguido por la industria manufacturera con 22.0%, la generación de energía eléctrica, con 21.6% y finalmente otros sectores con 15.8% (residencial 13.4%, comercial 2.3% y agropecuario 0.1%) (figura 3.8).

Tabla 3.16 Consumo estatal de energéticos, por categoría del Sector, año 2015.

Combustible	Cantidad (PJ)
Transporte	145.0
Industrias manufactureras	78.6
Generación de electricidad	77.3

Residencial	47.7
Comercial	8.3
Agrícola	0.5
Total	**357.4**

Fuente: Cálculos propios, usando Información del Sistema de Información Energética (SIE) de la SENER.

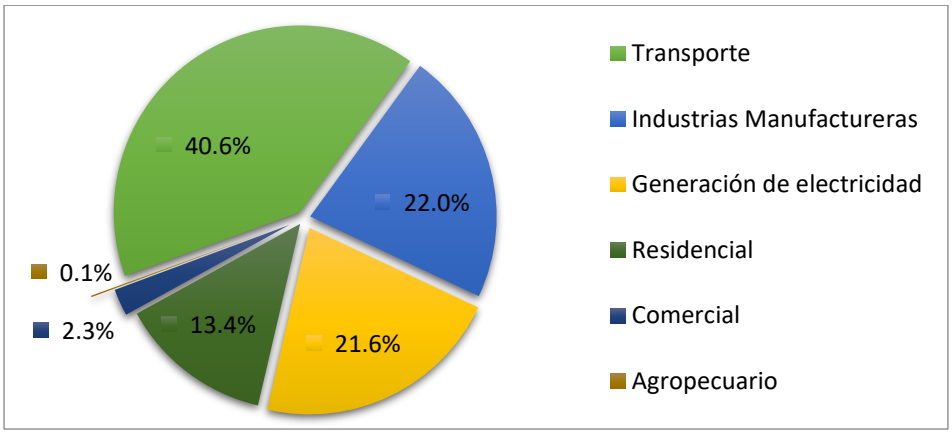


Figura 3.8 Porcentaje del consumo estatal de energéticos por sector, año 2015 Sector Procesos Industriales

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

Para el cálculo de emisiones se utilizó la producción anual de cada industria encontrada dentro del Estado. En el caso del cemento, se estimó la producción anual con base en los datos anuales y la tendencia utilizada en el inventario 2013; no se contó con la producción de Clinker, por lo que se consideraron todas las clases de cemento producidas, incluyendo el mortero.

Por otra parte, en el Estado de México la cal producida es obtenida a partir del carbonato de calcio y no se cuentan con datos para determinar cuanta es producida a partir de dolomita, o de mezcla carbonato de calcio/carbonato de magnesio.

No se contó con información de producción de vidrio, al igual que de acero, hierro, aluminio; en el caso de celulosa y papel, y alimentos y bebidas, este último se consideraron los datos en reportados en m^3. Dentro de este sector, otro de los gases con mayores emisiones fueron los Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos del Metano (COVDM) que a pesar de que no figuran dentro de los gases con potencial de calentamiento global, puede ser considerados como gas de efecto invernadero indirecto por ser precursor del Ozono Troposférico.

Los subsectores emisores de este gas fueron la Industria minera, la pavimentación asfáltica, en la industria química el Poliestireno y el Cloruro de Polivinilo, y en otras industrias la producción de papel, alimentos y bebidas. Sin embargo, debido a que son contaminantes criterio y registros muy bajos, no fueron incluidos en la tabla 3.17.

En el 2015 las emisiones estatales del sector procesos industriales fueron de 3,112.1 Gg CO_2, generada por los productos minerales principalmente del uso de la producción de cemento, uso y producción de piedra caliza y producción de cal, la cual contribuyó con el 100% (3.112.1 Gg CO_2eq), tal y como se muestra en la tabla 3.17.

Tabla 3.17 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2015

Sector procesos industriales.	Emisiones en Gg			
	CO_2	**CH_4**	**N_2O**	**CO_2 eq**
Total Sector.	3,112.1			3,112.1
Subsector.				
• Productos minerales	3,112.1			3,112.1
• Industria química				NA
• Industria metálica				NA
• Otros				NE

Fuente: Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.
NE= No Estimado, NA= No Aplica

Sector AFOLU

En el año 2015 las emisiones estatales del sector AFOLU fueron de 3,701.3 Gg CO_2eq, siendo la categoría que más aporta es la de suelos agrícolas con una emisión de 2,075.1 Gg CO_2eq.

En la tabla 3.18, se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero del año 2015, para el Sector AFOLU. Como se puede observar el subsector suelos agrícolas contribuye con una emisión de 7.8 Gg de Óxido Nitroso (N_2O) y la fermentación entérica aporta el 47.2 Gg de las emisiones de Metano (CH_4).

Tabla 3.18 Emisiones de Gases Efecto invernadero, 2015 del sector AFOLU

Sector AFOLU.	Emisiones en Gg			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Total Sector.	0.0	48.4	8.9	3,701.3
Subsector.				
Fermentación entérica		47.2		1,322.2
Manejo de estiércol			0.5	124.7
Cultivo de arroz		0.01		0.3
Suelos agrícolas			7.8	2,075.1
Quema de residuos agrícolas		1.2	0.6	179.0
Silvicultura				NE
Otros usos de la tierra				NE

Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006
NE=No Estimado

Sector Residuos

El Sector Residuos ocupa el segundo lugar en el Estado de México en cuanto a la generación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en el año 2015 las emisiones de este sector fueron de 5,567.7 Gg CO_2eq, tal y como se muestra en la tabla 3.19.

Tabla 3.19 Emisiones de Gases Efecto Invernadero, 2015 para el sector residuos

Sector Residuos	Emisiones en Gg			
	CO_2	CH_4	N_2O	CO_2eq
Total Sector		190.0	0.9	5,567.7
Subsectores				
Residuos Sólidos Urbanos		162.8		4,557.3
Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas		5.7	0.9	408.1
Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales		21.5		602.3
Incineración de residuos				NE

NE=No Estimado

Para el año 2015, las emisiones de Metano (CH_4) que registraron la mayor aportación correspondieron a la categoría de Residuos Sólidos Urbanos, reportando una emisión de 162.8 Gg de CH_4 lo que representa el 86% del sector Residuos, le siguen las emisiones generadas por el tratamiento y descarga de las aguas residuales industriales con una aportación de 162.8 Gg de (CH_4), que representa el 11% y por último, las emisiones generadas por el tratamiento y descarga de las aguas residuales domésticas con una aportación de 5.7 Gg de (CH_4) que representan el 3% de las emisiones, tal y como se muestra en las figuras 3.9 y 3.10 respectivamente.

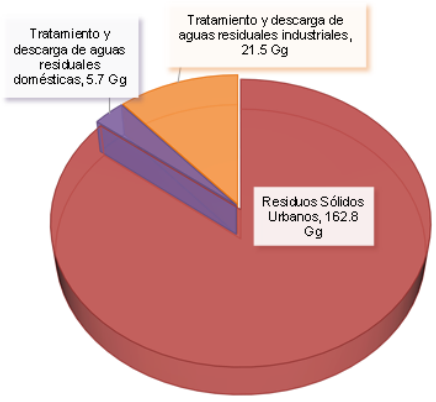


Figura 3.9. Emisiones de CO_2 eq en Gigagramos [Gg] por categoría para el sector residuos en el año 2015.

Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006

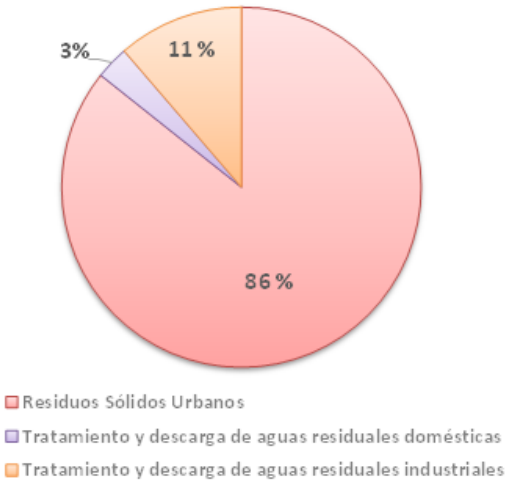


Figura 3.10 Contribución porcentual de CH_4 por categoría del sector residuos en el año 2015.
Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

Para el año 2015, las emisiones de Óxido nitroso (N_2O) para el Sector Residuos fue de 0.9 Gg, lo que representa el 100% de las emisiones de este sector y son producidas principalmente por el tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, tal y como se muestra en la figura 3.11.

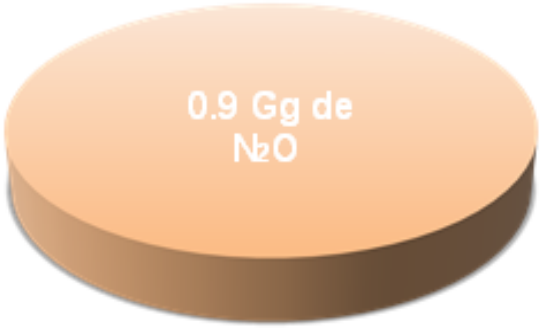


Figura 3.11 Emisiones de Óxido nitroso (N_2O) por el tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas, 2015.

Cálculos propios, usando metodología IPCC, 2006.

3.4 Tendencia de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero de los años 2005-2010 y 2015.

La estimación de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero para los años 2005-2010 se calcularon con la metodología propuesta por el IPCC versión 1996, Software de inventarios del IPCC, mientras que para el año 2015 se empleó la metodología propuesta por el IPCC versión 2006, Software de inventarios del IPCC.

Asimismo, en cuanto a las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero, se presentaron en unidades de masa de cada gas, como en masa de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq) para cada una de las sustancias consideradas en el Anexo A del Protocolo de Kioto.

Para los años 2005-2010 se calcularon las emisiones de los sectores Energía; Procesos Industriales; Agricultura, Uso de suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS); y Residuos; mientras que para el año 2015 se calcularon las emisiones de los sectores Energía, Procesos Industriales, AFOLU (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra) y Residuos.

El cálculo del año 2005 se realizó con fin comparativo (se eligió el año por disponibilidad de datos) y del año 2010 con el fin de que quedara como año base para futuros inventarios estatales, finalmente para la actualización del último Inventario Estatal

se calcularon las emisiones del año 2015. A continuación, en la tabla 3.20 se presentan las tendencias de las emisiones por año.

Tabla 3.20 Tendencias de emisiones 2005, 2010 y 2015.

Sector	2005	2010	Incremento	Sector	2010	2015	Decremento
	Gg CO_2eq	Gg CO_2eq	%		Gg CO_2eq	Gg CO_2eq	%
Energía	23,946.45	24,706.19	3.17	**Energía**	24,706.19	23,269.2	5.81
Procesos Industriales	1,266.98	3,237.06	155.49	**Procesos Industriales**	3,237.06	3,112.1	3.86
USCUSyS	2,871.23	2,937.72	2.32	**AFOLU**	2,937.72	3,701.3	41.49
Agricultura	3,368.10	3,388.28	0.60		3,388.28		
Residuos	9,175.67	12,487.54	36.09	**Residuos**	12,487.54	5,567.7	55.41
TOTAL	**40,628.43**	**46,756.79**	**15.08**	**TOTAL**	**46,756.79**	**35,650.3**	**23.75**

Elaboración propia, usando metodología IPCC, 2006

En cuanto a la tendencia de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero se observó un incremento del 15.08% del año 2005 al año 2010, esto se debe a diferentes causas como el crecimiento poblacional, aumento del sector energético y disposición de residuos sólidos en el Estado de México generados en la Ciudad de México. Es importante señalar que el aumento más importante se da en el sector procesos industriales, debido al aumento de la producción de cemento.

Mientras que para el año 2015 se observa un decremento del 23.75% con respecto al año 2010, esto se debe a que se ha impulsado el uso de energías limpias, con la finalidad de reducir las emisiones, tal es el caso que en 2015 se instalaron 16,083 unidades de luminarias en distintos municipios de la Entidad, reduciendo 5,000 toneladas de CO_2.

En el Sector Industrial, es necesario que se continúen haciendo mejoras en sus procesos productivos, que ingresen a programas de excelencia ambiental logrando con ello la reducción integral de emisiones.

Para el Sector AFOLU uno de los factores clave que ha contribuido a mitigar las emisiones GEI es la reforestación, pues el Estado de México es una de las entidades que cuenta con la mayor cobertura de área vegetal. Además, se ha impulsado en el sector agrícola la reducción del uso de fertilizantes con alto contenido de Nitrógeno, como otra medida de mitigación.

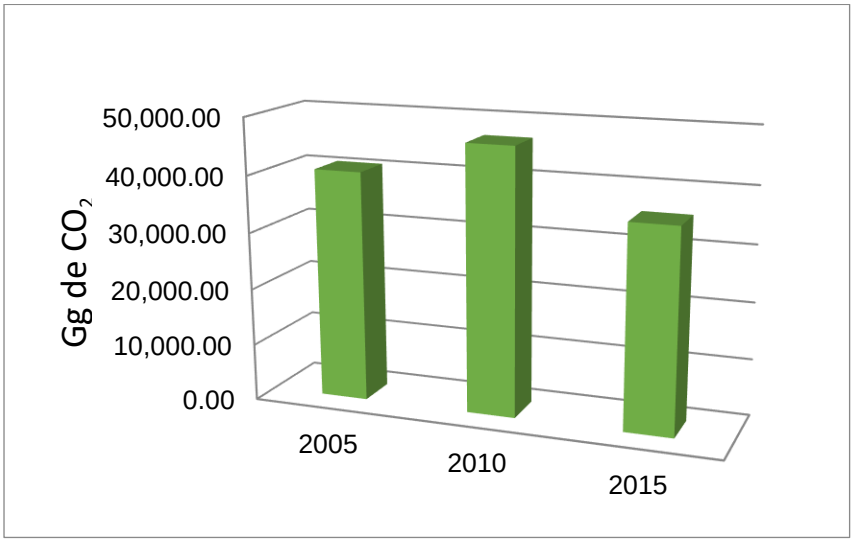


Figura 3.12. Tendencia de las emisiones de GEI por año.
Elaboración propia usando metodología IPCC, 2006.

En 2015, las emisiones de Dióxido de Carbono equivalente (CO_2eq) fueron de 35,650.3 Gg, de las cuales el 65% corresponden al Sector Energía con una emisión de 23,269.2 Gg, el 16% de las emisiones corresponde al sector residuos aportando 5,567.9 Gg, el 10% lo emite el sector AFOLU con 3,701.3 Gg y el 9% restante lo genera el sector procesos industriales con una emisión de 3,112.1 Gg, tal y como se muestra en la tabla 3.21.

Tabla 3.21 Emisiones de CO_2eq, por sector y su contribución porcentual en el año 2015

Sector	Emisiones de CO_2 eq del año 2015	%
Energía	23,269.2	65
Procesos Industriales	3,112.1	9
AFOLU	3,701.3	10
Residuos	5,567.7	16
Emisiones totales	35,650.3	100

Elaboración propia usando metodología IPCC, 2006

3.5 Indicadores relevantes de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero

El Potencial de Calentamiento Global (PCG) permite contabilizar en términos de equivalencia de CO_2eq, es decir, este indicador mide las emisiones originadas por el hombre de los seis Gases de Efecto Invernadero (GEI) que tienen impacto directo en el calentamiento global: Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFCs), Perfluorocarbonos (PFCs) y Hexafloruro de Azufre (SF6).

Cada GEI tiene impactos diferentes dependiendo su capacidad para absorber calor y tiempo de vida en la atmósfera. Para reportar estos gases bajo una sola unidad de medida, las emisiones de cada gas pueden ser convertidas a unidades de carbono equivalente, al multiplicarlos por su potencial de calentamiento de la atmósfera, que representa el efecto acumulativo de ese gas en un tiempo determinado -generalmente 100 años- en comparación con el CO_2. Por ejemplo, el potencial de calentamiento del Metano es de 21, lo que quiere decir que, su impacto en el calentamiento global es 21 veces más alto que el del CO_2.

Para la estimación de las emisiones de GEI de los años 2005 y 2010 se utilizaron los potenciales de calentamiento de las valoraciones realizadas en el SAR (Segundo Informe de Evaluación del IPCC, 1996): empleando para el CO_2=1, para el CH_4=21 y para el N_2O=310, valores estimados en un horizonte de 100 años. Para el inventario 2015 se utilizaron los potenciales de calentamiento de las valoraciones realizadas en el AR5 (Quinto Informe de Evaluación del IPCC, 2013), valores estimados en un horizonte de 100 años.

3.6 Comparativo Nacional

Con base en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2015 (INEGYCEI) que elaboró el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) se emiten 534,643.033 Gg de Co_2 eq; a nivel local, el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2015 que elaboró el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (IEECC) arrojó como resultados la emisión de 35,650.3 Gg de Co_2eq. Con esta información se determinó que la contribución de las emisiones de CO_2 eq del Estado de México es del 6.67% respecto a las emisiones nacionales, tal como se muestra en la tabla 3.22 y figura 3.12.

Tabla 3.22. Emisiones netas (Gg de CO_2eq).

Inventario 2015	Emisiones netas (Gg de CO_2eq)
Nacional	534,643.033
Estatal	35,650.3

Elaboración propia

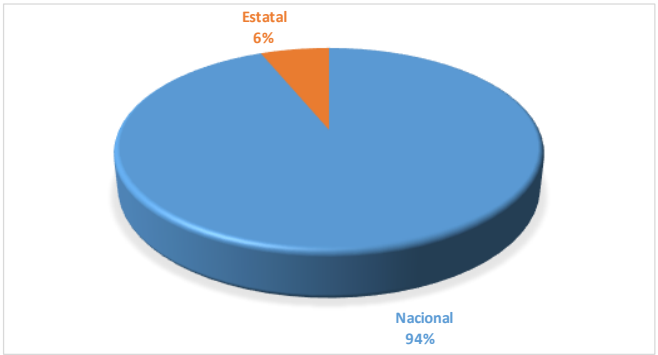


Figura 3.13 Contribución Porcentual de las emisiones del Estado de México respecto a las nacionales.
Elaboración propia

3.7 Análisis de la incertidumbre

Para los años 2005 y 2010, las estimaciones de la incertidumbre fueron elemento esencial para un inventario de emisiones completo. La información sobre la incertidumbre no está orientada a cuestionar la validez de las estimaciones de inventarios, sino a ayudar a priorizar los esfuerzos para mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de la metodología.

De acuerdo con el IPCC (1996) y basándose en las recomendaciones del análisis del sector energético a nivel nacional para el año 2006, se realizó el cálculo de la incertidumbre para los años 2005 y 2010, los cuales se muestra a continuación en la tabla 3.23.

Tabla 3.23 Porcentaje de incertidumbre por sector

Sector	Porcentaje de incertidumbre
Energía	3.19%
Procesos Industriales	16.02%
Agricultura	17.19%
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	22.04%
Residuos	10.94%

Elaboración propia usando metodología IPCC, 2006

Respecto a los residuos sólidos no se cuenta con las toneladas anuales recicladas por municipio y por tipo (vidrio, papel, cartón plástico, madera, residuos de comida y jardín, electrodomésticos, entre otros), tampoco con el número total de sitios de disposición final que son controlados y no controlados, así como las toneladas anuales de residuos que se disponen, ni la cantidad de residuos que se incineran.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de establecer una coordinación con las dependencias federales, estatales y municipales, con la finalidad de contar con la mayor información posible requerida, para integrar y cuantificar todas las categorías por sector. Para el Sector AFOLU, es importante contar con imágenes fotográficas aéreas, imágenes satelitales de la Entidad e información de cobertura vegetal de los 10 últimos años.

Por lo anterior, se infiere que el Inventario 2015 tiene los mismos rangos de incertidumbre que en los inventarios de los años 2005 y 2010.

3.8 Conclusiones y Recomendaciones

Derivado de que la mayor generación de emisiones de gases efecto invernadero está en el sector energía, es necesario continuar impulsando el uso de energías limpias, con la finalidad de reducir las emisiones; como se mencionó anteriormente, un primer intento de esta transición en la Entidad se realizó en 2015 donde se instalaron 16,083 unidades de luminarias en distintos municipios, reduciendo la emisión de 5,000 toneladas de CO_2, aproximadamente.

Es importante que el sector industrial, continúe haciendo mejoras en sus procesos productivos, que ingresen a programas de excelencia ambiental logrando con ello la reducción integral de emisiones.

Otra actividad que aporta en gran medida con las emisiones de Metano es la disposición de residuos sólidos, es por ello que, en el 2015, el Gobierno del Estado de México fortaleció las acciones para reducir el volumen de residuos sólidos y evitar que estos se dispongan en sitios no controlados, para lo cual se implementaron las siguientes acciones:

- Desde el 15 de enero de 2013 se dio inicio al Programa de Chatarrización de vehículos en el Estado de México, logrando el 20 de julio del 2020 culminar con la 28va etapa de chatarrización sumando un total de 127 mil 902 unidades.
- Desde enero de 2013, se lleva a cabo por parte de la Secretaria del Medio Ambiente a través de la Dirección de Concertación y Participación Ciudadana la recolección de residuos eléctricos y electrónicos. De 2013 a 2019 en el Estado de México se han llevado a cabo 63 Reciclatones en los que se acopiaron más de 240 toneladas de material electrónico y eléctrico para su adecuado reciclaje y destrucción, mismos que contienen una gran cantidad de elementos tóxicos que representan grandes riesgos al medio ambiente y a la salud pública.
- Desde 2015 se puso en marcha el Programa de Recolección de árboles de navidad con el que se buscan reciclar las especies forestales navideñas en la entidad mexiquense, para el año 2021 PROBOSQUE en coordinación con gobiernos municipales a dispuesto de más de 20 centros de acopio con la capacidad de triturar 400 árboles por hora aproximadamente.

- Una de las actividades que ha contribuido a mitigar las emisiones es la reforestación, el Estado de México es una de las entidades que cuenta con la mayor cobertura de área vegetal. Desde el año 2017, el gobierno del Estado de México a través de PROBOSQUE se tiene como meta reforestar 15 mil hectáreas con 15 millones de árboles anuales.
- En el año 2020 el gobierno del Estado de México a través de la Secretaría del Campo con el programa "Campo Limpio" que consiste en el manejo de envases de productos agroquímicos con la finalidad de disminuir los riesgos a la salud por medio de la técnica de triple lavado, recolección y compactación y envío de destino final, logró recolectar en 4 días 5 toneladas de envases vacíos de agroquímicos en la zona florícola del Estado de México, además que cuenta 52 Centros de Acopio Primarios (CAP), disponibles en 16 municipios: Atlacomulco, Calimaya, Coatepec Harinas, Rayón, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Luvianos, Nopaltepec, San Simón de Guerrero, Temascaltepec, Tenancingo, Tonatico, Tenango del Valle, Villa Guerrero y Zinacantepec.

La participación de la población es muy importante para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, ya que al evitar el uso de aerosoles, insecticidas, detergentes y productos de limpieza que no son biodegradables, así como el uso de calentadores solares y electrodomésticos ahorradores de combustibles, además de la sustitución de focos convencionales por focos ahorradores, y el uso de regaderas ahorradoras de agua, van a hacer un efector multiplicador.

4. Escenarios de Cambio Climático en el Estado de México a corto, mediano y largo plazo.

4.1 Caracterización del clima observado.

En el presente Capítulo se describe y analiza la relación existente entre los fenómenos meteorológicos que determinan el clima presente, mediante el análisis del comportamiento histórico de la precipitación y temperatura, con el objetivo de identificar y comprender diferentes indicios de Cambio Climático en el territorio del Estado de México y así, estar en posibilidad de analizar la situación actual en cuanto al grado de vulnerabilidad al que se encuentran sujetos los diferentes sectores económicos, sociales y naturales en la entidad, a partir de la determinación de los tipos de enfermedades que pueden desarrollarse en mayor grado debido al cambio drástico de los fenómenos hidrometeorológicos, así como los posibles impactos en las actividades primarias, y los diferentes escenarios que permitan comprender los cambios esperados en las variables meteorológicas con base en los RCP (4.5 y 8.5) para los sectores definidos.

El clima es una variable natural determinada a partir del análisis del comportamiento e interacción de fenómenos meteorológicos como temperatura, precipitación, presión, humedad y viento en una región en particular, principalmente observados en periodos de 30 años o más; por otro lado, factores como la altitud, relieve y la dirección de vientos también influyen en el tipo de clima inherente al territorio.

En el Estado de México existen siete tipos de climas diferentes de acuerdo a la clasificación climática de Köppen-Geiger (Hylke E. Beck et. al 2018); como resultado de los diferentes rangos de altitud y al relieve heterogéneo que caracteriza al Estado, resalta el clima templado de montaña con invierno seco que ocupa el 77.15% de la superficie total caracterizados por Inviernos fríos o templados y veranos frescos. Los veranos son lluviosos y los inviernos secos; por consiguiente el clima tropical de sabana (húmedo-seco) presenta el 16%, caracterizados por ser cálidos durante todo el año, con estación seca por el contrario el clima subalpino(frio) subhúmedo de alta montaña (oceánico subpolar) es el menos abundante ya que solo ocupa el 0.81% de la superficie, éste se localiza preponderantemente en la Sierra Nevada con una temperatura media anual de -2°C, es decir, con temperaturas por debajo de los 0°C en el mes más cálido y más frío.

Tabla 4.1 Climas en el Estado de México y porcentaje que ocupan del territorio.

Código	Clima	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Aw	Clima tropical de sabana (húmedo-seco)	382,390.16	16.02
BSk	Clima semi-árido frío (estepario)	61,705.72	2.59
Cwa	Clima subtropical de invierno seco	55,451.27	2.32
Cwb	Clima templado de montaña con invierno seco	1,841,152.00	77.15
Cwc	Clima subalpino (frío) subhúmedo de alta montaña (oceaínico subpolar)	19,359.94	0.81
ET	Clima de tundra polar	26,453.11	1.11

Fuente: Elaboración propia con Base a Hylke E. Beck et. al. (2018)

El Estado de México cuenta con un total de 347 estaciones de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en las que se registran datos de temperatura media, mínima, máxima y precipitación diaria, los cuales son utilizados para la descripción del clima presente, así como insumos para la determinación de vulnerabilidad y elaboración de escenarios. Para comprender el clima presente se retomaron los datos de las normales climatológicas de precipitación y temperatura mensual en un periodo de 1950 – 2010, datos que se actualizaron con los registros del periodo de 1950 – 2014 para describir los diferentes cambios observados; cabe mencionar que, debido a la poca disponibilidad de datos, algunas estaciones carecen de información en ciertos periodos.

Para este análisis se seleccionaron 10 estaciones bajo el criterio de su localización, dentro de los diferentes climas del Estado; por otro lado, la información de 1950 – 2014 se obtuvo a partir de la Base de Datos Climatológica Nacional Sistema CLICOM (CICESE, 2010).

En el Estado de México, los rangos de precipitación son variados conforme las diferentes regiones, sin embargo, la precipitación presenta la misma tendencia en los datos recabados para las diferentes estaciones. Principalmente los valores más altos se registran entre los meses de junio a septiembre, con rangos que van de los 93.1mm en la estación de San Jerónimo Xonocahuacán (clave 15090) a valores máximos de 273.5mm en la estación Temascaltepec (clave 15118). Por el contrario, en invierno se registraron los rangos más bajos de precipitación en todas las regiones, cabe resaltar que en la estación Coatepequito (clave 15248) se registró el valor más bajo con tal solo 4.9mm (figura 4.1). En cuanto a los datos correspondientes al periodo de 1950 – 2014, se observa que la precipitación sigue el mismo comportamiento con los rangos más altos presentes en los meses de junio a septiembre, resaltando una ligera disminución en la precipitación.

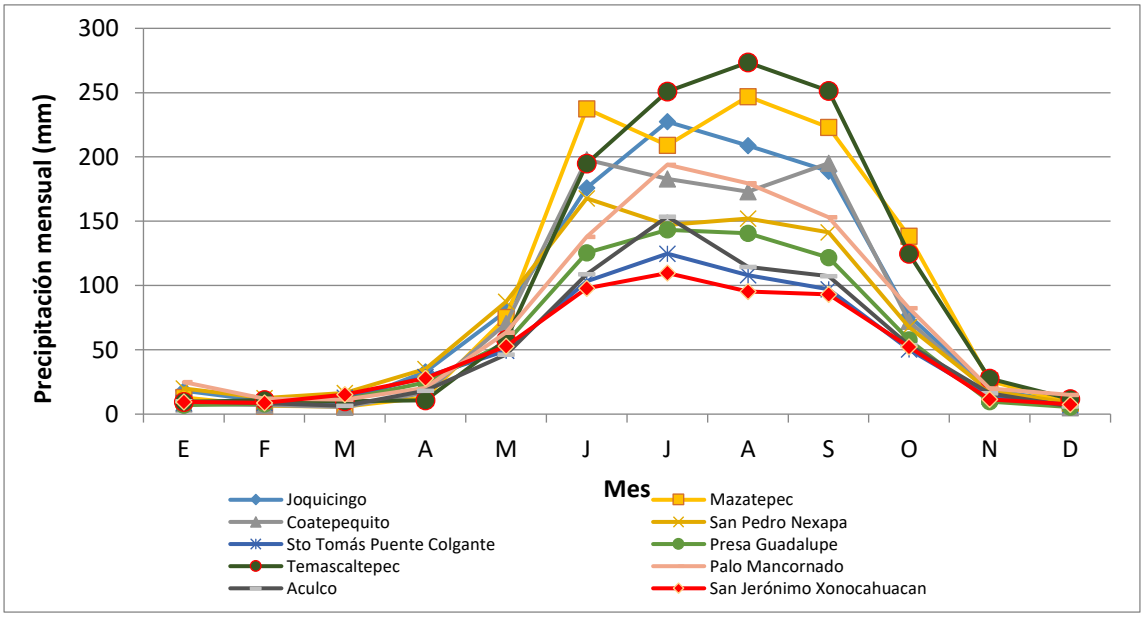


Figura 4.1. Diagrama de precipitación mensual, Estado de México (1950 - 2010).

Con relación a la temperatura media mensual, se observa una tendencia similar en las diferentes regiones del Estado. El comportamiento de la temperatura resalta un aumento entre los meses de marzo a junio, con los valores más altos registrados en las estaciones de Mazatepec (clave 15328) y Coatepequito con 23.9°C y 23.2°C respectivamente, ambas registradas en el mes de mayo. Por otro lado, se registraron los rangos mínimos de temperatura en los meses de octubre a enero, específicamente en las estaciones Palo Mancornado (clave 15174) y Joquicingo (clave 15038) 10.1°C y 9.9°C respectivamente, ambos valores presentes en el mes de enero.

Asimismo, con base en los datos del periodo comprendido entre 1950 a 2014, se observa que la temperatura sigue la misma tendencia, en donde los valores más altos se presentan entre marzo y junio, sin embargo, también se observan ligeros aumentos en la temperatura a lo largo del año.

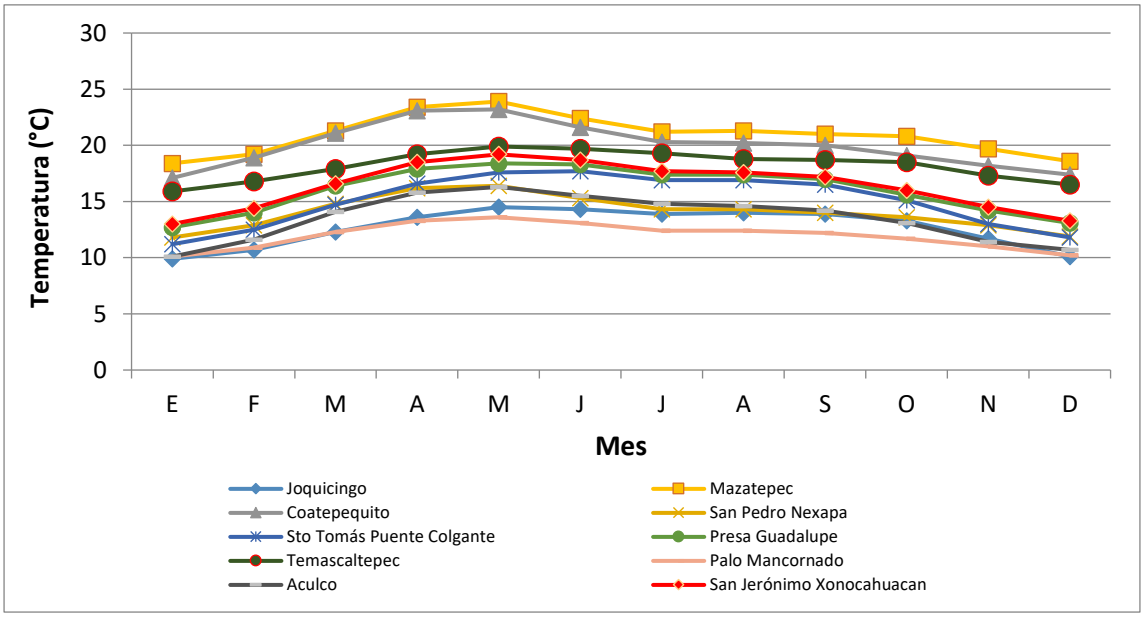


Figura 4.2. Diagrama de temperatura media, Estado de México (1950 - 2010).

Entender y monitorear los fenómenos meteorológicos que conforma el clima es de suma importancia, ya que permite identificar zonas que por naturaleza son susceptibles a riesgos hidrometeorológicos permitiendo llevar a cabo medidas correctivas y reactivas que permitan mantener la integridad de la población expuesta; aunado a ello, al conocer dichas variables es posible realizar un adecuado plan de desarrollo de actividades de producción agrícola, especialmente de temporal, que permitan mantener y reducir pérdidas debido a altas o bajas precipitaciones y temperaturas que comprometan la permanencia del sector primario.

El clima presente permite conocer la situación actual de la Entidad, definiendo aquellas zonas que requieren atención prioritaria para reducir los impactos adversos resultantes de eventos climáticos normales y extremos, dicho proceso se describe y analiza más adelante mediante la determinación de la vulnerabilidad en los diferentes sectores expuestos a diferentes peligros hidrometeorológicos.

El clima es un elemento que se encuentra en cambio constante debido a la interacción de las diferentes variables meteorológicas, sin embargo, debido al incremento de la población y al desarrollo de actividades económicas que permitan su estabilidad, se favorecen procesos como el cambio de uso de suelo, lo que provoca a su vez incremento en las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, derivando en un incremento en la temperatura y favoreciendo mayor variabilidad climática, la cual da pie generalmente en eventos hidrometeorológicos extremos (Hugo, 2018), afectando la salud, economía, seguridad y producción alimenticia de la población (PNUMA, S/F).

De esta forma, es posible, por ejemplo, identificar la relación entre las variables hidrometeorológicas con el desarrollo de enfermedades asociadas como el dengue. El análisis de los datos históricos permite la aplicación de modelos estadísticos que ayudan a modelar escenarios para el futuro cercano, medio y lejano sobre el comportamiento y posibles cambios de los fenómenos meteorológicos dentro del territorio del Estado de México.

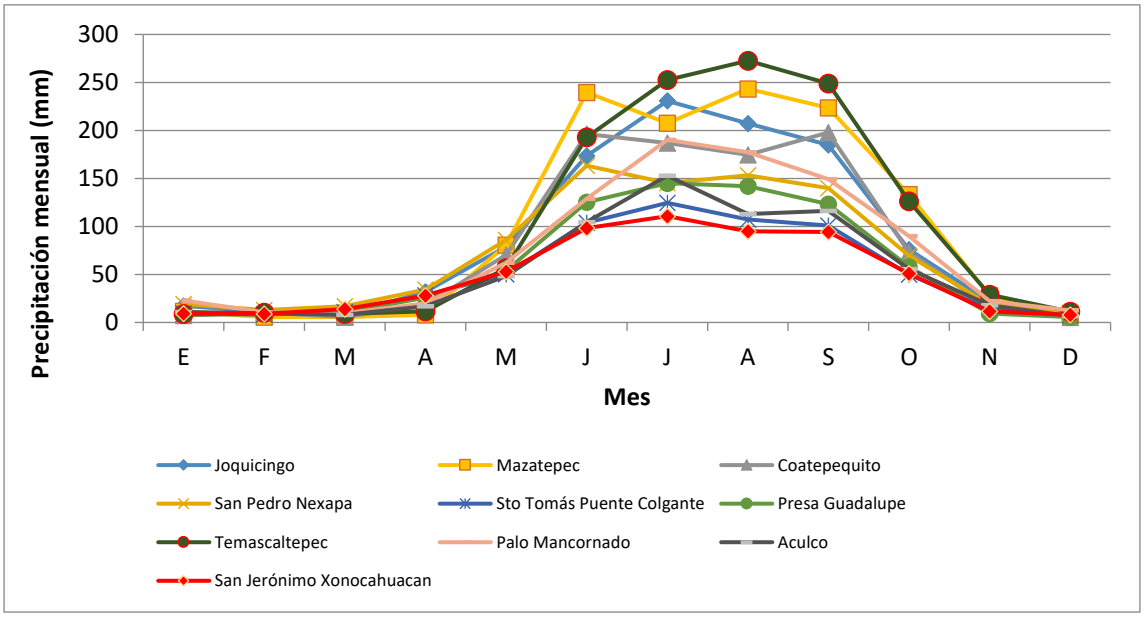


Figura 4.3 Diagrama de precipitación mensual, Estado de México (1950 - 2014)

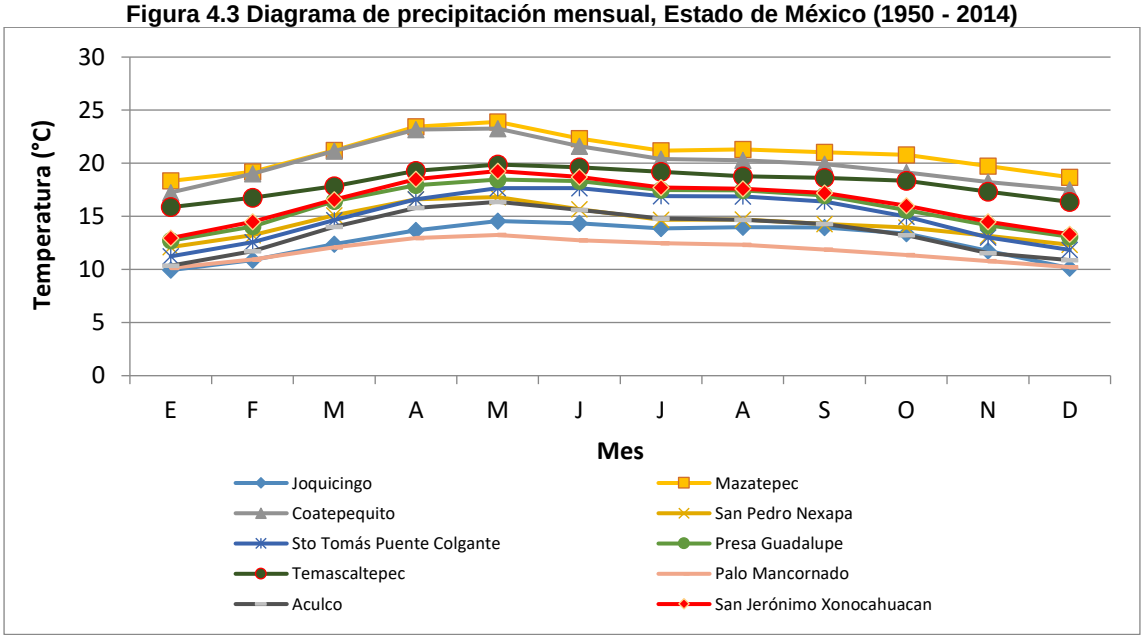


Figura 4.4. Diagrama de temperatura media, Estado de México (1950 - 2014).

4.1.1 Comportamiento histórico de temperatura y precipitación e indicios de Cambio Climático

Los índices de Cambio Climático elegidos para observar la dinámica térmica y pluviométrica de la Entidad son los propuestos por el Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI, por sus siglas en inglés), los cuales fueron diseñados con el propósito de identificar el comportamiento climático en diferentes regiones del planeta. Los indicadores se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Índices de Cambio Climático

Índice	Descripción	Índice	Descripción
CCD	Días secos consecutivos	Rx5day	Precipitación máxima en 5 días
CSDI	Duración de los periodos fríos	SDII	Índice simple de intensidad diaria

CWD	Días húmedos consecutivos	SU	Días de verano
DTR	Rango diurno de temperatura	TN10p	Noches frías
FD	Días con heladas	TN90p	Noches cálidas
GSL	Estación de crecimiento	TNn	Temperatura mínima extrema
ID	Días con hielo	TNx	Temperatura mínima más alta
PRCPTOT	Precipitación total anual	TR	Noches tropicales
R10mm	Días con lluvia mayor a 10 mm	TX10p	Días frescos
R20mm	Días con lluvia mayor a 20 mm	TN90p	Noches cálidas
R95p	Días muy húmedos	TXn	Temperatura máxima más baja
R99p	Días extremadamente húmedos	TXx	Temperatura máxima extrema
Rnnmm	Días con lluvia mayor a nn	WSDI	Duración de periodos cálidos
Rx1day	Precipitación máxima en 1 día	Tmin	Temperatura mínima
		Tmax	Temperatura máxima

Fuente: ETCCDI, 2009.

Es oportuno destacar que teóricamente la red de estaciones meteorológicas se advierte suficiente; sin embargo, ésta presenta deficiencias notables en la continuidad de registros, lo que merma la posibilidad de ampliar la información a la totalidad del territorio estatal, especialmente en las zonas del Sur, Suroeste y Sureste, así como para calcular en todas las estaciones los 27 índices climáticos. Por lo anterior, se determinó acoger para la caracterización espacial 28 estaciones de los Estados vecinos.

Para llevar a cabo la caracterización climática y descripción de algunos indicadores térmicos y pluviométricos, se seleccionaron 15 estaciones que poseen la cualidad de ubicarse en los diferentes climas presentes en el territorio estatal, mismas que aparecen en la tabla 4.3, donde se identifican además algunas variables físico – geográficas que en conjunto logran explicar la dinámica de escurrimientos y su impacto, tema que será considerado en el apartado de vulnerabilidad.

Tabla 4.3 Estaciones seleccionadas para el análisis de indicios de Cambio Climático

ESTACIÓN	CLIMA	GEOMORFOLOGÍA	GEOLOGÍA	SUELO	VEGETACIÓN
15356 Jalpa	$A(w_1)(w)$	Montaña bloque	Metamórfica Meta-sedimentaria	Vertisol pélico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15046 Presa Colorines	$A©_{w1}(w)$	Flujo de lava cubierto de piroclastos	Ígnea Extrusiva Basalto	Acrisol órtico	Asentamiento humano
15118 Temascaltepec	$(A)C(w_2)(w)$	Flujo de lava cubierto de piroclastos	Ígnea Extrusiva Basalto	Andosol ócrico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15066 Palizada	$C(w_2)(w)$	Valle aluvial con procesos de acumulación en	Ígnea Extrusiva Toba Ácida	Andosol húmico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15071 Presa del Tigre	$C(w_2)(w)$	Rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentación	Ígnea Extrusiva-Vulcano-clástico	Feozem haplílico	Pastizal Inducido
15038 Joquicingo	$C(w_2)(w)$	Rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentación	Suelo Aluvial	Andosol húmico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15103 San Pedro Nexapa	$C(w_2)(w)$	Rampa erosiva con procesos de socavación lateral	Sedimentaria Brecha sedimentaria	Fluvisol dístrico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15174 Palo Mancornado	$C(E)(w_2)(w)$	Rampa erosiva con procesos de socavación lateral	Sedimentaria Brecha sedimentaria	Andosol húmico	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15002 Aculco	$C(w_1)(w)$	Valle aluvial con procesos de acumulación	Suelo Aluvial	Feozem haplílico	Agricultura de riego (incluye riego eventual)
15073 Presa Guadalupe	$C(w_1)(w)$	Cuerpos de agua permanentes.	Ígnea Extrusiva-Vulcano Clástico	Vertisol pélico	Cuerpo de agua
15069 Polotitlán	$C(w_0)(w)$	Rampa acumulativa con procesos de sedimentación	Ígnea Extrusiva-Vulcano Clástico	Planosol mólico	Agricultura de riego (incluye riego eventual)
15115 Santo Tomás Puente Colgante	$C(w_0)(w)$	Llanura lacustre endorreica y/o llano volcánico	Suelo Aluvial	Feozem haplíco	Agricultura de riego (incluye riego eventual)

15170 Chapingo	$C(w_0)(w)$	Llanura lacustre con desarrollo acumulativo	Suelo Lacustre	Vertisol crómico	Agricultura de riego (incluye riego eventual)
15090 San Jerónimo Xonocahuacan	BS1kw	Llanura lacustre endorreica y/o llano volcánico	Ígnea Extrusiva-Vulcano Clástico	Feozem haplíco	Agricultura de temporal con cultivos anuales
15248 Coatepequito	$(A)C(w_1)(w)$	Rampa acumulativa-erosiva con procesos de sedimentación	Sedimentaria Arenisca-conglomerado	Leptosol renzinico	Pastizal Inducido

Fuente: Elaboración propia.

Para el presente análisis se seleccionaron cinco de los 27 índices propuestos por el ETCCDI los cuales son: PRCPTOT, Rx1day, Rx5day, CCD y CWD. Tales índices fueron descargados de la base de datos de clima extremo del ETCCDI (2013) calculados para México y analizados a partir de tablas y gráficas para describir el comportamiento de los resultados.

En la dinámica de precipitación anual, a lo largo del periodo de registros que van de 20 a 35 años, se observan variaciones congruentes sin tendencias perceptibles en los climas semicálido subhúmedo y templado subhúmedo más húmedo (w_0), así como húmedos intermedios (w_1); sin embargo, en el régimen de humedad reconocido como el más seco de los subhúmedos (w_2) de los climas templados, se distinguen tendencias a la disminución de la precipitación total anual denotada como PRCTOT, así como en la precipitación acumulada en uno y cinco días indicadas por Rx1 day y Rx5 day respectivamente. La figura 4.5 muestra en primer lugar la estación Chapingo, característica de los climas C (w_1) y en segundo, la estación Presa El Tigre (figura 4.6), representante de los climas C (w2). En ambas figuras están representados los indicadores PRCTOT, Rx1day y Rx5 day.

De las estaciones seleccionadas para la caracterización climática, la correspondiente a la 15002 Aculco con clima C (w_1), muestra una ligera tendencia al incremento en la precipitación total anual; no obstante, no se identifica la misma tendencia en Rx1day y Rx5 day (figura 4.7).

Por otro lado, en la estación 15069 Polotitlán con clima C (w_0) se reconoce la presencia de mínimos de precipitación total anual en los años 1961, 1982, 1988 y 1999, que no impactan a las precipitaciones Rx1day y Rx5 day (figura 4.8).

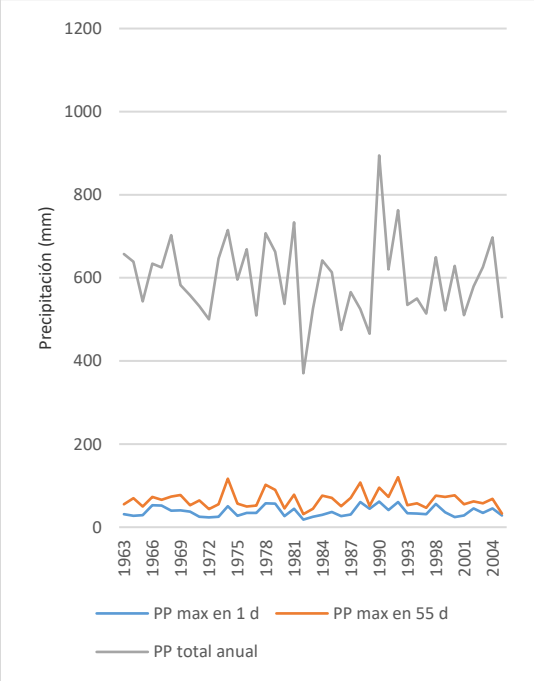


Figura 4.5. Indicadores de precipitación, estación Chapingo en el periodo 1963-2006.

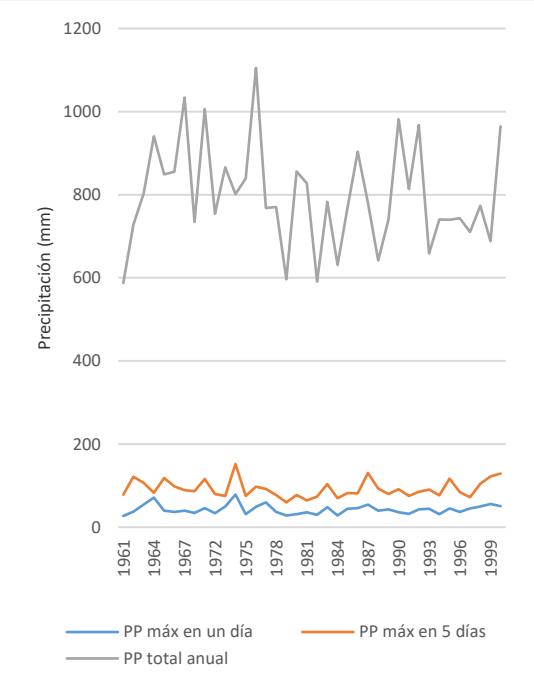


Figura 4.6. Indicadores de precipitación, estación Presa El Tigre en el periodo 1961-2000.

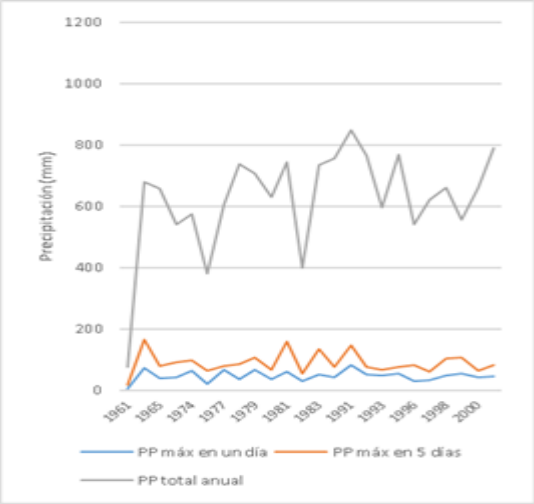


Figura 4.7. Indicadores de precipitación, estación Aculco en el periodo 1961-2002.

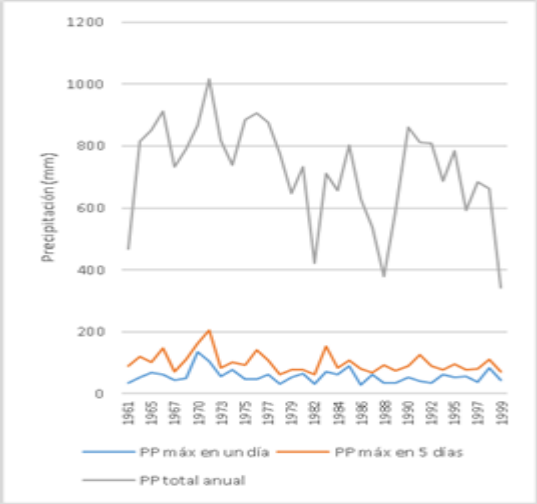


Figura 4.8. Indicadores de precipitación, estación Polotitlán en el periodo 1961-1999.

Las temperaturas medias mensuales en general se sitúan entre los 8°C y 25 °C. Las mínimas mensuales se presentan hacia los 11°C promedio, mismas que son características de los meses de febrero y enero, las máximas se ubican alrededor de la media de 23°C en los meses de abril y mayo, lo anterior caracteriza al Estado de México como un territorio de evidentes oscilaciones térmicas en un periodo de 3 a 4 meses (figura 4.9).

Para el caso de las temperaturas extremas en las zonas en los valles del Centro y Norte las máximas extremas oscilan entre los 24°C y 28°C y las mínimas extremas alrededor de los -10°C; para la porción cálida y semicálida, las máximas y mínimas extremas se presentan entre los 38°C las primeras y 7°C las segundas. Genéricamente las temperaturas bajas se presentan en los meses de enero y febrero, y las altas en los meses de abril y mayo (figura 4.9).

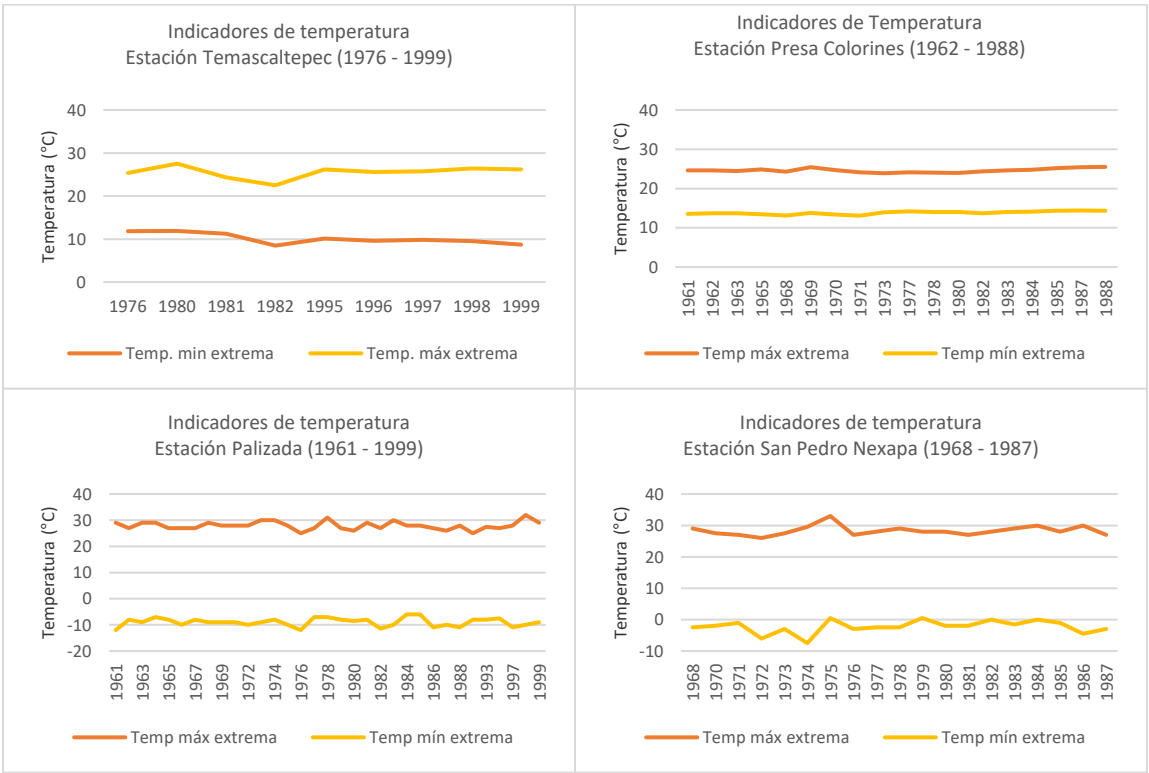


Figura 4.9 Comportamiento interanual de temperatura máxima y mínima extremas en estaciones de distintas zonas del Estado de México.

Desde el aspecto temporal, en la figura 4.10 se aprecia que la temperatura mínima extrema en el caso de Temascaltepec expresa una ligera tendencia a la disminución, asimismo se observa poca oscilación en la Presa Colorines en ambos casos y fluctuaciones notorias en las estaciones de Palizada y San Pedro Nexapa.

Otro indicador que muestra la dinámica de la precipitación y la temperatura es la identificación de periodos secos y húmedos consecutivos, CCD y CWD, respectivamente.

En la estación Temascaltepec (figura 4.10) se detectan continuidad en la duración de los periodos húmedos, entre 10 y 20 días, alcanzando un máximo en 1995 de 35 días consecutivos que puede percibirse como una anomalía ya que en el mismo año se observa el periodo más bajo de días secos consecutivos con 37 días. Destaca un aumento constante a partir de 1995, llegando a 166 días en el último año de registro.

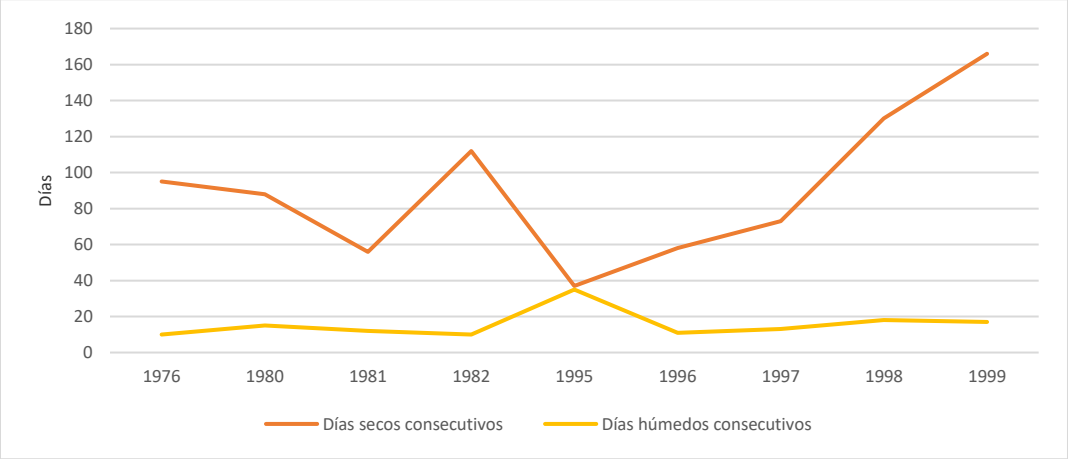


Figura 4.10 Periodos secos y húmedos en la estación Temascaltepec (1976 - 1999)

En cuanto a la estación Presa Colorines (figura 4.11), las fluctuaciones más notorias se dan en los periodos secos consecutivos que van de 42 a 142 días presentándose con frecuencia cíclica. Los periodos húmedos van de los 7 a los 30 días obteniéndose este máximo en 1984.

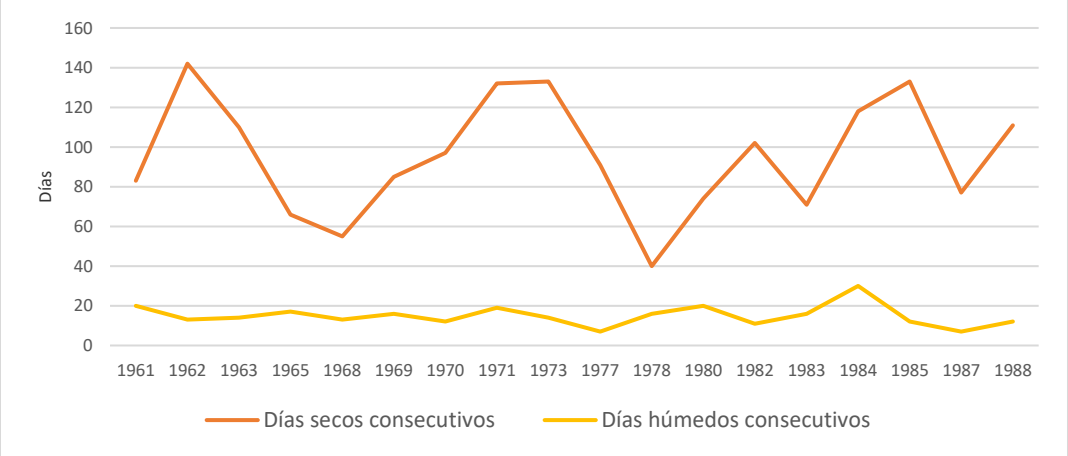


Figura 4.11 Periodos secos y húmedos en la estación Presa Colorines (1962-1988).

El balance de los periodos secos más abruptos se nota en la estación Palizada (figura 4.12) que refieren de 31 días en 1968 y 163 en 1998; sin embargo, no se perciben tendencias significativas; los periodos húmedos se presentan con mayor constancia en su balance de 7 a 31 días.

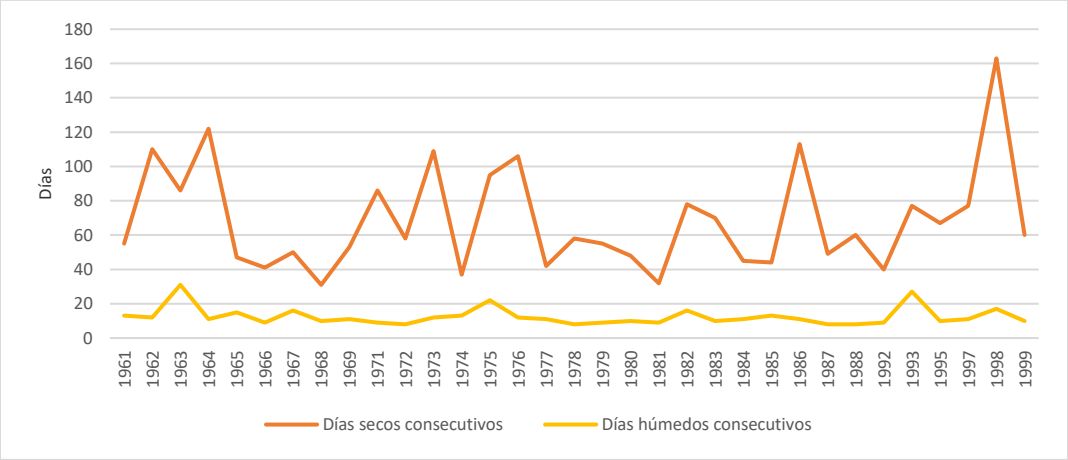


Figura 4.12 Periodos secos y húmedos en la estación Palizada (1961-1999)

Nuevamente se observan oscilaciones marcadas y cíclicas en los periodos secos en la estación San Pedro Nexapa (figura 4.13), presentándose el menor número de días consecutivos en 1968 con 28 y un máximo de 121 días en 1972. El periodo de días húmedos se encuentra entre los 10 y 20 días consecutivos, sin que se observen máximos o mínimos significativos.

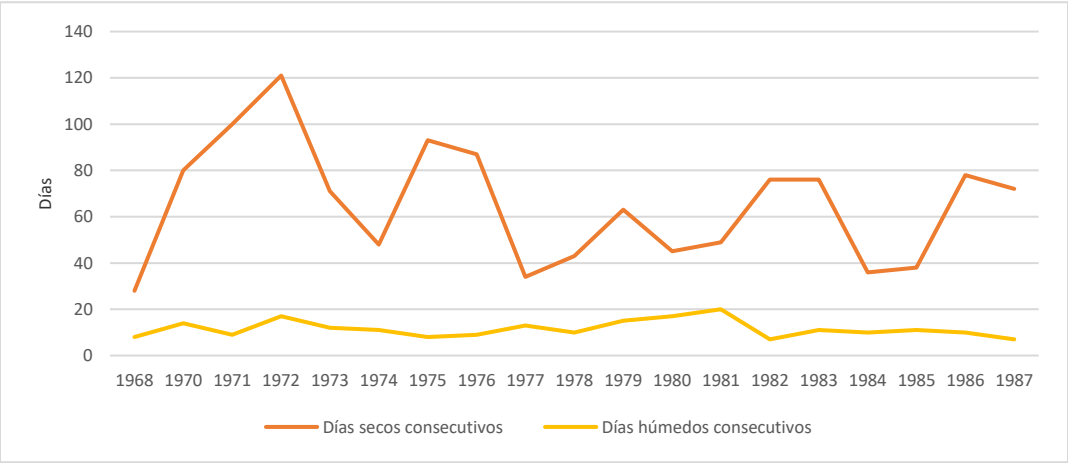


Figura 4.13 Periodos secos y húmedos en la estación San Pedro Nexapa (1968-1987)

El comportamiento de temperatura máxima y mínima extrema, así como de la precipitación total y la acumulada en 1 y 5 días, se observa estable, es decir, sin notorias tendencias al incremento o disminución que pueda considerarse como evidencia de Cambio Climático a nivel estatal. Además, sin relación expresa entre la temperatura máxima extrema y los días secos consecutivos; dado que tras un análisis de correlación resultaron coeficientes cercanos a 0 en las estaciones elegidas para la caracterización.

4.1.2 Vulnerabilidad ante las condiciones climáticas

La vulnerabilidad al Cambio Climático ha escalado como tema de discusión científica y social en escenarios nacionales e internacionales a partir de la mitad del siglo XX y lo que va de este, dada su percepción como consecuencia, entre otros aspectos, la pobreza y la exclusión social, característicos de diferentes contextos globales, regionales y locales en su carácter ambiental, social y cultural (Sánchez, 2009).

En medida que una sociedad tiene un mayor o menor grado de vulnerabilidad ante uno o varios efectos del Cambio Climático, se habla de la incidencia de factores que le han posicionado en ese *status quo,* ligados globalmente a las desigualdades sociales y de género, presencia de pobreza, ineficiente planeación , población indígena numerosa, acceso limitado a servicios de salud y de vivienda (Banco Mundial, 2013), mayores niveles de hacinamiento y más hogares encabezados por mujeres (Las Dimensiones Sociales del Cambio Climático en México, 2013).

A nivel nacional, se estableció en el periodo 2013-2018 el programa denominado “PROIGUALDAD”, el cual refleja la vulnerabilidad que enfrentan las mujeres ante los riesgos de desastres, lo cual difiere en función de los roles que desempeñan y los espacios en que se desarrollan. Los desastres tienen mayor impacto sobre la esperanza de vida de las mujeres, pues son 14 veces más propensas a morir durante un desastre, además, debido a que sobre las mujeres recae la responsabilidad del trabajo no remunerado (suministro de cuidados, agua y alimentos), los desastres les generan una carga adicional.

En términos generales, la vulnerabilidad se aborda bajo dos líneas: la primera relacionada con la intensidad del evento manifestado, y la segunda con los territorios y/o población afectada por dicho evento. Con base a ello, la vulnerabilidad precisa del estudio multidisciplinario a diversas escalas, tanto espaciales como temporales, que ofrezcan fundamento para el planteamiento de estrategias de mitigación (Sánchez, 2009).

Sequías

Existen distintas conceptualizaciones de la sequía, determinados por el motivo de estudio, ya sea meramente informativo, como elemento climático y susceptible de pronóstico o para fines de planeación en temas de riesgos naturales y de impacto en las actividades agrícolas, principalmente.

Varios métodos de la cuantificación de la sequía están supeditados al balance hídrico de la región de interés como lo propone el *Índice de Severidad de la Sequía de Palmer (PDSI, por sus siglas en inglés)*, y en consecuencia a una amplia base de registros de variables como humedad del suelo y ambiental, precipitación diaria, escurrimiento e infiltración que comúnmente son escasos y en otros casos, locales.

De lo anterior, destaca la propuesta de algunos autores en evaluar la sequía, en razón de la precipitación o de la ausencia de ésta; entre estos métodos se cuentan el *Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)* de McKee (1993) y el de *Precipitación Efectiva (EP)* de Byun y Wilhite (1999). Este último tiene la particularidad de construir un índice de sequía efectiva con base al parámetro del déficit de precipitación en tiempo y altura de lámina.

Entre los indicadores que se determinan en la opción metodológica de Byun y Wilhite se hallan aquellos que refieren el inicio, duración e intensidad de la sequía, uno de ellos se denomina *Días consecutivos con déficit de precipitación efectiva estandarizada (CNS por sus siglas en inglés)* que, con base al valor negativo de la diferencia entre la precipitación efectiva y la media de la misma en su representación estandarizada; cuantifica los días consecutivos con déficit y los interpreta como periodos de sequía. El planteamiento detallado del método se encuentra en Byun, Hi-Ryong y Donald A. Wilhite “Objetive quantification of drought severity and duration”, (1999).

El CNS para el Estado de México fue determinado en 2012 para la realización de una investigación encaminada a construir un modelo de peligro de incendio forestal en donde la sequía fue la variable dinámica del producto. Con la base de precipitación diaria de 90 estaciones meteorológicas coincidentes en registros de 2006, 2007, 2008 y 2009, fue posible identificar los periodos secos y su dinámica espacial y temporal durante el primer semestre, de acuerdo con los incendios forestales ocurridos en el periodo (Magaña, 2012).

Así, los días consecutivos con déficit de precipitación efectiva estandarizada (CNS), se encuentra en el rango entre 1 día y hasta un máximo de 124 días, observándose máximos en los años 2006 y 2008. Los periodos de mayor duración se ubican temporalmente en los meses de marzo y abril que coincide con el tiempo previo a la temporada de lluvias, definida en sus máximos para el Estado de México entre los meses de junio y octubre, duraciones menores se identifican en los meses de enero, febrero y mayo, entre 30 y 60 días. En proporción considerablemente menor, menos de 30 días consecutivos se ubican en el mes de junio. La figura 4.14 muestra los periodos secos de los años citados, asimismo la figura 4.15 muestra su representación espacial.

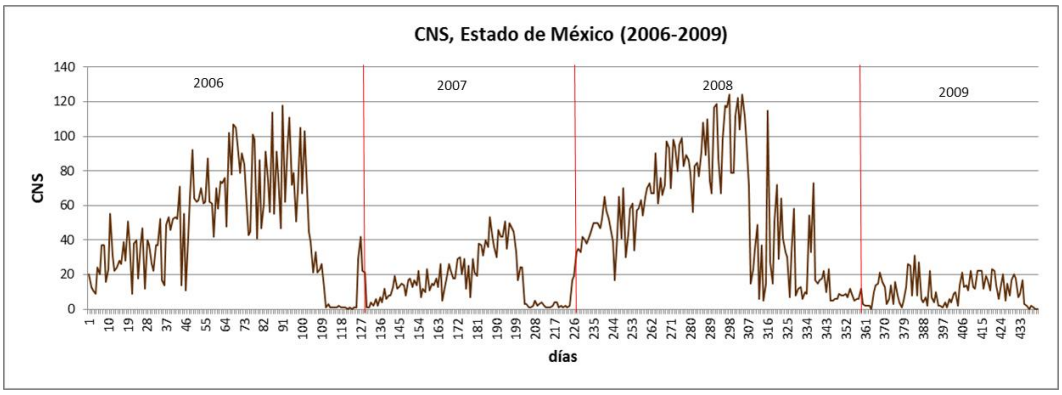


Figura 4.14 Grafica de los periodos secos para los años 2006, 2007, 2008, 2009
Fuente: Magaña (2012)

Es destacable que en los años 2006 y 2008 se observaron periodos más largos de días secos, sensiblemente mayores a los registrados en 2007 y 2009. Por otro lado, se evidencia el crecimiento gradual de los días consecutivos según avanza el año en curso; dicha tendencia disminuye al presentarse las primeras precipitaciones; sin embargo, el comportamiento característico de los tres primeros años no es similar en el año 2009 en el que se perciben dos periodos homogéneos separados por uno de periodo de lapso menores de días secos.

Espacialmente, se identifican tres regiones donde ocurren periodos secos mayores a 62 días consecutivos, una de ellas se encuentra en la porción suroeste correspondiente a los climas cálidos y semicálidos; otra se localiza en la región Centro – Sur coincidente con clima templado subhúmedo el más seco de los subhúmedos y una porción menor de frío subhúmedo, y la tercera zona se identifica al poniente del Estado compatible con la Sierra Nevada de clima frío subhúmedo y templado subhúmedo de veranos frescos y largos. Asimismo, centros de periodos secos largos se encuentran diseminados, reconociéndose en las sierras locales de Valle de Bravo y Temascaltepec.

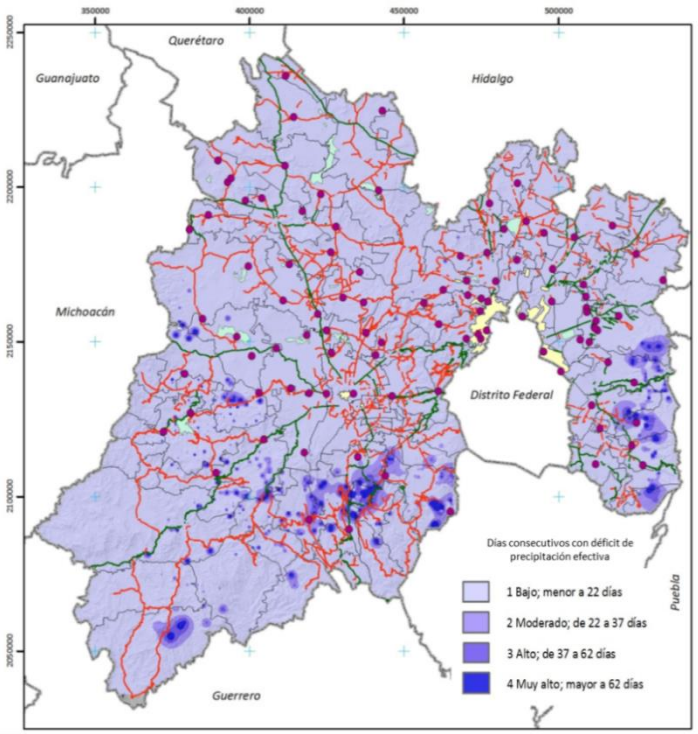


Figura 4.15 Regiones de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva para los años 2006, 2007, 2008, 2009
Fuente: Magaña (2012)

Es preciso considerar el monitoreo continuo de la sequía por el impacto a las actividades agrícolas y por su participación en la vulnerabilidad a incendios forestales; independientemente de contar con la aportación de los puntos de calor a nivel nacional ofrecidos por la CONABIO y el Servicio Meteorológico Nacional, ya que el manejo de escalas grandes merma la certeza de implementación de medidas preventivas y correctivas, pues éstas deben ser operadas a nivel local.

Incendios forestales

De acuerdo con estudios del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), el área forestal del Estado de México contaba en 2010 con 740,981 hectáreas incluyendo la selva baja caducifolia y subcaducifolia, y su conservación se encuentra bajo la presión de las políticas de aprovechamiento, del cambio de uso del suelo, la tala ilegal, plagas e incendios forestales; así lo ha planteado la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2012). Tales factores amenazan la permanencia, continuidad y calidad del ecosistema forestal cuyos beneficios al entorno ambiental, social y económico son reconocidos mundialmente.

Considerando las variables físico geográficas, se ha logrado determinar zonas susceptibles a incendios forestales para el Estado de México: CNS, pendiente, orientación de laderas, cercanía a vialidades, altitud, cobertura vegetal y carga de combustible, resultando la zonificación que aparece en la figura 4.16, de aquí se destaca a las áreas de bosque de la región Sur y Suroeste estatal con mayor riesgo de incendio forestal, al igual que la correspondiente a la Sierra de las Cruces y a la Sierra Nevada, circunscritas por áreas de peligro alto y moderado. Consecuentemente áreas no boscosas representan peligro bajo o nulo.

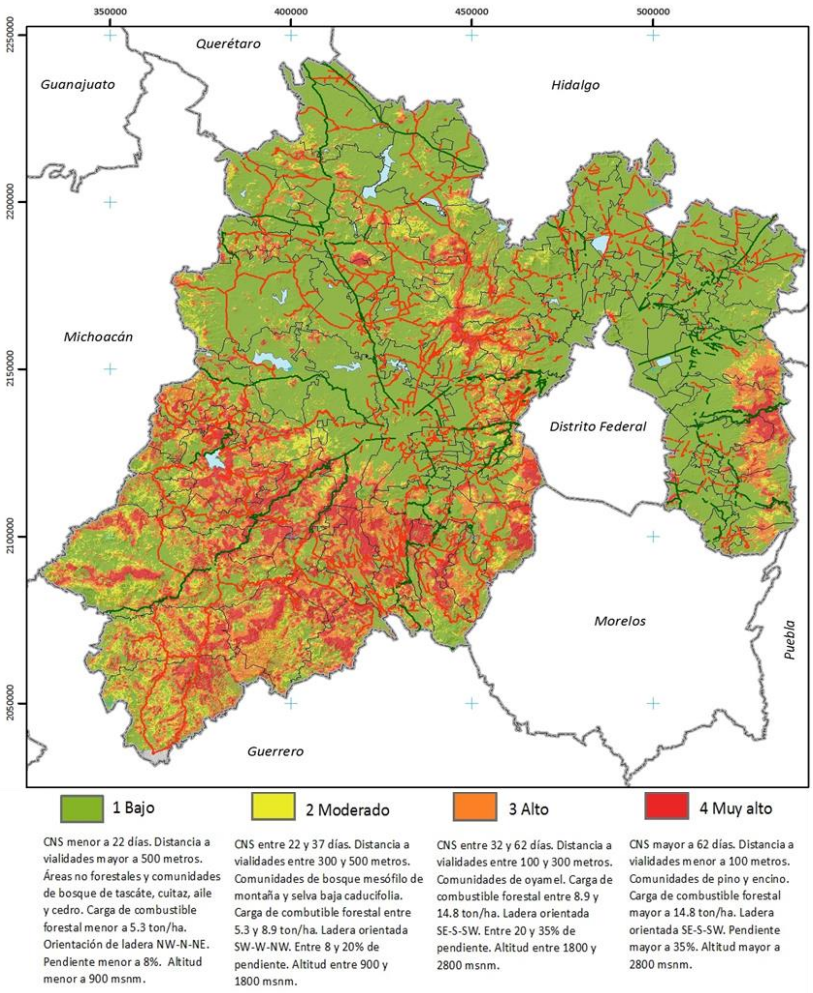


Figura 4.16 Representación espacial de riesgo de incendios para el Estado de México.
Fuente: Magaña 2012

Finalmente, el mes con más alto riesgo de presencia de incendio forestal es abril (figura 4.17) enfatizándose éste en los últimos días, coincidente con la presencia de periodos largos de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva.

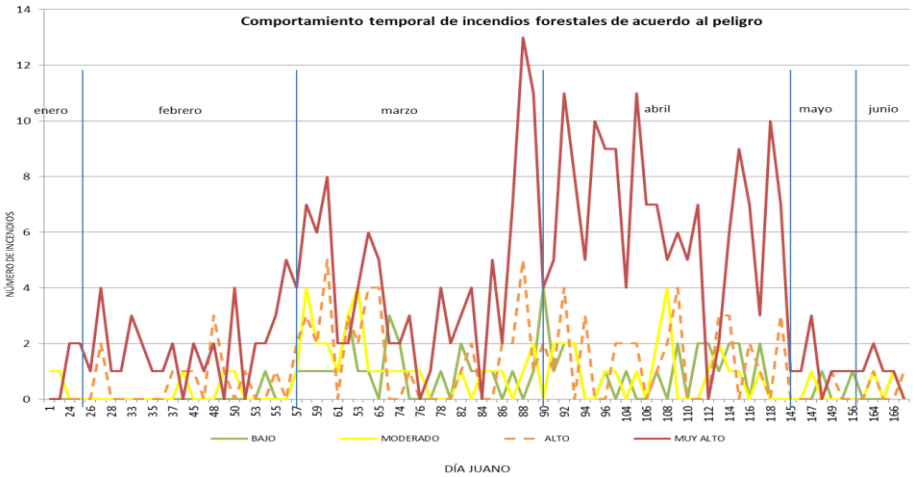


Figura 4.17 Comportamiento temporal de incendios forestales en el año, de acuerdo con el peligro.

4.2 Vulnerabilidad vinculada a eventos hidrometeorológicos

El presente apartado muestra un análisis que conjunta la vulnerabilidad ante el Cambio Climático de los sectores agrícola y pecuario, así como la esfera social y urbana; estos elementos se combinan con eventos hidrometeorológicos que pueden atenuar o reducir el grado de vulnerabilidad antes calculado. Por esta razón, es importante focalizar las zonas del Estado de México que presenten valores altos de vulnerabilidad, y con ello detectar zonas prioritarias consideradas para la implementación de acciones dirigidas a reducir esta condición.

Para el presente análisis se retoman las capas vectoriales de vulnerabilidad pecuaria, agrícola y social del "Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México" (2015), asociadas a la vulnerabilidad actual de los sectores. A continuación, se describe brevemente la metodología empleada.

Para el sector agrícola y social en relación con la temperatura media y precipitación, se empleó la metodología descrita en el Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático 10-20-40, mismo que retoma la base conceptual del IPCC considerando la estructura de producción, resistencia de la producción y el porcentaje de la población indígena, los cuales a su vez son combinados con el índice de vulnerabilidad social propuesto por el CENAPRED.

En cuanto al sector pecuario, se retomó la metodología descrita en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2010) considerando las siguientes variables: coeficiente de agostadero, volumen concesionado de agua entre la disponibilidad de la región hidrológica administrativa, resistencia de la producción y porcentaje de la población rural, asimismo se combinaron dichas variables con el índice de vulnerabilidad social de CENAPRED.

Para determinar la vulnerabilidad social se consideró la metodología propuesta por García, Marín y Méndez (2006), la cual considera índices socioeconómicos de salud, educación, vivienda, empleo, ingresos y población a partir de los datos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010).

Una vez calculada la vulnerabilidad actual de los sectores, estos fueron contrastados con los eventos meteorológicos seleccionados, así mismo se hizo la comparación de las zonas con diferentes grados de vulnerabilidad en conjunto con las zonas que presentan diferentes grados de peligro.

Cabe señalar que los diferentes eventos hidrometeorológicos fueron obtenidos a partir de los datos de las "Normales Climatológicas" de CONAGUA, del periodo comprendido entre 1950 y 2010; con los resultados obtenidos, los valores fueron reclasificados con base a los criterios establecidos por CENAPRED y la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU) para determinar las diferentes categorías de peligro. Los resultados fueron reclasificados en diferentes grados de vulnerabilidad, con el objetivo de presentar un análisis más claro que permita comprender de mejor manera la situación actual en el Estado de México.

4.2.1 Temperatura media

4.2.1.1 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con temperaturas máximas

Con base en los resultados obtenidos se observa que el grado de vulnerabilidad baja predomina en el Estado, cubriendo una superficie de 11,009.7 km^2 equivalente al 49.3% del territorio, los municipios dentro de esta categoría se localizan en el Valle de Toluca, en parte del Noroeste, Noreste, Este y en menor medida al Sur del Estado, zonas en las cuales se esperan cambios poco significativos de las temperaturas máximas en el escenario de futuro cercano, factor que mantiene vulnerabilidad baja.

Con relación al grado de vulnerabilidad media, se identificó que alrededor del 47.3% del Estado (10,571.7 km^2) presenta esta condición principalmente en los municipios que se localizan al Sur y Norte y en menor medida al Noreste y Este; se ubican dentro de zonas en las que se tienen valores altos de temperaturas que pueden estresar el desarrollo de los cultivos y, en consecuencia, causar menor producción agrícola.

Por último, el grado de vulnerabilidad alta ocupa menor porción del Estado (756.5 km^2) equivalente a 3.4% de la superficie total, en parte del territorio de Tejupilco y Amatepec y menor proporción en Luvianos y Tlatlaya como resultado de encontrarse ubicados en la zona que presenta los valores más altos de temperaturas media y máxima lo cual puede causar una mayor evaporación de agua empleada para cultivos de temporal en caso de no contar con sistemas de riego adecuados, llevando a los cultivos a un estrés hídrico que puede afectar de manera significativa el desarrollo o permanencia de la planta, daño o pérdida de los frutos, disminuyendo así la producción agrícola de dichos municipios; aunado a ello, altas temperaturas pueden causar impactos en la salud de la población especialmente en grupos vulnerables debido a menor captación y distribución de agua que cubra las necesidades de la población.

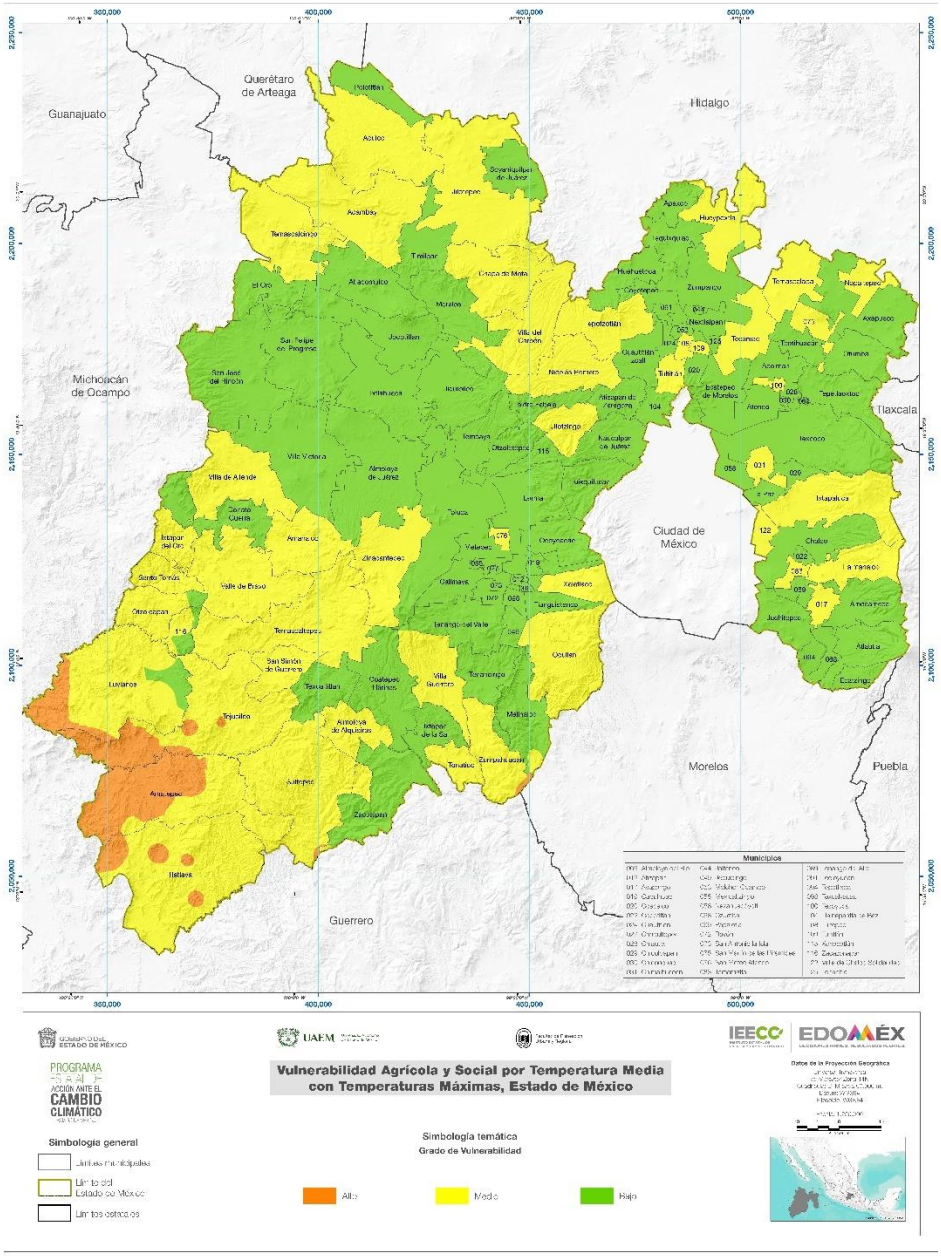


Figura 4.18 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con temperaturas máximas.

4.2.1.2 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con temperaturas mínimas

El análisis llevado a cabo señala que principalmente los municipios ubicados al Sur del Estado como Luvianos, Otzoloapan, Zacazonapan, Zacualpan, Tenango del Valle y Malinalco, al igual que Chalco, Atlautla, Ecatzingo y Ozumba ubicados al Este, presentan un grado de vulnerabilidad baja, los cuales en conjunto ocupan una superficie de 4,468.3 km^2, equivalente al 20% del territorio estatal. Por otro lado, el grado de vulnerabilidad media predomina en el territorio ya que ocupa una superficie de 17,018.6 km^2, la cual equivale al 76.2% de la superficie; resaltando la necesidad de implementar medidas específicas que permitan proteger la producción agrícola en cada municipio, con el objetivo de reducir pérdidas potenciales, asimismo se requiere la implementación de medidas que permitan proteger la salud de la población.

Por último, el grado de vulnerabilidad alto tiene menor predominio ocupando tan solo 3.8% del total estatal, porcentaje equivalente a 850.7 km^2 distribuidos principalmente en polígonos ubicados dentro de los municipios de Zinacantepec, Xalatlaco, Temascalcingo e Ixtapaluca.

Cabe mencionar que los daños potenciales en dichas zonas son variados dependiendo del estado fenológico de los cultivos así como la frecuencia en la que se presentan los valores mínimos de temperatura en la zona, sin embargo los daños a la producción agrícola están asociados con el congelamiento total o parcial de la planta, reduciendo el rendimiento de la misma o depreciando la calidad de la producción agrícola; por otro lado, la continua exposición a temperaturas bajas propicia daños a la salud de la población que habita dichos municipios, especialmente a grupos vulnerables.

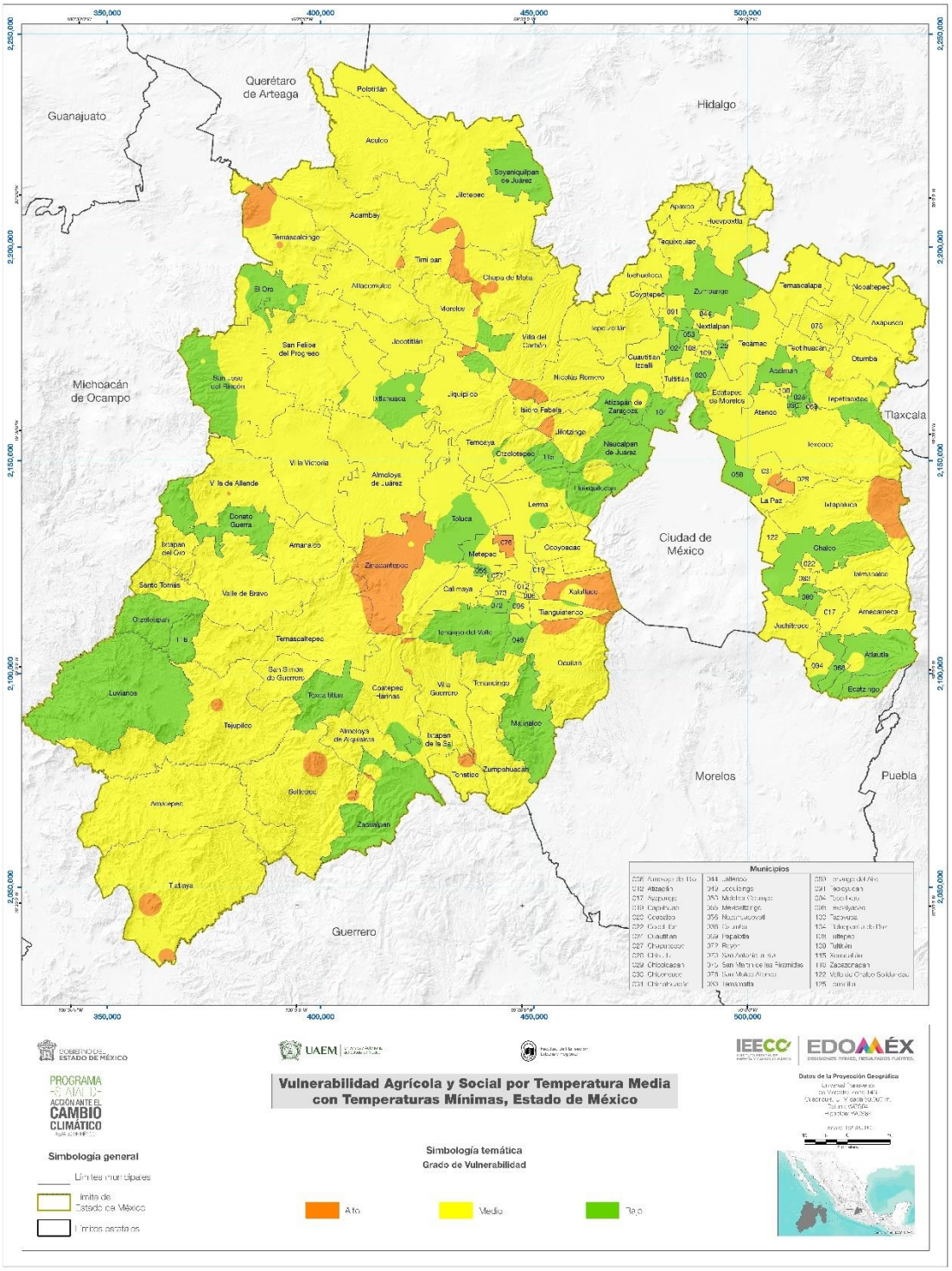


Figura 4.19 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Temperaturas Mínimas.

4.2.1.3 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con inundaciones

En el presente análisis se identificó que el grado de vulnerabilidad bajo ocupa aproximadamente el 28.8% del Estado, equivalente a 6,416.5 km^2, distribuidos de forma dispersa. En contraste, el grado de vulnerabilidad medio ocupa la mayor superficie con 10,789.2 km^2 que representan el 48.4% del total estatal, distribuidos principalmente en los municipios que se localizan al Sur en donde el relieve en conjunto con la precipitación juegan un papel importante en el movimiento y cantidad de agua, la cual se acumula en zonas de planicie donde se localizan principalmente las zonas urbanas y de cultivo, por tanto es importante considerar medidas de mitigación que permitan reducir los daños potenciales al sector agrícola y social.

Con relación a la vulnerabilidad alta, principalmente se distribuye en los municipios ubicados al Norte, Noreste y Este del Estado, los cuales en conjunto ocupan una superficie de 5,096.3km^2, que representa el 22.8% del territorio, al ubicarse en gran parte de la planicie aluvial, se favorece la acumulación de agua que por tiempos prolongados pueden causar daños significativos o pérdidas totales en la producción agrícola, así como de la infraestructura empleada para la producción alimenticia. Por otro lado, dichas zonas concentran un alto número de habitantes en donde los daños por inundaciones pueden incluir afectaciones en los hogares, así como en la infraestructura empleada para el desarrollo de los diferentes sectores de la región y a la población en general.

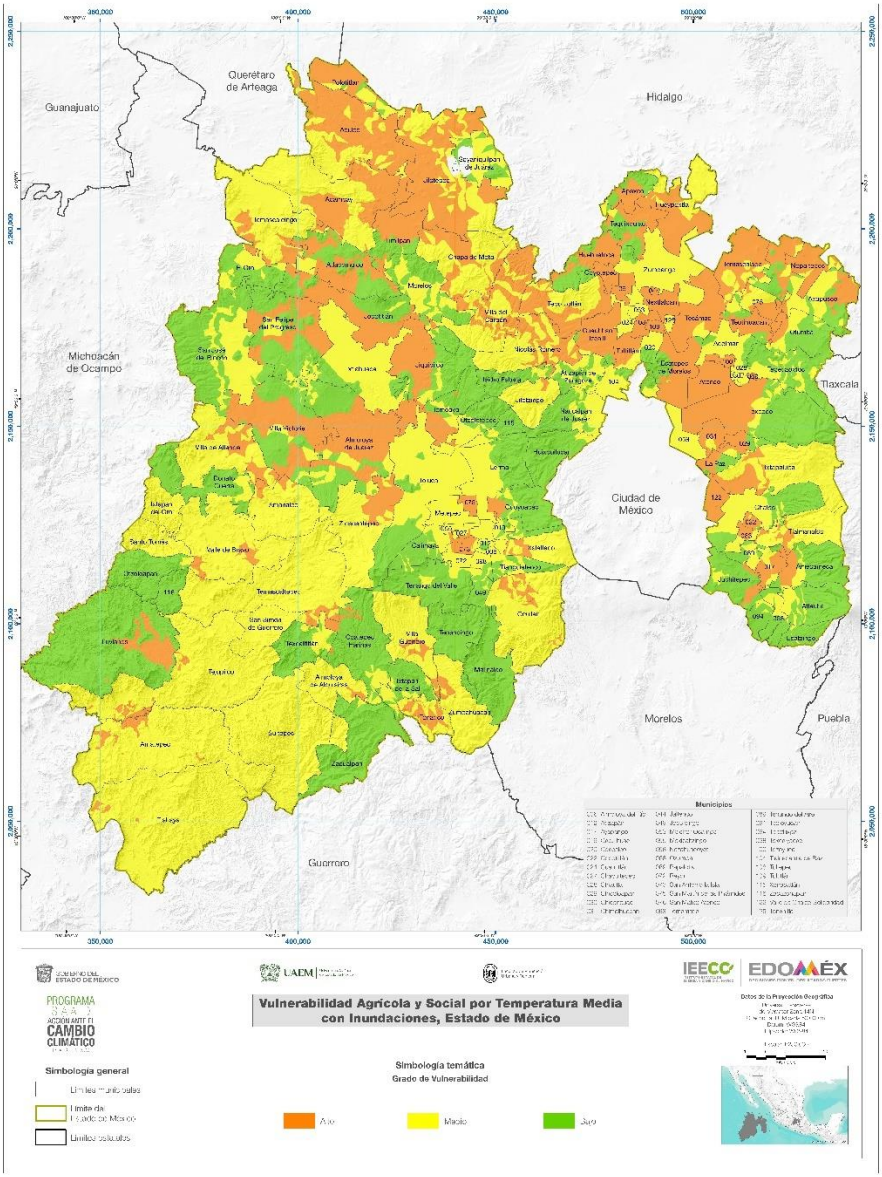


Figura 4.20 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Inundaciones

4.2.1.4 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con días con niebla

Un elemento importante para el desarrollo de los cultivos en relación con la humedad es la niebla, un elemento meteorológico que al cubrir las zonas de cultivo puede disminuir la radiación solar sobre las áreas de cultivo provocando un aumento en la humedad presente en los campos agrícolas, afectando su desarrollo o permanencia. En el Estado de México predomina el grado bajo de vulnerabilidad, el cual ocupa una superficie de 11,843.8 km^2 que representa el 53%, asimismo los municipios con este grado de vulnerabilidad se localizan principalmente en la zona del Valle de Toluca, al Norte, Noroeste, Noreste y Este de la Entidad.

En cuanto al grado medio de vulnerabilidad, principalmente los municipios ubicados al Sur y parte del Norte son zonas en que las temperaturas medias elevan el grado de vulnerabilidad, sin embargo, debido a que en dichas zonas hay un menor número de días con niebla al año, tales zonas pueden presentar más afectaciones ocasionadas por pérdida de humedad; dichas zonas ocupan una superficie de 10,482.5 km^2 equivalente al 46.9% del territorio.

Por último, el grado de vulnerabilidad alta ocupa la menor superficie del Estado con 11.2 km^2 que representan tan solo el 0.1%, dicha superficie está localizada en una pequeña porción al Sur de Zinacantepec, dentro del territorio del volcán Xinantécatl, y al Este de Amatepec, en donde las principales afectaciones están relacionadas a una alta humedad que, en conjunto con menor radiación solar, afectará el rendimiento de las plantas ocasionando disminución en la producción agrícola.

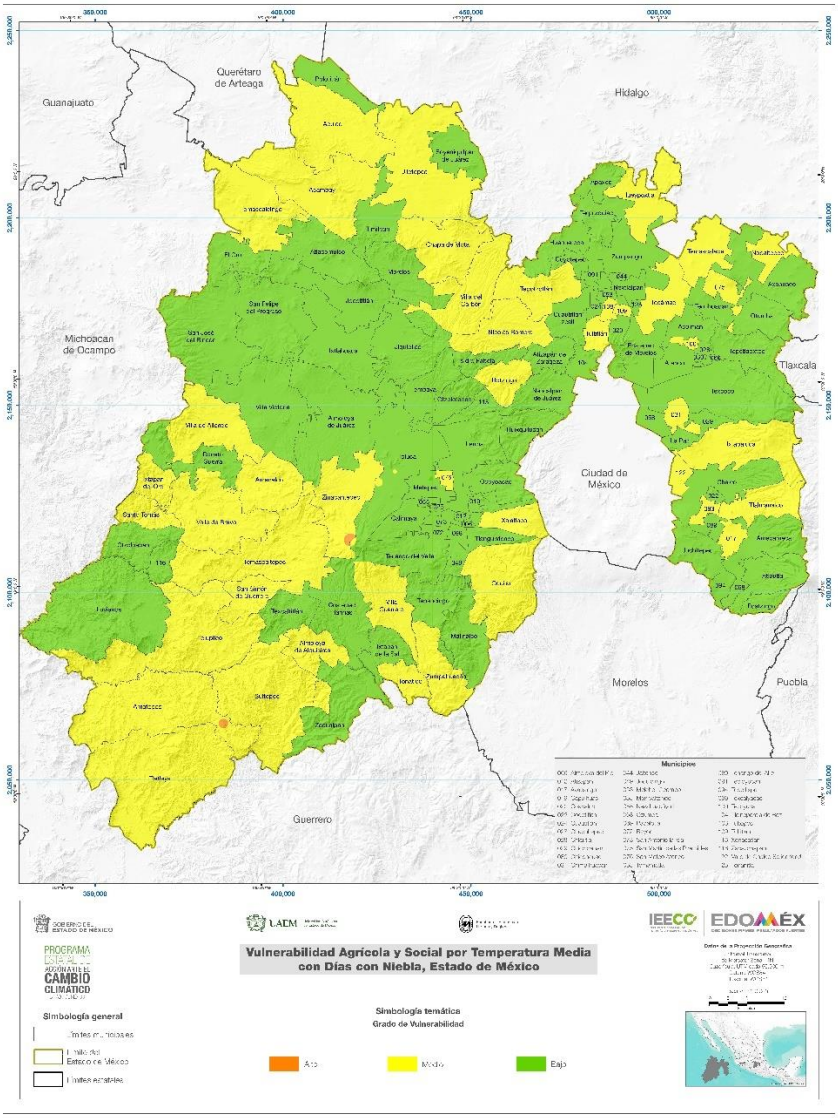


Figura 4.21 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con días con niebla.

4.2.1.5 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con tormentas eléctricas

La actividad agrícola es directamente dependiente de las variables climáticas a las que se encuentra sujeto el territorio, de tal manera que en zonas en las cuales se presenta un mayor número de días con tormentas eléctricas, puede ocasionar impactos significativos en los cultivos, por otro lado, variaciones en la temperatura pueden causar estrés en los cultivos afectando su desarrollo.

El grado de vulnerabilidad bajo predomina en el Estado de México con 11,575.1 km^2 que representan el 51.8% del total, municipios con este grado de vulnerabilidad, los cuales se localizan principalmente en el Valle de Toluca, al Noroeste, Norte, Noreste y Este del Estado, zonas en las que el número de días con tormentas eléctricas es menor.

En cuanto a la vulnerabilidad media, el 47.6% equivalente a 10,641.7 km^2 se encuentra dentro de esta categoría, debido a zonas en las que la temperatura media es mayor y en donde los cultivos pueden estar bajo un estrés hídrico y en donde la evaporación es mayor, disminuyendo la infiltración, así como la disponibilidad de agua destinada para cubrir los requerimientos de los cultivos a causa de mayor variabilidad térmica; tales municipios se localizan principalmente al Sur y Norte del Estado.

Por último, se observan cinco polígonos con grado alto de vulnerabilidad, los cuales se localizan al Norte y Este de Amatepec, al Norte de Luvianos, al Este de Xalatlaco y al Norte de Hueypoxtla y que en conjunto ocupan una superficie de 120.8 km^2 equivalente a 0.6% del territorio estatal; por otro lado, las principales afectaciones están relacionadas con daños o pérdidas en la producción agrícola por posibles impactos de rayos en el territorio; aunado a ello las temperaturas medias, al ser altas suponen que durante periodos prolongados, los cultivos pueden estar expuestos a un estrés hídrico debido a altos niveles de evaporación, afectando el rendimiento de los cultivos o favoreciendo la pérdida de los mismos.

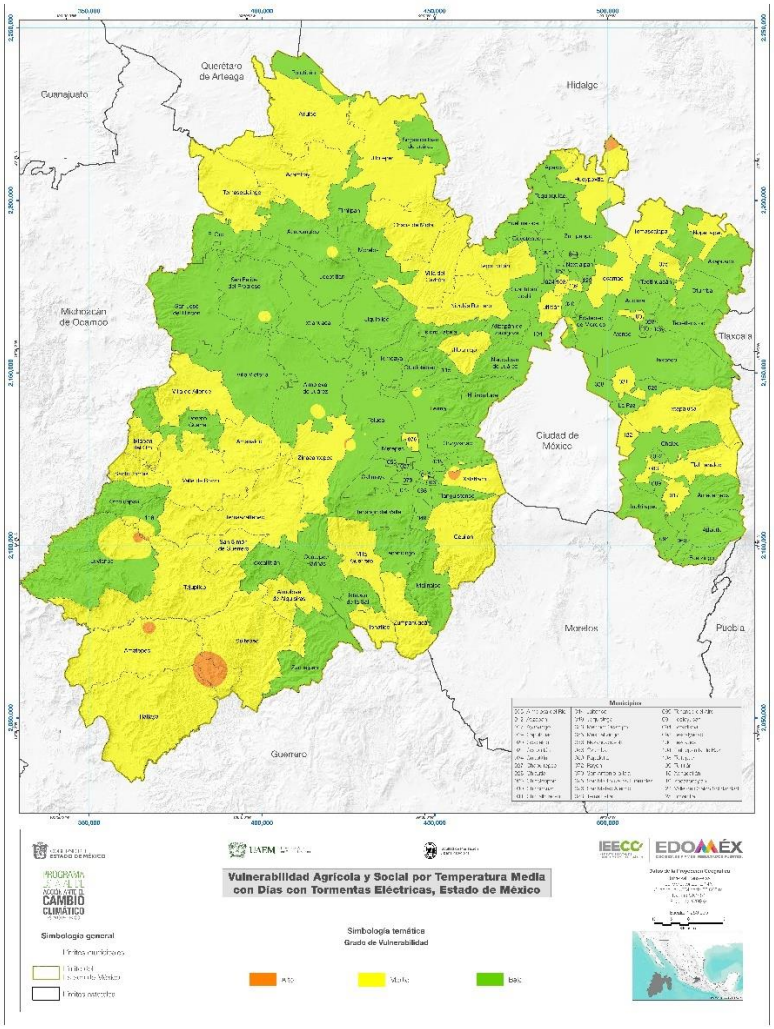


Figura. 4.22 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Tormentas Eléctricas

4.2.1.6 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media con granizadas

El sector agrícola es dependiente de las variables climáticas a las que se encuentra sujeto el territorio, en este sentido la ocurrencia de granizadas en áreas específicas puede afectar el desarrollo y permanencia de los cultivos, impactando de manera significativa la producción agrícola. El territorio del Estado de México con un grado bajo de vulnerabilidad ocupa una superficie de 3,643.6 km^2 que representa el 16.3% del total estatal distribuidos de forma dispersa y se caracterizan por ser áreas en las cuales las tormentas de granizo son menos frecuentes y en donde la temperatura media no es un factor limitante para el desarrollo de los cultivos.

En lo referido al grado de vulnerabilidad media se observa que la mayor porción del territorio se encuentra bajo este grado, el cual cubre 12,972.2 km^2 de superficie equivalente al 58.1% del territorio, dicho grado de vulnerabilidad se localiza de forma dispersa en todo el Estado; es importante considerar medidas de mitigación en dichas zonas para reducir daños o pérdidas potenciales en el sector agrícola y social.

Respecto a los grados de vulnerabilidad alto y muy alto, se puede observar que se encuentran en zonas específicas del territorio ocupando el 22.3% y 3.3%, respectivamente. Principalmente en el Valle de Toluca al igual que en Villa de Allende, Villa Victoria, Atlacomulco, Acambay, Aculco, Sultepec, Amatepec y Tlatlaya.

Cabe señalar que el comportamiento de ambos grados de vulnerabilidad muestra relación directa en cuanto a su localización en donde el grado alto rodea al muy alto; como resultado, dichas zonas pueden tener impactos significativos en los cultivos dependiendo de la duración e intensidad de las granizadas en conjunto con el estado de desarrollo de los cultivos, en donde la planta al estar más expuesta al granizo favorece la pérdida de hojas o frutos afectando el rendimiento de los cultivos.

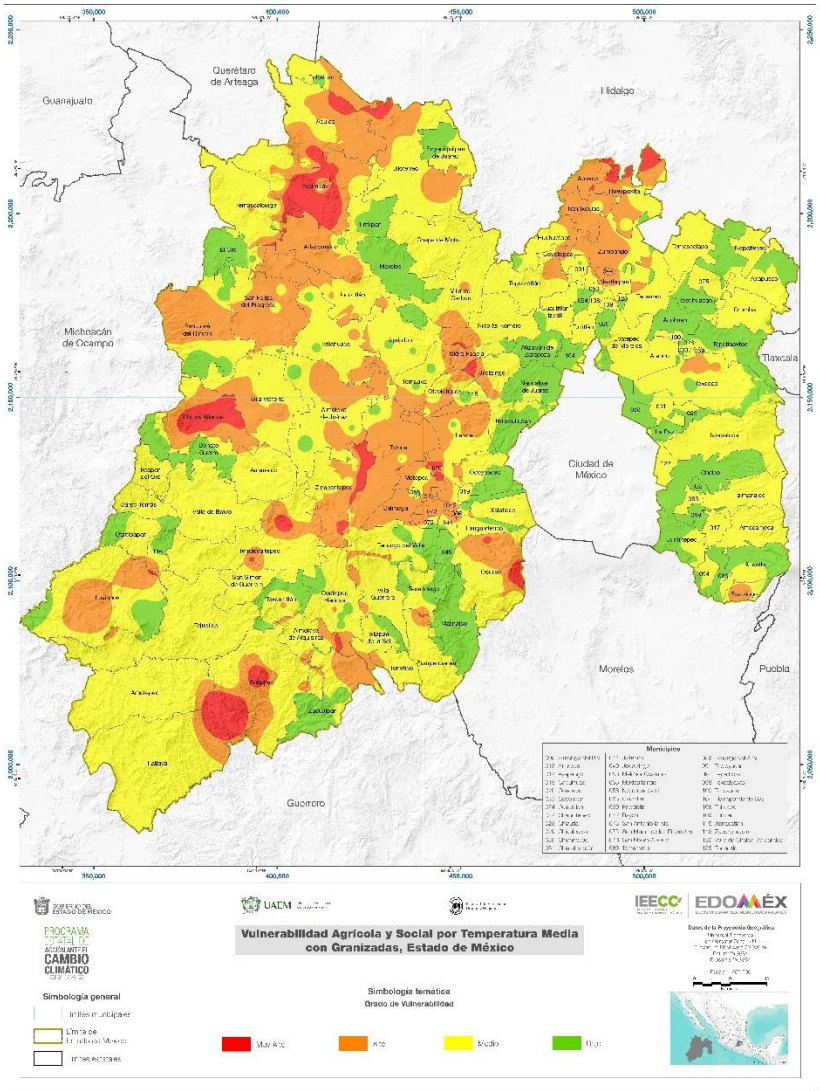


Figura. 4.23 Mapa de vulnerabilidad Agrícola y Social por Temperatura Media con Granizadas

4.2.1.7 Vulnerabilidad social urbana por temperaturas máximas

Para determinar la vulnerabilidad social urbana del Estado de México, se optó por representar en los mapas únicamente las zonas urbanas, para facilitar tanto el análisis como su entendimiento y comprensión.

Comenzando con el mapa representativo de la vulnerabilidad social urbana por temperaturas máximas, se muestran grados de vulnerabilidad muy bajo, bajo y medio. El grado de vulnerabilidad muy bajo es el que predomina en la Entidad y se encuentra de manera dispersa, sin embargo, se nota la concentración de este grado de vulnerabilidad principalmente en áreas urbanas de las Zonas Metropolitanas de los Valles de México y Toluca; cubre 2,011.88 km^2 lo que equivale al 84.85% del total.

En cuanto al grado de vulnerabilidad bajo, se presenta en las regiones Centro, al Norte de Toluca, Zinacantepec y Donato Guerra; de igual manera abarca gran parte de la región Norte del Estado, así como al Norte y Sur de la región Este en Hueypoxtla, Tequixquiac, Zumpango, Temascalapa, Axapusco, San Martín de las Pirámides, Teotihuacán, Otumba, Texcoco, Tezoyuca, Chalco, Ozumba y Tepetlixpa; el grado bajo tiene una cobertura de 354.05 km^2, lo que equivale al 14.93% del total.

Finalmente, el grado de vulnerabilidad medio se presenta en la región Sur, al Suroeste de Tejupilco, al Oeste de Amatepec y al Noroeste de Tlatlaya; el área que cubre es de tan solo 3.75 km^2 lo que equivale a 0.15%.

Para este tipo de vulnerabilidad es importante considerar el efecto de Isla de Calor Urbana, principalmente para las Zonas Metropolitanas del Estado, ya que su afectación se puede dar de manera indirecta a causa de las temperaturas máximas afectando la salud de las personas, así como algún tipo de infraestructura que pueda ser susceptible a un deterioro.

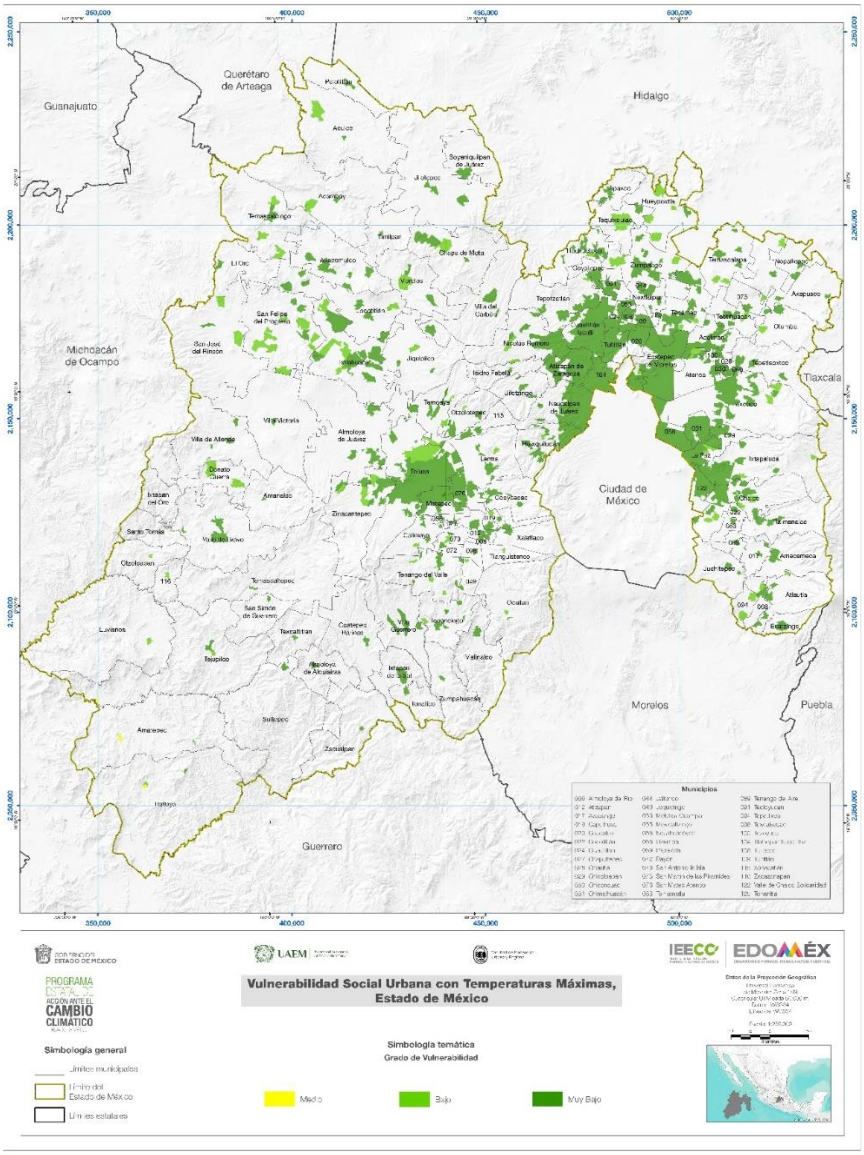


Figura 4.24 Mapa de vulnerabilidad social urbana con temperaturas máximas

4.2.1.8 Vulnerabilidad social urbana por temperaturas mínimas

En este mapa se presentan grados de vulnerabilidad muy bajo, bajo y medio. En este caso, el grado muy bajo es el de menor proporción con una cobertura de 30.66 km^2, lo que representa el 1.29% del total de áreas urbanas y se ubica en su mayoría al Sur de la Entidad en los municipios de Malinalco, Ixtapan de la Sal, Zacualpan, Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Zacazonapan, Santo Tomás, Ixtapan del Oro y Valle de Bravo; también en la región Norte en el municipio de Jilotepec y en la región Este en Atlautla.

El grado de vulnerabilidad predominante es el bajo, ya que cubre 2,156.96 km^2 y representa el 91% del total urbano, abarcando gran parte de las áreas urbanas de las Zonas Metropolitanas de los Valles de México y Toluca de Lerdo, asimismo se encuentra disperso en toda la Entidad.

En cuanto al grado de vulnerabilidad media se plasma en una porción territorial de 182.13 km^2 lo que equivale al 7.68%, y se presenta en tres regiones: en la región Norte del Estado, afectando a los municipios de Acambay, Temascalcingo, Morelos, San José del Rincón, San Felipe del Progreso, Jocotitlán y Ixtlahuaca; los municipios afectados de la región Centro serían Donato Guerra, Zinacantepec, Toluca de Lerdo, Otzolotepec, Temoaya, Capulhuac, San Antonio La Isla, Joquicingo, Tianguistenco, Huixquilucan y Atizapán de Zaragoza; finalmente la región Este se vería afectada en los municipios de Otumba, Tepetlaoxtoc, Chimalhuacán, La Paz, Chicoloapan e Ixtapaluca.

Las temperaturas mínimas pueden ocasionar afectaciones a la salud, principalmente enfermedades respiratorias. Aunque esta variable tiende a estar dominada por el aumento de temperatura, se han presentado temperaturas mínimas extremas en las temporadas de frío, más que nada en las cotas más altas de la Entidad, por lo que la región Centro y Norte son las que podrían verse más afectadas.

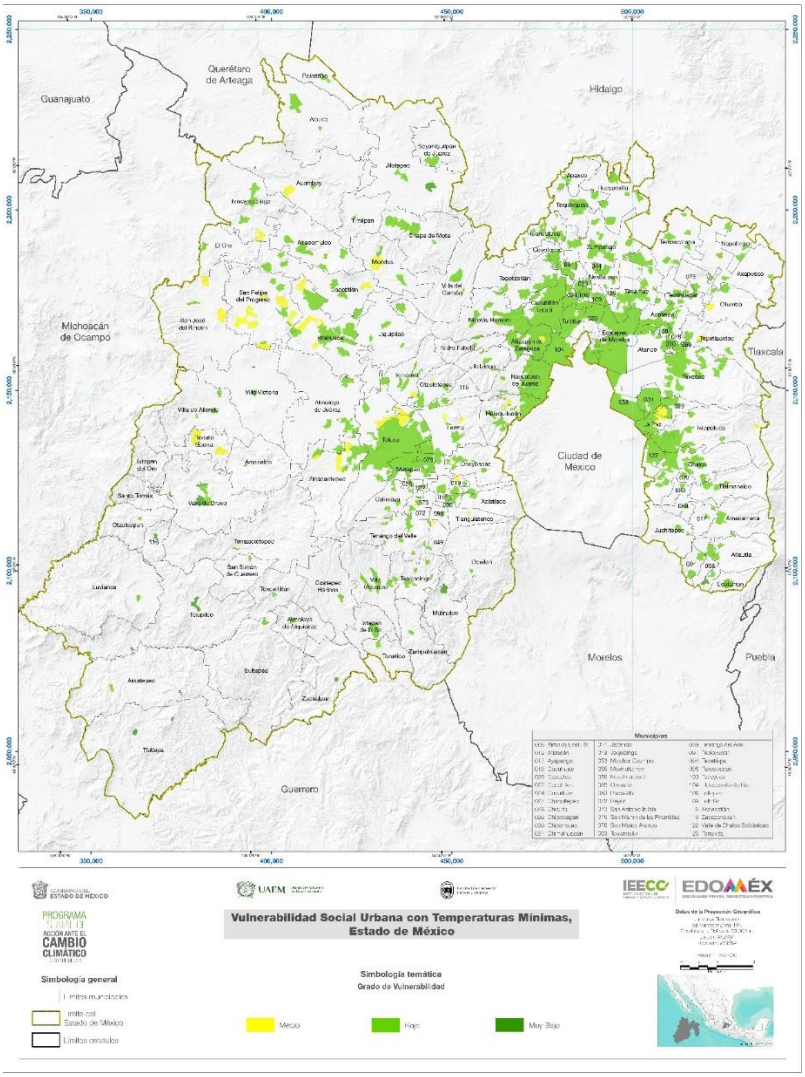


Figura 4.25 Mapa de vulnerabilidad social urbana con temperaturas mínimas

4.2.1.9 Vulnerabilidad social urbana por inundaciones

El mapa de vulnerabilidad social urbana por inundaciones presenta grados de vulnerabilidad de bajo, medio y alto. Respecto al grado de vulnerabilidad bajo se encuentra totalmente disperso en todo el Estado, sin embargo, no es el que predomina ya que cubre un espacio territorial urbano de 378.94 km^2 lo que equivale al 15.98%.

El grado de vulnerabilidad medio es el que predomina en la Entidad cubriendo 1,972.78 km^2 que representa el 83.23% del total urbano. Se encuentra disperso en todo el territorio, sin embargo, tiene mayor concentración en las áreas urbanas de la Zona Metropolitana del Valle de México y en la mitad Este del Valle de Toluca.

En cuanto al grado de vulnerabilidad alto, se encuentra únicamente en la región Centro en Donato Guerra y en la región Norte en Acambay, Temascalcingo y San Felipe del Progreso, cubriendo un total de 16.74 km^2, lo que representa tan solo el 0.70% del total.

Las inundaciones sin duda son una de las variables que siempre están afectando en las zonas urbanas, principalmente las de las zonas metropolitanas. Esto se debe en primera instancia a la forma del relieve que presenta el Estado de México, así como la dirección en que van los escurrimientos, aunado a las modificaciones que ha hecho el hombre en cuanto a vías de transporte, infraestructura y demás, lo que impide la infiltración del agua al subsuelo, quedándose estancada en las grandes ciudades. Otras de las causas antropogénicas es la mala planeación territorial, así como la basura que se tira en las calles y que luego es arrastrada por el agua hasta las coladeras tapándolas e impidiendo el correr del agua.

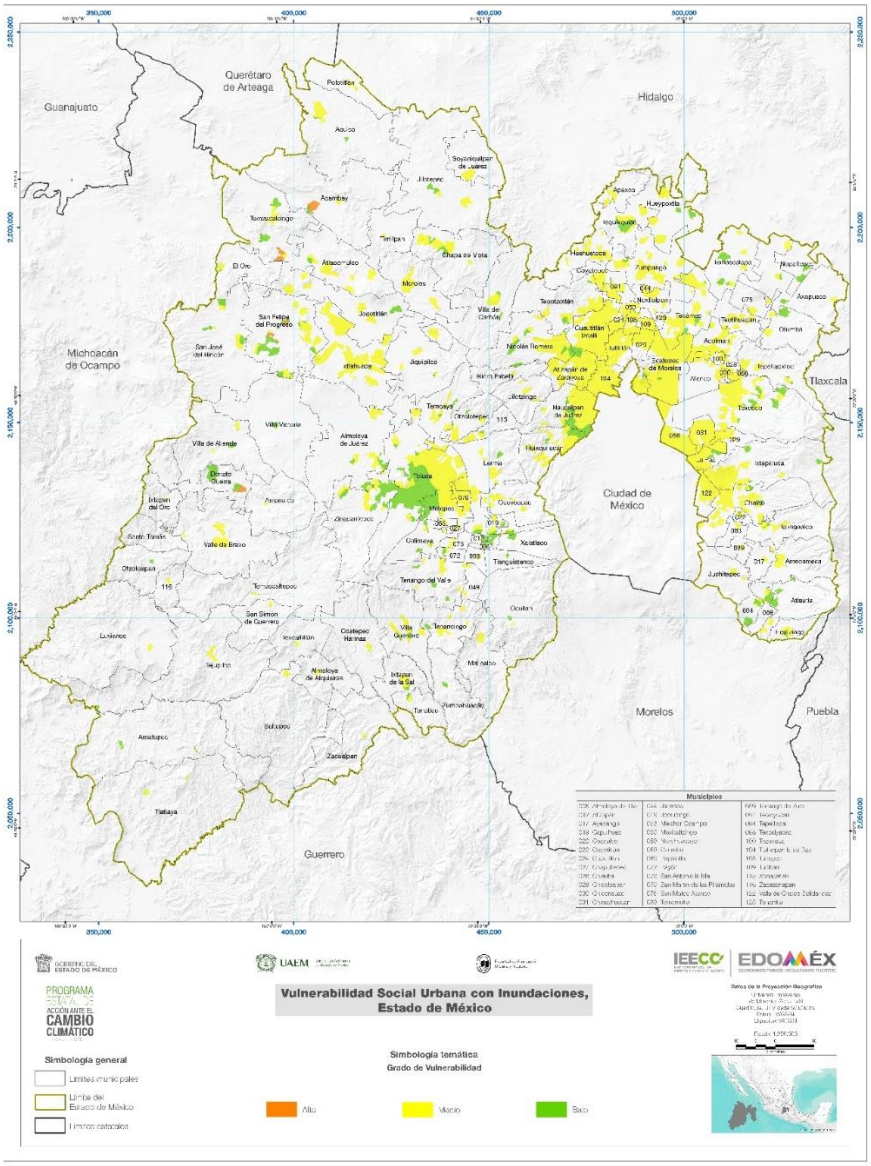


Figura 4.26 Mapa de vulnerabilidad social urbana con inundaciones

4.3.1.10 Vulnerabilidad social urbana por días con niebla

Sin duda, el mapa de vulnerabilidad social urbana por días con niebla nos muestra un buen panorama ya que en él solo encontramos grados de vulnerabilidad muy bajo y bajo, predominando el grado muy bajo en el Estado cubriendo una superficie de 1,977.45 km^2, lo que equivale al 83.43% y se encuentra disperso en todo el territorio, concentrándose en la Zona Metropolitana del Valle de México y en más del 80% (aproximadamente) en el Valle de Toluca.

El grado bajo de vulnerabilidad se dispersa en todo el Estado, pero en menor proporción, ya que solo abarca 392.23 km^2 representando un 16.54%; se observa en la región Sur en los municipios de Otzoloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Ocuilan y Tenancingo, en la región Centro alrededor de la Ciudad de Toluca, al Oeste; prácticamente en toda la región Norte, así como en algunas zonas de la región Este.

Los días con niebla pueden afectar la salud en las personas de manera directa al respirar la humedad que hay en el aire, así como los cambios de temperatura que se tiene en un día, provocando enfermedades respiratorias. Asimismo, pueden afectar a personas que sufran de problemas en las articulaciones.

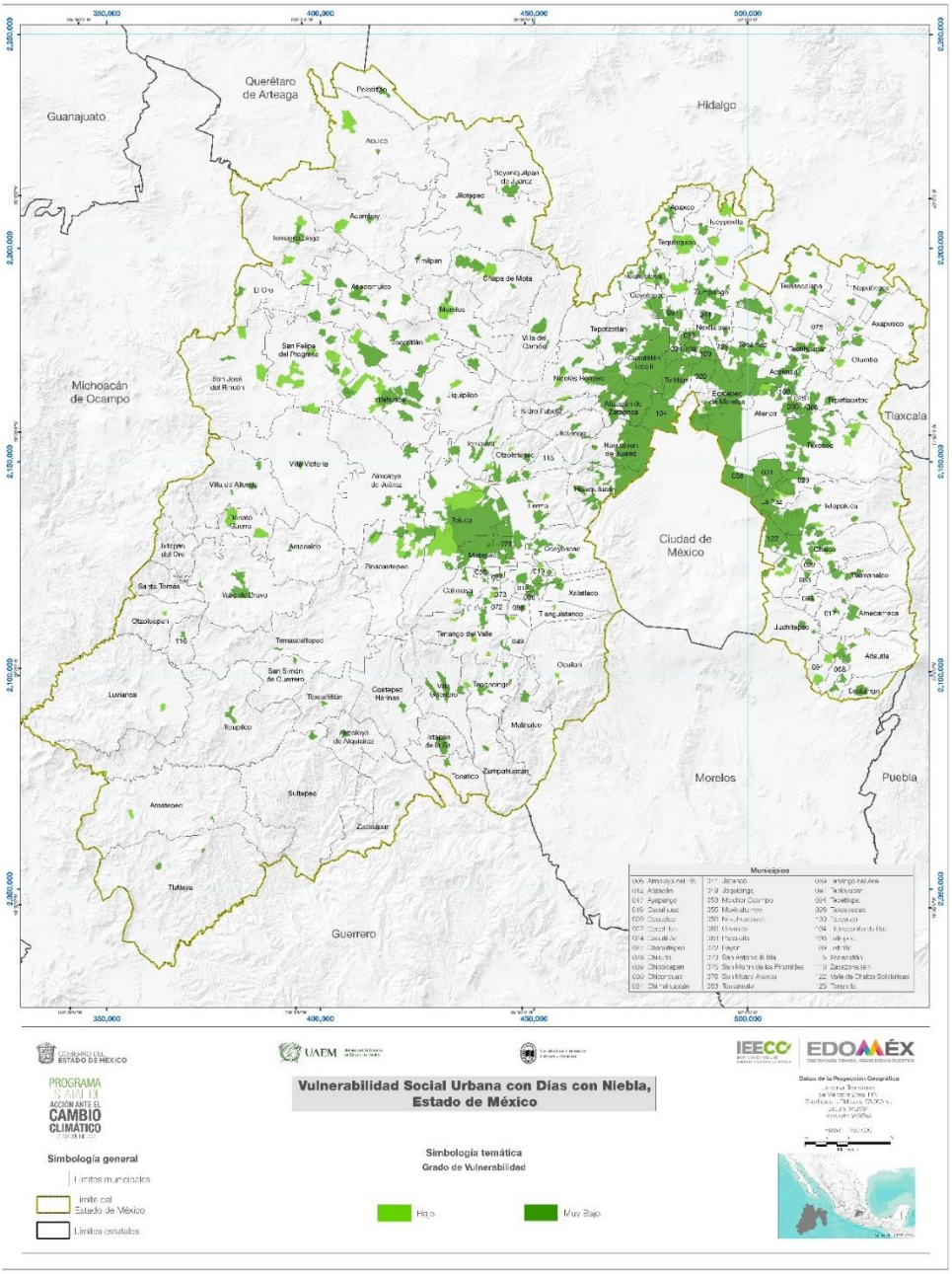


Figura 4.27 Mapa de vulnerabilidad social urbana con días con niebla

4.2.1.11 Vulnerabilidad social urbana por tormentas eléctricas

El mapa de vulnerabilidad social urbana por tormentas eléctricas es muy similar en cuanto a cobertura y dispersión de los grados de vulnerabilidad del mapa anterior, no obstante, en este se encuentran grados de vulnerabilidad que van de muy bajo, bajo y medio, siendo el predominante en el Estado el grado muy bajo con una cobertura de 80.90%, lo que equivale a 1,917.41 km^2.

El grado de vulnerabilidad bajo tiene una extensión de 451.84 km^2 lo que equivale al 19.06% del total urbano, abarcando áreas urbanas de Toluca, Xonacatlán, Xalatlaco y Tianguistenco, así como parte de los municipios de Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos y Ecatzingo.

En lo que respecta al grado de vulnerabilidad medio, cubre únicamente 0.43 km^2, afectando la zona Centro-Este del municipio de Tlalnepantla de Baz.

Las tormentas eléctricas que se llegan a presentar en el Estado de México afectan principalmente la infraestructura eléctrica de las zonas urbanas y a su vez, todo aquello que dependa del uso de energía eléctrica. Las tormentas eléctricas también pueden llegar a provocar desastres, como incendios forestales. En cuanto a afectaciones sociales, pueden impactar en las personas desde quemaduras hasta provocar decesos a causa de un rayo, incluso si la persona se encontraba solamente a unos metros de distancia de donde cayó el rayo, puede afectar su salud de momento o con el paso de los años.

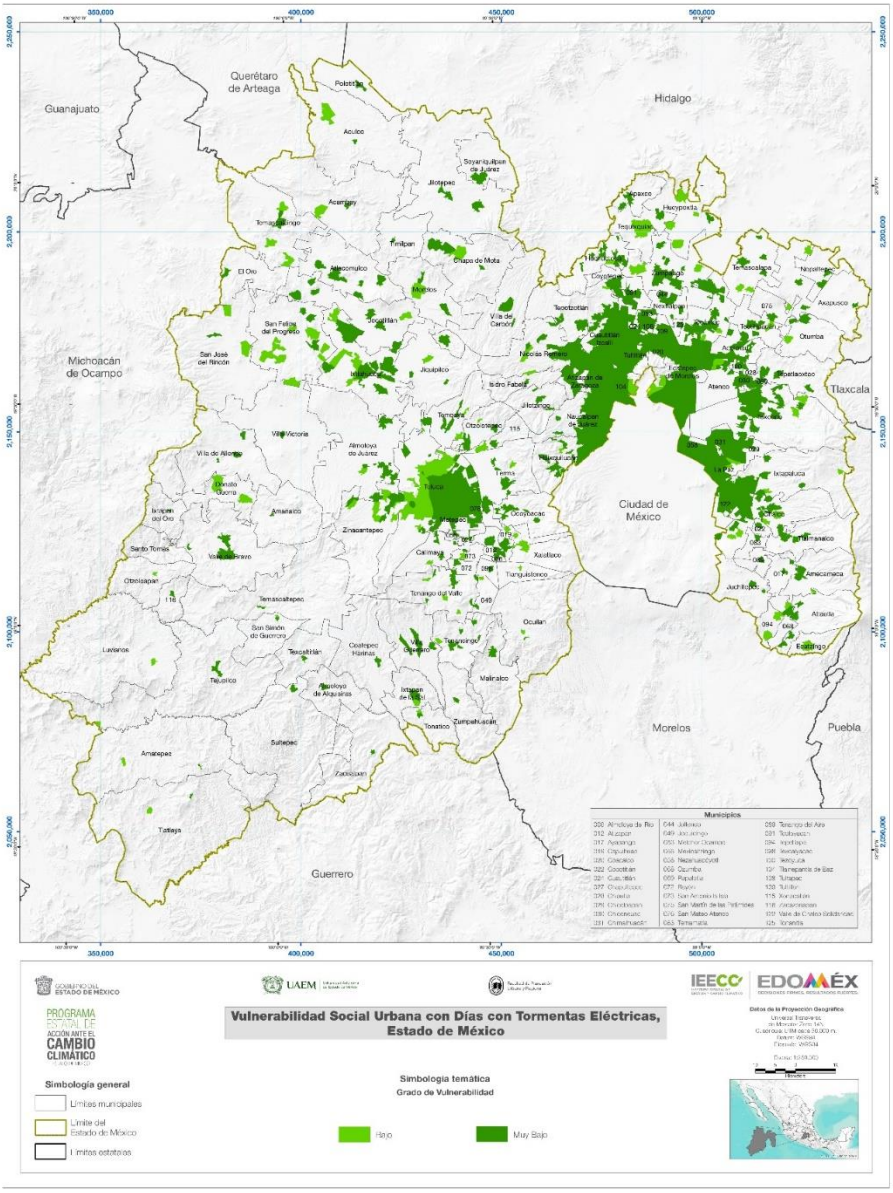


Figura 4.28 Mapa de vulnerabilidad social urbana con días con tormentas eléctricas

4.2.1.12 Vulnerabilidad social urbana por granizadas

Aparentemente, la mayor vulnerabilidad social urbana que se presenta en el Estado de México es la relacionada con granizadas, ya que el mapa muestra grados desde muy bajo y bajo hasta grado alto.

Los grados de vulnerabilidad muy bajo y bajo se encuentran distribuidos de manera uniforme en todo el territorio estatal, cubriendo 535.48 km^2 (22.59%) y 1,117.44 km^2 (41.14%) respectivamente, siendo este último el predominante además de abarcar mayor parte de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Se observa que el grado de vulnerabilidad medio cubre un total de 617.17 km^2 que equivalen al 23.04% del total urbano. Prevalece en la región Este, al Norte del Valle de México, así como en Texcoco, Ecatzingo y Atlautla; en gran parte de la región Norte del Estado, así como en la región Centro cubriendo casi toda la Zona Metropolitana del Valle de Toluca además de los municipios de Villa Victoria, Villa de Allende y Donato Guerra, mientras que en la región Sur se encuentra el grado medio en Texcaltitlán, San Simón de Guerrero y Otzoloapan.

Finalmente, el grado de vulnerabilidad alto y de mayor importancia abarca un total de 99.57 km^2 que representan el 4.20% del total de áreas urbanas. Se presenta en tres regiones: al Norte afectando a los municipios de Acambay, Temascalcingo, San José del Rincón, San Felipe del Progreso e Ixtlahuaca; al Centro del Estado en Zinacantepec, Toluca, Temoaya, Lerma y San Antonio La Isla; y en la región Este al Norte del Valle de México, a los municipios de Zumpango, Tequixquiac y Hueypoxtla,

Las granizadas son un fenómeno que no solo afectan de manera física, sino también de manera psicológica, por el sonido y los daños que se puedan llegar a presenciar. El granizo puede llegar a tomar grandes velocidades y, dependiendo el tamaño que tengan las bolas de granizo, el nivel de peligrosidad puede aumentar, causando daños materiales al romper ventanas, agujerar o marcar edificaciones, también puede dañar cultivos ocasionando pérdidas.

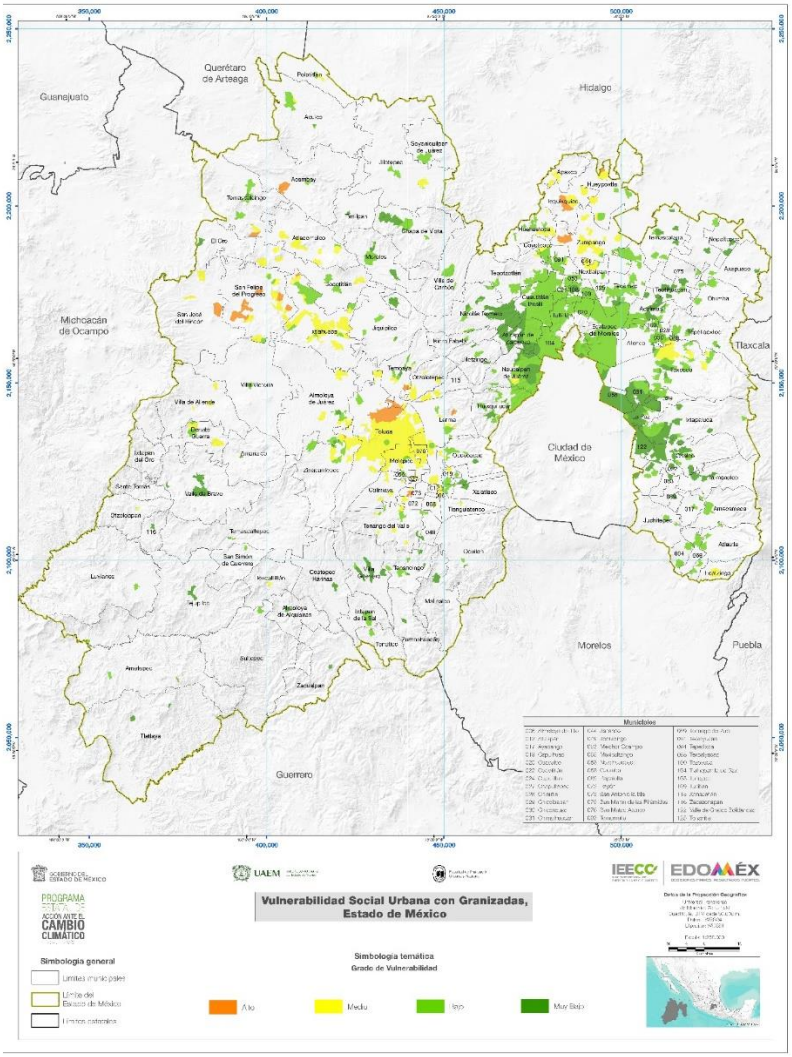


Figura 4.29 Mapa de vulnerabilidad social urbana con granizadas

4.2.2 Precipitación

4.2.2.1 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas máximas

Es preciso conocer y monitorear la cantidad de precipitación de cada región o lugar en particular, con el objetivo de identificar la disponibilidad de agua para satisfacer las necesidades del sector agrícola y social, así como para conocer valores extremos que puedan generar impactos negativos que favorezcan estrés hídrico en los cultivos debido a valores bajos de precipitación en conjunto con valores altos de temperaturas máximas.

La mayor parte del territorio estatal se encuentra dentro de una categoría de grado de vulnerabilidad bajo ocupando 10,783.01 km^2 equivalentes a 48.3%; los municipios que presentan este grado de vulnerabilidad se localizan en el Centro, Norte, Noreste y Este del Estado. Por otro lado, principalmente al Sur y Norte del Estado se localizan diversos municipios con grado de vulnerabilidad medio a consecuencia de temperaturas máximas altas combinadas con menores rangos de precipitación, tales municipios cubren una superficie de 10,642.7 km^2 los cuales conforman el 47.6% de la superficie, por tanto, dichas zonas deben ser consideradas para implementar acciones que permitan mitigar los posibles impactos negativos al sector agrícola y social.

Por último, el grado alto de vulnerabilidad ocupa una menor superficie en comparación con los grados descritos anteriormente, abarcando el 4.1% del territorio correspondiente a 911.8 km^2 que se localizan en porciones de los municipios de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya, zonas en las que los cultivos pueden ser impactados de forma negativa de diferentes maneras al combinarse temperaturas máximas altas con precipitación escasa que afecta principalmente a los cultivos de temporal, fomentando el estrés hídrico de la planta que estando en diferentes etapas de desarrollo puede disminuir su rendimiento hasta ocasionar la pérdida total, asimismo menos captación de agua combinada con altas temperaturas favorecen la evaporación en consecuencia, reduciendo la cantidad de agua disponible para satisfacer las necesidades de la población.

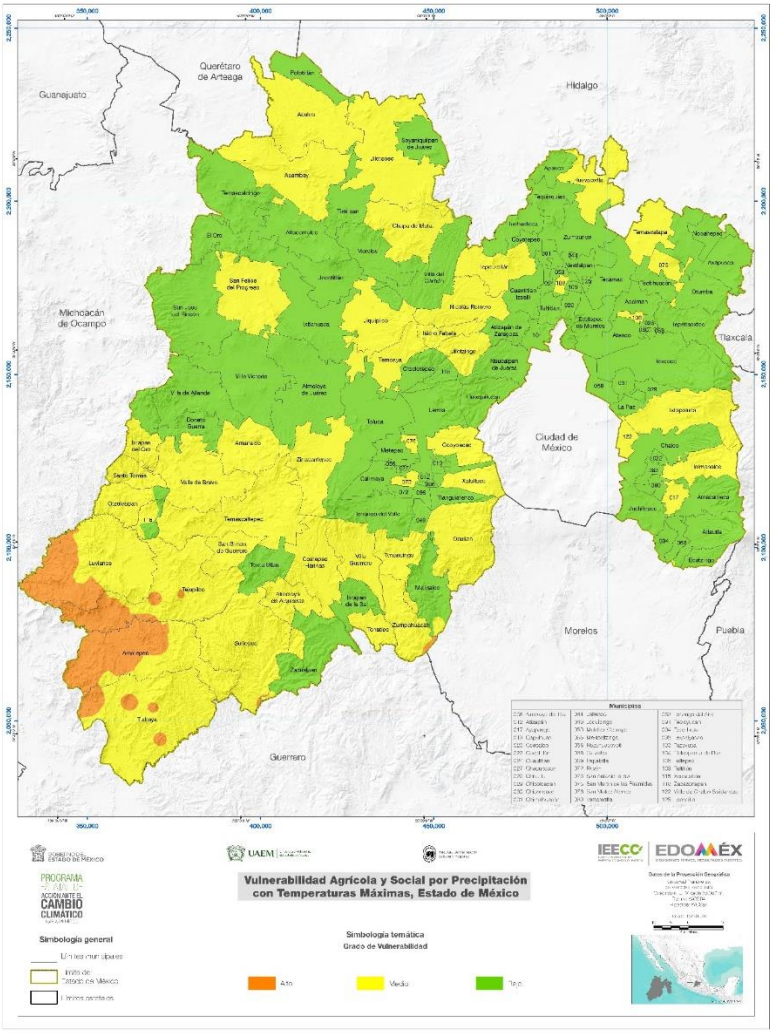


Figura 4.30 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas máximas

4.2.2.2 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas mínimas

La precipitación es un factor crucial en el desarrollo y permanencia de los cultivos especialmente en la agricultura de temporal, en donde valores mínimos pueden propiciar el estrés hídrico en los cultivos, afectando su desarrollo y rendimiento, por otro lado, valores extremos pueden ocasionar la pérdida total de la producción agrícola.

En el Estado de México el grado bajo de vulnerabilidad ocupa una superficie de 3,528.5 km^2 que representan el 15.8% del total, en general se localiza al Noreste del Estado donde resaltan los municipios de Apaxco, Tequixquiac, Zumpango, Huehuetoca, Tepotzotlán, Jaltenco y Coyotepec.

En contraste, el grado medio de vulnerabilidad predomina con una cobertura superficial aproximada de 17,340.3 km^2 equivalentes a 77.6% del total, distribuyéndose de forma dispersa, resaltando la necesidad de implementar medidas específicas en cada zona que permitan proteger la producción agrícola, así como la salud de la población por bajas temperaturas y escases de agua.

Por último, el grado de vulnerabilidad alto, se localiza en los municipios de Tlatlaya, Sultepec, Zinacantepec, Xalatlaco, Ocoyoacac, Jiquipilco, Temoaya y San Felipe del Progreso, zonas que en conjunto ocupan alrededor de 1,468.8 km^2 que representan el 6.6% del territorio, por tanto los principales efectos negativos están relacionados con menor disponibilidad de agua para satisfacer tanto las necesidades de los cultivos como de la población, aunado a ello las bajas temperaturas pueden ocasionar daño a los cultivos al disminuir su rendimiento, depreciando la calidad de la producción agrícola.

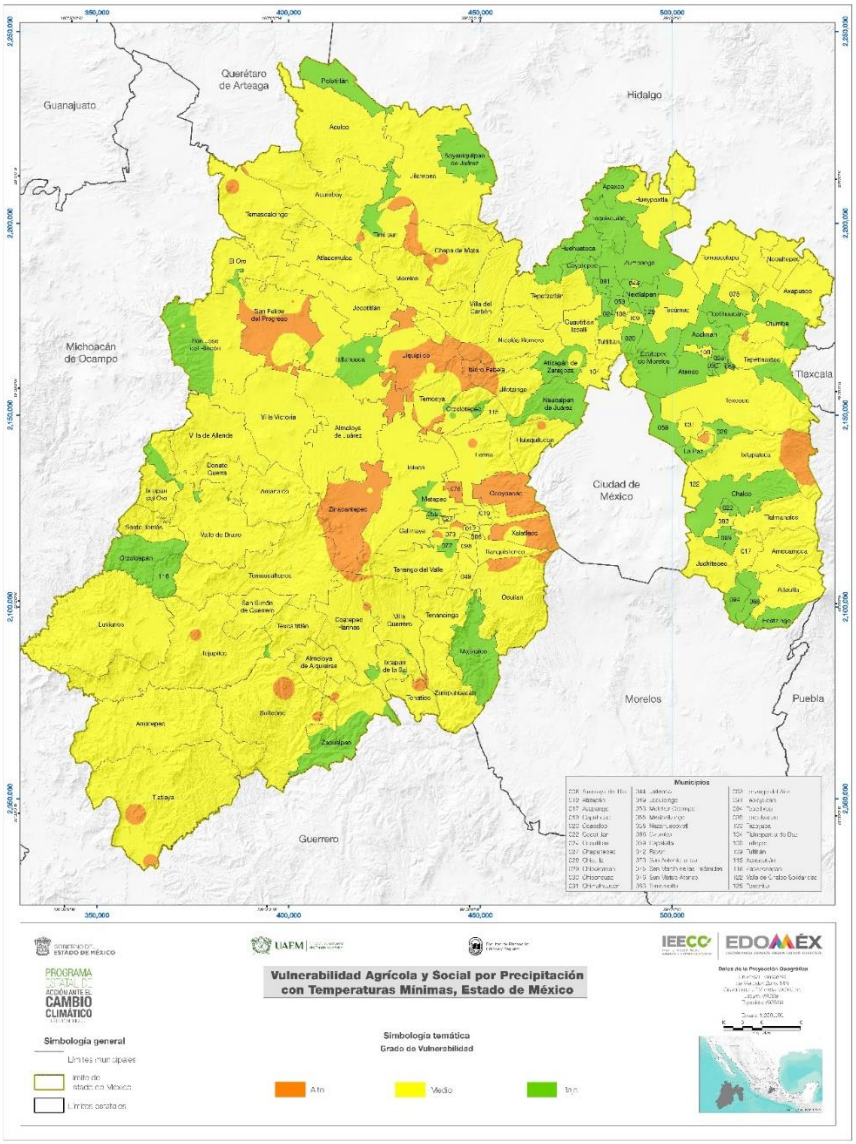


Figura 4.31 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con temperaturas mínimas

4.3.2.3 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con inundaciones.

El Estado de México se encuentra conformado por diferentes sistemas montañosos y de planicie, siendo estos últimos los principales afectados por la acumulación de agua, provocando afectaciones a la movilidad, contaminación o pérdida de cultivos, generación de vectores transmisores de enfermedades, daños estructurales, entre otros.

El grado de vulnerabilidad bajo se localiza principalmente al Este, Noreste y en menor proporción al Sur del Estado ocupando el 25% del total, el cual equivale a 5,567.7 km^2. Por el contrario, los municipios con grado medio de vulnerabilidad se localizan en su mayoría en la porción Sur del Estado y en menor medida en la porción Norte, esto debido a que son zonas con mayor precipitación al año, al caracterizarse por estar ubicadas en zonas de relieve abrupto, se favorece el movimiento del agua, limitando su acumulación. Dichas zonas en conjunto ocupan 11,912.8 km^2 que representan el 53.4% es decir, la mayor superficie del Estado.

Es importante señalar que el grado alto de vulnerabilidad se localiza al Centro, Norte y Noreste a consecuencia del predominio de zonas de planicie, las cuales alteran el curso del agua, favoreciendo su acumulación. Los daños potenciales en dicha zona están en función de la duración e intensidad de un evento de inundación, así como el estado fenológico de los cultivos, debido a esto se pueden generar daños en las plantas, lo cual reduce la producción agrícola, ocasionando incluso pérdidas totales; por otro lado, al ser zonas que conjuntan grandes áreas urbanas, existe gran probabilidad de que la infraestructura sufra daños.

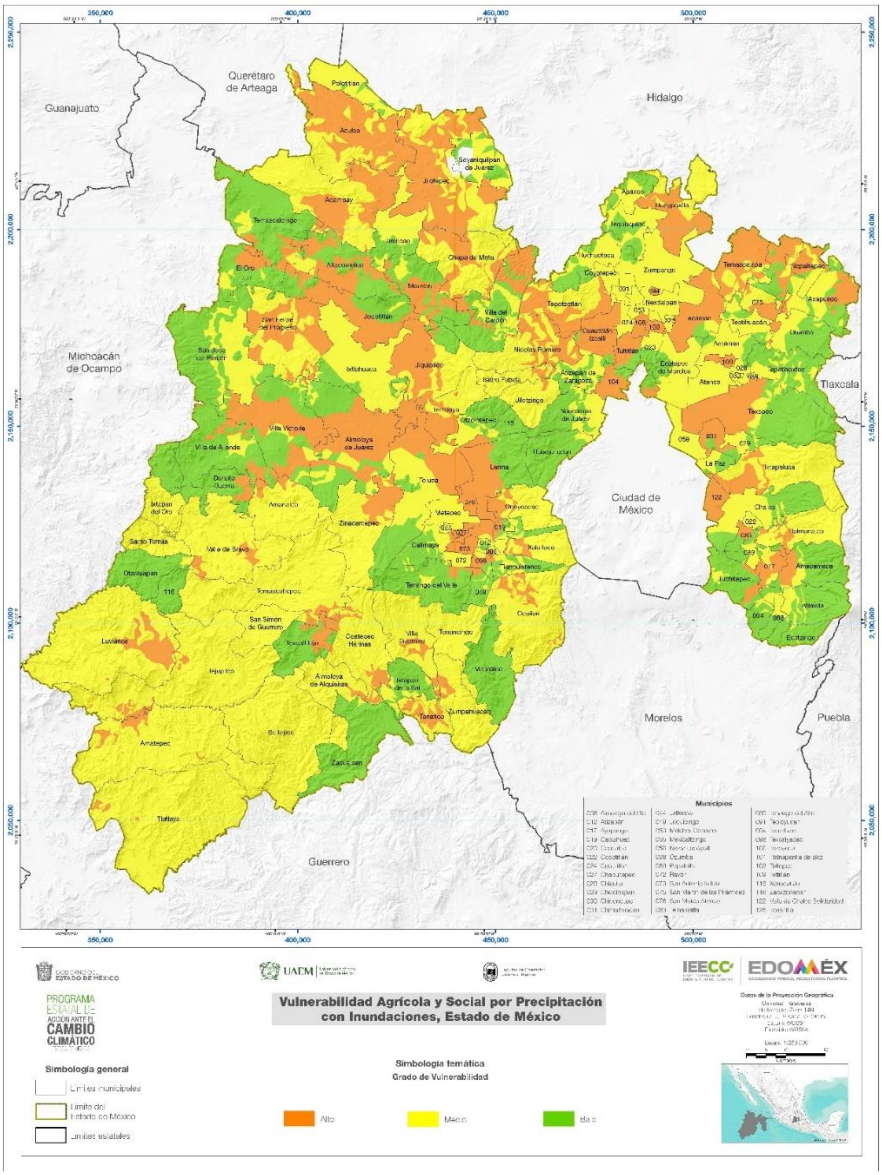


Figura 4.32 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con inundaciones

4.2.2.4 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con días con niebla

En general, la precipitación junto con la niebla muestra cuánta humedad está presente en un territorio determinado, de tal forma que al combinar ambas variables se pueden identificar zonas en las que el exceso de humedad puede comprometer el desarrollo de los cultivos y, por consiguiente, reducir la producción agrícola.

El grado bajo de vulnerabilidad ocupa una superficie estatal de 10,891.3 km^2 que equivalen al 48.7% del total, se localiza principalmente en el Centro, Noroeste, Noreste y Este, en donde hay pocos días con ocurrencia de niebla. Por otro lado, los municipios ubicados al Sur y parte del Norte presentan grado de vulnerabilidad medio asociado principalmente a rangos altos de precipitación, en donde se tiene un menor número de días con niebla lo cual reduce el grado de vulnerabilidad, dichas zonas ocupan una superficie de 11,435.02 km^2 los cuales representan el 51.2% del total.

Para finalizar, una pequeña porción al Sur de Zinacantepec y al Este de Amatepec tienen grado alto de vulnerabilidad, en conjunto dichas zonas ocupan una superficie de 11.2 km^2 que representan tan solo el 0.1% del total estatal; en dichas zonas, los principales efectos negativos están relacionados con mayores días de niebla, lo cual indica valores altos de humedad que a su vez reducen la radiación solar en la zona, afectando el rendimiento de los cultivos.

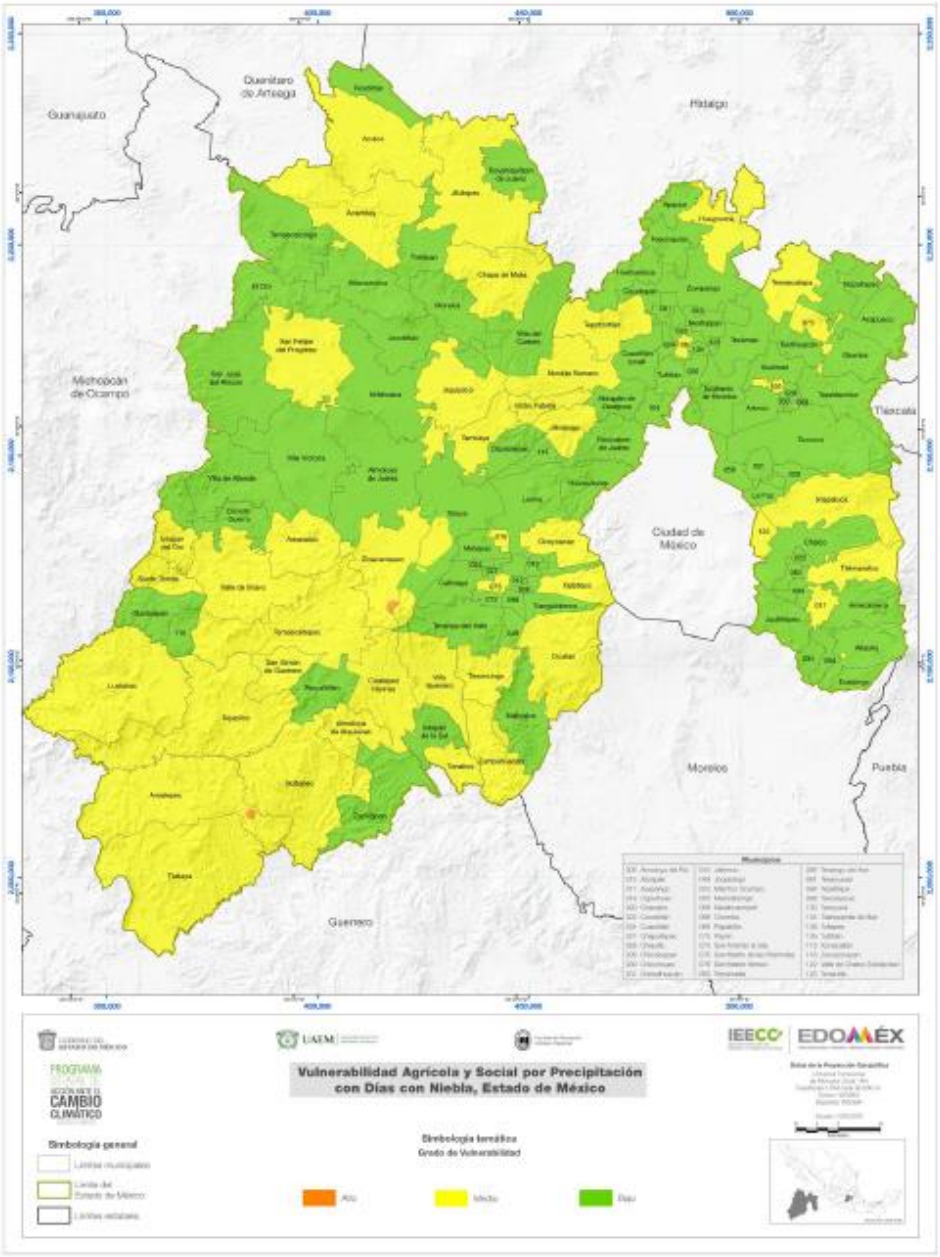


Figura 4.33 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con días con niebla

4.2.2.5 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas pueden ocasionar daños significativos a la población debido al impacto de rayos en las áreas de cultivo, asimismo esta variable atmosférica puede presentarse en compañía de precipitación que, en exceso o déficit, puede afectar o favorecer el desarrollo y permanencia de los cultivos.

El grado de vulnerabilidad bajo ocupa una superficie de 10,747.6 km^2 que equivale al 48.1% del total estatal y principalmente se localiza al Centro, Norte, Noreste y Este del Estado. Por otro lado, el Sur y el Norte conjuntan un mayor número de municipios con vulnerabilidad media, ocupando la mayor superficie con 11,432.7 km^2 que equivalen al 51.2% del territorio, dichas zonas resaltan como áreas en donde puede haber daño significativo a la producción agrícola, por tanto, es importante considerarlas para implementación de medidas de mitigación que permitan el desarrollo del sector agrícola y social.

Por último, el grado alto de vulnerabilidad se localiza en parte del territorio de Amatepec, Luvianos y Xalatlaco que ocupan tan solo el 0.7% del total, equivalente a una superficie de 157.3 km^2; en este sentido dichas zonas pueden presentar daños significativos en la producción agrícola, así como la infraestructura ocupada para el desarrollo del sector agrícola y social.

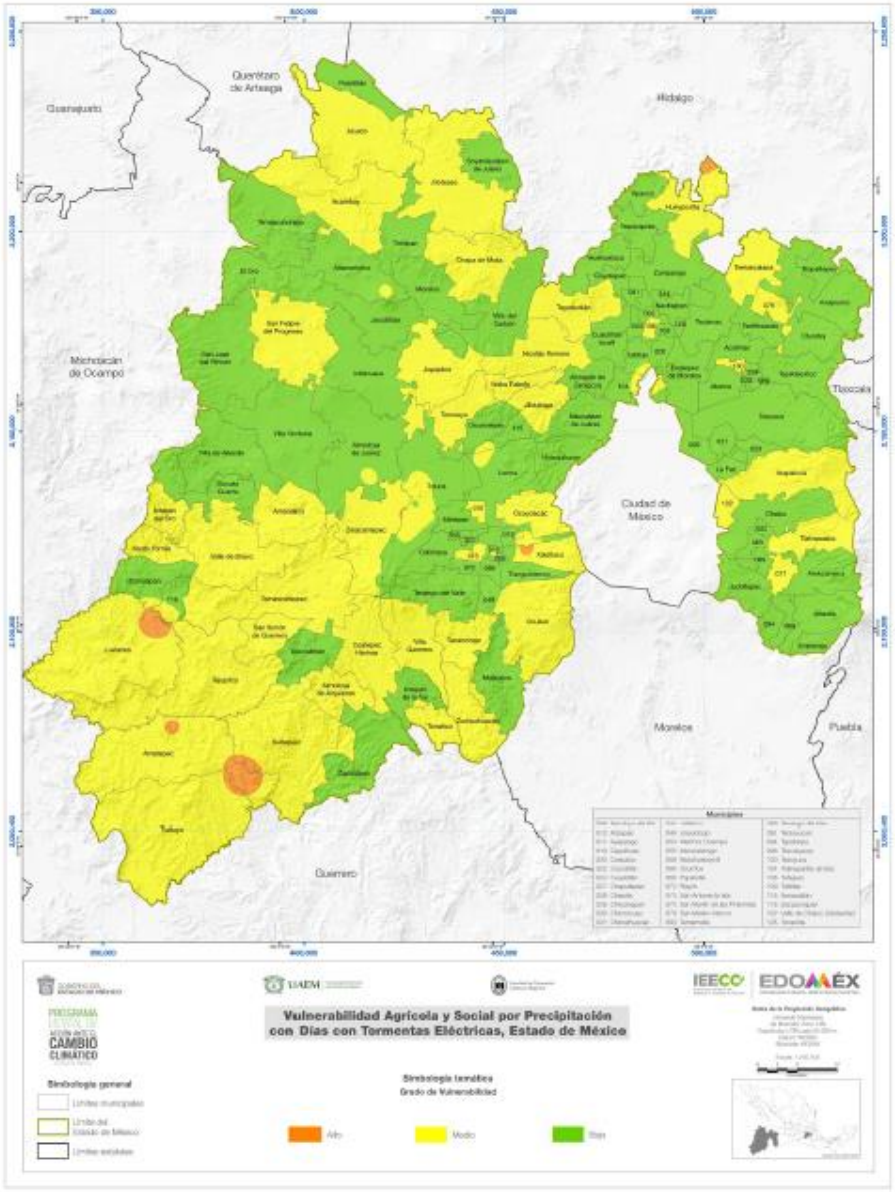


Figura 4.34 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con tormentas eléctricas

4.3.2.6 Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con granizadas

Principalmente parte de los municipios al Norte, Noreste y Este del Estado presentan grados bajos de vulnerabilidad, los cuales ocupan una superficie de 3,479.5 km^2 equivalentes al 15.6% del territorio. Por otro lado, mayor parte del Estado se encuentra en zonas de vulnerabilidad media principalmente en la porción Sur, Norte y Este, ocupando una superficie aproximada de 12,676.7 km^2 que representan el 56.8% del territorio, cabe señalar que es importante considerar dichas zonas para la implementación de medidas de mitigación y prevención.

Es importante señalar que los municipios que presentan grados alto y muy alto de vulnerabilidad ocupan una superficie de 5,203.02 km^2 y 978.4 km^2, respectivamente, distribuidos en Amatepec, Luvianos, San Felipe del Progreso, Acambay, y parte del Valle de Toluca.

Las principales afectaciones causadas por dichas variables meteorológicas están relacionadas con daños a los cultivos por la pérdida de hojas, así como congelamiento de las plantas, lo cual reduce el rendimiento de los cultivos afectando la producción agrícola, especialmente cuando se encuentran en sus primeras etapas de desarrollo; cabe mencionar que el grado alto ocupa el 23.3% mientras que el grado muy alto ocupa el 4.4% del territorio estatal.

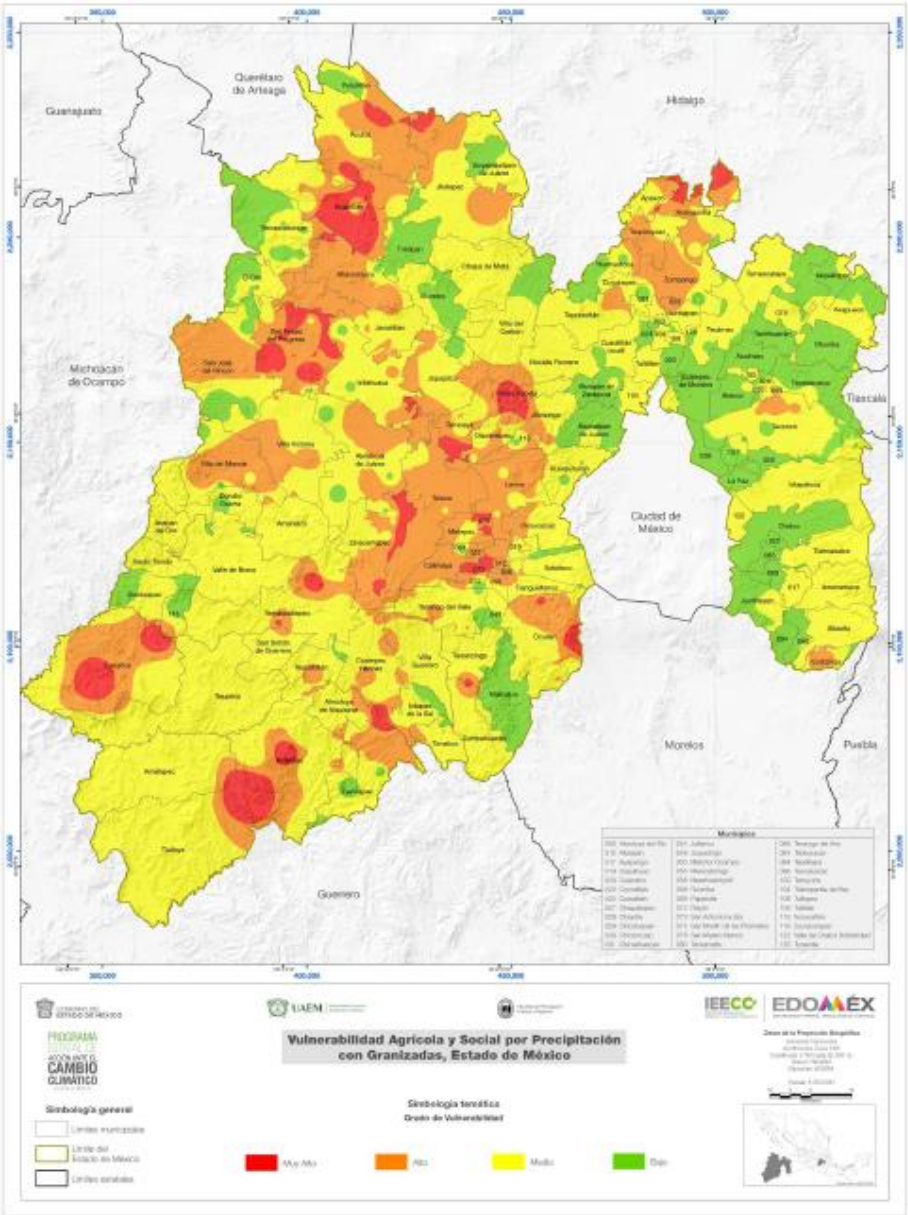


Figura 4.35 Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación con granizadas

4.2.2.7 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación y temperaturas máximas

Los resultados obtenidos para este tipo de vulnerabilidad muestran que el grado de vulnerabilidad bajo abarca 3.2% de la superficie estatal (723 km^2), el cual se encuentra disperso en el territorio y cubre totalmente los municipios de Zacazonapan, Zinacantepec, Tonatico, Xonacatlán, Tlalnepantla de Baz y Tlalmanalco, mismos que se pueden distinguir en el mapa. Respecto al grado de vulnerabilidad medio, predomina en el Estado abarcando una superficie de 20,685 km^2, lo que representa más del 90%.

En cuanto al grado de vulnerabilidad alto, se concentra al Sur cubriendo un total de 929 km^2 (4.1%). Más del 95% del total de la vulnerabilidad alta se ubica al Sur y Suroeste, abarcando gran parte de los municipios de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya, mientras que el resto se identificó en porción reducida de Sultepec y Zacualpan, así como de Zumpahuacán y Malinalco.

El Sur del Estado de México es la región que presenta las temperaturas más altas, así como los mayores niveles de precipitación. En el caso de la vulnerabilidad pecuaria por precipitación y temperaturas máximas, puede deberse a la probabilidad de que aumenten estas dos variables, lo que conlleva importantes afectaciones de manera directa e indirecta hacia el ganado, con la probabilidad de sufrir pérdidas que afectarían el sistema social, productivo y económico de los productores. Es importante priorizar municipios con vulnerabilidad alta para prevenir y evitar afectaciones o, en su caso, prever acciones de adaptabilidad.

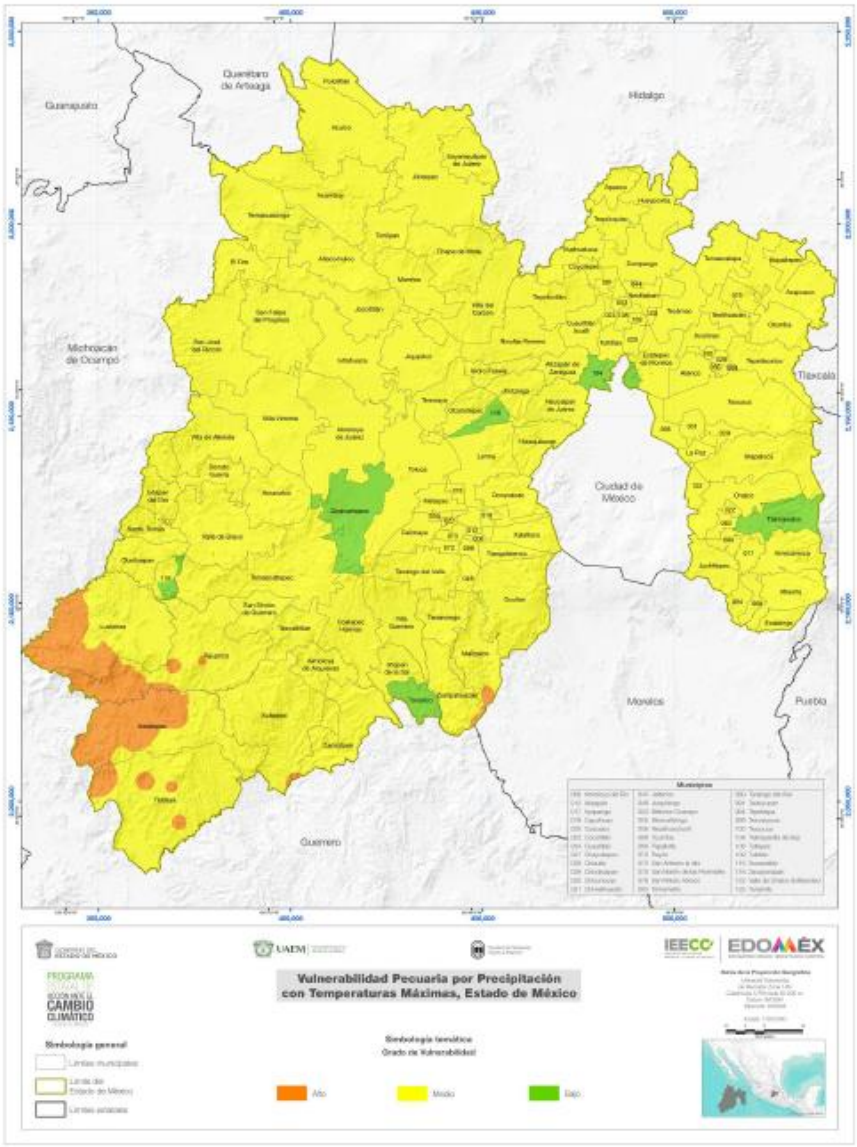


Figura 4.36 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con temperaturas máximas

4.2.2.8 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación y temperaturas mínimas

Conforme a los resultados obtenidos para este tipo de vulnerabilidad, el grado de vulnerabilidad bajo cubre 3,546.90 km^2 lo que equivale a un 15.87% del total del territorio. Se presenta en los municipios de la Zona Metropolitana del Valle de México, así como Atlautla, la zona Sur de Ecatzingo, Ozumba y Tepetlixpa; en la región Sur se presenta en Zacazonapan, algunas zonas de Tenancingo, Tonatico, Ixtapan de la Sal, y en la región Centro en parte de Toluca, Metepec, Chapultepec, San Antonio La Isla, Texcalyacac, Rayón y Tenango.

En cuanto al grado medio predomina en la Entidad cubriendo un total de 17,137.47 km^2, lo que representa el 76.7% del territorio; este grado de vulnerabilidad se presenta principalmente en la región Sur y Centro, así como en algunas partes de la región Norte y Este.

Respecto al grado de vulnerabilidad alto se concentra en su mayoría en la región Norte, abarcando principalmente los municipios de Temascalcingo, El Oro, San José del Rincón, San Felipe del Progreso, Villa Victoria, Timilpan, Jilotepec, Chapa de Mota, Morelos, Temoaya, Isidro Fabela y Jiquipilco; al Centro y Sur se presenta en poca proporción en Tlatlaya, Sultepec, Tejupilco, Zacualpan, Temascaltepec, Coatepec Harinas, Zinacantepec y Ocuilan, y por último al Este en Tepetlaoxtoc; el área total que cubre este grado de vulnerabilidad es de 1653.20km^2, lo que representa el 7.4%.

El Norte del Estado es una región en la que se espera una disminución de precipitación con aumento de temperaturas, lo que puede conllevar a importantes sequías en la zona afectando la producción del ganado además de sufrir pérdidas probables, dependiendo también del tipo de ganado.

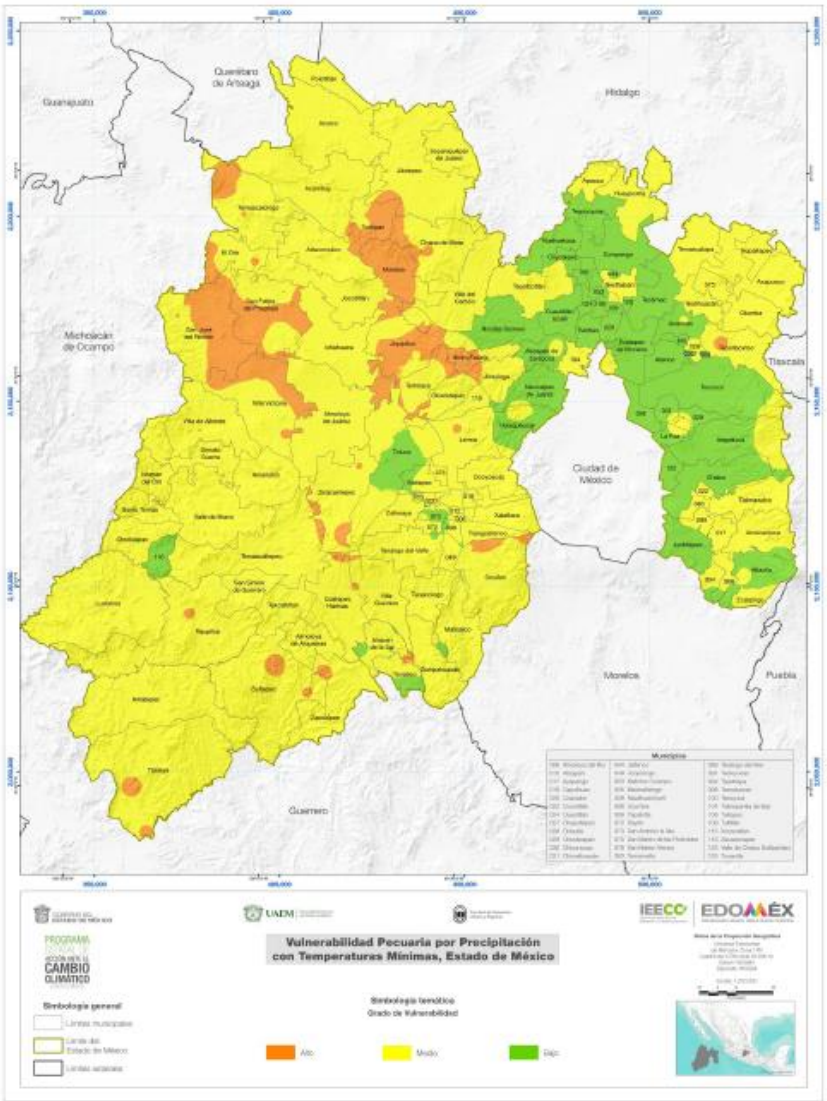


Figura 4.37 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con temperaturas mínimas

4.2.2.9 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación e inundaciones

De acuerdo con los resultados obtenidos para este tipo de vulnerabilidad pecuaria, se obtuvieron grados de vulnerabilidad bajo, medio y alto y se encuentran dispersos de manera heterogénea en el Estado.

El grado de vulnerabilidad bajo tiene una cobertura de 4585.37 km^2, representando el 20.52% del Estado, presentándose especialmente en la región Este que colinda con Puebla y Tlaxcala, así como en los municipios que se localizan en la porción Sur de la Sierra de las Cruces y en el Sur del Valle de Toluca, además de otros municipios dispersos como Zacazonapan, Ixtapan de la Sal, Tonatico, Tenancingo e Ixtlahuaca, Jocotitlán y Atlacomulco al Norte.

El grado de vulnerabilidad que predomina es el medio, con una cobertura de 12,887.87 km^2 (57.69%), abarcando principalmente la región Sur, algunos municipios del Valle de Toluca como Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Mexicaltzingo, Calimaya, Chapultepec, San Antonio La Isla, Almoloya del Río y Texcalyacac; la región Norte cubre parte de los municipios que colindan con los estados de Hidalgo, Querétaro y Michoacán.

El grado de vulnerabilidad alto cubre 4,828.78 km^2 lo que representa el 21.61%, y se observa principalmente en la región Norte, además de algunos municipios del Sur en pequeñas proporciones como Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya, Otzoloapan, Valle de Bravo, Texcaltitlán, Temascaltepec, Coatepec Harinas, Rayón, Ocuilan, Almoloya de Juárez, Villa Victoria, Villa de Allende y Donato Guerra.

Las mayores precipitaciones se dan en las partes más altas del relieve, donde el agua fluye por los escurrimientos hasta llegar a una zona de planicie, estancándose y provocando inundaciones. La vulnerabilidad pecuaria por precipitación e inundaciones puede llegar a afectar gran parte del territorio estatal, principalmente la zona Norte del Estado, ocasionando importantes pérdidas en la producción del sector pecuario.

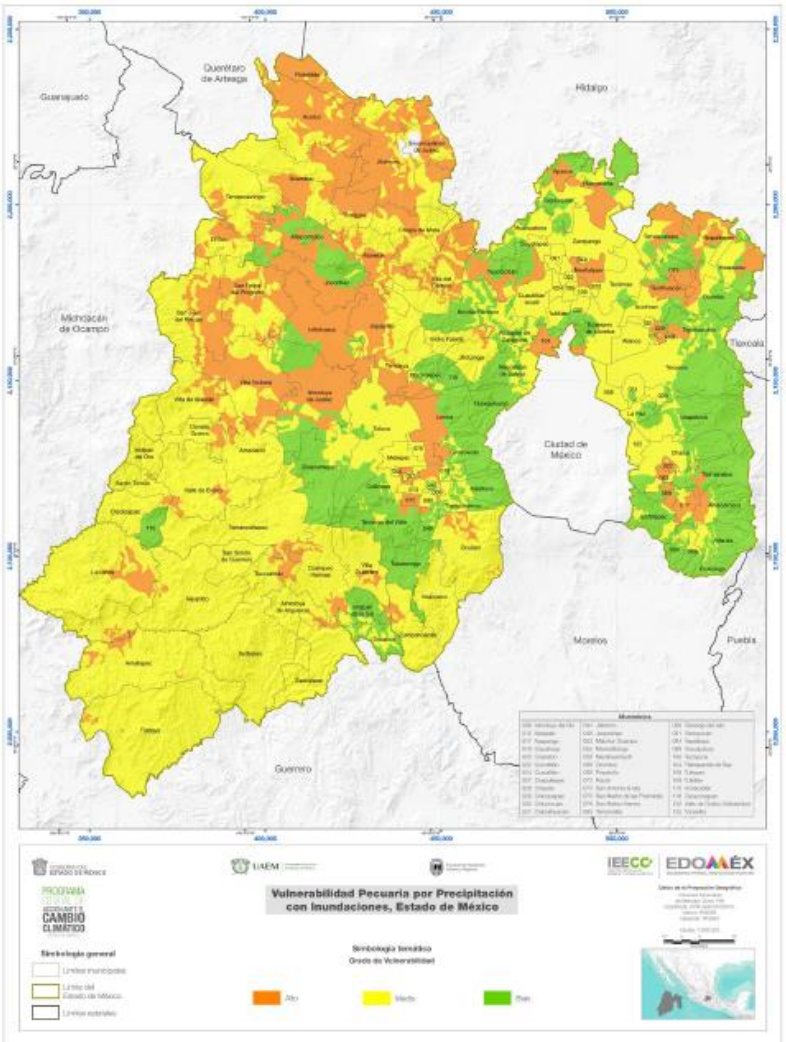


Figura 4.38 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con inundaciones

4.2.2.10 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media con días de niebla

Los resultados obtenidos arrojaron que los grados de vulnerabilidad bajo y medio son los que cubren cerca de la totalidad del Estado, siendo el grado medio el de mayor cobertura con 12,808.72 km^2, lo que representa el 57.34% y se ubica en Ayapango, Temamatla, toda la región Sur, Norte y parte del Centro del Estado, a excepción de los municipios de Zacazonapan al Sur, Atlacomulco, Jocotitlán e Ixtlahuaca al Norte, así como los municipios del Valle de Toluca hacia la región Centro-Este y toda la región Este de la Entidad, que están cubiertos por el grado de vulnerabilidad bajo en 9,523.94 km^2 equivalentes al 42.63%. En cuanto a la vulnerabilidad alta solamente se encontró al Este del municipio de Amatepec en una porción territorial de 4.91 km^2 lo cual representa tan solo 0.02% del territorio.

Los principales impactos por la vulnerabilidad pecuaria por precipitación media con días de niebla son aquellos en los que el ganado se ve afectado directamente por la humedad presentada en el aire, así como por los diferentes cambios de temperatura que se puede tener en un día, ocasionando enfermedades respiratorias, donde las pérdidas probables se centren en el ganado más joven. Asimismo, la niebla perjudica la vegetación del terreno donde se lleva a cabo el pastoreo, por lo que se afectarían las zonas alimentarias del ganado.

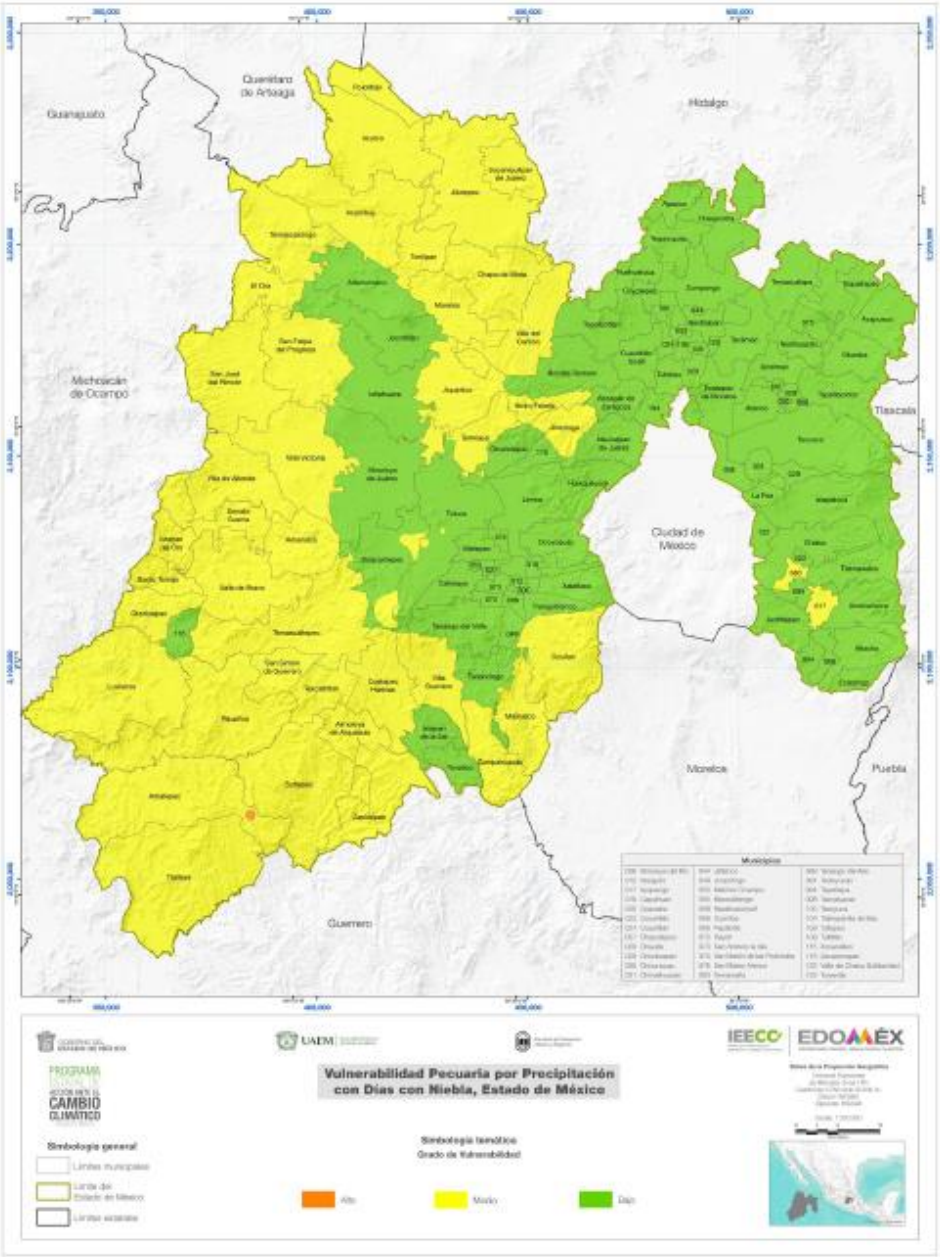


Figura 4.39 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con niebla

4.2.2.11 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con tormentas eléctricas

El análisis de este tipo de vulnerabilidad muestra grados bajo y medio. El grado de vulnerabilidad bajo cubre 9,336.50 km^2 representando el 41.79% y se presenta principalmente en la mitad Este del territorio, mientras que el grado medio cubre 12,864.50 km^2, lo que representa el 57.59% del total estatal y se encuentra, en su mayoría, del lado Oeste.

El grado de vulnerabilidad alto tiene una cobertura de 136.57 km^2, lo que equivale al 0.61%, abarcando parte de los municipios de la región Sur como Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya y Sultepec.

La vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con tormentas eléctricas es un tipo de vulnerabilidad en la que un solo rayo puede afectar y/o matar desde un animal hasta decenas o cientos. Las zonas rurales, por lo general, son áreas muy propensas a descargas eléctricas, por lo que su exposición es muy alta. Se recomienda la instalación de pararrayos, así como evitar cercas eléctricas ya que aumentarían el riesgo, se recomienda que el ganado que haya sido afectado por quemaduras sea sacrificado, debido a que la ingesta de carne de un animal en ese estado puede ser perjudicial para la salud humana.

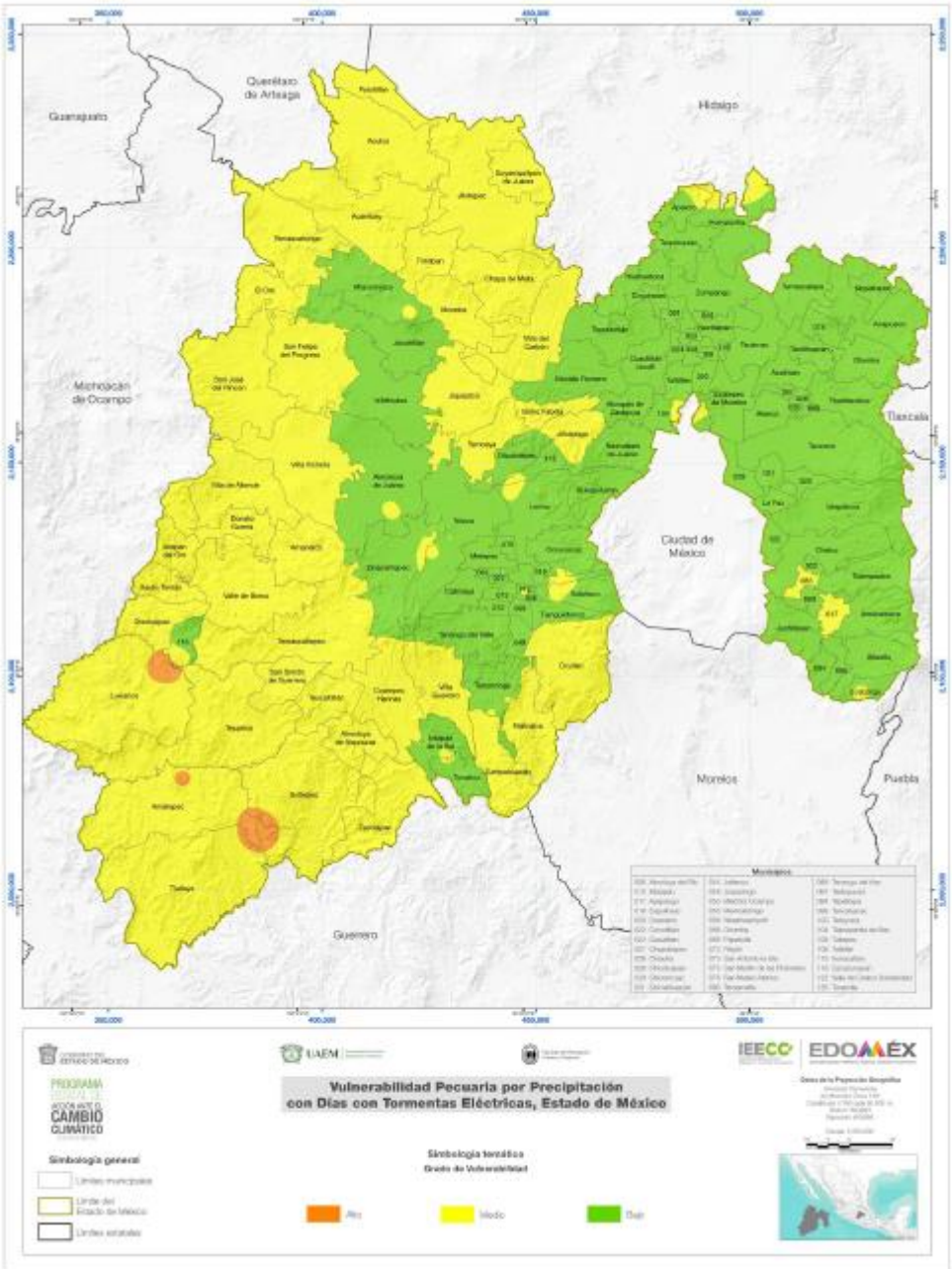


Figura 4.40 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con días con tormentas eléctricas

4.2.2.12 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación con granizadas

El Estado de México presenta vulnerabilidad pecuaria por precipitación con granizadas en grado bajo, medio y alto de manera heterogénea. En la región Este, especialmente en la Zona Metropolitana del Valle de México se concentra el grado de vulnerabilidad bajo, además de encontrarse en partes de algunos municipios del Centro y Sur como Almoloya de Juárez, Toluca, Zinacantepec, Ocuilan, Xalatlaco, Tianguistenco, Joquicingo, Malinalco, Tenancingo, Tenango, Ixtapan de la Sal, Tonatico y Zacazonapan; este grado de vulnerabilidad cubre 3,872.13km^2, lo que equivale al 17.33% del territorio estatal.

En cuanto al grado de vulnerabilidad medio cubre 11,575.36 km^2, lo que equivale al 51.82% distribuido en el territorio, concentrándose en la región Sur y en algunos municipios de la región Centro como Zinacantepec, Almoloya de Juárez, Amanalco, Ocoyoacac y Tianguistenco, así como en algunas zonas de la región Norte y Este.

Respecto al grado de vulnerabilidad alto, resalta en gran parte de la zona Noroeste del Estado, también en algunos municipios del Sur como Luvianos, Amatepec, Tlatlaya, Sultepec, Zacualpan, Coatepec Harinas, Texcaltitlán, Temascaltepec y Ocuilan, además de notarse una gran concentración de vulnerabilidad alta en casi toda la Zona Metropolitana del Valle de Toluca; asimismo se encuentra en Hueypoxtla, Tequixquiac, Apaxco, Zumpango, Nextlalpan, Texcoco y Ecatzingo. Este tipo de vulnerabilidad cubre 6890.09 km^2, representando el 30.84% del territorio.

La vulnerabilidad pecuaria por precipitación con granizadas afecta principalmente las actividades de pastoreo ya que, al verse afectada la vegetación, por consiguiente, se ve perjudicada la alimentación del ganado.

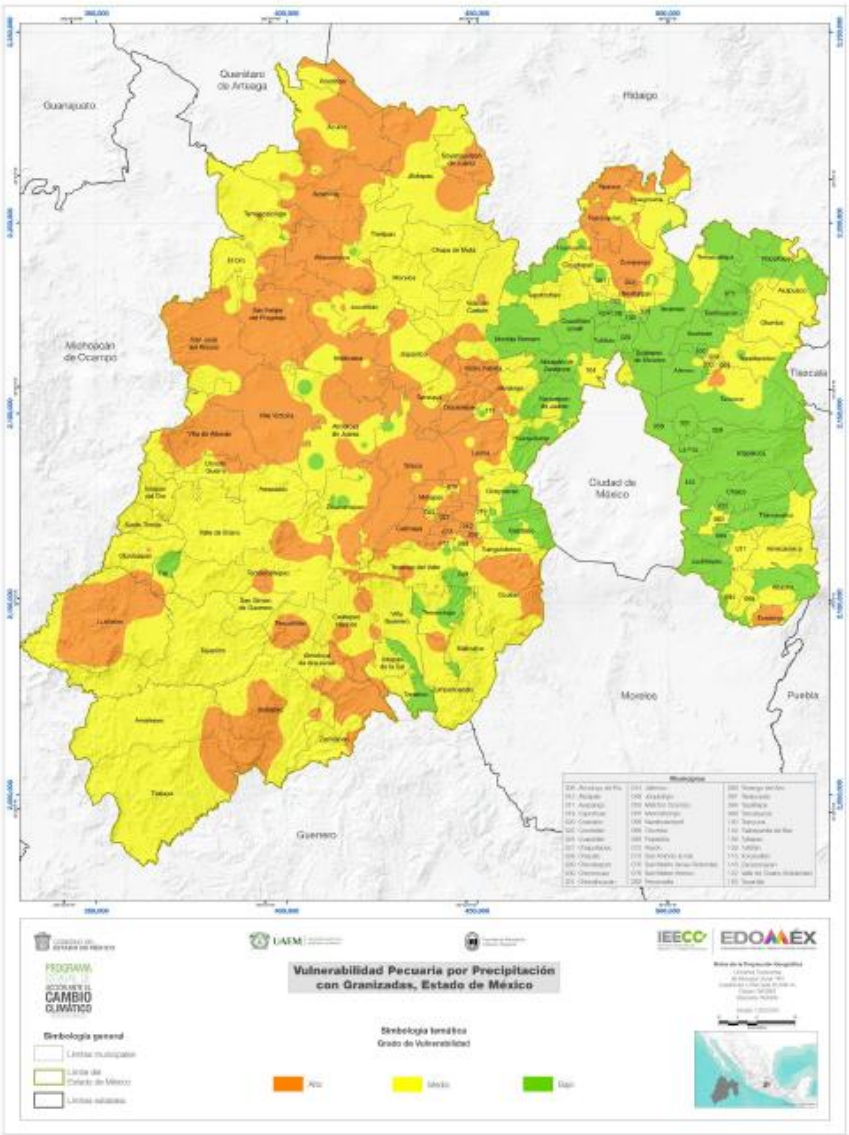


Figura 4.41 Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación con granizadas

4.3 Vectores transmisores de enfermedades

El aumento de las temperaturas y de los niveles de CO_2 y Ozono, contribuirá a la proliferación de alérgenos en el ambiente, incrementado enfermedades respiratorias como asma, rinitis alérgica, conjuntivitis y afecciones cutáneas. Así lo advierte el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), mencionando que diversas regiones del planeta están experimentando con mayor frecuencia fenómenos extremos como sequías y olas de calor, junto a graves impactos sobre la salud. Así mismo, informa que la temperatura media ha aumentado 0.85 grados entre 1880 y 2012. También expone que la morbilidad y la mortalidad están relacionadas con el aumento de las temperaturas, alertando que los efectos del Cambio Climático exacerbarán las enfermedades ya existentes y las extenderán a zonas aún no afectadas.

En cuanto a las enfermedades respiratorias, el IPCC informa que el Cambio Climático modificará la distribución y cantidad de polen en las áreas urbanas, alterando la distribución espacial y temporal de muchas especies de plantas que producen alergias y modificando los períodos y duración de las temporadas con mayores niveles de polen. Una mayor concentración de CO_2 en la atmósfera estimulará el crecimiento de las plantas, lo que, aunado a condiciones climatológicas extremas, como sequías y vientos muy fuertes, causarían una dispersión de alérgenos, como polen y esporas, hacia nuevas regiones.

También los incendios forestales incrementarían como resultado de las olas de calor y las sequías e impactarían negativamente en la calidad del aire, liberando partículas en suspensión y otras sustancias tóxicas que pueden afectar a grandes poblaciones durante días o meses. La polución generada por los incendios ya causa aproximadamente 339,000 muertes prematuras al año en todo el mundo, especialmente en el África subsahariana y el sureste asiático.

Además, el aumento de temperaturas derivará en aumento de las radiaciones ultravioleta, lo que podría multiplicar el riesgo de cáncer de piel no melanoma por exposición prolongada a estas radiaciones. Las altas temperaturas también irán ligadas al incremento de concentración de Ozono troposférico, que afecta en especial la salud humana, aumentando la tasa de muertes prematuras ligadas a estas afecciones, como enfermedades cardiopulmonares.

Los expertos afirman que el Cambio Climático incrementará los niveles de Ozono en Estados Unidos y Europa, aunque el cambio no será generalizado y puede variar en función de las zonas. Los riesgos de mortalidad y morbilidad en los períodos de calor extremo afectarán particularmente en las ciudades a población infantil y de la tercera edad, personas con enfermedades crónicas y mujeres embarazadas.

Diversas medidas de mitigación encaminadas a la reducción de emisiones contaminantes tienen importantes beneficios sobre la salud, por lo que el IPCC propone políticas para la reducción del uso de Carbón en la generación eléctrica, para mayor eficiencia energética o un cambio en los hábitos de transporte como medidas con “co-beneficios” para la salud y el clima.

4.3.1 Enfermedades respiratorias agudas

De acuerdo con información disponible en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica en el Estado de México, en el año 2017 ocurrieron 3’070,877 episodios de infecciones respiratorias agudas reportadas por todas las instituciones del sector salud. Los municipios de Toluca, Ecatepec de Morelos, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl y Naucalpan de Juárez son los que presentan un número importante de episodios de infecciones respiratorias agudas, siendo caracterizadas por ser zonas metropolitanas con gran concentración demográfica y con mayor eficiencia en la transmisión de agentes infecciosos (bacterias y virus) por vía aérea, a través de su movilidad en el transporte público, lugares de concentración masiva y su interrelación con las temperaturas en estos sitios.

En diversas ciudades cuyo grado de contaminación es bastante alto, las enfermedades más comunes son las que afectan el sistema respiratorio. Las enfermedades respiratorias se presentan durante todas las épocas del año, agudizándose más durante el invierno debido a los cambios bruscos de temperatura. Éstas son causadas en su mayor parte por virus y uno de los factores de predisposición se relaciona con la exposición ambiental como lo es el cambio de temperatura.

Estudios realizados han detectado un efecto significativo derivado de la interacción de la temperatura con los contaminantes, esto se explica porque los niveles más elevados de contaminación ambiental se presentan durante el periodo invernal que comprende los meses de noviembre a marzo y que se caracteriza por bajas temperaturas y escasez de lluvias.

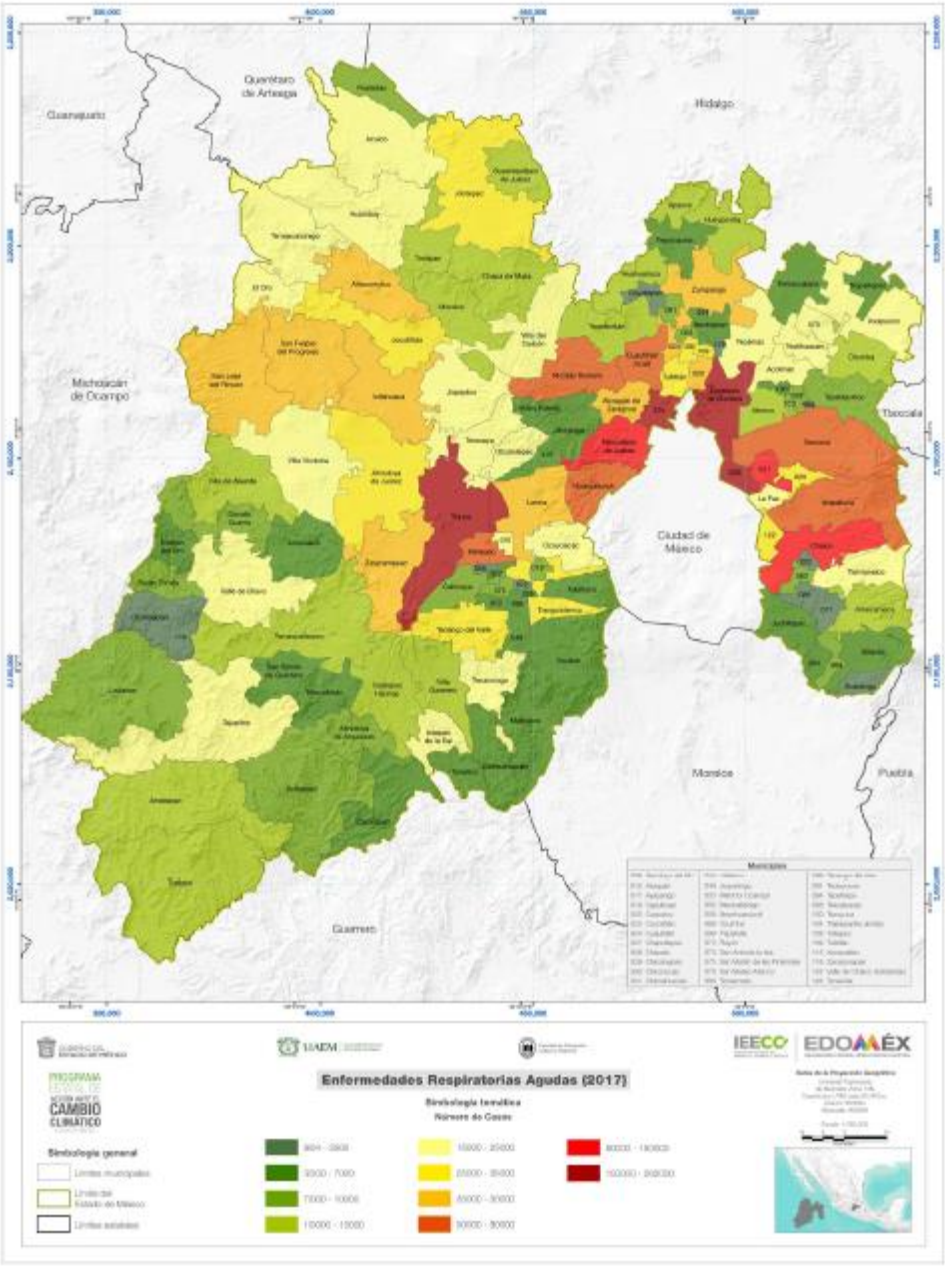


Figura 4.42 Mapa de infecciones respiratorias agudas (2017)

4.3.2 Enfermedades diarreicas agudas

Factores como altas temperaturas y periodos de sequía o inundaciones, así como virus y bacterias encontradas en comida y bebidas contaminadas, han facilitado la trasmisión de enfermedades diarreicas agudas. Se ha detectado que los casos de diarrea en el Estado de México se presentan de 3 a 4 veces más en verano que en invierno, incrementando en un 8% por cada 1°C de aumento en la temperatura.

Cabe resaltar que, aunque las enfermedades infecciosas están estrechamente relacionadas con la época del año, también lo están en función de su agente etiológico, por ejemplo, las infecciones causadas por los rotavirus son comúnmente asociadas al invierno mientras que las infecciones bacterianas ocurren durante los periodos cálidos y lluviosos.

Los 620,134 episodios de enfermedades diarreico-agudas reportadas en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Estado de México de todas las instituciones de salud durante el año 2017 guardan distribución asociada con las temperaturas altas

durante el verano, particularmente en el Sur del Estado. Los municipios que concentran la mayor frecuencia de episodios de enfermedad diarreico-aguda son Toluca de Lerdo, Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Tlalnepantla de Baz y Naucalpan de Juárez.

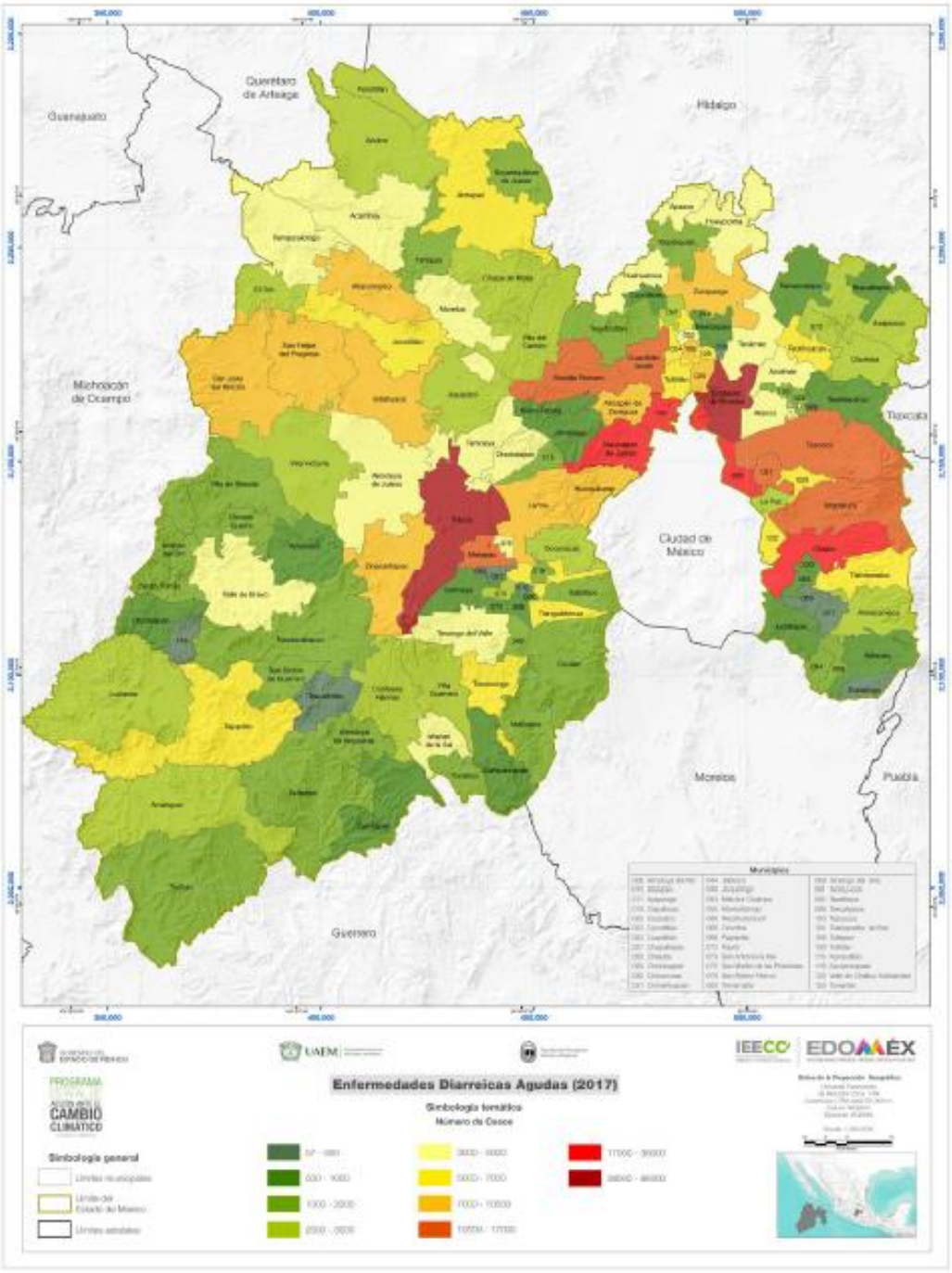


Figura 4.43 Mapa de enfermedades diarreico-agudas (2017)

4.3.3 Enfermedades transmitidas por vectores

Las enfermedades transmitidas por vectores son causadas por parásitos, virus y bacterias transmitidos por mosquitos, flebótomos, chinches triatominos, simúlidos, garrapatas, moscas tse-tsé, ácaros, caracoles y piojos. En todo el mundo se registran cada año más de 700,000 defunciones como consecuencia de enfermedades transmitidas por vectores, tales como el paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis.

En su conjunto, las enfermedades transmitidas por vectores representan aproximadamente el 17% de las enfermedades infecciosas. La mayor carga de estas enfermedades, que afectan de forma desproporcionada a las poblaciones más pobres, corresponde a las zonas tropicales y subtropicales. Desde 2014, grandes brotes de dengue, paludismo, fiebre chikungunya, fiebre amarilla y enfermedad por el virus de Zika han azotado a diferentes poblaciones, cobrándose vidas y abrumando los sistemas de salud en muchos países.

La distribución de las enfermedades transmitidas por vectores está determinada por complejos factores demográficos, ambientales y sociales. Los viajes y el comercio mundial, la urbanización no planificada y los problemas ambientales como el Cambio Climático, pueden influir en la transmisión de patógenos, haciendo que la temporada de transmisión sea más prolongada o intensa, o que aparezcan algunas enfermedades en países que antes no las reportaban.

Asimismo, los cambios en las prácticas agrícolas generados por las variaciones de temperatura y precipitaciones pueden influir en la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. El crecimiento de los barrios de tugurios sin suministro fiable de agua corriente ni sistemas de gestión de residuos sólidos puede poner a grandes poblaciones urbanas en riesgo de padecer enfermedades víricas transmitidas por mosquitos. Dichos factores pueden influir en el alcance de las poblaciones de vectores y las modalidades de transmisión de los patógenos.

Los rangos geográficos de ciertos vectores y, por ende, de las enfermedades que transmiten, se han ido modificando debido al Cambio Climático. Además, los eventos climáticos extremos crean condiciones que conducen a brotes de enfermedades infecciosas, y a esto se deben sumar, las malas condiciones sanitarias en la gestión de residuos, la falta de sistemas de almacenamiento y de suministro de agua, que, en su conjunto, favorecen la reproducción y aumento de la población, principalmente de mosquitos.

4.3.3.1 Dengue

Es una enfermedad transmitida por el zancudo Aedes, comúnmente encontrada en los trópicos. El virus se replica en el mosquito, aproximadamente dos semanas desde que el zancudo lo absorbe de la sangre humana infectada, hasta que el virus llega a las glándulas salivales del zancudo. Este periodo de incubación en el zancudo es más corto si la temperatura ambiental es más cálida.

La distribución de esta enfermedad en el Estado de México está identificada en la zona Sur del Estado, compartiendo escenarios climáticos con los estados de Michoacán, Guerrero y Morelos. Si bien algunos municipios identifican casos importados por su infección en otro sitio y denominados casos importados, la mayor frecuencia de acuerdo con el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Estado de México ocurre en el municipio de Tejupilco con 384 casos de los 461 notificados para el año 2017.

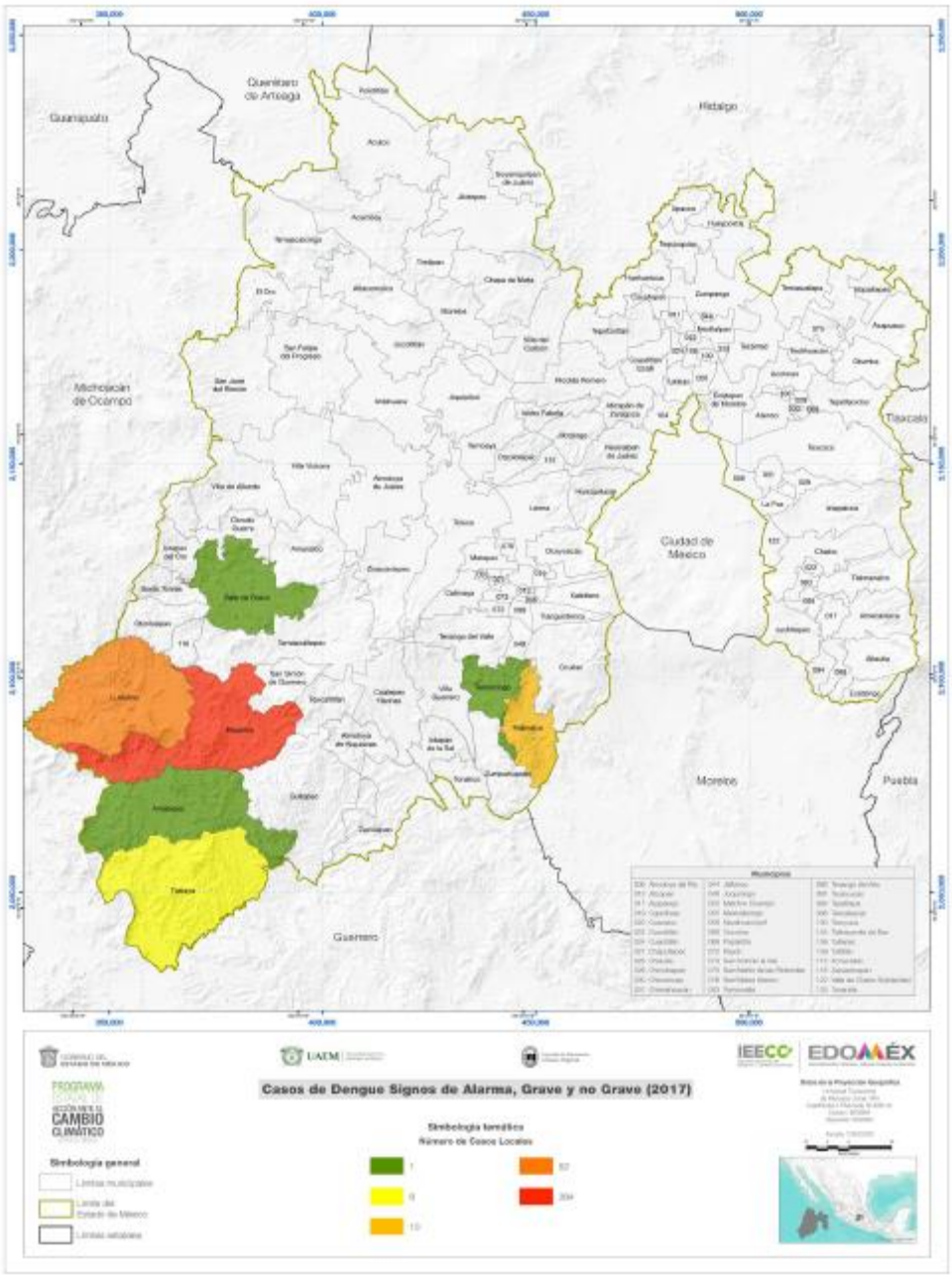


Figura 4.44 Mapa de casos de dengue (2017)

4.3.3.2 Fiebre Chikungunya

La fiebre chikungunya es una enfermedad que se transmite al ser humano a través de mosquitos infectados, provocando síntomas como fiebre, fuertes dolores articulares, dolores musculares, dolores de cabeza, náuseas, cansancio y erupciones cutáneas. Los mosquitos que transmiten la enfermedad son *Aedes aegypti* y *Aedes albopictus*, que también pueden transmitir otros virus como el dengue. Los mosquitos sólo pueden sobrevivir a largo plazo si las temperaturas y los niveles de precipitación son altos. Además, el virus se replica en el cuerpo del mosquito si la temperatura ambiente es alta y se mantiene en ese valor constante durante el día.

La fiebre chikungunya afecta a África, Asia y América. La enfermedad fue introducida en diciembre de 2013, cuando se notificaron 2 casos en la parte francesa de la isla caribeña de St. Martin. Un grupo de investigadores de la Universidad de Bayreuth (Alemania) y del Centro Europeo de Prevención y Control de Enfermedades (ECDC), manifestaron que el Cambio

Climático está afectando la propagación de este virus, que podría perjudicar el Sur de Europa y Estados Unidos (la investigación fue publicada en Scientific Reports).

Si bien la introducción a la República Mexicana es reciente, el Sistema de Vigilancia Epidemiológica ha notificado la ocurrencia de un caso en el Estado de México, la eficiencia en la transmisión ocurre solo en el Sur de la Entidad, donde se encuentra el nicho ecológico del *Aedes Aegypti*, destacando Tejupilco con casos autóctonos.

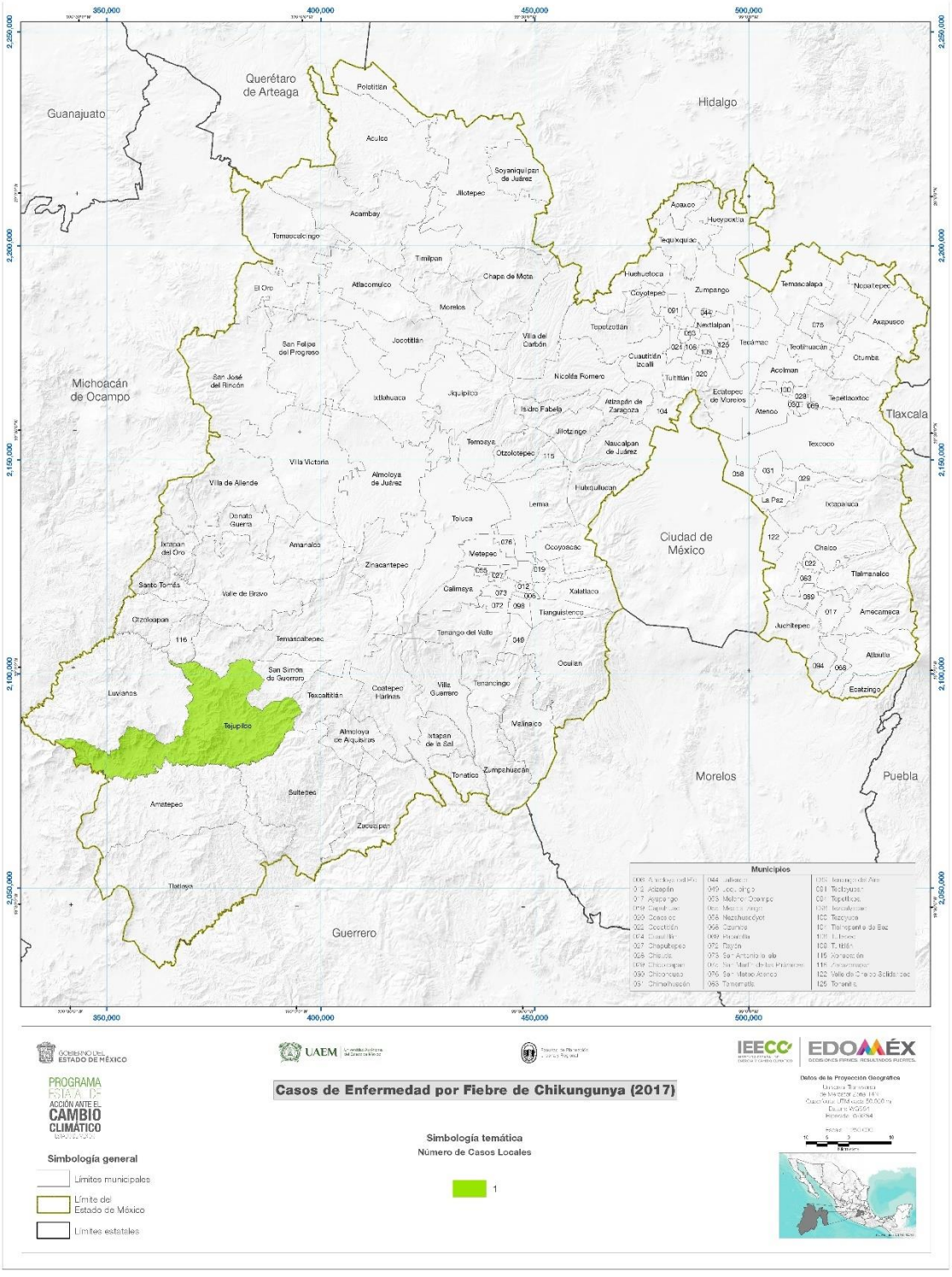


Figura 4.45 Mapa de casos de enfermedad de fiebre chikungunya (2017).

4.3.3.3 Enfermedad por Virus Zika

El virus fue aislado por vez primera en el año 1947 de la sangre de un mono *Rhesus* enfermo que se utilizaba como “mono centinela” para el estudio de Fiebre Amarilla en la selva de Zika, cerca de la ciudad de Entebbe, Uganda.

El virus Zika produce una enfermedad similar al dengue, pero de carácter menor y se transmite mediante la picadura del mosquito *Aedes aegypti*. Los primeros casos humanos de infección por Zika se describieron en la década de 1960, por primera vez en África y posteriormente en el Sudeste de Asia.

El principal factor que incide en la proliferación de estas enfermedades es la presencia del vector que las transmite, el mosquito *Aedes aegypti*, en todo el continente americano, a excepción de Canadá. Algunas condiciones vinculadas a la pobreza, como el hacinamiento o la falta de acceso a agua potable, hacen que las personas con menores recursos estén más expuestas a padecer estas enfermedades. El mosquito se reproduce en aguas limpias, como las que personas sin acceso a agua potable almacenan en bidones en sus casas, por lo que el combate al vector pasa por garantizar el acceso a agua potable, segura y de calidad en todas las casas.

De acuerdo con el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Estado de México, durante el año 2017 se notificaron 26 casos de enfermedad por Virus Zika; siendo el municipio de Tejupilco el que concentra la mayor cantidad de casos con 22 de ellos.

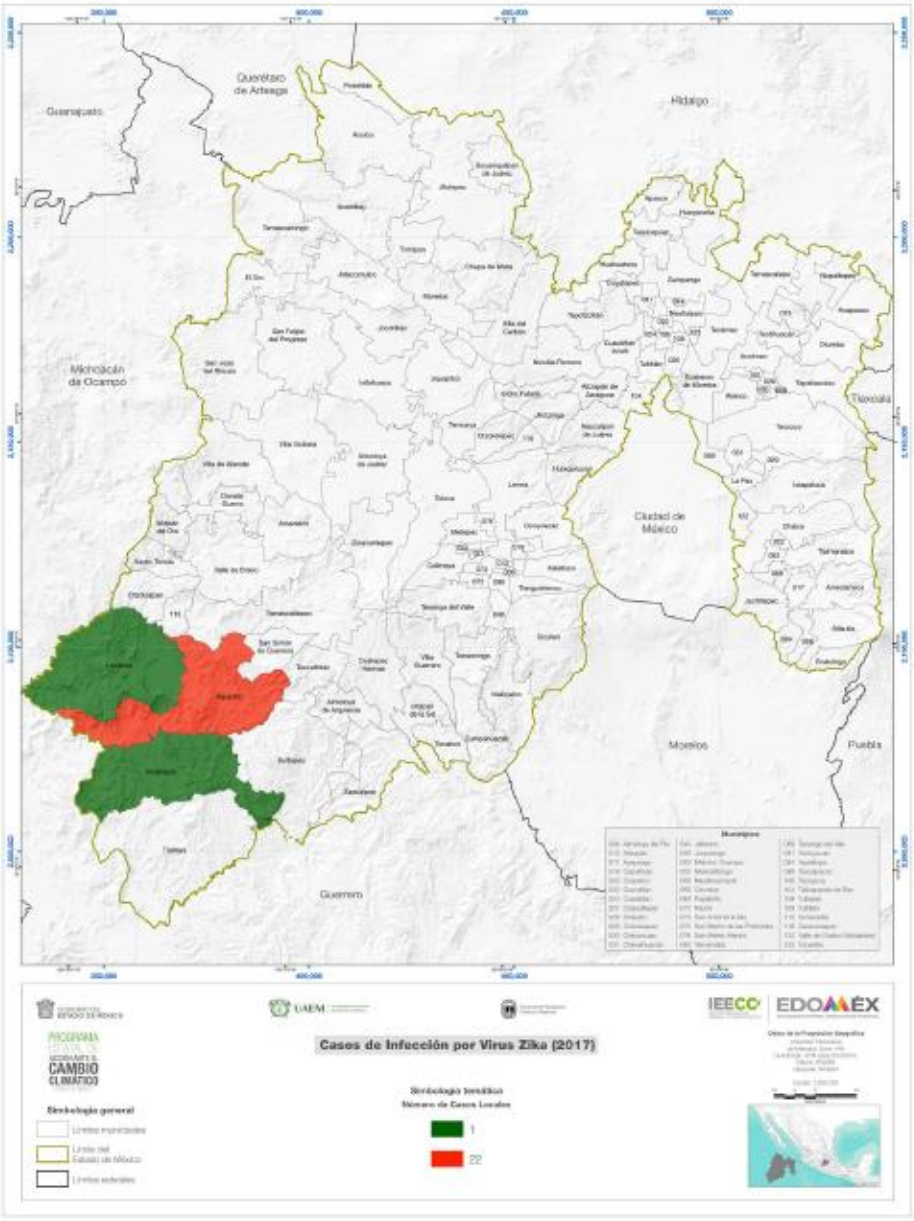


Figura 4.46 Mapa de casos de infección por virus zika (2017)

4.3.3.4 Enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana)

La enfermedad de Chagas, causada por el parásito *Trypanosoma cruzi*, es originalmente una enfermedad endémica de poblaciones pobres y rurales de América Latina. Sin embargo, dos principales factores han modificado la epidemiología de la enfermedad en las últimas décadas, las cuales son el Cambio Climático y los flujos migratorios. Este escenario comporta nuevos retos en la prevención y el control de la enfermedad.

En los países endémicos, el vector de la enfermedad (más de 100 especies de chinches triatominos) ha adquirido una mayor distribución geográfica y existe el peligro de reinfestación de hogares por especies no domésticas de triatominos, así como el desarrollo de resistencias a insecticidas. La concentración de población en zonas periurbanas con condiciones de poca higiene favorece la transmisión de *Trypanosoma cruzi*, así como la infección por vía oral debido a la ingesta de alimentos contaminados con vectores o excrementos de estos. Finalmente, la transmisión vertical de la enfermedad (de madre a hijo) provoca más de 8,000 casos por año y representa uno de los principales retos tanto en los países endémicos como los no endémicos, para el control de esta enfermedad.

México es un país endémico para la enfermedad de Chagas, donde dos terceras partes del territorio pueden ser consideradas en riesgo de transmisión vectorial, es decir que 1’100,000 individuos podrían estar infectados con *Trypanosoma cruzi* y 29’500,000 en riesgo de contraer la infección. En la morbimortalidad del padecimiento son importantes las características de la vivienda, condiciones biológicas, ambientales y factores socioculturales.

En México, en dos terceras partes del territorio, existen las condiciones para que se lleve a cabo la transmisión vectorial con 32 especies de triatominos. Las poblaciones vectoriales por su capacidad de convivencia con el humano se consideran domiciliadas, peri domiciliadas y selváticas o silvestres; en nuestro país, las especies intradomiciliarias son *Triatoma barberi*, asociada a la presencia de miocardiopatías y megas (dilataciones) de órganos del tracto digestivo en Colima, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz.

Triatoma dimidiata, distribuida desde los países andinos y de Centroamérica hasta México, asociada a cardiopatías en los estados de Campeche, Colima, Chiapas, México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

De acuerdo con el Sistema de Vigilancia Epidemiológica del Estado de México, durante los años 2015, 2016 y 2017 se notificaron 209 casos de enfermedad de Chagas; siendo los municipios de Tejupilco y Amatepec los que concentran la mayor cantidad de casos, pero identificando también una franja en el Norte del Estado con una eficiente transmisión en el municipio de Zumpango, Hueypoxtla y Tequixquiac.

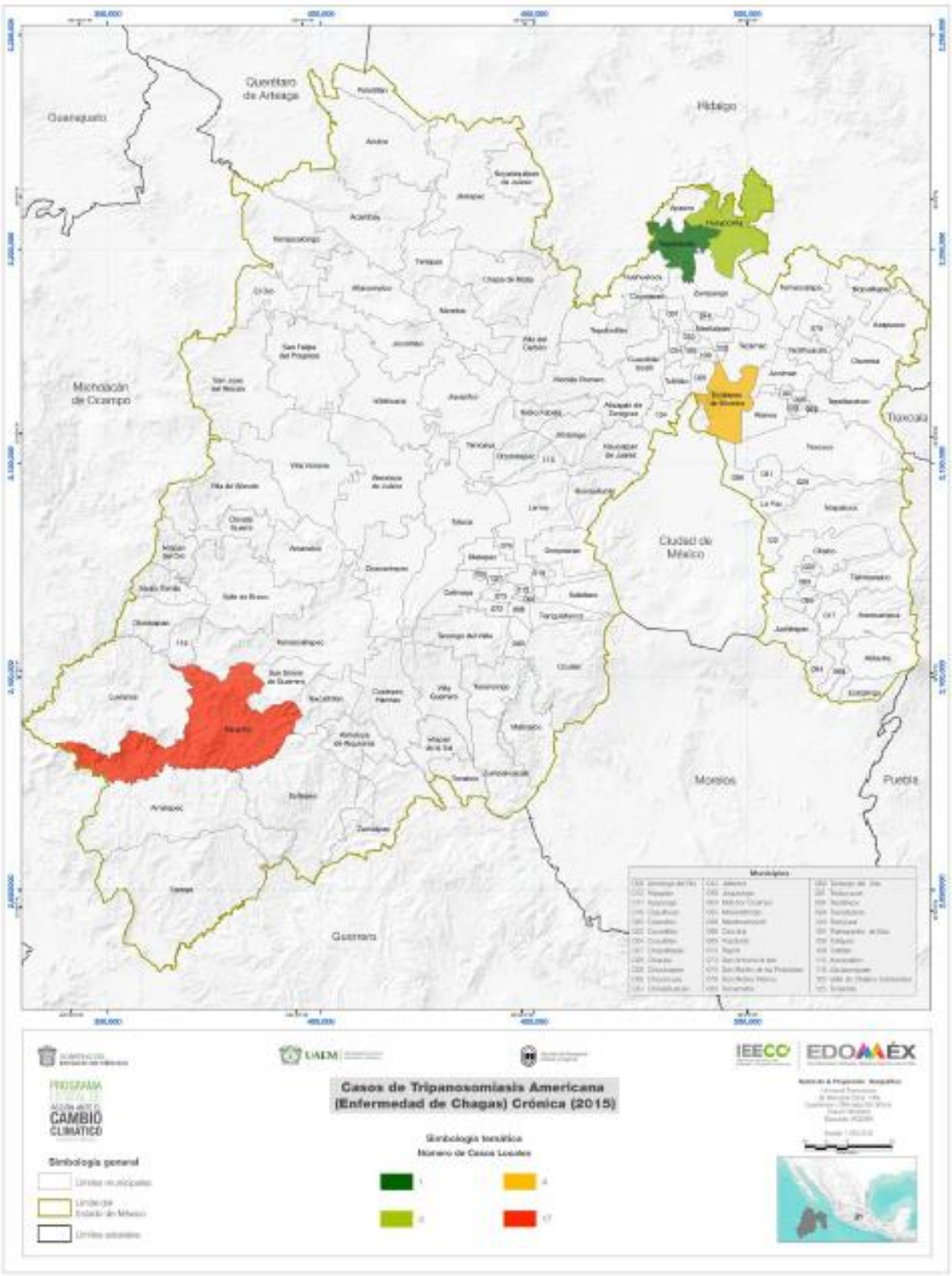


Figura 4.47 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2015)

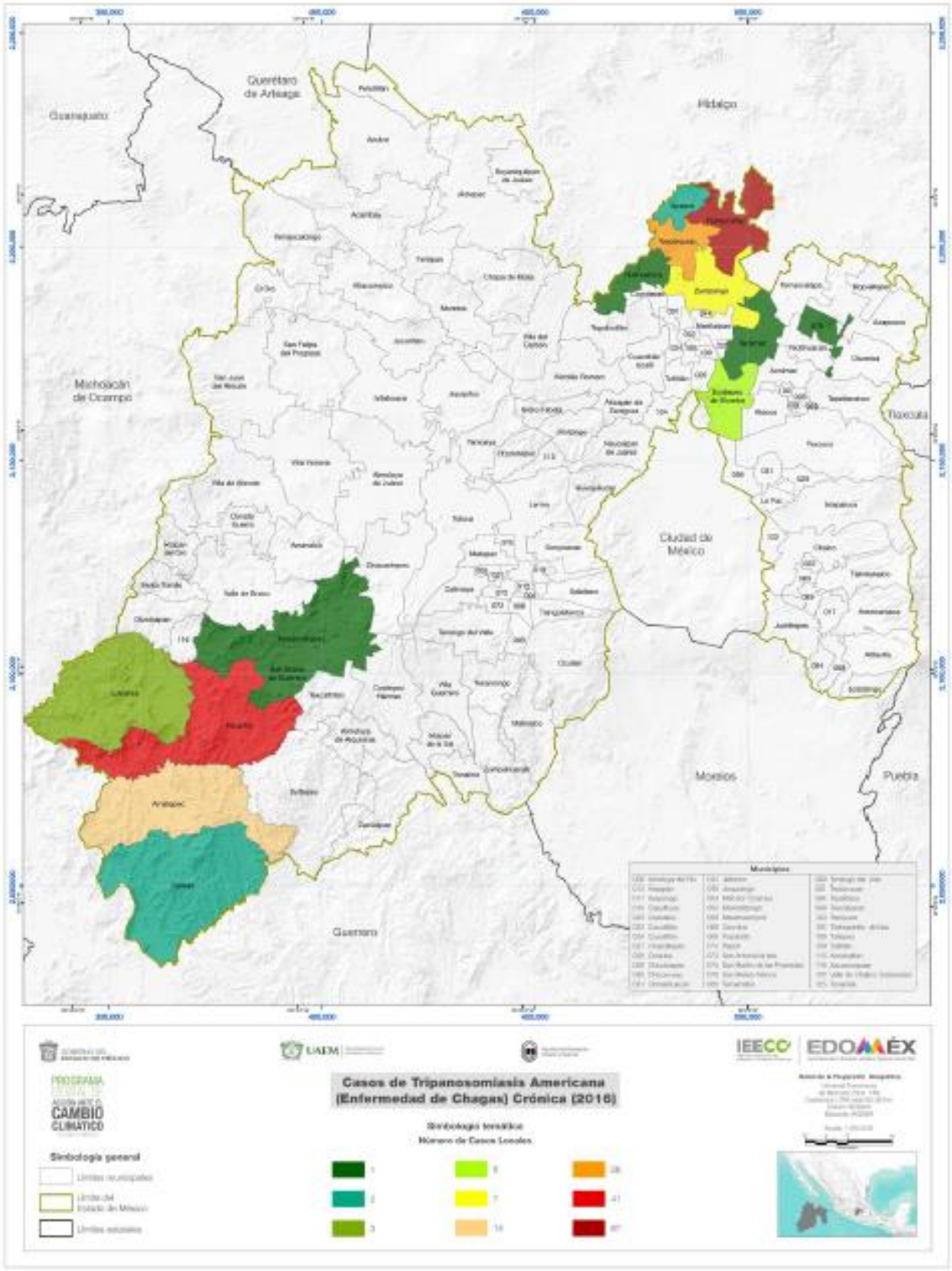


Figura 4.48 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2016)

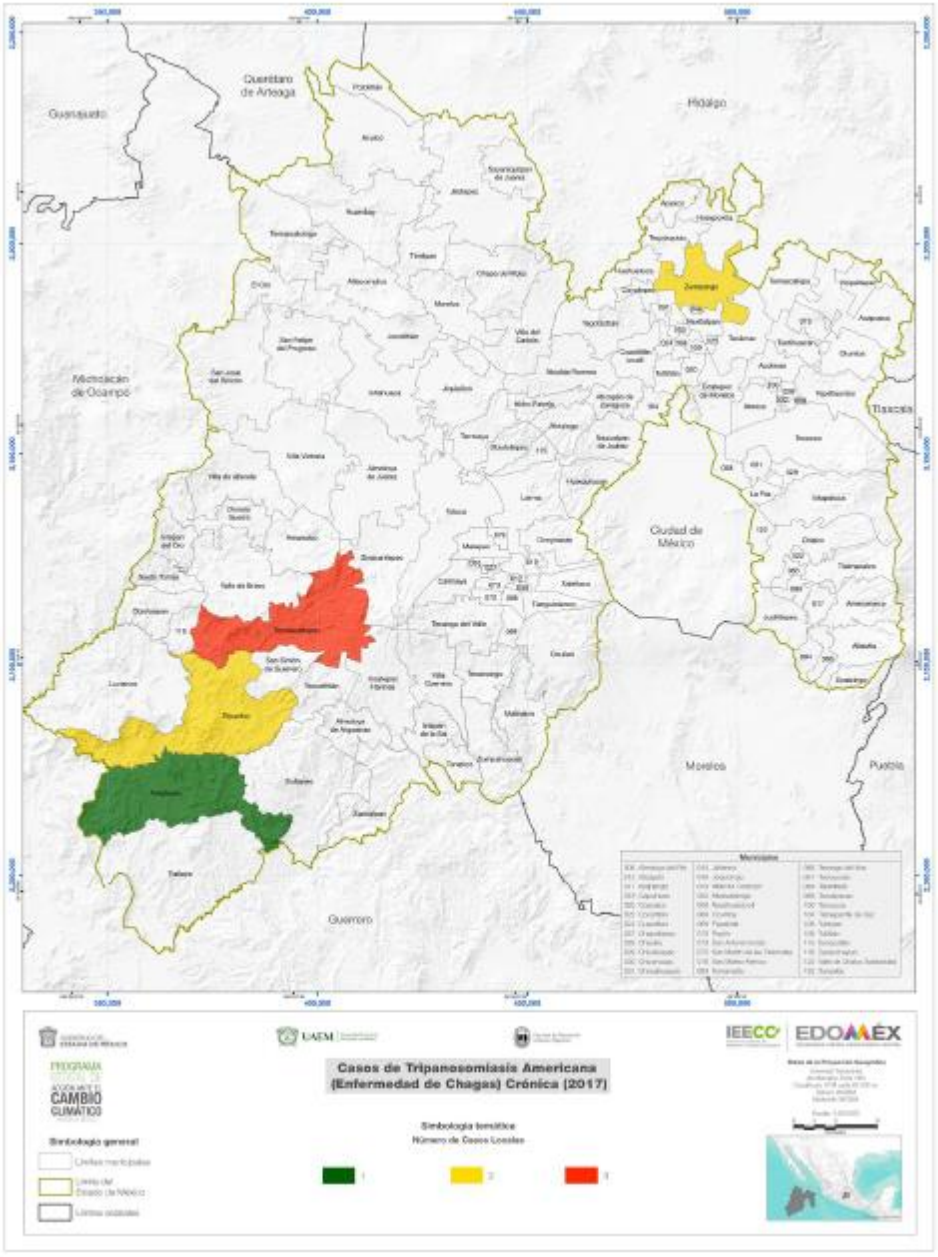


Figura 4.49 Casos de Tripanosomiasis Americana (Enfermedad de Chagas) Crónica, (2017).

4.4 Escenarios de clima futuro en el Estado de México

El análisis del comportamiento de las variables climatológicas es de suma importancia para conocer las diferentes zonas dentro del Estado de México que puedan ser impactadas de manera significativa, señalando zonas actualmente vulnerables, así como regiones con bajo impacto. Para ello se retoman los parámetros establecidos en los forzamientos radiativos que suponen un cambio en las radiaciones netas (W/m^2) y que en conjunto conforman las rutas de concentración representativas, en inglés Representative Concentration Pathways (RCP) para la elaboración de dos escenarios referidos a la radiación climática global, suponiendo un cambio en las radiaciones netas debido al aumento o mantenimiento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

De tal forma que se eligieron dos principales escenarios RCP 4.5 y 8.5, en ambos se considera el posible incremento de emisiones para el año 2010, sin embargo, la principal diferencia radica en la cantidad de emisiones esperadas. Por tanto, el

RCP 4.5 es escenario de bajas emisiones, ya que para el 2010 se espera mantener una emisión constante que mantenga el forzamiento radiativo cercano a los 4.5 W/m^2, por el contrario, el RCP 8.5 es considerado un escenario más drástico en el cual habrá emisiones más altas generando radiación en un rango igual o superior a los 8.5 W/m^2 (INECC, 2014), como resultado aumentaría la variabilidad climática y causaría diferentes impactos en las variables climáticas analizadas y a los sectores que se mantienen y se desarrollan en el territorio del Estado de México.

Es importante señalar que ambas RCP fueron analizadas en conjunto con los horizontes definidos en la "Actualización de los Escenarios de Cambio Climático para Estudios de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación en México y Centroamérica" (Fernández et al, s/f) siendo el futuro cercano (2015–2039), futuro medio (2045–2069) y futuro lejano (2075–2099) para comprender de mejor manera los impactos asociados con cambios en las variables climáticas, dichos horizontes se establecieron por el IPCC (2018) asumiendo y modelando diferentes aspectos socioeconómicos que influyen en las emisiones para cada RCP del periodo comprendido entre los años 2000 y 2100.

Así, los resultados obtenidos en los diferentes escenarios para el Estado de México se detallan para cuatro regiones correspondientes a los puntos cardinales, por lo que al Este se incluyen los municipios colindantes con Puebla, Tlaxcala, parte de Hidalgo y los municipios del Valle de México; al Norte los que se localizan al Noreste de Michoacán, Sur de Querétaro y Suroeste de Hidalgo; la región Centro comprende aquellos municipios que se localizan en la zona del Valle de Toluca; y por último la región Sur conjunta los municipios ubicados desde el territorio del Volcán Xinantécatl hacia los estados de Michoacán, Guerrero y Morelos.

Para el análisis y desarrollo del presente apartado con relación a las variables climáticas analizadas para los RCP 4.5 y 8.5 en los horizontes definidos, se obtuvo la información de la "Actualización de los escenarios de Cambio Climático para estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación (Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, 2018)" de la plataforma de Escenarios de Cambio Climático del INECC, a través de imágenes en formato TIFF (.tif) a una resolución de pixel de 30" x 30" (segundos) equivalentes a 1 km^2, reflejando los valores obtenidos en las unidades de medida comúnmente empleadas para comprender la intensidad de las variables climáticas.

4.4.1 Porcentaje de cambio de precipitación para escenario RCP 4.5

Parte del análisis de las variables climáticas incluye el cálculo del porcentaje de cambio de precipitación diaria (mm) que muestra las zonas del Estado de México más susceptibles a cambios en la cantidad de precipitación esperada, por tanto, los resultados son expresados en porcentaje ya sea en valores negativos referidos a disminución y positivos relacionados con un incremento. Cabe señalar que los cambios son más perceptibles en el escenario de futuro lejano en comparación al futuro cercano.

La región Noreste del Estado de México presenta los valores más bajos de porcentaje que sugieren disminución en la precipitación diaria (mm), resaltándola como la región con mayor disminución probable en la precipitación diaria. En el futuro cercano, en los municipios de Nopaltepec, Axapusco, Temascalapa, San Martín de las Pirámides, Otumba, Teotihuacán, Acolman, Tepetlaoxtoc, Atenco, Chiautla, Chiconcuac, Papalotla, Tezoyuca y parte de Tecámac, así como en la parte Sur de Tlatlaya, se esperan reducciones probables de 18% a 29%. En el resto del territorio se espera disminución considerable que va de 4% a 18%. En algunos municipios al Sur podría haber variaciones en disminución (hasta 4%) y aumentó (hasta 14%) de la precipitación, pero principalmente al Norte de Luvianos y al Oeste de Otzoloapan se espera aumento en la precipitación de 18% a 23%.

En cuanto a los resultados obtenidos para el escenario de futuro medio se observa que, en comparación con el escenario de futuro cercano, aumenta ligeramente el porcentaje de disminución de la precipitación diaria en la misma región, abarcando más municipios a su alrededor, con valores que van de 18% a 30% de pérdida, mientras que el territorio en general podría presentar pérdidas hasta en de18%, a excepción de la región Sur del Estado que muestra un aumento variado del 2% a 32% en general, mientras que los municipios de Tlatlaya, Amatepec, y parte de Luvianos y Otzoloapan alcanzarían un aumento sobre el 70%. Cabe mencionar que, en todo el Estado, el resultado mostró pequeña área al Sur del municipio de Sultepec con aumento de 111%.

Respecto al escenario de futuro lejano, la disminución de la precipitación incrementaría entre 20% y 33% en la región Noreste, principalmente en los municipios de Polotitlán, Aculco y Soyaniquilpan de Juárez. En contraste, la región Sur continúa mostrando aumento en la precipitación, sin embargo, si lo comparamos con el escenario de futuro medio, la precipitación disminuye en los municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Valle de Bravo, Otzoloapan, Zacazonapan, Temascaltepec y Sultepec, mientras que en Luvianos y Tlatlaya aumenta hasta en 81%.

En conclusión, el territorio estatal muestra disminución en la precipitación en general; destaca la región Noreste con mayores pérdidas, presentando disminución en 29% para el futuro cercano, cambiando a 30% para el futuro medio y a 33% para el futuro lejano, resultando una diferencia de disminución de precipitación de 4% entre el futuro cercano y lejano. Por el contrario,

para la región Sur de la Entidad muestra aumento de precipitación probable de 23% para el futuro cercano, elevándose hasta 111% para el futuro medio y finalmente este aumento se ve reducido a 81% para el futuro lejano, dando como resultado una diferencia de 58% de aumento de precipitación entre el escenario de futuro cercano y lejano.

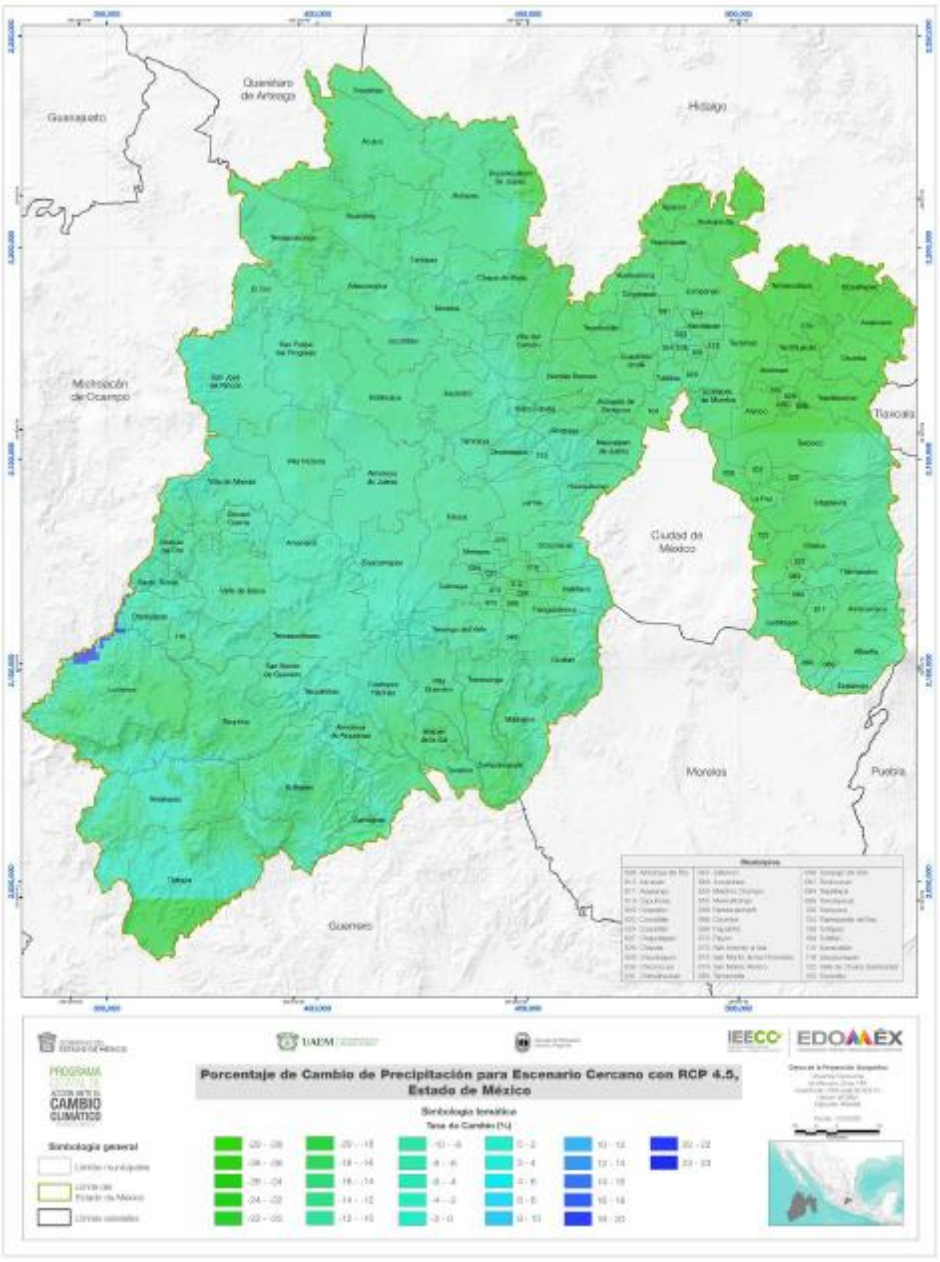


Figura 4.50. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 4.5

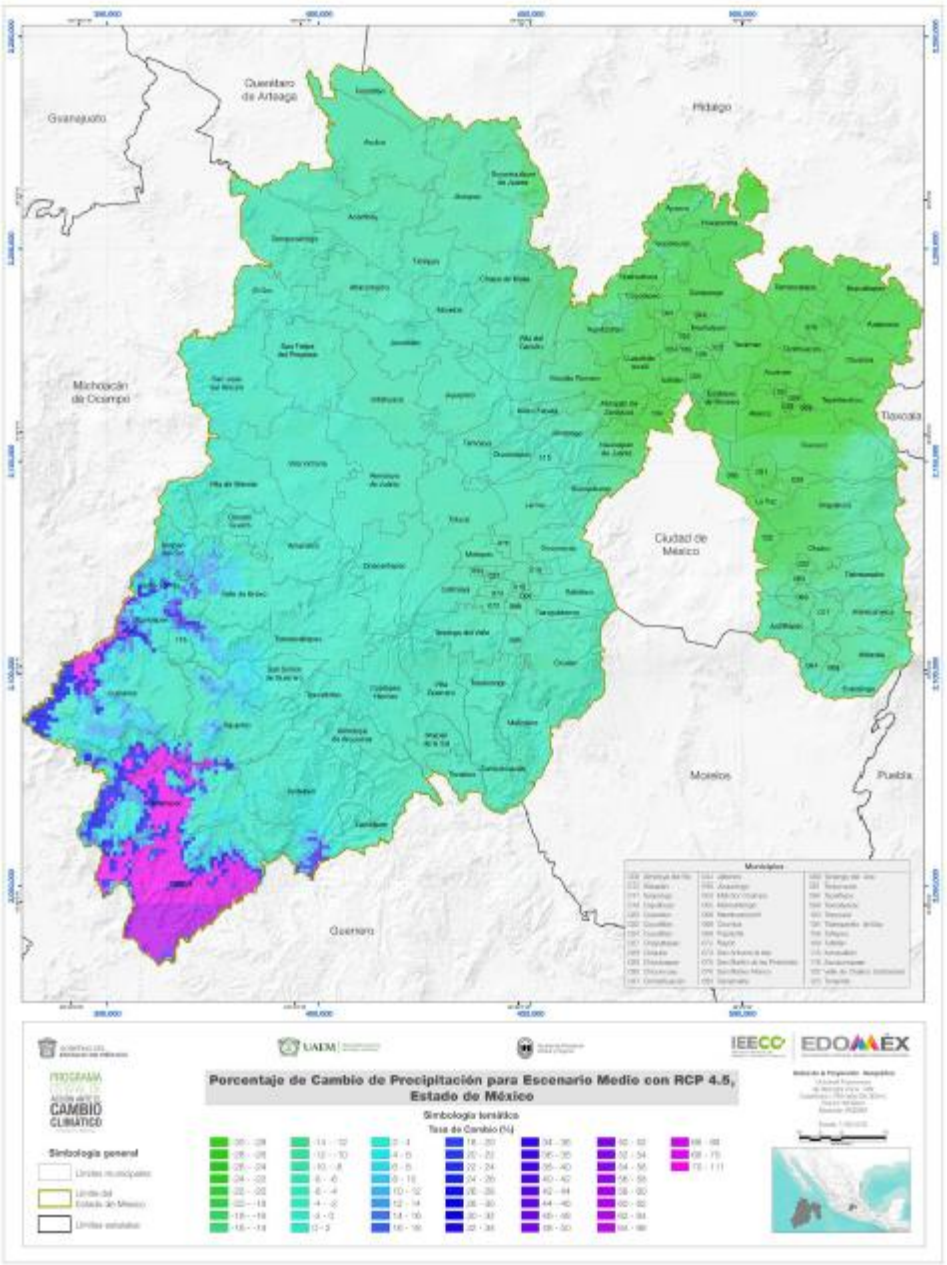


Figura 4.51. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Medio con RCP 4.5

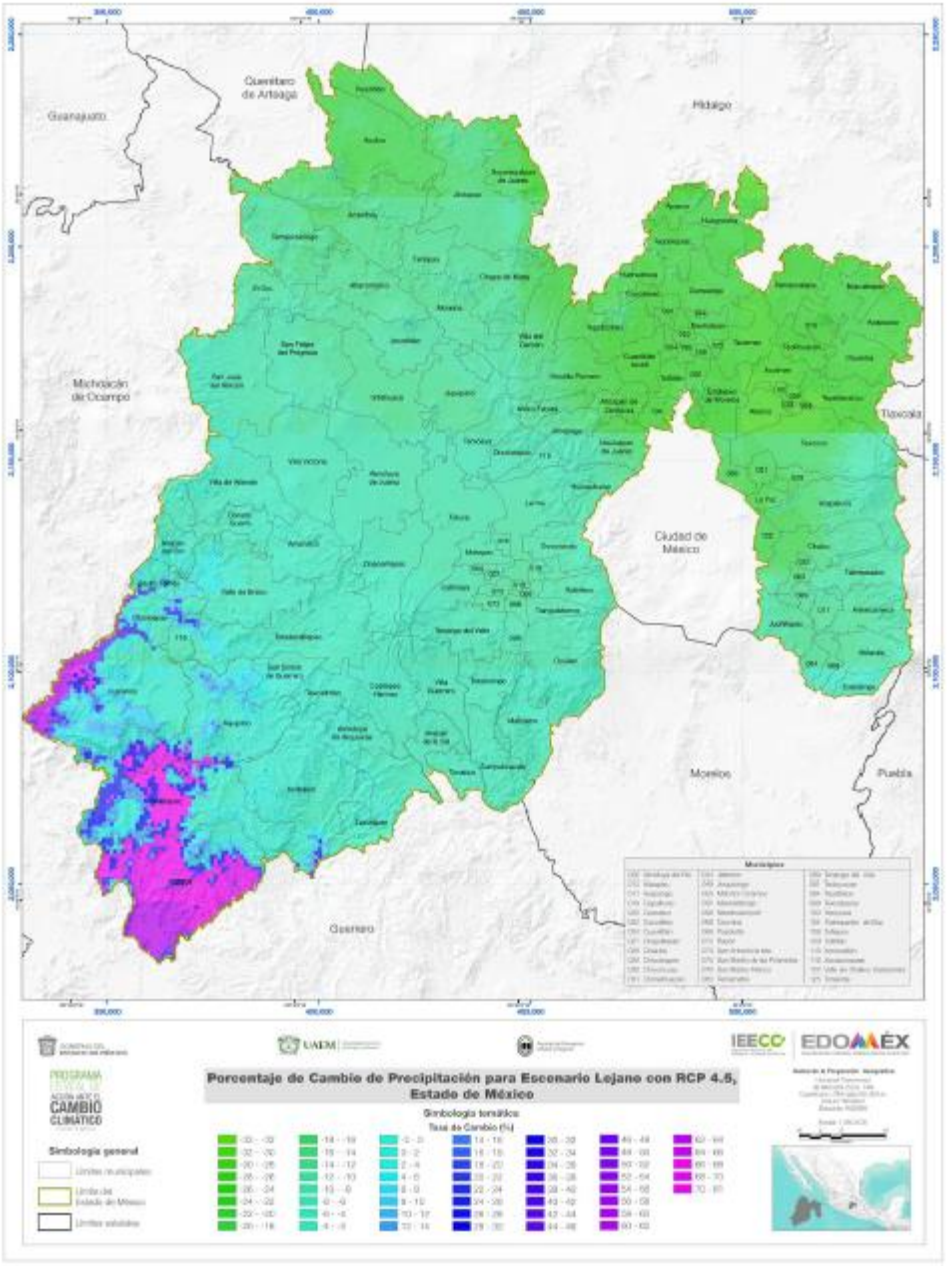


Figura 4.52. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 4.5

4.4.2 Precipitación (media mensual) para escenario RCP 4.5

En relación con la precipitación media mensual, comparando el escenario de futuro cercano, medio y lejano, no se presentan cambios significativos en los valores de precipitación, sin embargo, los cambios están más asociados con la distribución de la precipitación por cambios en el relieve, de tal forma que los valores más altos se presentan en las principales elevaciones, como los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, así como en las zonas montañosas del Sur del Estado, mientras que en las zonas de planicie se esperan valores más bajos.

La región Este presenta los valores de precipitación media mensual más extremos de la Entidad en los tres escenarios, en comparación con el resto del territorio. En lo que refiere al escenario de futuro cercano, por un lado, se observa que los municipios al Noreste de la región, como Tecámac, Teotihuacán, Atenco, Hueypoxtla y principalmente Axapusco y Nopaltepec presentan los valores más bajos que van de 30 mm a 38 mm mensuales. Por otro lado, los valores más altos observados se encuentran en los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, con un rango de 84 mm a 102 mm en las faldas de los volcanes,

alcanzando los 136 mm en las cimas; en el resto de la región se esperan valores de precipitación media mensual de 40 mm a 80 mm.

En contraste, el escenario de futuro medio muestra cambio de precipitación en los municipios al Noreste de 32 mm a 40 mm caracterizándose como los valores más bajos. En los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl se advierten ligeros aumentos en la precipitación media mensual esperada desde 86 mm hasta 138 mm; asimismo, en el resto del territorio de la región Este se espera que la precipitación mensual sea de 42 mm a 84 mm.

Observando los resultados obtenidos para el escenario de futuro lejano, existe una disminución en la precipitación y cambio en su distribución; de tal forma que los municipios de Nopaltepec, Axapusco y parte de Hueypoxtla resaltan como los municipios con los valores más bajos que van de 30 mm a 40 mm, por el contrario, el territorio de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl presentan los valores más altos en la cima con 134 mm y 136 mm respectivamente, mientras que en sus laderas, se esperan precipitaciones medias mensuales de 88 mm a 100 mm.

De esta manera, el comportamiento de la precipitación para la región Este del Estado será de 30 mm en el futuro cercano, aumentando a 32 mm en el futuro medio y disminuyendo nuevamente a 30 mm en el lejano, como valores mínimos; mientras que los valores máximos comienzan con 136 mm en el futuro cercano, aumentando a 138 mm en el futuro medio y bajando a 136 mm para el futuro lejano. En ambos casos no se presentan diferencias entre los valores extremos del escenario cercano y lejano, sin embargo, la distribución de la precipitación será la que cambiará para esta región.

Para la región Norte del Estado de México se presentan rangos de precipitación variados. Por un lado, en el escenario de futuro cercano se observa que los municipios al Norte y Centro de esta región presentarán precipitaciones de 44 mm a 58 mm, mientras que en el resto de los municipios se esperan valores que van de los 60 mm a 82 mm, a excepción de Nicolás Romero, Isidro Fabela, Jilotzingo, Otzolotepec y Xonacatlán que alcanzan los 96 mm en algunas zonas.

Los cambios esperados para el escenario de futuro medio son ligeros, ya que la precipitación media mensual aumentará a un rango aproximado de 46 mm a 62 mm en la zona Norte y Centro, mientras que al Este de esta región se alcanzan los 98 mm. Respecto al escenario de futuro lejano, los valores de la precipitación media mensual se asemejan a los del escenario de futuro cercano, sin embargo, se distinguen ligeros cambios en la distribución de la misma, presentando un rango aproximado de 44 mm a 60 mm en la zona Centro-Norte, mientras que Isidro Fabela alcanza valores de hasta 95 mm.

Derivado de lo anterior, la región Norte presenta valores bajos de precipitación de 44 mm en el futuro cercano, aumentado a 46 mm en el futuro medio y disminuyendo nuevamente a 44 mm en el futuro lejano; en tanto que los valores altos son de 58 en el futuro cercano, 62 en el futuro medio y bajan a 60 mm en el futuro lejano; de esta manera se aprecia una diferencia de precipitación de 2 mm en los valores altos.

La zona Centro del Estado de México se caracteriza por sistemas montañosos y de planicie lo cual influye en la distribución y proporción de la cantidad de precipitación. En el futuro cercano los rangos de precipitación sobresalientes se localizan dentro del Valle de Toluca principalmente en los municipios de Toluca, Metepec, Calimaya y Mexicaltzingo con precipitaciones de 54 mm a 66 mm siendo los más bajos de la región; por el contrario, en las cimas del Nevado de Toluca y la Sierra de la Cruces conjuntan los valores más altos con 104 mm y 118 mm respectivamente, mientras que en el resto de la región predominan valores de precipitación de 70 mm a 86 mm.

En el futuro medio, la precipitación media mensual varía dependiendo del relieve, ya que los valores mínimos reducen su extensión, pero aumentan en un rango de 56 mm a 70 mm en el centro del Valle de Toluca, con respecto al escenario de futuro cercano, mientras que los valores más altos continúan en el Nevado de Toluca y en la Sierra de las Cruces con 105 mm y 118 mm, respectivamente. En cuanto al futuro lejano la precipitación se mantiene similar a la del futuro cercano, cambiando su distribución en algunas zonas de la región Centro, mostrando valores de 104 mm y 117 mm en la cima del Nevado de Toluca y en la Sierra de las Cruces respectivamente, mientras que el centro del Valle de Toluca los valores más bajos son de 54 mm.

De esta manera, la región Centro muestra valores bajos de 54 mm en el futuro cercano, aumentando a 56 mm en el futuro medio y regresando a 54 mm en el futuro lejano, resultando una diferencia nula; mientras que los valores altos van de 118 mm en el futuro cercano y medio, disminuyendo a 117 mm en el futuro lejano, resultando 1 mm de diferencia.

Aunque ya se mencionó que los valores más altos de precipitación media mensual se encuentran en la zona de volcanes de la región Este, la región Sur de la Entidad se caracteriza por concentrar los valores máximos de precipitación distribuidos en toda el área, en comparación con el resto del Estado.

En los tres escenarios se observa que la precipitación mínima se presenta principalmente en Ixtapan del Oro y Santo Tomás con valores que van de 70 mm a 82 mm en el futuro cercano, aumentando a un rango de 71 mm a 84 mm en el futuro medio y disminuyendo 69 mm a 81 mm para el futuro lejano, resultando una diferencia de 1 mm entre escenario cercano y lejano. En cuanto a los valores máximos de precipitación se concentran en Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Sultepec y Tlatlaya con 104 mm a 134 mm en el futuro cercano, 105 mm a 135 mm en el futuro medio y 104 mm a 135 mm en el futuro cercano, obteniendo una diferencia de 1 mm entre futuro cercano y lejano.

Como puede observarse, los valores extremos de precipitación para los escenarios RCP 4.5 no varían significativamente entre el futuro cercano, medio y lejano, sin embargo, al comparar los tres escenarios se observa que el principal cambio se presenta en la distribución de la precipitación.

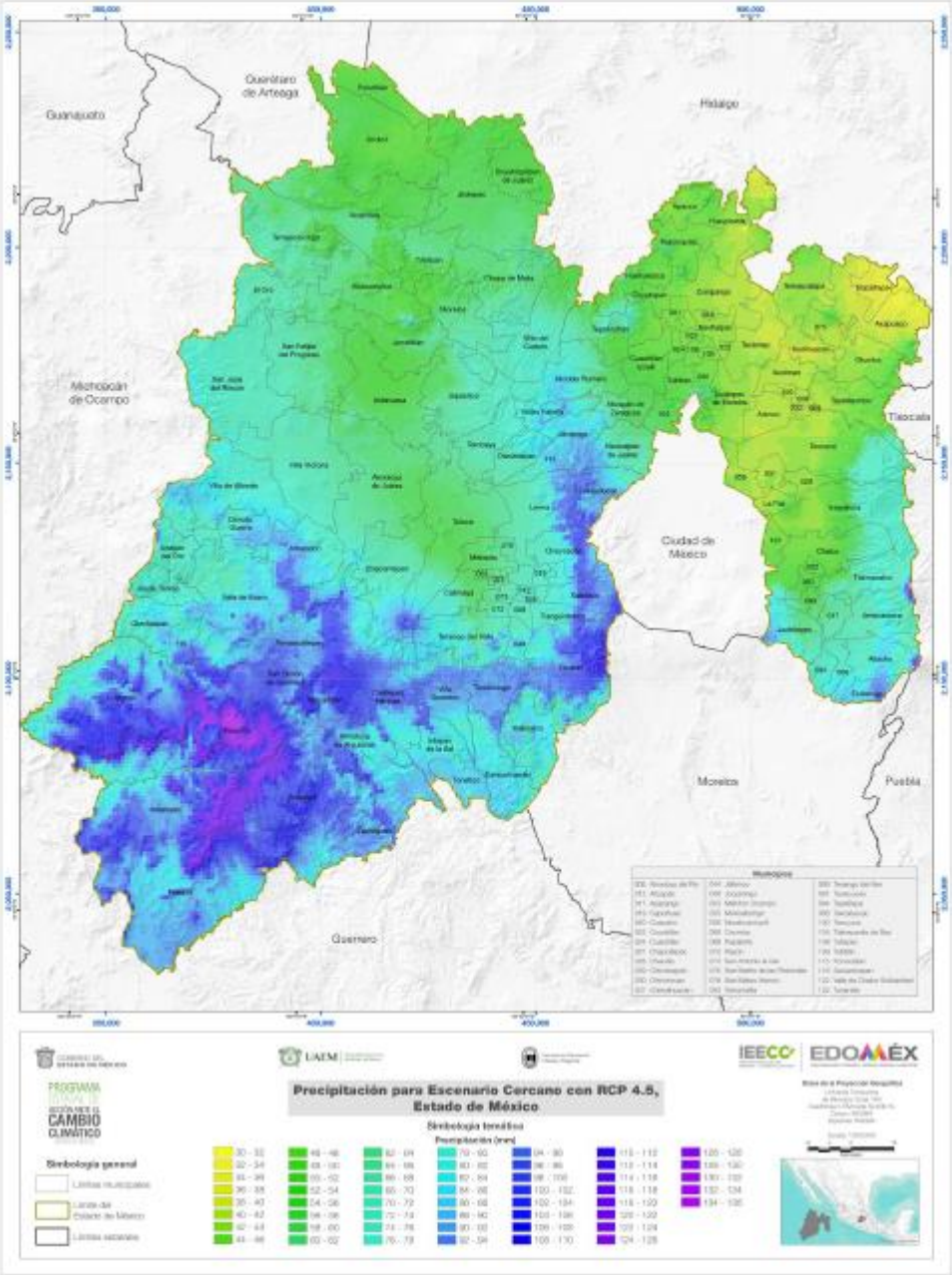


Figura 4.53. Mapa de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 4.5.

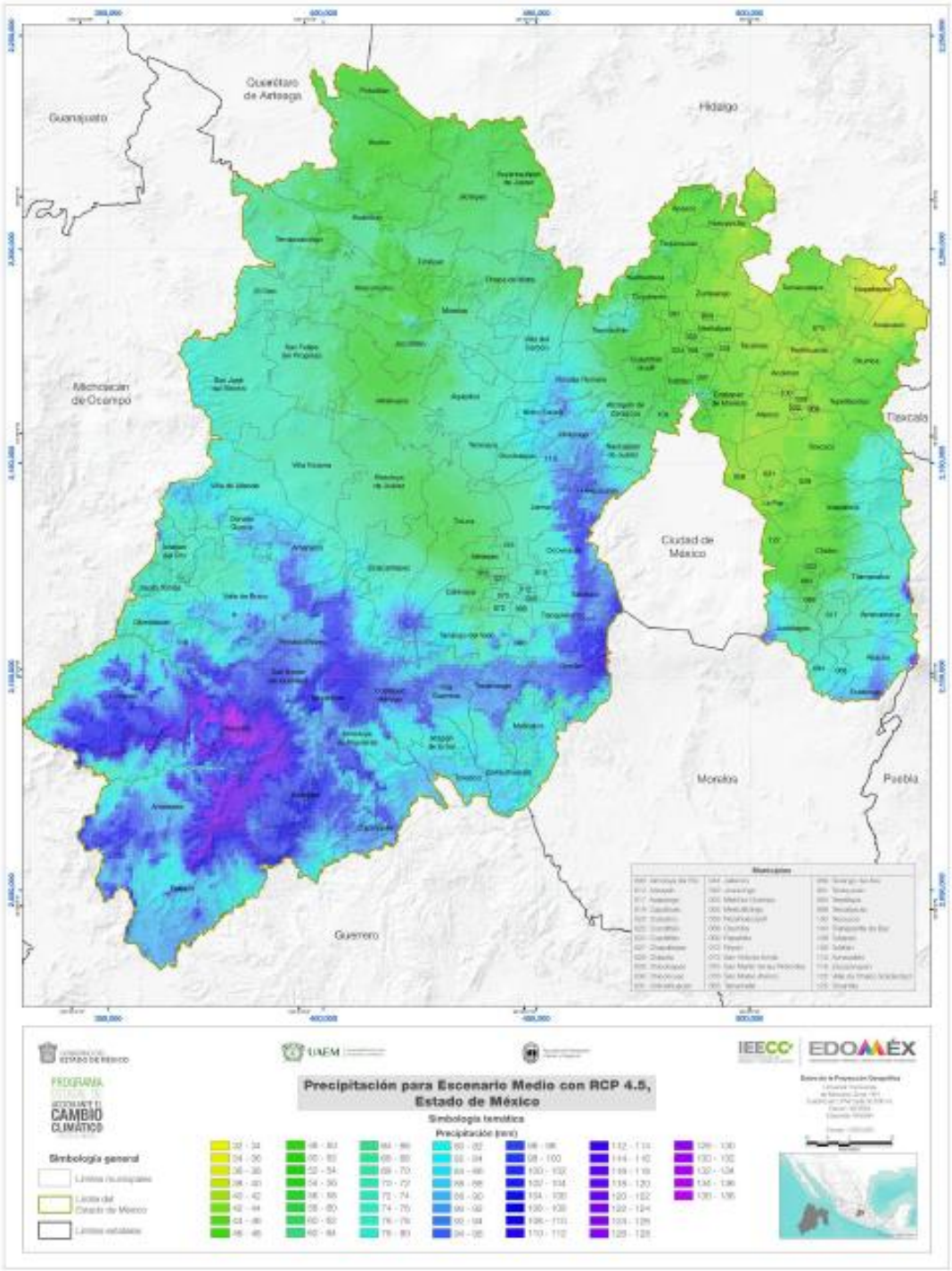


Figura 4.54. Mapa de Precipitación para Escenario Medio con RCP 4.5.

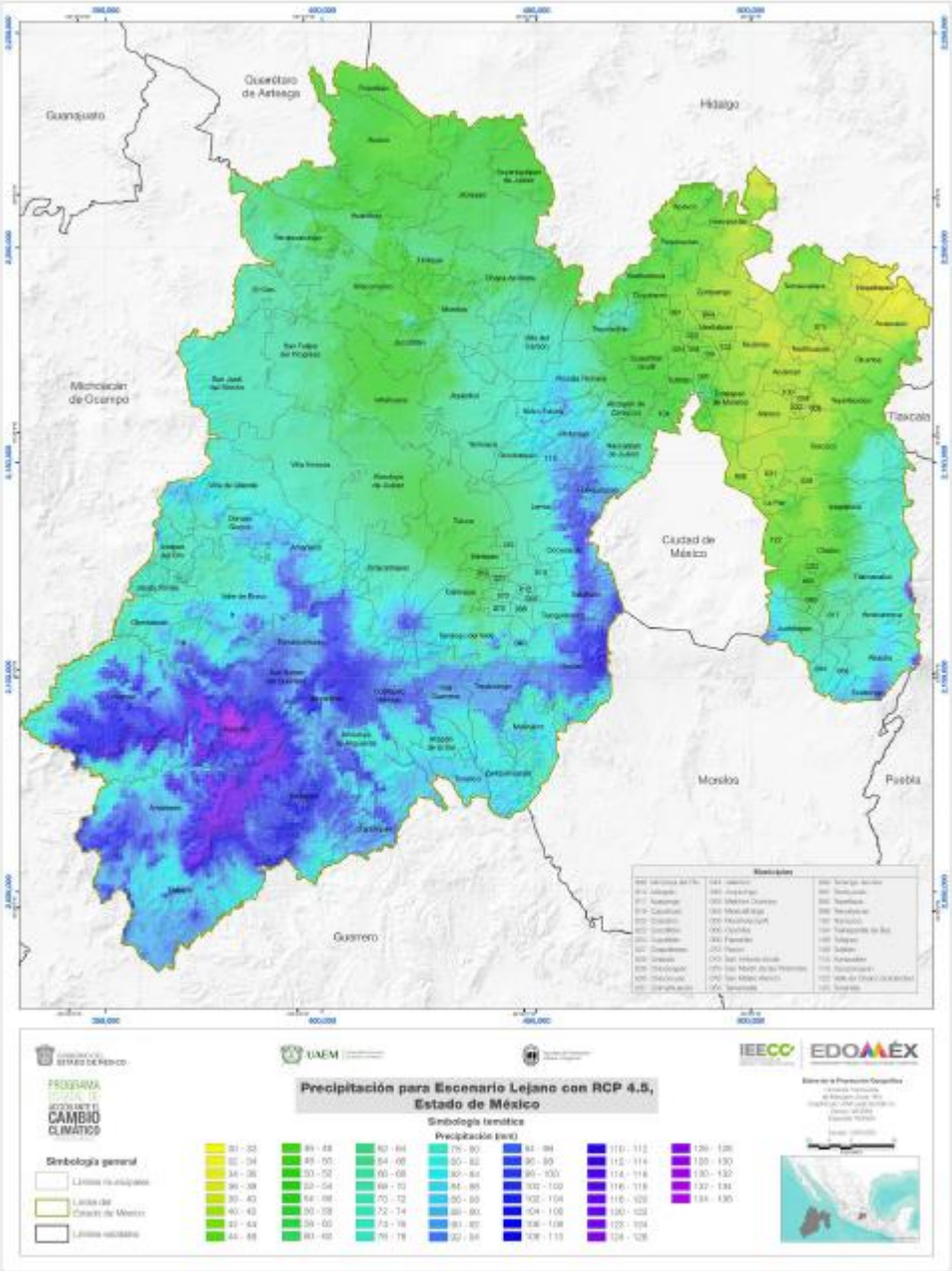


Figura 4.55. Mapa de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 4.5.

4.4.3 Temperatura media para escenario RCP 4.5

Comparando los resultados de los tres escenarios del comportamiento de la temperatura media en el territorio estatal, resaltan cambios asociados con ligeros aumentos en los valores, así como en la distribución de la temperatura en las diferentes regiones.

En la región Este del Estado de México se presenta una variación en la temperatura media definida por las diferentes formas del relieve. De acuerdo con el resultado de temperaturas medias para el escenario cercano, los valores mínimos esperados se localizan en las cimas de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatépetl con 0.7°C y 0.9°C respectivamente, aunado a esto la temperatura aumenta hacia las zonas bajas de los volcanes con valores que van de los 2°C a los 13°C. En relación con el resto de la zona se esperan temperaturas que van de los 15 °C a los 17.3°C, presentándose ésta última específicamente en los municipios de Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos y Nezahualcóyotl; asimismo la temperatura más alta para la región Este se encuentra en el municipio de Tepetlixpa con 20°C.

Para el escenario de futuro medio se observa incremento en los valores máximos de temperatura media de 1.4°C y 1.6°C en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, aumentando hasta 15°C en las laderas de estos. Dentro de este mismo escenario los municipios pertenecientes a la porción Este del Estado de México fuera de la zona de los volcanes, registrarían cambios de temperatura que van de los 16°C a 18.1°C. En cuanto a Tepetlixpa continua con la temperatura media más alta de la región aumentando a 20.8°C con respecto al escenario de futuro cercano.

Mientras tanto, en el escenario de futuro lejano se muestran ligeros incrementos en la temperatura media, sin embargo, la distribución de ésta se extiende en mayor parte de la región Este. Las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl presentan temperaturas de 1.8 °C y 2°C respectivamente, las cuales se incrementan hacia las zonas bajas de los volcanes, presentando valores de 3.3°C a 15.2°C. Haciendo una comparación de este escenario con el de futuro medio, se observa un aumento en la temperatura en los municipios colindantes a la Ciudad de México como son Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Nezahualcóyotl, Valle de Chalco Solidaridad y pequeñas porciones de Ecatepec de Morelos, Texcoco y La Paz. No obstante, las temperaturas medias máximas de esta región se encuentran al Sur del municipio de Tepetlixpa alcanzando los 21.2°C.

En relación con la diferencia de temperaturas entre escenarios, los valores mínimos en el futuro cercano comenzaron con 0.7°C aumentando a 1.4°C en el futuro medio y alcanzando los 1.8°C en el futuro lejano, resultando una diferencia de 1.1°C, contrariamente al comportamiento de los valores máximos, se observa que en el futuro cercano son de 20°C a 20.8°C en el futuro medio hasta los 21.2°C, en el futuro lejano, con una diferencia de 1.2°C, resultando en un cambio promedio de 1.15°C para la región Este.

Para la región Norte los resultados muestran un incremento variado en la temperatura media en los diferentes escenarios. En el futuro cercano se observan rangos de temperatura media máxima en los municipios de Polotitlán, Aculco, Temascalcingo, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón con valores que van de los 15°C a 17.4°C, mientras que los más bajos se localizan en la cima del Volcán Jocotitlán con 8°C y en Temoaya a la altura del Centro Ceremonial Otomí con 8.7°C, en cuanto al resto de la región las temperaturas medias varían entre los 13°C a 15°C.

Bajo un escenario de futuro medio, el incremento en la temperatura media máxima se observa principalmente en los municipios de Temascalcingo, Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón con valores de 16°C a 18°C; por el contrario, los valores más bajos se localizan en Temoaya y en el Volcán Jocotitlán alcanzando los 9.4°C y los 8.8°C, respectivamente. Para la región Norte en general la temperatura media oscilaría entre los 14°C y los 16°C.

Para el futuro lejano, en los municipios de Temascalcingo, Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón, así como algunas porciones de Acambay, Atlacomulco y Chapa de Mota, las temperaturas incrementarán a un rango de 16.2°C a 18.5°C, mientras que la temperatura media mínima de la región incrementará a 9.8°C en Temoaya y 9.2°C en la cima del Volcán Jocotitlán. En cuanto al resto de la región la temperatura media se mantendría entre 14°C y 16°C.

De acuerdo con los cambios descritos, se observa que los valores mínimos en el escenario cercano son de 8°C pasando a 8.8°C en el futuro medio para alcanzar los 9.2°C en el futuro lejano, resultando en una diferencia de 1.2°C; por otro lado, los valores máximos en el futuro cercano son 17.4°C aumentando a 18°C en el futuro medio hasta alcanzar los 18.5°C en el lejano con diferencia de 1.1°C, dando como resultado un cambio promedio de 1.15°C en la región Norte.

Pasando a la región Centro, se muestra una variación significativa en la temperatura media en el futuro cercano, medio y lejano. Las temperaturas más bajas para el escenario cercano se encuentran en el territorio del Volcán Xinantécatl que oscilan entre los 12°C hasta los 4.6°C en el cráter, mientras que en las inmediaciones del Valle de Toluca se presentan las temperaturas medias más altas que van de los 13°C a 14.3°C.

Con respecto al futuro medio se observa un incremento en la temperatura media en general, en el territorio del Volcán Xinantécatl se esperan temperaturas que van de los 13°C en la zona baja a 5.4°C en el cráter; en cuanto al Valle de Toluca se espera oscilación de temperatura media máxima de 13.6°C a 15.1°C, aumentando principalmente en porciones de Otzolotepec, Xonacatlán, Lerma, Ocoyoacac, Tianguistenco y Capulhuac.

En el futuro lejano se espera incremento en los valores observados en los escenarios previos, afectando principalmente la zona del Volcán Xinantécatl con valores de 13.8°C en la zona baja del volcán a 5.8°C en el cráter. Mientras que en la zona del Valle de Toluca se estima que la temperatura media aumente a un rango de 14°C a 16°C, extendiéndose en mayor parte del centro del valle.

En conjunto los valores máximos y mínimos señalan diferentes cambios, los valores mínimos en el futuro cercano comienzan en 4.6°C aumentando a 5.4°C en el medio y alcanzando los 5.8°C en el lejano, resultando en un cambio de 1.2 °C; asimismo los valores máximos aumentan comenzando con 14.3°C en el futuro cercano a 15.1°C en el medio hasta llegar a 16°C en el lejano con una diferencia de 1.7°C; por lo tanto, se tiene incremento promedio de 1.45°C en la región Centro.

Por último, la zona Sur concentra las temperaturas medias más altas de toda la Entidad. Para los tres escenarios las temperaturas más bajas de la región se presentan en las cercanías de Temascaltepec y el Nevado de Toluca con 9.6°C y al Norte de Ocuilan con 10.7°C. Las temperaturas medias máximas resaltan en los municipios que colindan con los estados de

Michoacán de Ocampo, Guerrero y Morelos, resaltando Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya con un rango de 22°C a 28.7°C; en cuanto al resto de la región las temperaturas oscilan entre los 12°C y 22°C.

Acerca del futuro medio las temperaturas medias más bajas incrementan a un rango de 9.9°C a 11°C en Ocuilan y Temascaltepec respectivamente, mientras que las temperaturas máximas se extienden en los territorios municipales de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya alcanzando los 29.5°C. Respecto al futuro lejano, los valores más bajos de temperatura media aumentan a 11.4°C en Temascaltepec y 10.3°C en Ocuilan, mientras que los valores más altos para los municipios sureños aumentarán hasta 29.8°C.

El comportamiento de la temperatura media en los diferentes escenarios, denota que ésta irá en aumento en toda la región Sur, ya que los valores más bajos cambian de 9.6°C en el futuro cercano, a 9.9°C en el futuro medio y a 10.3°C en el futuro lejano, resultando una diferencia de 0.7°C; en tanto que los valores máximos iniciarían con 28.7°C en el futuro cercano, pasando a 29.5°C en el futuro medio y finalmente incrementando a 29.8°C en el futuro lejano, resultando una diferencia de 1.1°C para la región Sur, obteniendo un aumento promedio de temperatura media de 0.9°C.

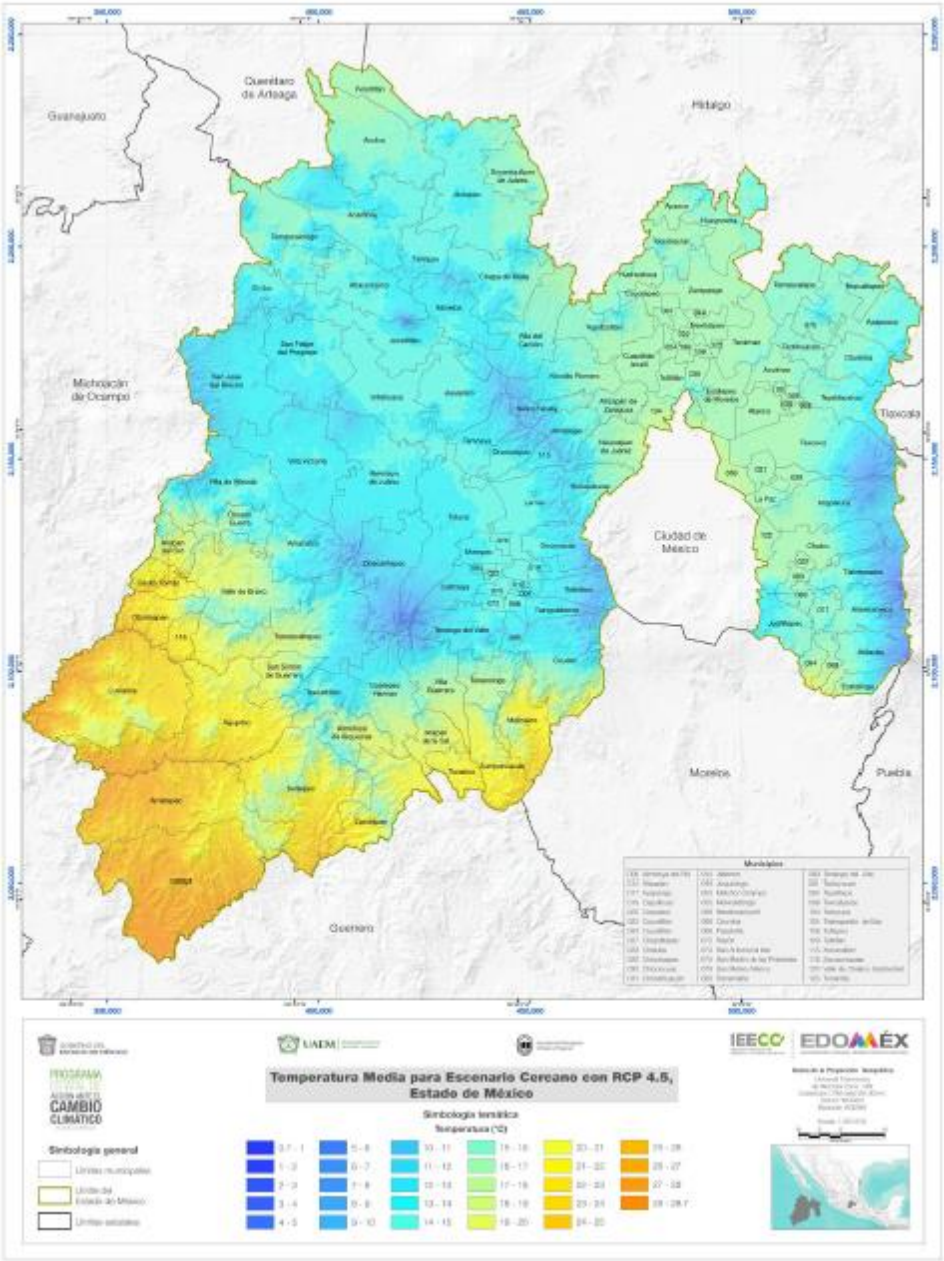


Figura 4.56. Mapa de Temperatura Media para Escenario Cercano con RCP 4.5.

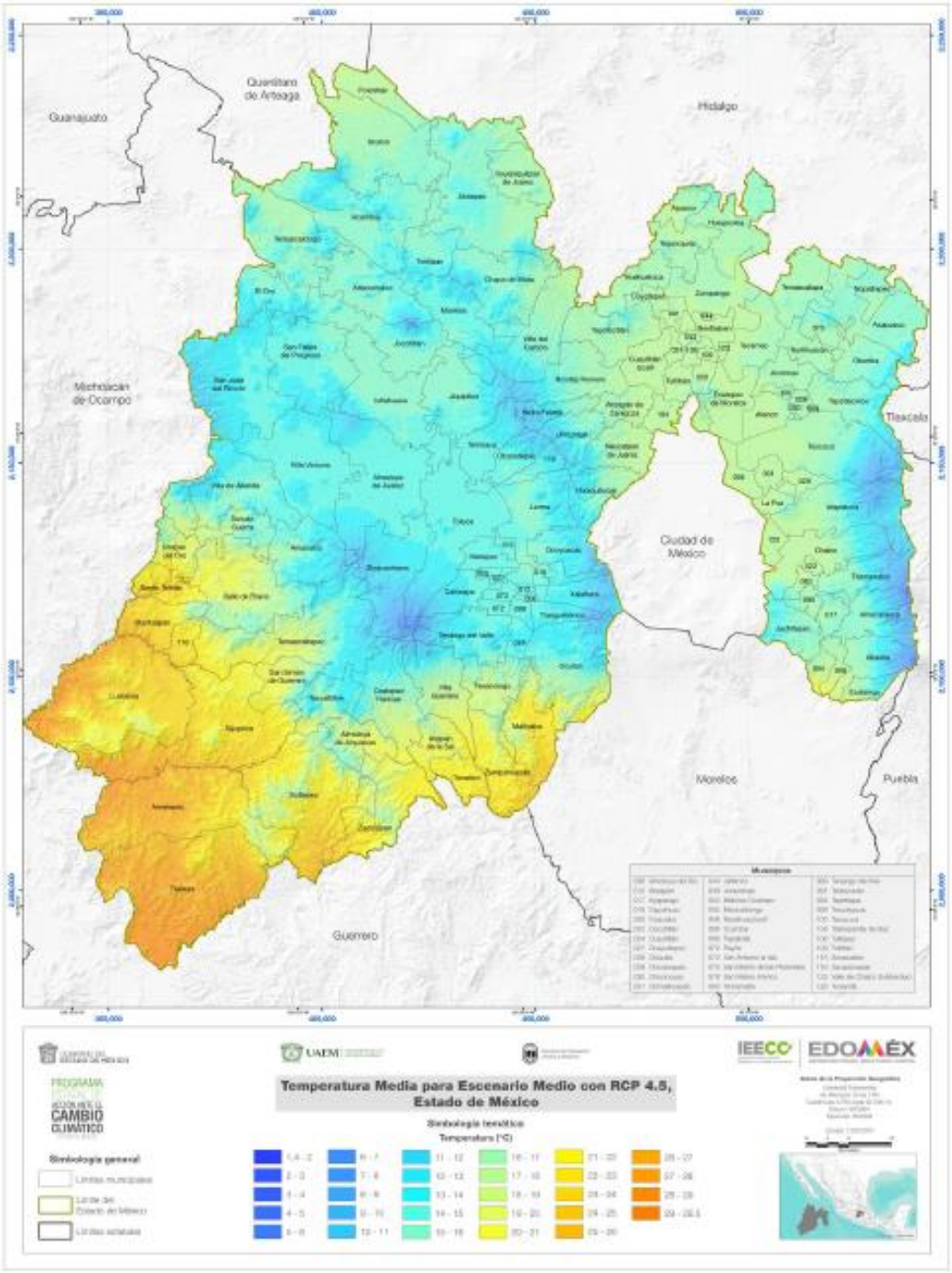


Figura 4.57. Mapa de Temperatura Media para Escenario Medio con RCP 4.5.

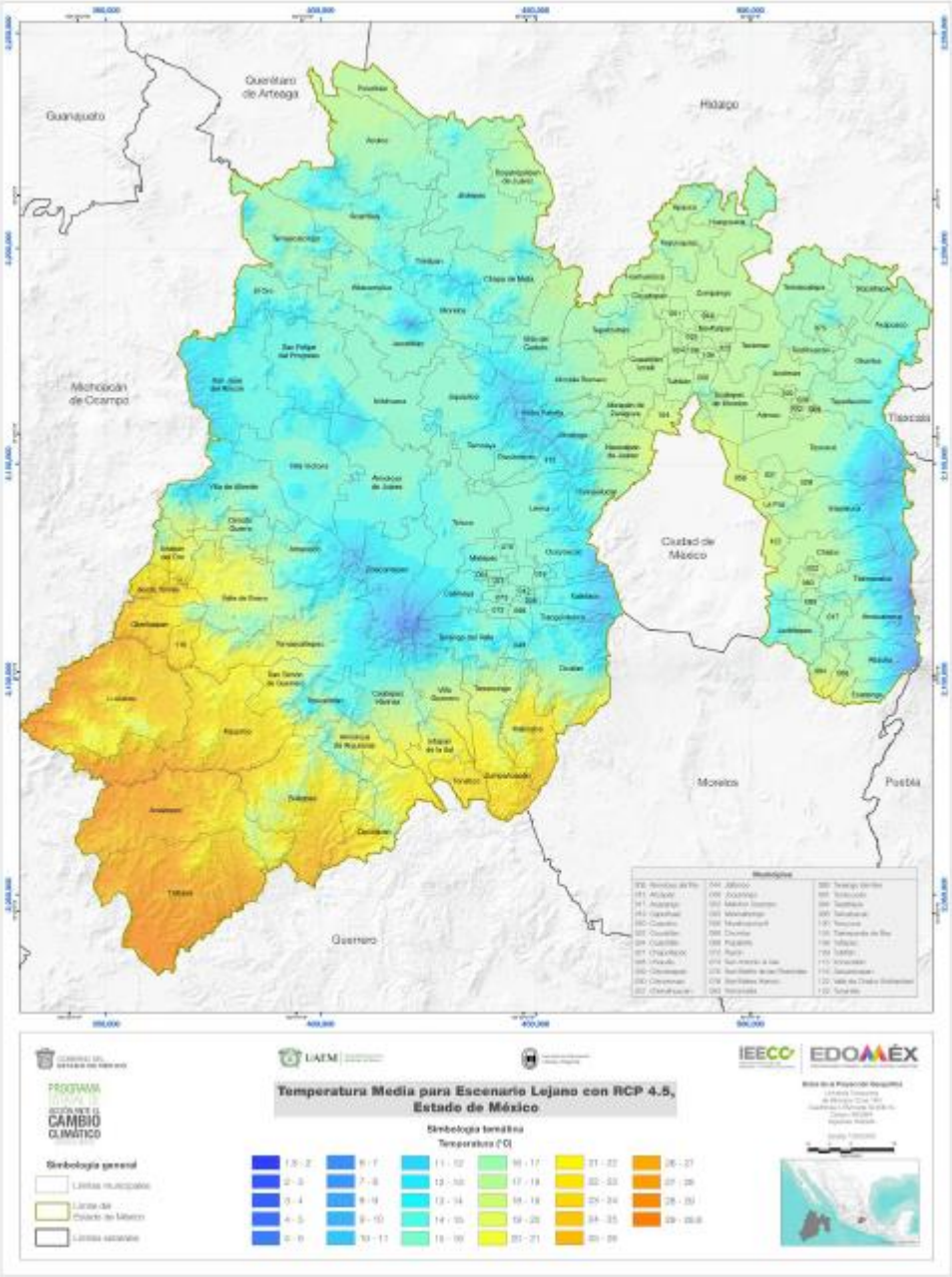


Figura 4.58. Mapa de Temperatura Media para Escenario Lejano con RCP 4.5.

4.4.4 Temperatura máxima para escenario RCP 4.5

Las temperaturas máximas modeladas para los escenarios se distribuyen de manera heterogénea en la Entidad, en relación con la temporalidad considerada para el escenario cercano, medio y lejano.

La región Este del Estado de México está conformada por sistemas montañosos y planicies en donde las temperaturas máximas con valores altos se localizan en las planicies aluviales y los valores más bajos se observan en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl. En el escenario de futuro cercano, en general se observan valores de 20°C a 25°C, sin embargo, al Sur de los municipios Tepetlixpa, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo se esperan valores máximos de 23°C a 28°C; en contraste se esperan temperaturas de 5.9°C a 6°C en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, respectivamente, hasta 16°C hacia las zonas bajas de los mismos.

En el futuro medio hay ligeras variaciones de temperaturas máximas con valores de 21°C a 26°C en la zona de planicie, resaltando el municipio de Nezahualcóyotl con 26.1°C, mientras que en la porción Sur de Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla se

esperan temperaturas de 24°C a 28.7°C. En la zona de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl habrá un aumento en las temperaturas máximas con valores que van de 6.6°C a 18°C, con un aproximado de 2°C más, en comparación con los valores obtenidos en el futuro cercano.

En el futuro lejano se espera un aumento en las temperaturas máximas con valores que van de 22°C a 26.4°C en la zona de la planicie, extendiéndose a un mayor número de municipios, mientras que las temperaturas en Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla aumentarían a un rango de 25°C a 29.1°C; con respecto a la zona que comprenden los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl no se presentan grandes variaciones en las temperaturas máximas, ya que los valores aumentan a 6.9°C en la cima y hasta 18°C en las laderas.

Comparando los tres escenarios se observa que los cambios en los valores mínimos del escenario cercano al medio fueron de 5.9°C a 6.6°C y de medio a lejano de 6.6°C a 6.9°C con una diferencia de 1°C; en cuanto a los valores máximos se observa que en el futuro cercano al medio van de 28°C a 28.7°C y del medio al lejano de 28.7°C a 29.1°C con un cambio de 1.1°C; dando como resultado final una diferencia promedio de 1.05 °C entre valores mínimos y máximos.

La región Norte se caracteriza por variaciones de temperaturas con respecto al relieve del territorio. En el escenario cercano se esperarían valores menores en las cimas de las elevaciones con temperaturas de 15°C para el Volcán Jocotitlán, las cuales aumentan hacia las zonas de piedemonte y planicies con valores máximos de 24°C a 25.6°C, específicamente al Norte de los municipios de Temascalcingo, Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Chapa de Mota y Villa del Carbón.

La tendencia en el cambio de temperaturas para el futuro medio con respecto al cercano denota aumento percibido principalmente en el Volcán Jocotitlán con temperaturas de 15.9°C. Asimismo, en los municipios de Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Chapa de Mota y Villa del Carbón se espera aumento de las temperaturas máximas en la mayor parte de los municipios con valores de 25°C a 26.3°C.

Con base en los resultados obtenidos para el futuro lejano, las temperaturas máximas seguirán en aumento con valores que van de 16.3°C en el Volcán Jocotitlán, mientras que en Polotitlán, Aculco y Villa del Carbón se alcanzan temperaturas de 26°C a 26.8°C; para el resto de la región Norte las temperaturas máximas estarían oscilando entre 21°C y 25°C.

Se observa que la temperatura cambia del futuro cercano a medio de 15°C a 15.9°C y de medio a lejano de 15.9°C a 16.3°C con una diferencia aproximada de 1.3°C en los valores mínimos; en cuanto a los valores máximos las temperaturas máximas incrementarían de 25.6°C en el futuro cercano a 26.3°C en el futuro medio, llegando a 26.8°C en el futuro lejano, resultando en un cambio de 1.2°C en los valores máximos, obteniendo un promedio de 1.25°C de aumento para la región Norte.

Para la región Centro, en el escenario de futuro cercano los valores más bajos se localizan en el territorio del Volcán Xinantécatl con temperaturas de 10.5°C al interior del cráter a temperaturas de 16°C en la zona baja del volcán. En contraste, la zona del Valle de Toluca presentaría el rango de temperaturas máximas más altas de la región de 20°C a 22.6°C.

Los cambios esperados en el futuro medio se observan en la zona del Valle de Toluca con valores de 21°C a 23.4°C, cubriendo la mayor porción del territorio de los municipios de esta zona. En el Volcán Xinantécatl se esperan temperaturas máximas de 11.2°C al interior del cráter, aumentando hacia la zona baja del volcán a 16°C.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el futuro lejano, se esperaría un incremento en las temperaturas máximas, cubriendo la mayor porción de los municipios pertenecientes al Valle de Toluca con temperaturas que van de los 21°C a los 23.7°C. En el Volcán Xinantécatl se observa incremento en la temperatura con 11.6°C dentro del cráter a 19°C en las laderas.

El comportamiento de la temperatura entre el futuro cercano y medio muestra valores mínimos de 10.5°C a 11.2°C y de 11.2°C a 11.6°C comparando el futuro medio con el lejano, resultando un cambio promedio de 1.1°C; a diferencia de los valores máximos que van de 22.6°C a 23.4°C del futuro cercano a medio y medio a lejano de 23.4°C a 23.7°C, resultando un cambio promedio de 1.1 °C.

Por último, la región Sur del Estado destaca por registrar los valores más altos de temperaturas máximas en los tres escenarios. En el futuro cercano en los municipios colindantes con los Estados de Michoacán y Guerrero se esperan temperaturas máximas de 36.5°C especialmente en Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya, las cuales disminuyen en dirección a la zona Centro del Estado, especialmente en los municipios cercanos al Nevado de Toluca como Temascaltepec, Coatepec Harinas y Villa Guerrero, con temperaturas de 15.7°C.

Con base en los resultados obtenidos para el futuro medio, se identificó un ligero aumento en las temperaturas máximas en los municipios colindantes con los estados de Michoacán, Guerrero y Morelos con temperaturas que alcanzan los 37.3°C, ocupando una mayor superficie en comparación con el futuro cercano en los municipios de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya. Respecto a los valores más bajos de temperaturas máximas de la región continúan en Temascaltepec, Coatepec Harinas y Villa Guerrero incrementando a 16.4°C.

Por otro lado, en el futuro lejano en los municipios de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya se esperan temperaturas máximas de 37.7°C en la porción Sur de dichos municipios, siendo las zonas con los valores más altos. Respecto los valores mínimos se denota un ligero incremento de la temperatura máxima a 16.8°C en los municipios cercanos al Nevado de Toluca. El comportamiento de la temperatura señala valores mínimos en el futuro cercano de 15.7°C a 16.4°C y aumentando a 16.8°C

en el lejano, señalando un cambio de 1.1°C; en cuanto a los valores máximos se observan temperaturas de 36.5°C en el escenario cercano a 37.3°C en el medio y de 37.7°C en el futuro lejano, con una diferencia aproximada de 1.2°C, resultando un cambio promedio de 1.15°C para la región Sur.

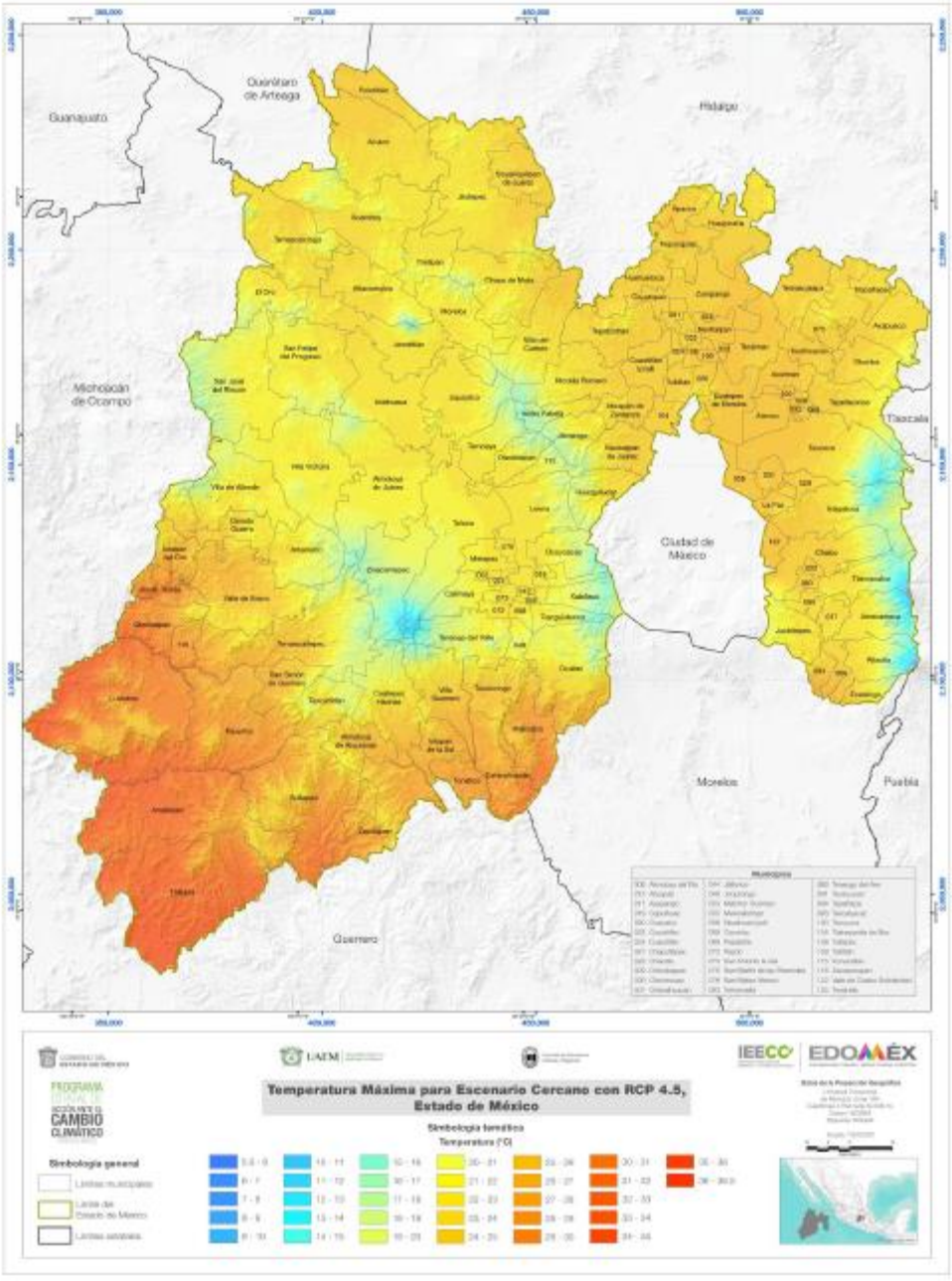


Figura 4.59. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Cercano con RCP 4.5.

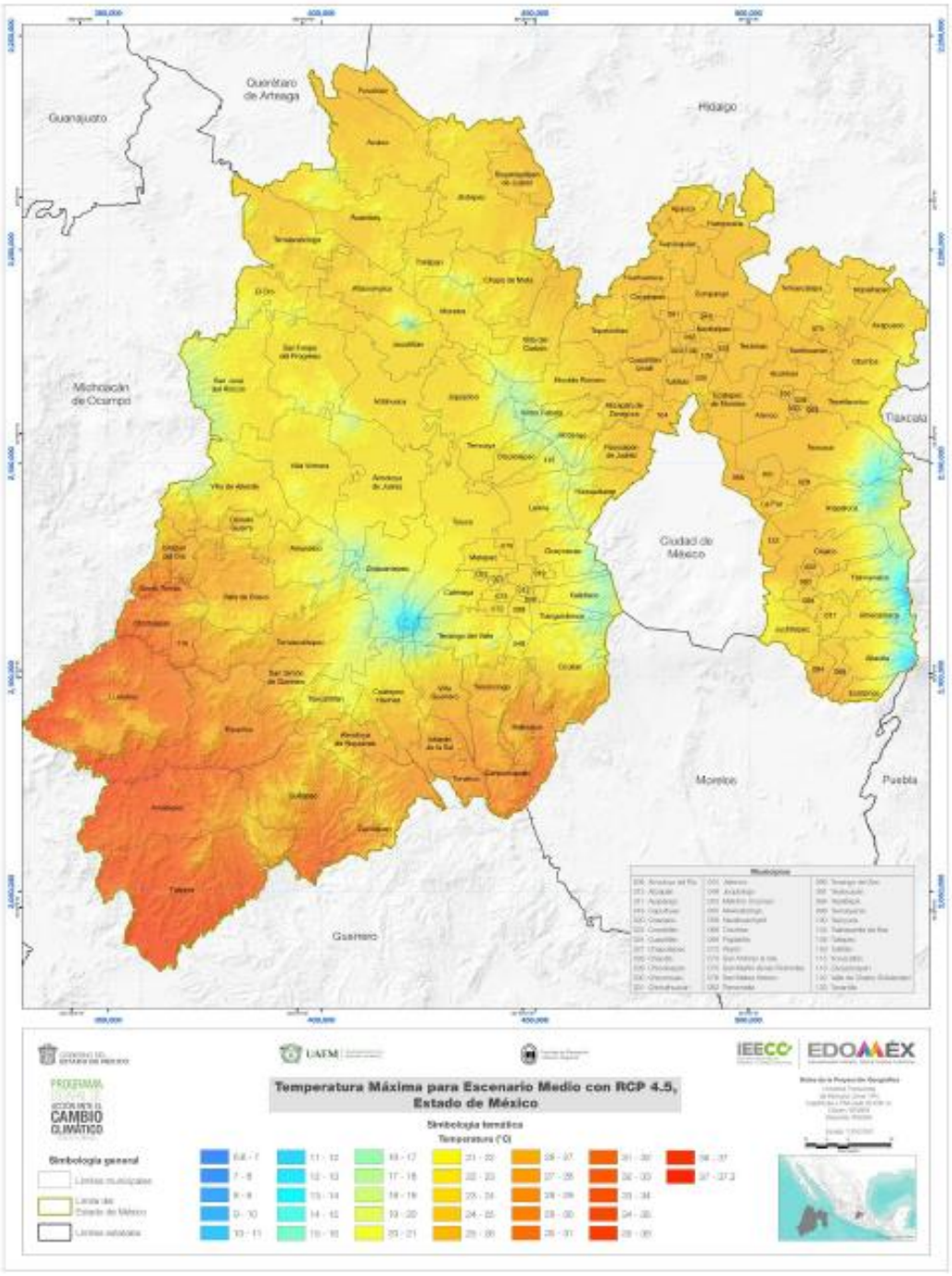


Figura 4.60. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Medio con RCP 4.5.

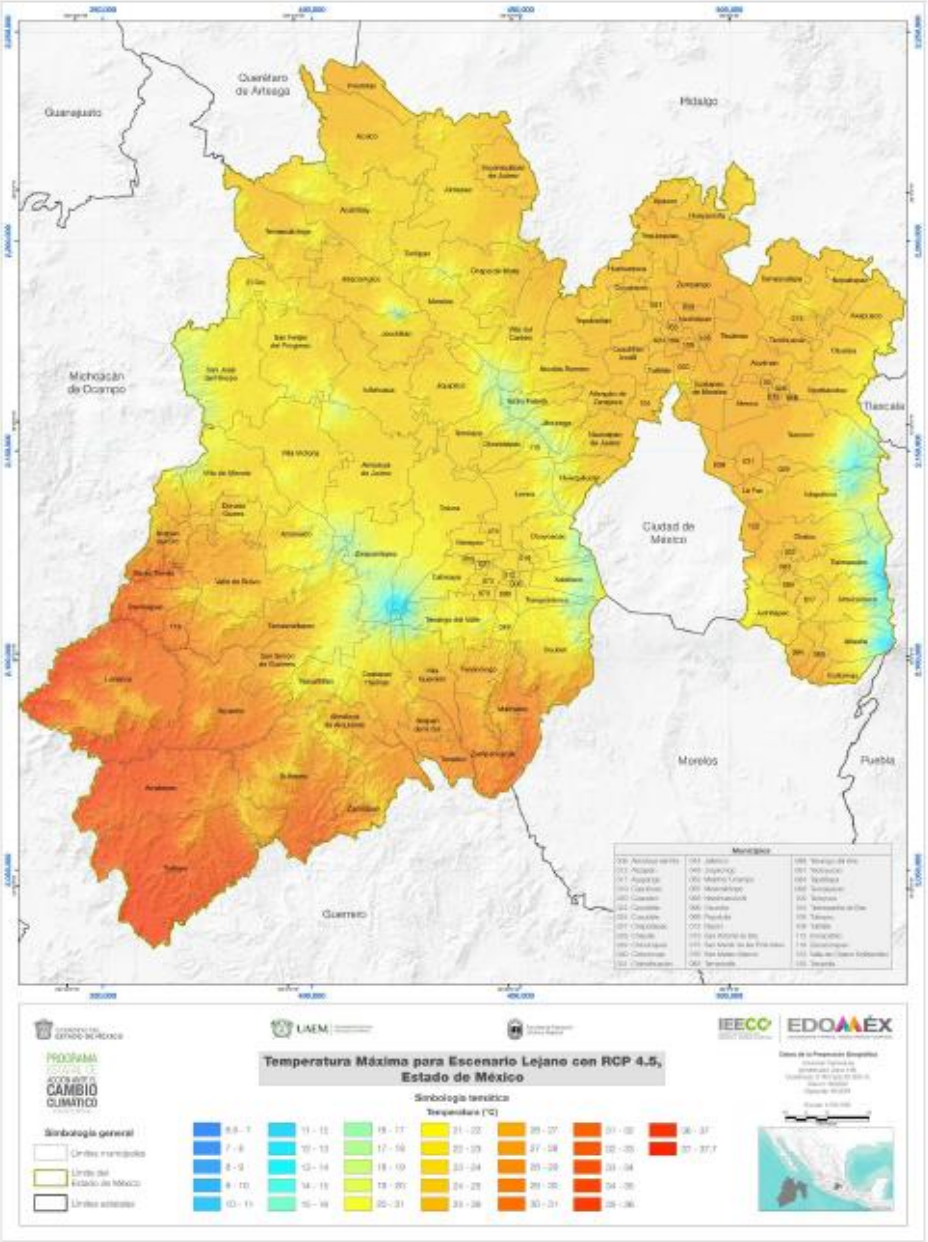


Figura 4.61. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Lejano con RCP 4.5.

4.4.5 Temperatura mínima para escenario RCP 4.5

De manera visual, los escenarios de temperaturas mínimas esperadas en el Estado de México muestran una distribución interesante, ya que en gran parte del territorio se observan tonalidades azules, mientras que la región Sur resalta por la diferencia de colores, sin embargo, es importante analizar los valores representados por dichas tonalidades y verificar el comportamiento de la temperatura mínima.

En la región Este se distingue una variación térmica en las zonas de planicie en comparación con las elevaciones; los valores más bajos podemos encontrarlos en la cima de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl con temperaturas mínimas de -4.4°C y -4.2°C respectivamente, y conforme disminuye la altitud, la temperatura aumenta a las zonas bajas de los volcanes alrededor de 6°C. El Valle de México en general se ve cubierto por temperaturas de 7°C a 10°C, mientras que los valores más altos de esta región destacan el sur de Tepetlixpa, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo con temperaturas mínimas hasta de 12°C.

El modelado para el futuro medio muestra aumento de la temperatura mínima en las cimas de los volcanes con -3.7°C en el Popocatépetl y -3.5°C en el Iztaccíhuatl, alcanzando los 7°C en las laderas; en tanto que los valores más altos muestran

temperaturas mínimas de 11°C a 12.7°C al Sur de Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla. El resto del territorio lo cubren temperaturas de 7°C a 10.5°C, esta última presentándose básicamente en los municipios aledaños a la Ciudad de México.

En el futuro lejano se puede observar un ligero incremento en las temperaturas mínimas, especialmente en los municipios de Tepetixtla y Ozumba con 13.2°C, en el Valle de México con valores de 7°C a 10.9°C. En contraste, los volcanes muestran temperaturas desde 8°C disminuyendo hacia la cima de estos con temperaturas de -3°C en la cima del Iztaccíhuatl y -3.3°C en la cima del Popocatépetl.

En cuanto a la diferencia de cambio observada entre valores mínimos y máximos, en los primeros comienzan con una temperatura de -4.4°C en el futuro cercano, -3.7°C en el medio y de -3.3°C en el lejano con una diferencia de 1.1°C; por otro lado, los valores máximos en el futuro cercano son 12°C, 12.7°C en el medio y 13.2°C en el lejano, con una diferencia de 1.2°C, dando como resultado un aumento promedio de 1.15°C para la región Este.

El comportamiento de las temperaturas mínimas en la región Norte del Estado de México, presenta mayor homogeneidad en casi todo el territorio, resaltando la diferencia de temperaturas por las elevaciones. En el escenario de futuro cercano, los valores más altos de temperaturas mínimas se localizan en los municipios Aculco y Polotitlán y en pequeñas proporciones en Jilotepec y Villa del Carbón, con valores de 8°C a 8.9°C. La zona del Volcán Jocotitlán presenta las temperaturas mínimas más bajas dentro de esta región, en la base del volcán se esperan temperaturas cerca de los 5°C las cuales disminuyen hacia la cima del volcán hasta alcanzar los 0.8°C. Para la región en general se esperan temperaturas entre los 5°C y 7°C.

En el escenario de futuro medio, se observa un ligero incremento tanto en el valor de la temperatura mínima como en su extensión, ya que abarca los municipios de Temascalcingo, Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Chapa de Mota y Villa del Carbón con valores de 8°C a 9.6°C. Respecto al Volcán Jocotitlán, las temperaturas mínimas en la cima aumentan a 1.6°C y en las zonas bajas alcanzan los 6°C, mientras que en el resto de la región las temperaturas mínimas oscilan entre los 6°C y 8°C.

El futuro lejano muestra nuevamente un incremento en temperatura y extensión territorial en los mismos municipios del escenario de futuro medio, quedando los valores de 8°C a 10°C. En el Volcán Jocotitlán las temperaturas mínimas más bajas alcanzan los 2°C en la cima, aumentando a los 7°C en las laderas, en tanto que las temperaturas mínimas de 6°C a 8°C se extienden en mayor parte del territorio de la región Norte.

De esta manera, se observa que los cambios en la temperatura están referidos en un aumento en los valores mínimos y máximos, en los primeros la temperatura comienza con 0.8°C en el futuro cercano, aumentando a 1.6°C en el medio hasta alcanzar los 2°C en el lejano, valores que muestran una diferencia de 1.2°C; por otro lado, los valores máximos en el futuro cercano son de 8.9°C, 9.6°C en el medio y 10°C en el lejano, resultando en una diferencia de 1.2 °C.

Pasando a la zona Centro del Estado, en el territorio del Volcán Xinantécatl se esperan temperaturas mínimas de 5°C en la base, disminuyendo en dirección al cráter con -1.2°C, mientras que en el Valle de Toluca se encuentran los valores máximos de la región que van de 5°C a 7.4°C, esta última presentándose en la zona urbana de Toluca.

Para el futuro medio, el territorio del Volcán Xinantécatl muestra aumento de temperaturas mínimas a -0.4°C en la cima y a 6°C en las laderas, sin embargo, el Valle de Toluca se estaría cubriendo casi por completo de temperaturas mínimas entre 6°C y 8.2°C.

Con respecto al futuro lejano, en el Volcán Xinantécatl se esperan temperaturas de 6°C a 0°C de la base hacia el cráter. Comparando el futuro medio con el lejano, en el Valle de Toluca se esperan aumentos en la temperatura con valores de 6°C a 8.6°C.

El comportamiento de los valores máximos y mínimos señala un aumento en la temperatura entre escenarios ya que en el futuro cercano se tiene un mínimo de -1.2°C, en el futuro medio -0.4°C, aumentando a 0°C en el futuro lejano con una diferencia de 1.2°C; en cuanto a los valores máximos, estos comienzan con 7.4°C en el futuro cercano aumentando a 8.2°C en el medio hasta alcanzar los 8.6°C en el lejano, con una diferencia de 1.2°C.

Al igual que con la temperatura media y la temperatura máxima, la porción Sur del Estado de México concentra los valores más altos de temperaturas mínimas en comparación con el resto de las regiones, especialmente en los municipios colindantes con los estados de Michoacán de Ocampo y Guerrero. En este sentido, para el futuro cercano, Tlatlaya es el municipio más representativo alcanzando 21.3°C, mientras que la temperatura mínima más baja se registra al Este del municipio de Temascaltepec con 2.9°C.

Respecto al escenario medio se observa que la temperatura aumenta en mayor medida en Tlatlaya, Tejupilco, Amatepec y Luvianos con valores máximos de 22.2°C, en tanto que los valores mínimos aumentan a 3.6°C en Temascaltepec. Por último, la variación térmica se hace más perceptible en el futuro lejano, el incremento en la temperatura cubre una mayor superficie dentro de Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya con temperaturas mínimas de 22.6°C como valor máximo; asimismo esta tendencia es perceptible en Temascaltepec, ya que la temperatura aumenta a 4.1°C.

Como resultado se observa una tendencia relacionada con el incremento de la temperatura mínima, de tal forma que los valores más bajos son de 2.9°C en el futuro cercano, 3.9°C en el futuro medio y 4.1°C en el lejano, señalando una diferencia

de 1.2°C; por otro lado los valores máximos comienzan en 21.3°C en el futuro cercano, pasando a 22.2°C en el medio hasta alcanzar los 22.6°C en el lejano, con una diferencia de 1.3°C, lo que resulta en un aumento promedio de 1.25°C entre escenarios para la región Sur.

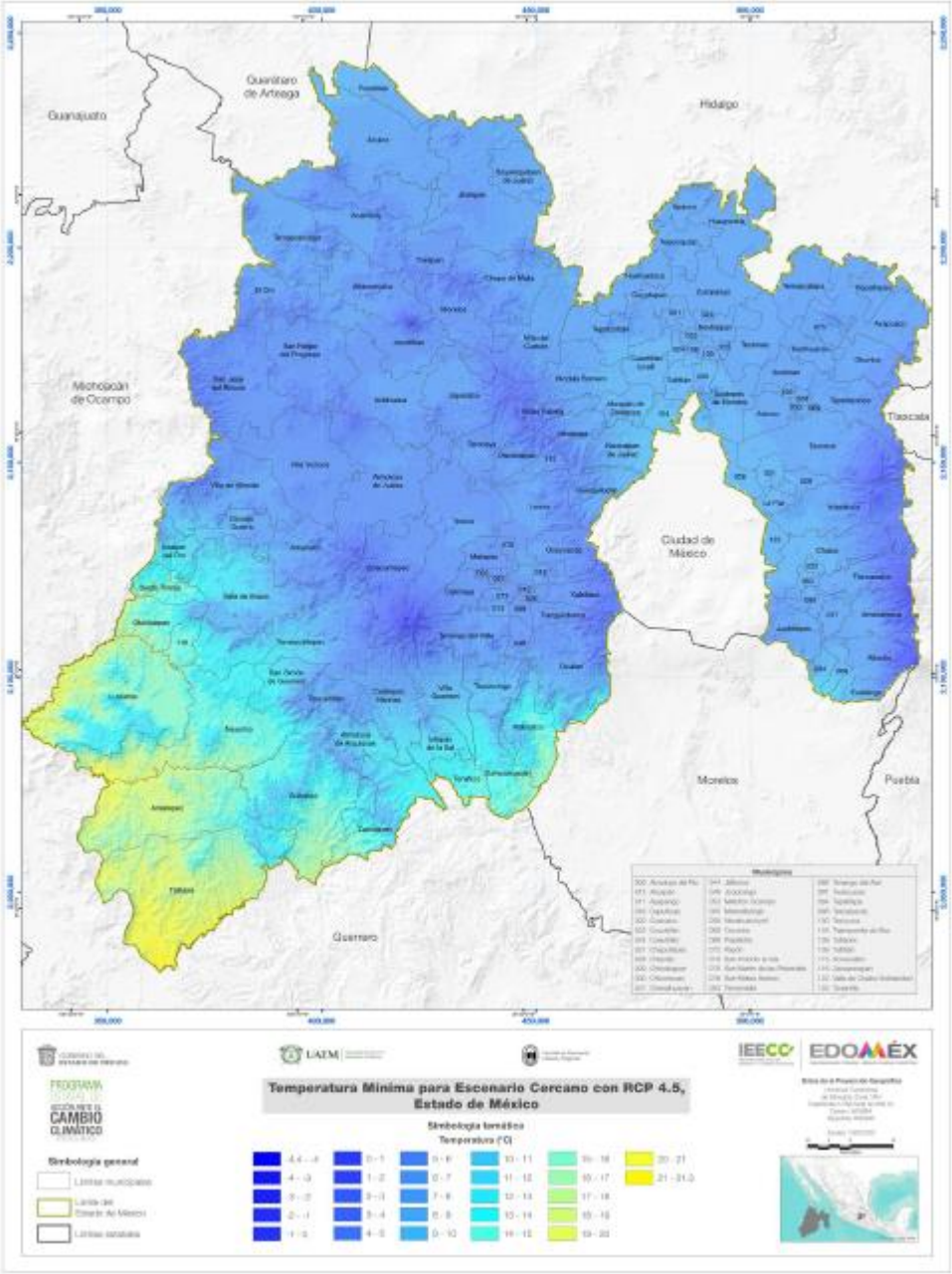


Figura 4.62. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Cercano con RCP 4.5.

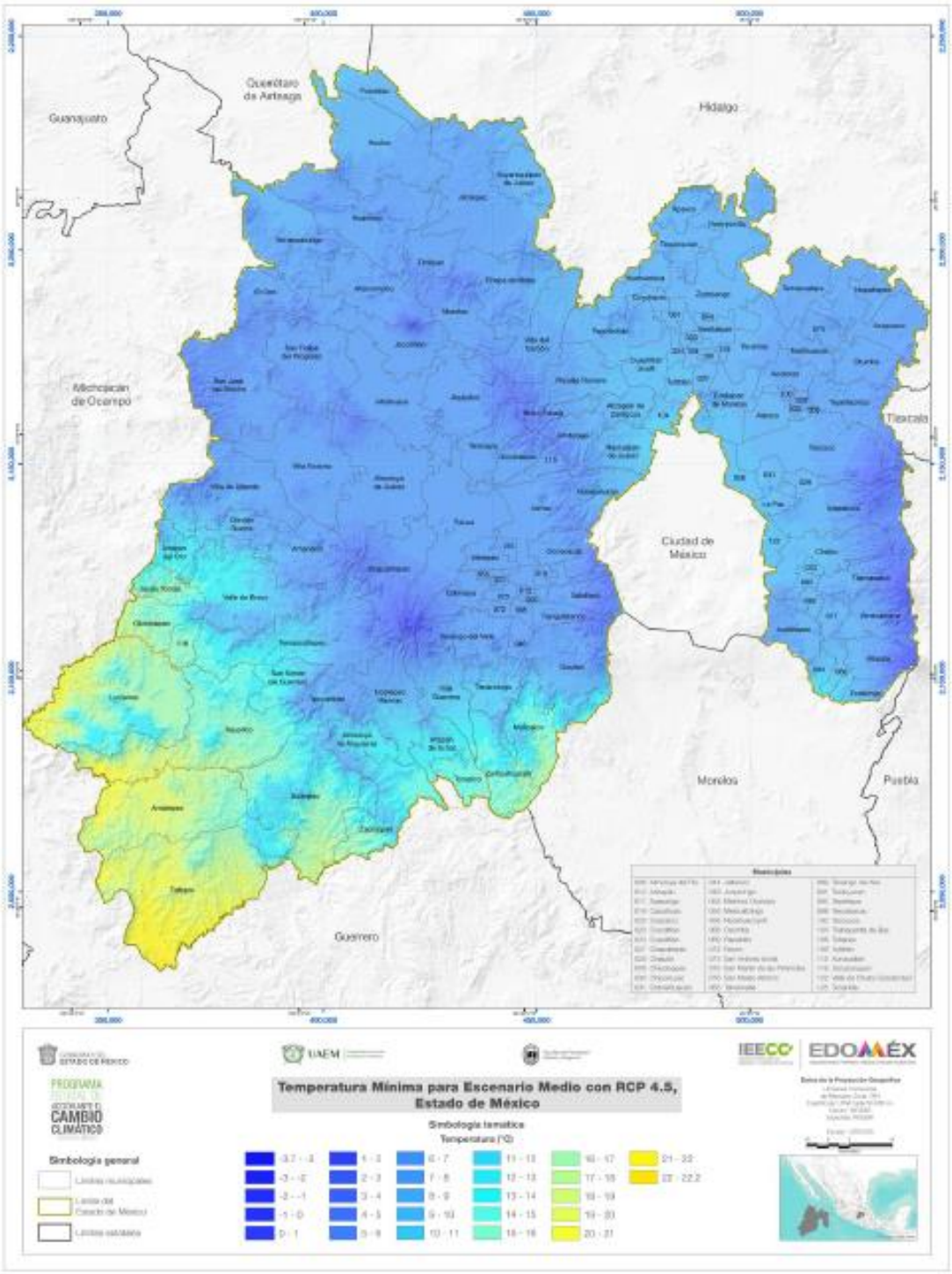


Figura 4.63. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Medio con RCP 4.5

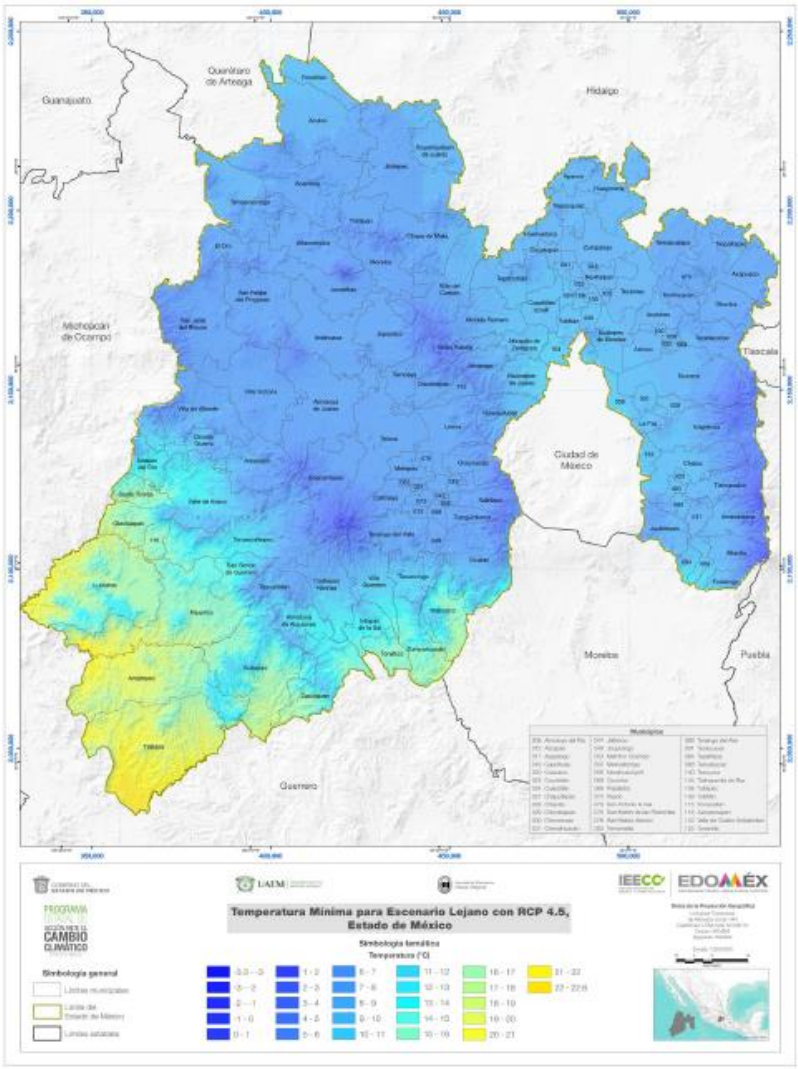


Figura 4.64. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Lejano con RCP 4.5.

4.4.6 Porcentaje de cambio de precipitación para escenario RCP 8.5

El porcentaje de cambio de precipitación es un cálculo que expresa los cambios que habrá en la variable de precipitación diaria (mm), ya sea en aumento o en disminución, mostrando en los mapas las zonas más susceptibles del Estado de México a sufrir dichos cambios que, de acuerdo con los resultados obtenidos, será mayor el porcentaje de disminución. Como podrá observarse a continuación, el escenario de futuro cercano muestra únicamente valores positivos, lo que indica aumento en el porcentaje de precipitación, sin embargo, en los escenarios de futuro medio y lejano se observa que dicho porcentaje disminuirá considerablemente.

Como se observa en el escenario de futuro cercano, los valores mínimos de precipitación se distinguen en los municipios que se encuentran al Norte de la Ciudad de México, especialmente en Tlalnepantla de Baz, Atizapán de Zaragoza y Tultitlán con un aumento probable de 28% a 30% de cambio de precipitación; asimismo en los municipios de Polotitlán, Aculco, Jilotepec y Soyaniquilpan de Juárez muestran un aumento de 29% a 34%, así como al Sur de Sultepec, Zumpahuacán y Malinalco, en pequeñas porciones de sus territorios. En cuanto al territorio en general presenta un aumento desde 36%, en algunos municipios del Valle de México y Valle de Toluca, en la región Norte del Estado, y en pequeñas proporciones en municipios del Sur, hasta un 42% de aumento, principalmente, en las elevaciones como los volcanes Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Xinantécatl, Jocotitlán, así como la Sierra de las Cruces y en mayor extensión en los municipios del Sur del Estado, región en la cual resalta Tlatlaya como el municipio que presenta los mayores valores de todo el territorio, con un aumento de 40% a 49%.

Pasando al escenario de futuro medio, en comparación con el futuro cercano, se puede visualizar un cambio muy significativo en el cambio de porcentaje de precipitación, debido a que ya aparecen valores que indican disminución y reducen los valores

que señalan aumento. En el futuro medio, el porcentaje de disminución se distingue en toda la parte Norte del Estado, iniciando con una reducción del 1% en la franja de los municipios de Ixtlahuaca, Jiquipilco, Atizapán de Zaragoza, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Atenco, Chiconcuac, Papalotla y Tepetlaoxtoc; y conforme se avanza al Norte, dicho porcentaje de disminución aumentaría en Aculco, Polotitlán, Jilotepec y Soyaniquilpan de Juárez en un 12% aproximadamente, hasta alcanzar el 15% de reducción en el Norte de Apaxco y Hueypoxtla. En el resto del territorio el escenario indica probable aumento de porcentaje en la precipitación, entre un rango de 2% a 10% en las zonas de planicie, resaltando las elevaciones como el volcán Jocotitlán con 7%, el Xinantécatl con 12%, así como el Popocatépetl e Iztaccíhuatl con 16% de aumento, en tanto que los valores máximos se muestran en municipios sureños, especialmente Tlatlaya y Luvianos con hasta 25% de aumento.

Comparando el escenario de futuro lejano con el de futuro medio, se denota un cambio radical, sin mencionar que en comparación con el futuro cercano sería un cambio totalmente drástico, por el simple hecho de que ya se observa únicamente disminución en el porcentaje de precipitación en al menos un 98% del territorio estatal. Dicha disminución se observa desde el Sur de la Entidad con un rango de 2% a 16%, mientras que los municipios al Centro, Noroeste y Sureste del Estado tendrán desde un 18% hasta un 36% de disminución en la precipitación. En cuanto a los valores más altos de disminución se encuentran en los municipios de Polotitlán, Atlautla, Soyaniquilpan de Juárez, así como en los que conforman la región Noreste de la Entidad, alcanzando hasta un 47% de disminución en la precipitación. Asimismo, el escenario de futuro lejano indica un aumento en el cambio de porcentaje de precipitación apenas perceptible en Tlatlaya de 3%.

Con base en lo anterior, se concluye que el porcentaje de cambio en la precipitación para el Estado de México irá en decremento; retomando los valores extremos de los tres escenarios, las zonas que presentan los valores más bajos iniciarán con un cambio de porcentaje de precipitación 28% en aumento, esperando reducción de 15% para el futuro medio y alcanzando 47% de pérdida en el futuro lejano, resultando una diferencia negativa de 75%; en tanto que las zonas con los valores más altos iniciarían con probable aumento de porcentaje en la precipitación de 49%, para después pasar al futuro medio con aumento de 25%, mientras que para el futuro lejano el aumento máximo sería en 3%, resultando una diferencia de 46% de pérdida.

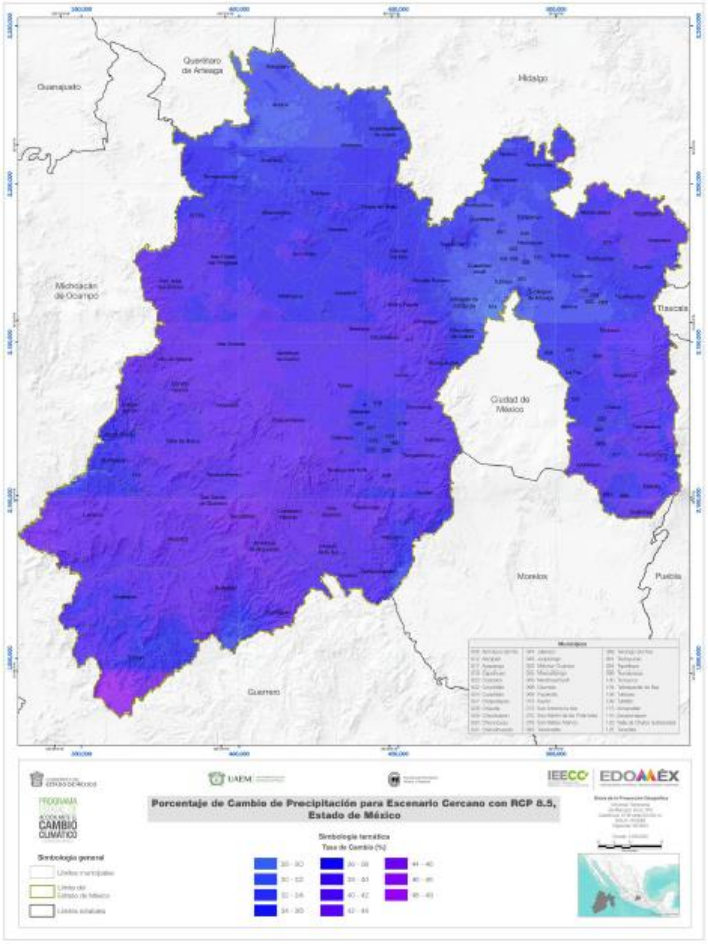


Figura 4.65. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 8.5

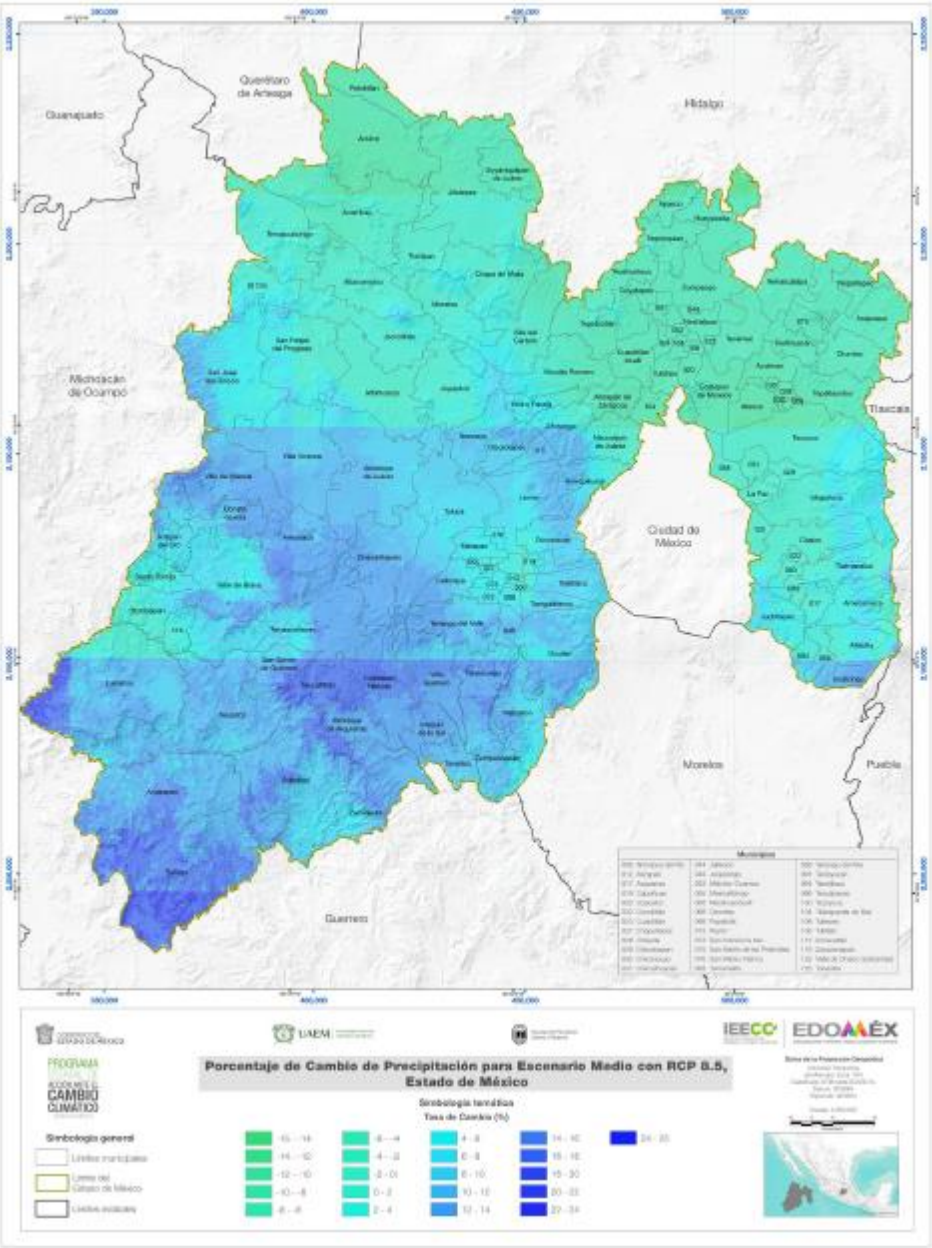


Figura 4.66. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Medio con RCP 8.5

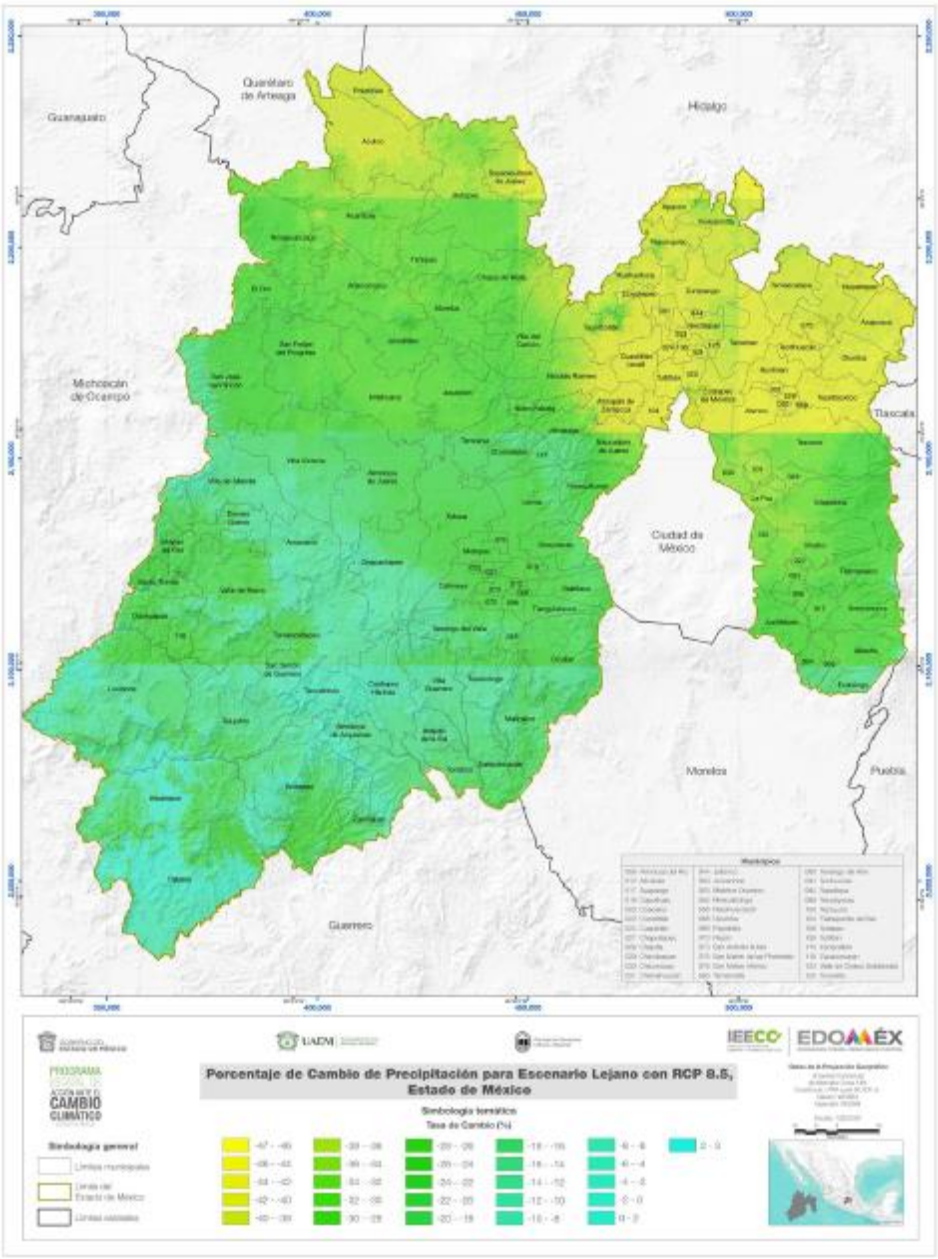


Figura 4.67. Mapa de Porcentaje de Cambio de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 8.5

4.4.7 Precipitación (media mensual) para escenario RCP 8.5

Al analizar la precipitación media mensual esperada para los escenarios RCP 8.5, se determinó que es una variable que tiende a disminuir, sin embargo, se detectó que no se presentan cambios significativos ya que los valores de todo el territorio estatal van de 38 mm a 145 mm para el futuro cercano, 31 mm a 137 mm para el futuro medio y 30 mm a 135 mm para el futuro lejano. Asimismo, se observa que los cambios están más asociados con la distribución de la precipitación por las geoformas del relieve, por lo que los valores más altos se presentan en las principales elevaciones del Estado, así como en las zonas montañosas del Sur, mientras que en las zonas de planicie se esperan valores más bajos.

El Este de la Entidad es la región que presenta los valores más bajos de precipitación en la mayoría de su territorio. Para el futuro cercano, los valores de precipitación más bajos se encuentran en los municipios de Hueypoxtla, Axapusco y Nopaltepec, con valores de 38 mm a 44 mm; mientras que los niveles de precipitación altos empiezan a contrastar en la parte Sureste de la región, principalmente en los volcanes con valores de 84 mm a 143 mm para el Iztaccíhuatl y de 84 mm a 145 mm para el Popocatépetl.

En el futuro medio los niveles de precipitación bajos se extenderán en gran parte del Valle de México, destacando los municipios de Hueypoxtla, Zumpango, Tecámac, Atenco, Acolman, Tezoyuca, Teotihuacán y principalmente Nopaltepec y Axapusco, desde valores de 31 mm a 42 mm; respecto a las precipitaciones altas disminuyen territorialmente a comparación del escenario cercano y se esperan valores de 135 mm y 137 mm en los puntos más altos del Volcán Iztaccíhuatl y Popocatépetl, respectivamente.

Para el futuro lejano, los valores mínimos van de 30 mm a 40 mm y se observan en los municipios de Atenco, Acolman, Tecámac, Teotihuacán, Axapusco, Nopaltepec, Zumpango y Hueypoxtla, mientras que los niveles de precipitación altos son de 133 mm en el Volcán Iztaccíhuatl y de 135 mm en el Volcán Popocatépetl.

Comparando la variable de precipitación media mensual en sus tres escenarios de clima futuro, se identificaron como valores mínimos para futuro cercano de 38 mm, para el futuro medio 31 mm y para el futuro lejano 30 mm, con una diferencia de 8 mm; como valores máximos se obtuvieron precipitaciones de 145 mm para el futuro cercano y 137 mm para el futuro medio y 135 mm para el futuro lejano, con una diferencia de 10 mm, dando como resultado una disminución promedio de 9 mm para la región Este de la Entidad.

Los escenarios de precipitación media mensual para la región Norte muestran que, para el futuro cercano se presentarán niveles bajos que van de 54 mm a 60 mm particularmente en los municipios de Ixtlahuaca, Jocotitlán, Atlacomulco, Morelos, Timilpan, Acambay, Aculco y Polotitlán; en tanto que la porción Norte de la Sierra de las Cruces se presentarán los niveles más altos de precipitación que van de 85 mm a 104 mm, específicamente en los municipios de Isidro Fabela, Nicolás Romero y Villa del Carbón.

Para el futuro medio, la precipitación mínima disminuye a un rango de 44 mm a 55 mm, extendiéndose a Temascalcingo, Jilotepec y Soyaniquilpan de Juárez, además de los municipios mencionados en el futuro cercano; en cuanto a las precipitaciones máximas se reducirán a niveles de 86 mm a 95 mm en las zonas más altas de San José del Rincón, Jilotzingo, Isidro Fabela y Nicolás Romero.

En el escenario de futuro lejano se observa que los niveles más bajos de la precipitación media mensual cubren mayor extensión territorial de los mismos municipios del futuro medio, sin embargo, los valores ligeramente disminuyen a un rango de 43 mm a 55 mm, en tanto que los niveles máximos de precipitación van de 81 mm a 94 mm en San José del Rincón, Jilotzingo, Isidro Fabela y Nicolás Romero.

Comparando la precipitación media mensual en sus 3 escenarios, los resultados menores para el futuro cercano, medio y lejano fueron de 54 mm, 44 mm y 43 mm, respectivamente, con una diferencia de 11 mm; mientras que los resultados mayores fueron de 104 mm, 95 mm y 94 mm, respectivamente, con una diferencia de 10 mm, resultando un promedio total de disminución de precipitación de 10.5 mm para toda la región Norte.

La región Centro del Estado de México presenta niveles altos de precipitación en la cima del Volcán Xinantécatl, así como en la porción Sur de la Sierra de las Cruces, mientras que los niveles bajos se darán en las inmediaciones del Valle de Toluca. Para el escenario de futuro cercano, los valores máximos van desde 110 mm en el cráter del Volcán hasta 124 mm en la Sierra, mientras que las precipitaciones mínimas serán de 60 mm a 67 mm en los municipios de Almoloya de Juárez, Toluca de Lerdo, Metepec, Mexicaltzingo y Calimaya.

Siguiendo con el escenario de futuro medio, la precipitación mínima reducirá a niveles de 55 mm a 60 mm, abarcando mayor extensión territorial en los municipios de Almoloya de Juárez, Toluca, Metepec, Mexicaltzingo, Calimaya y una porción de Zinacantepec; en tanto que los niveles máximos de precipitación media mensual serán de 105 mm en el Volcán Xinantécatl a 118 mm en la Sierra de las Cruces.

En cuanto al futuro lejano es similar al escenario de futuro medio, sin embargo, sí se llegan a distinguir algunas diferencias en la distribución de los niveles de precipitación, comenzando por la precipitación mínima que se habrá extendido a mayor parte del territorio de los municipios antes mencionados, con niveles de 53 mm a 60 mm, mientras que los niveles máximos disminuirán a 103 mm en el cráter del Xinantécatl y a 116 mm en la cima de la porción Sur de la Sierra de las Cruces.

Comparando esta variable en sus tres escenarios, los valores mínimos corresponden a 60 mm para el futuro cercano, 55 mm para el futuro medio y 53 mm para el futuro lejano, con una diferencia de 7 mm; respecto a los valores máximos serán de 124 mm en el futuro cercano, disminuyendo a 118 mm en el futuro medio y a 116 mm en el futuro lejano, con una diferencia de 8 mm. De lo anterior se obtiene una reducción promedio de 7.5 mm para la región Centro.

La región Sur del Estado es la que presenta los valores más altos de precipitación en la mayoría de su territorio en atención al relieve tan variado con el que cuenta. En el futuro cercano los niveles mínimos van de 74 mm a 82 mm y se presentan en los municipios de Ixtapan del Oro, Valle de Bravo, Santo Tomás y Otzoloapan; en cuanto a los niveles máximos de concentran en los municipios de Luvianos, Amatepec, Tlatlaya, Sultepec y principalmente Tejupilco con precipitaciones que van de 112 mm a 138 mm.

Para el futuro medio, la precipitación mínima disminuirá a un rango de 68 mm a 82 mm en Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Otzoloapan, Valle de Bravo, extendiéndose a algunas zonas de Ixtapan de la Sal, Zumpahuacán y Malinalco; mientras tanto,

se espera una reducción de la precipitación máxima, tanto en extensión territorial como en los niveles, desde 112 mm en Luvianos, Amatepec, Tlatlaya y Sultepec, hasta 135 mm en Tejupilco.

En general, la diferencia entre el escenario de futuro lejano y el futuro medio va más a la distribución de la precipitación que a los valores, ya que la precipitación mínima se mantiene en un rango de 68 mm a 82 mm, mientras que la precipitación máxima muestra una ligera reducción a un rango de 112 mm a 134 mm.

Comparando la precipitación media mensual en sus escenarios, se esperan niveles mínimos de 74 mm para el futuro cercano y de 68 mm para el medio y lejano, resultando una diferencia de 6 mm; en cuanto a los niveles máximos, se esperan 138 mm para el futuro cercano, 135 mm para el medio y 134 para el lejano, con una diferencia de 4 mm, lo que da como promedio un total de 5 mm que disminuirán en la región Sur.

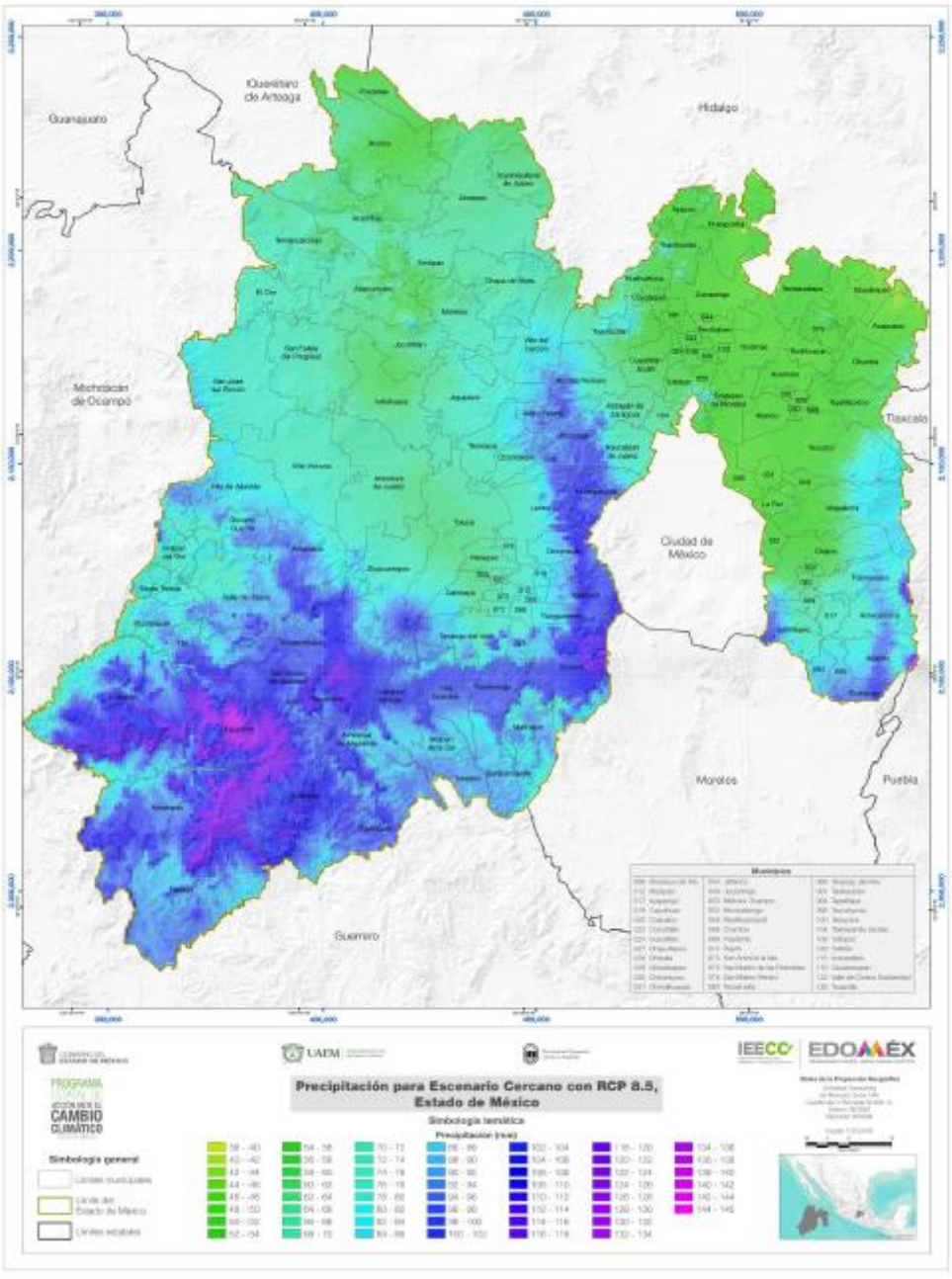


Figura 4.68. Mapa de Precipitación para Escenario Cercano con RCP 8.5.

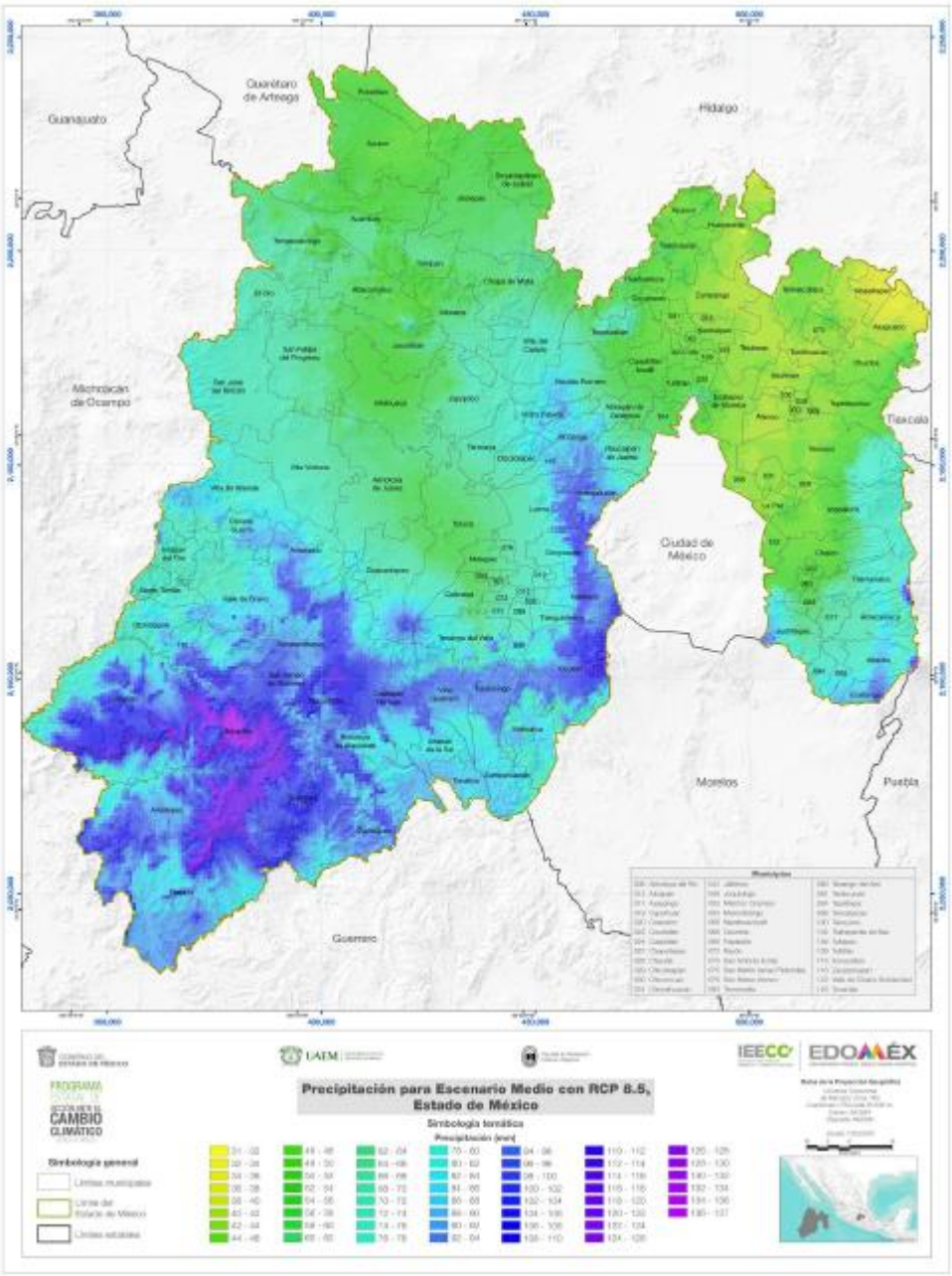


Figura 4.69. Mapa de Precipitación para Escenario Medio con RCP 8.5.

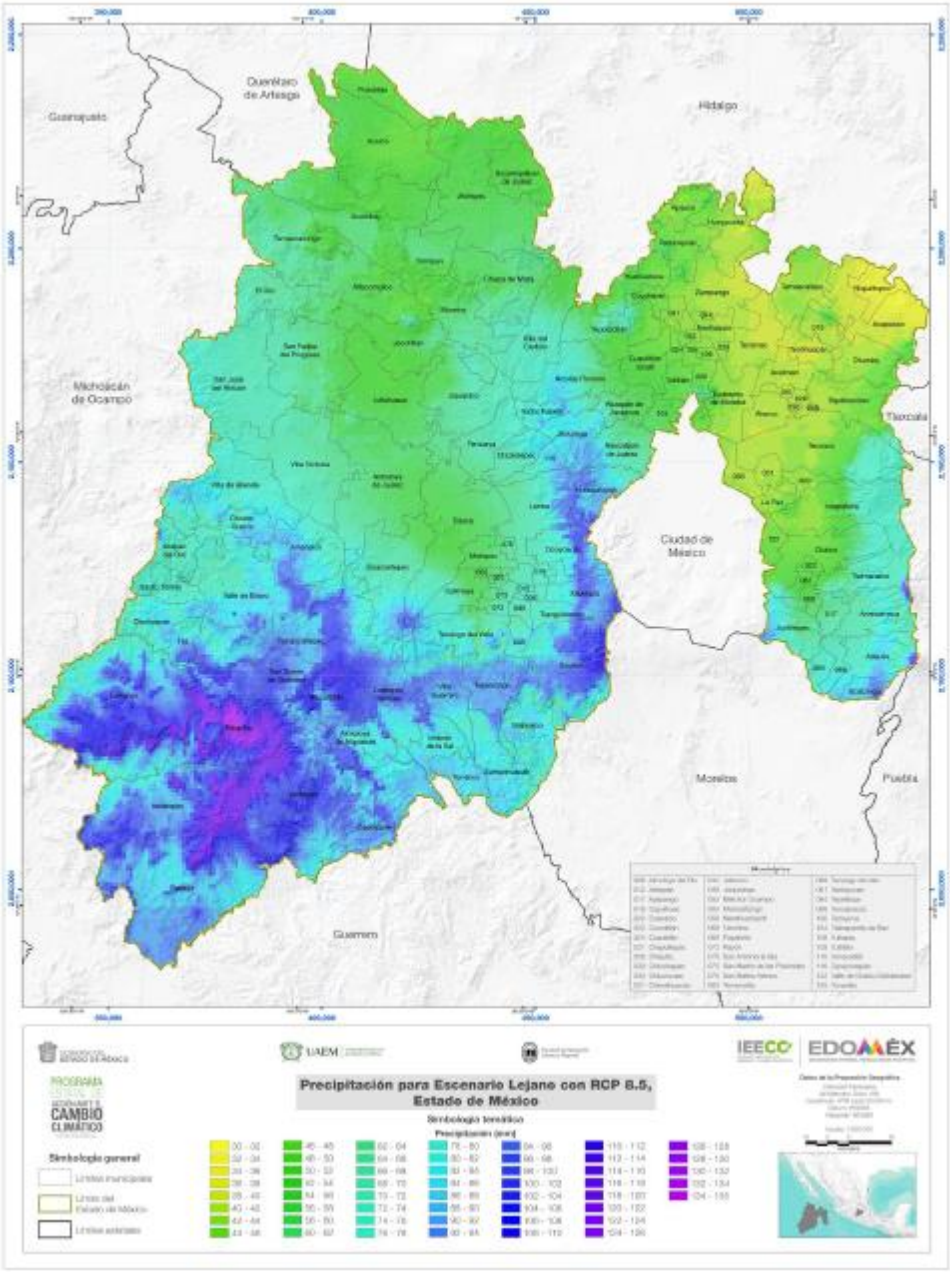


Figura 4.70. Mapa de Precipitación para Escenario Lejano con RCP 8.5.

4.4.8 Temperatura media para escenario RCP 8.5

Las temperaturas medias modeladas para los escenarios de futuro cercano, medio y lejano RCP 8.5, se encuentran distribuidas heterogéneamente en todo el Estado de México, lo que se debe principalmente al relieve tan variado del territorio y al nivel altitudinal, sin embargo, se observa que esta variable tiende a aumentar en toda la Entidad.

Los valores más bajos de todo el Estado se encuentran en la región Este, específicamente en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, que para el futuro cercano presentan temperaturas de 0.8°C y 1°C respectivamente, mientras que los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México, principalmente en el área circundante a la Ciudad de México, presentan temperaturas de 16°C a 17.5°C, sin embargo, los valores más altos los tienen Ozumba, Tepetlixpa y Atlautla de 18°C a 20.2°C.

En el futuro medio, los valores mínimos incrementan a 2°C en el Popocatépetl y a 2.1°C en el Iztaccíhuatl; asimismo se observa que los valores bajos de temperaturas medias que cubrían la Sierra Nevada en el futuro cercano disminuyen su

extensión para el futuro medio. Por otro lado, los valores altos de la Zona Metropolitana de México alcanzan los 18.6°C, cubriendo mayor extensión de los municipios circundantes a la Ciudad de México; asimismo se detectaron temperaturas hasta de 21.3°C al Sur de los municipios de Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla.

Para el futuro lejano los valores mínimos del Popocatépetl muestran incremento de temperatura media alcanzando los 3.4°C y el Iztaccíhuatl los 3.6°C, en tanto que la extensión de valores mínimos es más reducida. Respecto a las temperaturas medias en la Zona Metropolitana del Valle de México se muestran valores de hasta 20.1°C, mientras que los valores más altos los tiene Tepetlixpa y Ozumba con 22.8°C.

Comparando la región Este del Estado de México en sus 3 escenarios de clima futuro, los cambios en los valores mínimos del escenario cercano al medio son de 0.8°C a 2°C, y del medio al lejano van de 2°C a 3.4°C con una diferencia de 2.6°C; en tanto que los valores máximos van de 20.2°C a 21.3°C en el futuro cercano y medio respectivamente y de 21.3°C a 22.8°C del medio al lejano con una diferencia de 2.6°C.

Por su parte, la región Norte se caracteriza por tener relieve muy variado desde planicies y valles, hasta elevaciones como el Volcán Jocotitlán, la Sierra de San Andrés Timilpan al Centro, porción Norte de la Sierra de las Cruces al Este, así como la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca al Oeste de la región.

Los valores mínimos de temperaturas medias para esta región en el futuro cercano van de 8°C a 13°C en el territorio de las elevaciones; en cuanto a los valores máximos están determinados por un rango de 16.1°C a 17.4°C en los municipios de Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón; el resto del territorio muestra temperaturas de 13°C a 16°C.

En el futuro medio, las temperaturas medias más bajas disminuyen su extensión y ascienden a un rango de 9.1°C a 14°C en las elevaciones de la región Norte, mientras que los valores máximos aumentan de extensión en Villa del Carbón, Chapa de Mota, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Aculco, y específicamente en Polotitlán que alcanza los 18.6°C; en cuanto al resto de la región las temperaturas van de 14°C a 17°C.

Para el futuro lejano, las temperaturas medias aumentan a un rango de 10.6°C a 14°C, en tanto que los valores más altos se extienden en mayor parte de la región, alcanzando valores de 20.1°C en Polotitlán específicamente. Comparando la región Norte de la Entidad en sus 3 escenarios, los cambios en los valores mínimos entre el futuro cercano, medio y lejano son de 8°C, 9.1°C y 10.6 °C respectivamente, con una diferencia de 2.6°C; en cuanto a los valores máximos van de 17.4°C, 18.6°C y 20.1°C con una diferencia de 2.7°C, lo que resulta un cambio promedio de temperaturas medias de 2.65°C en esta región.

Respecto a la región Centro las principales elevaciones son el Volcán Xinantécatl y la porción Sur de la Sierra de las Cruces, donde se detectaron valores mínimos para el futuro cercano de 4.7°C y 8.5°C respectivamente en sus cotas más altas; mientras que los valores máximos se presentarían en el área central del Valle de Toluca, con temperaturas medias de 14.5°C.

En el escenario de futuro medio los valores mínimos tienen incremento a un rango de 5.9°C a 8°C en los alrededores del cráter del Volcán y de 9.9°C a 12°C en las alturas de la Sierra; en cuanto a los valores máximos se nota un cambio significativo en tonalidades y extensión, en comparación con el escenario de futuro cercano, alcanzando los 15.7°C.

Para el futuro lejano la cima del Volcán Xinantécatl presenta las temperaturas medias más bajas con 7.4°C, mientras que los valores máximos se extienden en el Valle de Toluca, aumentando especialmente en Otzolotepec, Xonacatlán, Lerma, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Metepec, Chapultepec, Santiago Tianguistenco y Capulhuac con temperaturas medias de hasta 17.2°C.

Comparando la región Centro en sus tres escenarios de clima futuro, los valores mínimos son de 4.7°C en el futuro cercano, 5.9°C en el medio y 7.4°C en el lejano, con una diferencia de 2.7°C; en contraste los valores máximos son de 14.5°C para el futuro cercano, 15.7°C para el medio y 17.2°C para el lejano, con una diferencia de 2.7°C.

Finalmente, la región Sur la caracteriza un relieve mayormente accidentado, además de que es la zona que presenta las temperaturas más altas del Estado por tener las cotas más bajas del territorio y conforme se va recorriendo en dirección N-S, las temperaturas van aumentando. En el escenario de futuro cercano los valores mínimos se encuentran en la zona Norte de la región, al Sur del Volcán Xinantécatl en los municipios de Temascaltepec, Coatepec Harinas, y Villa Guerrero con temperaturas medias de 8.9°C a 12°C; por otro lado, los valores máximos se ubican en Otzoloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya con un rango de 26°C a 28.8°C.

Para el futuro medio los valores mínimos se ubican en los mismos municipios, sin embargo disminuyen su extensión y van de 10.2°C a 14°C, asimismo los valores máximos incrementan y se extienden en Otzoloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya y Sultepec con temperaturas medias de 27.1°C a 30°C. Respecto al futuro lejano, los valores mínimos incrementan a un rango de 11.7°C a 15°C, mientras que la extensión de los valores máximos es aún mayor, alcanzando temperaturas de 31.5°C en Otzoloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec, Tlatlaya y Sultepec.

Comparando la región Sur en sus tres escenarios, los valores mínimos para futuro cercano, medio y lejano son de 8.9°C, 10.2°C y 11.7°C respectivamente, con diferencia de 2.8°C; y los valores máximos son de 28.8°C, 30°C y 31.5°C

respectivamente, con diferencia de 2.7°C. De lo anterior se obtiene un cambio promedio de temperaturas medias de 2.75°C para la región Sur del Estado de México.

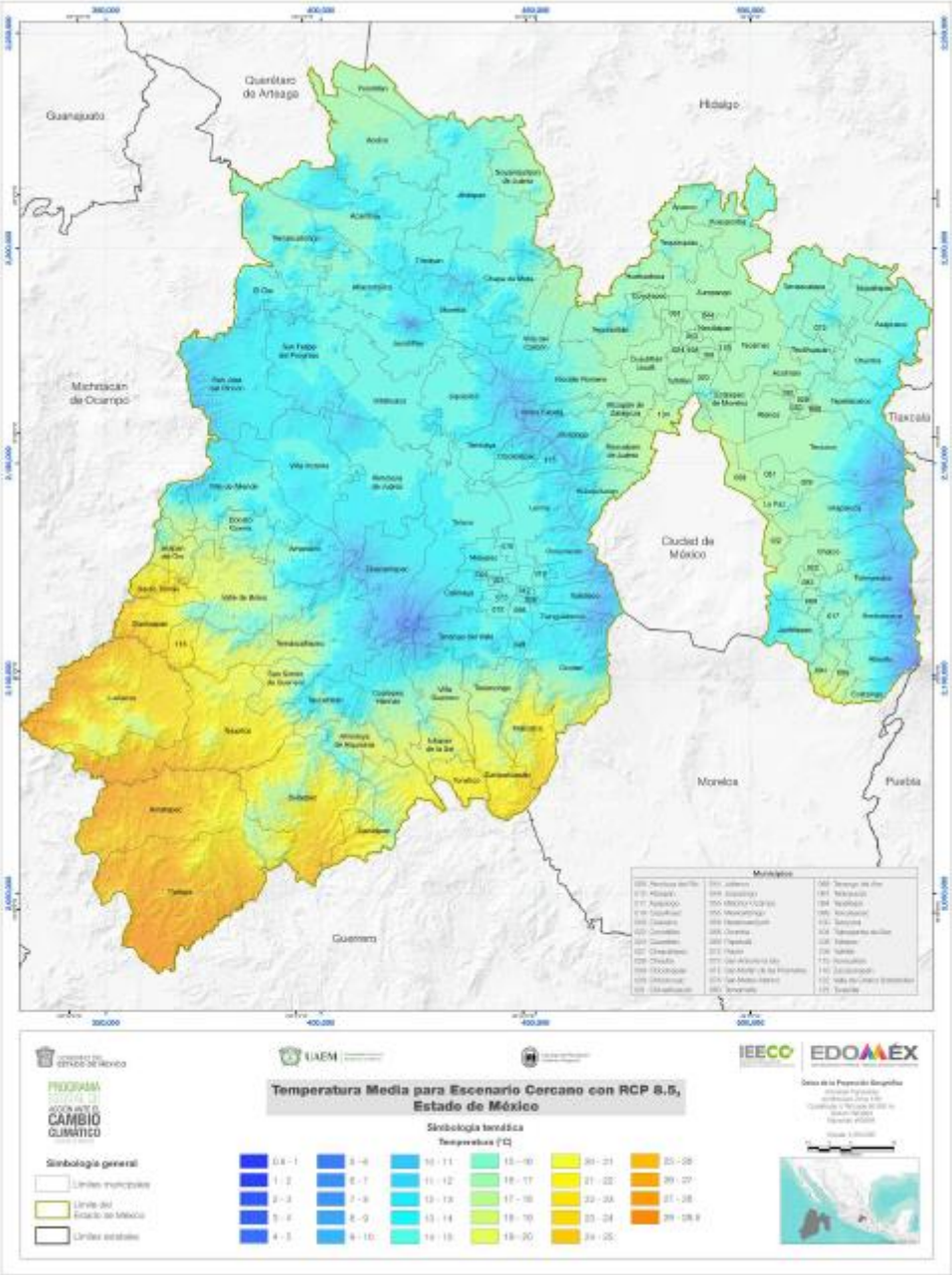


Figura 4.71. Mapa de Temperatura Media para Escenario Cercano con RCP 8.5.

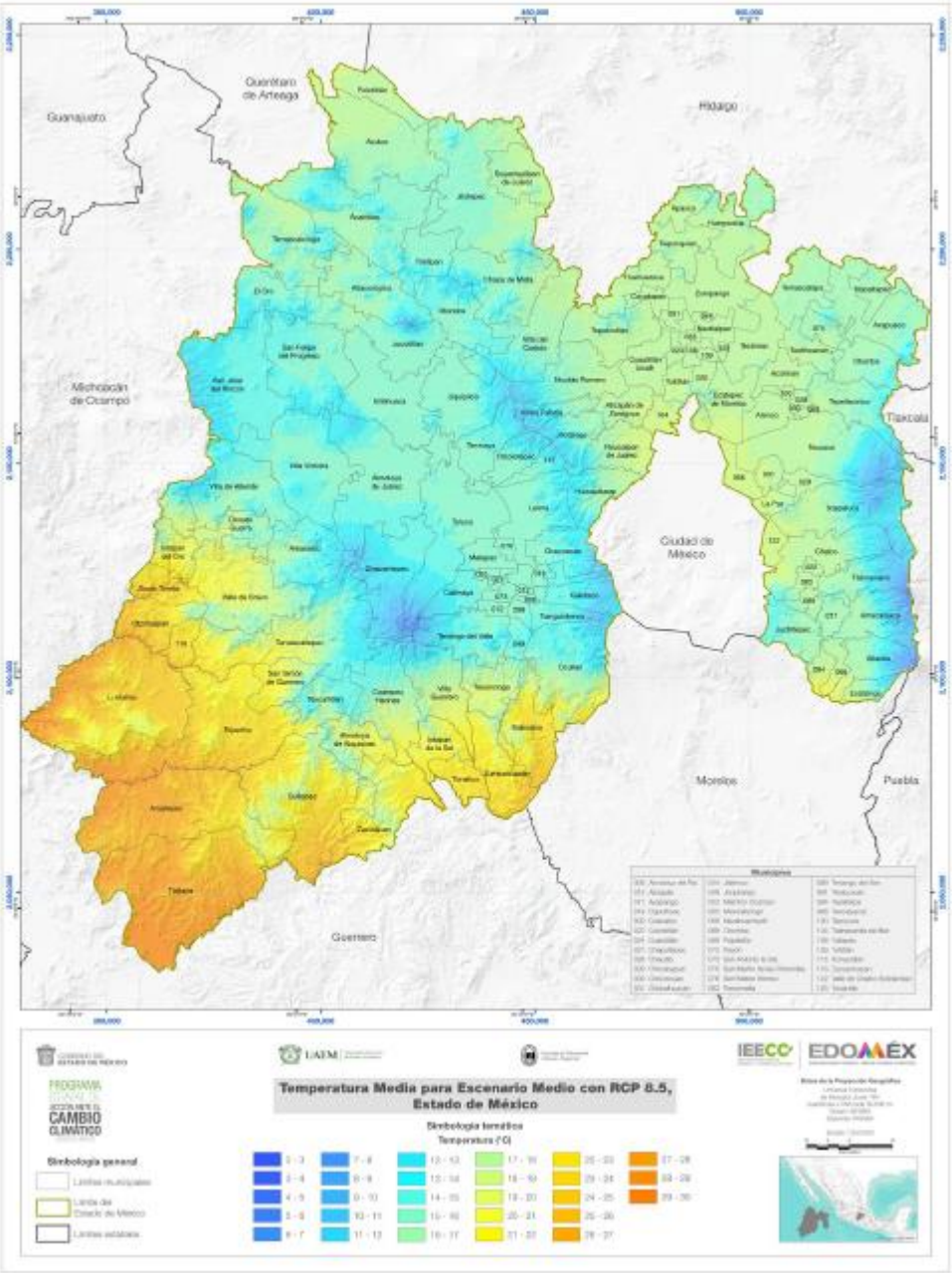


Figura 4.72. Mapa de Temperatura Media para Escenario Medio con RCP 8.5.

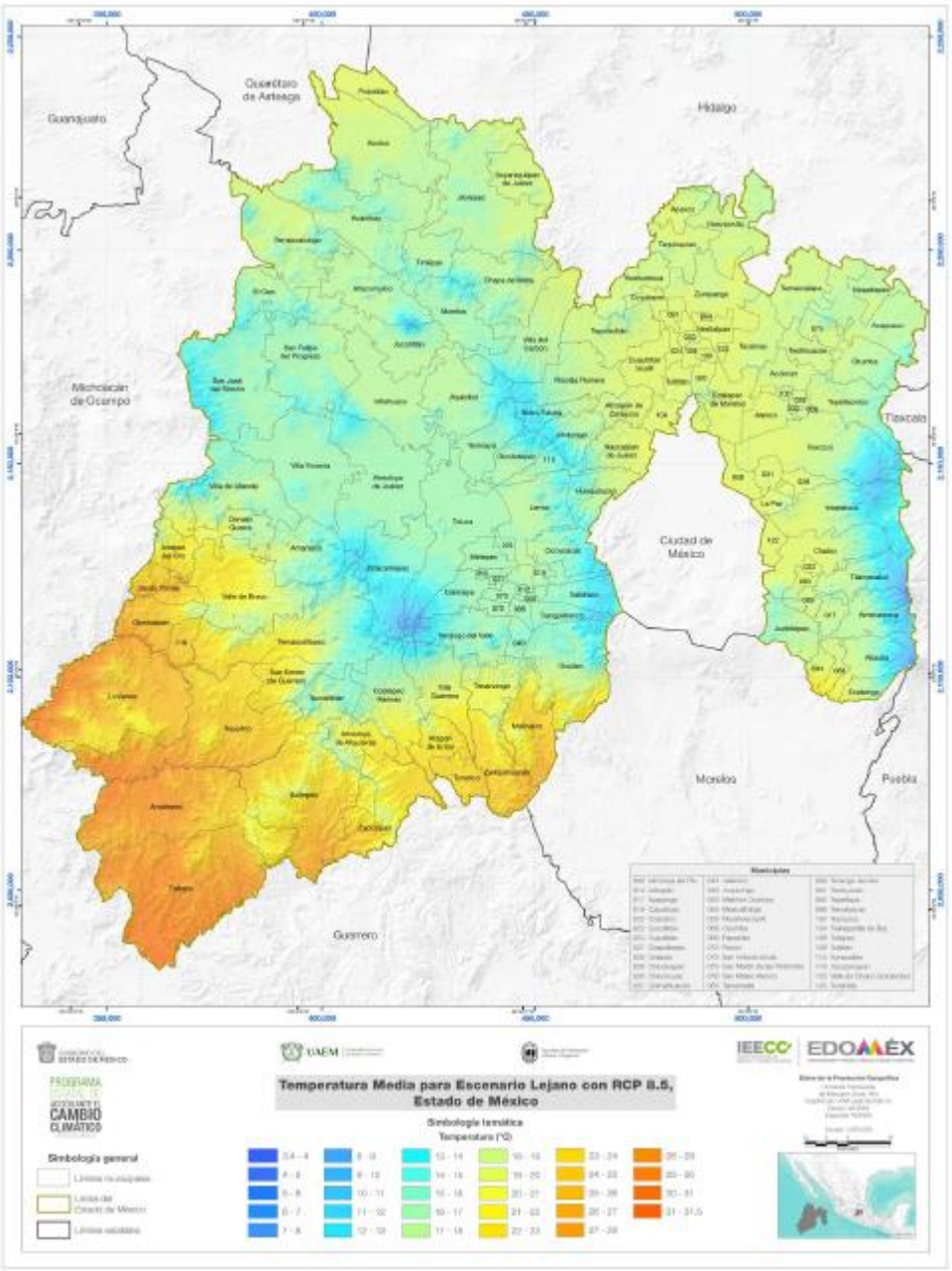


Figura 4.73. Mapa de Temperatura Media para Escenario Lejano con RCP 8.5.

4.4.9 Temperatura máxima para escenario RCP 8.5

La modelación de las temperaturas máximas para los escenarios de futuro cercano, medio y lejano RCP 8.5, se encuentran distribuidas heterogéneamente en todo el Estado de México, debido principalmente a la geomorfología del territorio y al nivel altitudinal, sin embargo, se observa que esta variable tiende a aumentar.

La región Este del Estado de México donde se encuentran los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl, presenta los valores más bajos de temperaturas máximas que se ubican en sus cimas, hasta llegar a los valores más altos en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México. Para el futuro cercano se esperan temperaturas máximas de 5.9°C en las cotas más altas de esta región, mientras que el área circundante a la Ciudad de México presentará temperaturas de 24°C a 25°C, sin embargo, los valores más altos se presentarían al Sur de Ozumba, Tepetlixpa y Atlaulta con valores de 26°C a 28.1°C.

En el escenario de futuro medio, los valores mínimos incrementan a 7.2°C en la cima del Popocatépetl y a 7.3°C en la del Iztaccíhuatl, aunque se puede apreciar que la extensión de las temperaturas máximas más bajas disminuye. Por otro lado, el incremento de los valores altos es más notable ya que alcanzan los 26.7°C en el Valle de México, mientras que al Sur de los municipios de Tepetlixpa, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo se detectan temperaturas máximas de 29.3°C.

En cuanto al escenario de futuro lejano los valores mínimos aumentan en los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl a 8.6°C y 8.8°C, respectivamente, y su extensión es aún más pequeña; respecto a las temperaturas máximas más altas, tienen un incremento y extensión más notable ya que cubren aproximadamente el 70% de esta región, donde resaltan los municipios de Zumpango, Tecámac, Atenco, Acolman, Tezoyuca, Texcoco, Chimalhuacán, Valle de Chalco Solidaridad, Tepetlixpa y Nezahualcóyotl que presentan temperaturas máximas alrededor de los 28°C. Por otro lado, Atlautla y Ozumba presentan temperaturas por arriba de los 29°C y Tepetlixpa que alcanza los 30.3°C.

Comparando la región Este del Estado de México en sus tres escenarios de clima futuro, los cambios en los valores mínimos del escenario cercano al medio van de 5.9°C a 7.2°C, y del medio al lejano van de 7.2°C a 8.6°C con una diferencia de 2.7°C; en cuanto a los valores máximos van de 28.1°C a 29.3°C en el futuro cercano y medio respectivamente y de 29.3°C a 30.3°C del medio al lejano, con una diferencia de 2.2°C. De lo anterior, se obtiene un incremento promedio de 2.45°C en temperaturas máximas para la región Este de la Entidad.

Respecto a la región Norte, las temperaturas máximas más bajas para el futuro cercano van de 15°C a 19°C en las partes más altas de las elevaciones como son el Volcán Jocotitlán y la porción Norte de la Sierra de las Cruces, hasta llegar a un rango de 24°C a 25.7°C como valores máximos en los municipios de Temascalcingo, Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón.

En el futuro medio, los valores mínimos aumentan a un rango de 16.3°C a 20°C en las cotas más altas de la región, mientras que los valores máximos aumentan 26°C a 27.1°C en Aculco, Polotitlán, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón, principalmente. Para el futuro lejano los valores mínimos aumentan 17.8°C a 20°C y reducen notablemente su extensión territorial, en tanto que los valores más altos continúan en Temascalcingo, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Villa del Carbón, extendiéndose a Jocotitlán, Atlacomulco, Acambay y Chapa de Mota con valores de 26°C a 27°C, mientras que en Aculco y Polotitlán alcanzan temperaturas máximas de 28.5°C.

Comparando la región Norte en sus tres escenarios, los cambios en los valores mínimos entre el futuro cercano, medio y lejano son de 15°C, 16.3°C y 17.8°C respectivamente, con una diferencia de 2.8°C; en cuanto a los valores máximos son de 25.7°C para el futuro cercano, 27.1°C para el futuro medio y 28.5°C para el futuro lejano, con una diferencia de 2.8°C.

Respecto a la región Centro las principales elevaciones son el Volcán Xinantécatl y la porción Sur de la Sierra de las Cruces, donde se encuentran valores mínimos en sus cotas más altas de 10.5°C a 14.8°C, respectivamente, para el futuro cercano; mientras que los valores máximos se ubican en el área central del Valle de Toluca y van de 21°C a 22.7°C.

En el escenario de futuro medio, los valores mínimos aumentan a 11.8°C en el cráter del Volcán Xinantécatl y 16°C en la Sierra de las Cruces, al mismo tiempo que reduce el espacio territorial que abarcan; mientras tanto en el Valle de Toluca aumentan las temperaturas y comienzan a aparecer valores máximos de 24°C a 24.2°C en Lerma y Capulhuac. En el futuro lejano la cima del Volcán Xinantécatl presenta temperaturas máximas de 13.2°C a 17.5°C mientras que los valores máximos se extienden a la zona Norte del Volcán y al Este del Valle de Toluca, con temperaturas máximas de 24°C a 25.8°C.

Comparando la región Centro en sus tres escenarios de clima futuro, los valores mínimos son de 10.5°C en el futuro cercano, 11.8°C en el medio y 13.2°C en el lejano, con una diferencia de 2.7°C; en contraste los valores máximos son de 22.7°C para el futuro cercano, 24.2°C para el medio y 25.8°C para el lejano, con diferencia de 3.1°C, lo que resulta en un cambio promedio de 2.9°C como temperaturas máximas para la región Centro.

Por último, la región Sur se caracteriza por tener relieve mayormente accidentado, además de ser la zona que presenta las temperaturas más altas del Estado, ya que ahí se identifican las cotas más bajas del territorio y conforme se va recorriendo en dirección N-S, las temperaturas van aumentando. En el escenario de futuro cercano, los valores mínimos se encuentran en la zona Norte de la región, al Sur del Volcán Xinantécatl en los municipios de Temascaltepec, Coatepec Harinas, Texcaltitlán y Villa Guerrero con temperaturas máximas de 15.6°C a 20°C; por otro lado, los valores máximos se ubican en Otzloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya y van de 34°C a 36.7°C.

Para el futuro medio los valores mínimos se encuentran en Temascaltepec, Coatepec Harinas y Villa Guerrero, pero en menor proporción y van de 16.6°C a 21°C, asimismo los valores máximos aumentan tanto en temperatura como en extensión territorial en los municipios mencionados para el futuro cercano, con temperaturas máximas de 35°C a 37.9°C. Respecto al futuro lejano los valores mínimos incrementan a un rango de 18.2°C a 22°C, mientras que la extensión de los valores máximos es aún mayor, alcanzando temperaturas de 37°C a 39.2°C en Otzloapan, Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya.

Comparando la región Sur en sus tres escenarios, los valores mínimos para futuro cercano, medio y lejano son de 15.6°C, 16.6°C y 18.2°C respectivamente, con una diferencia de 2.6°C; y los valores máximos son de 36.7°C para el futuro cercano, 37.9°C para el medio y 39.2°C para el lejano, con diferencia de 2.5°C. De lo anterior se obtiene un cambio promedio de temperaturas máximas de 2.55°C para la región Sur del Estado de México.

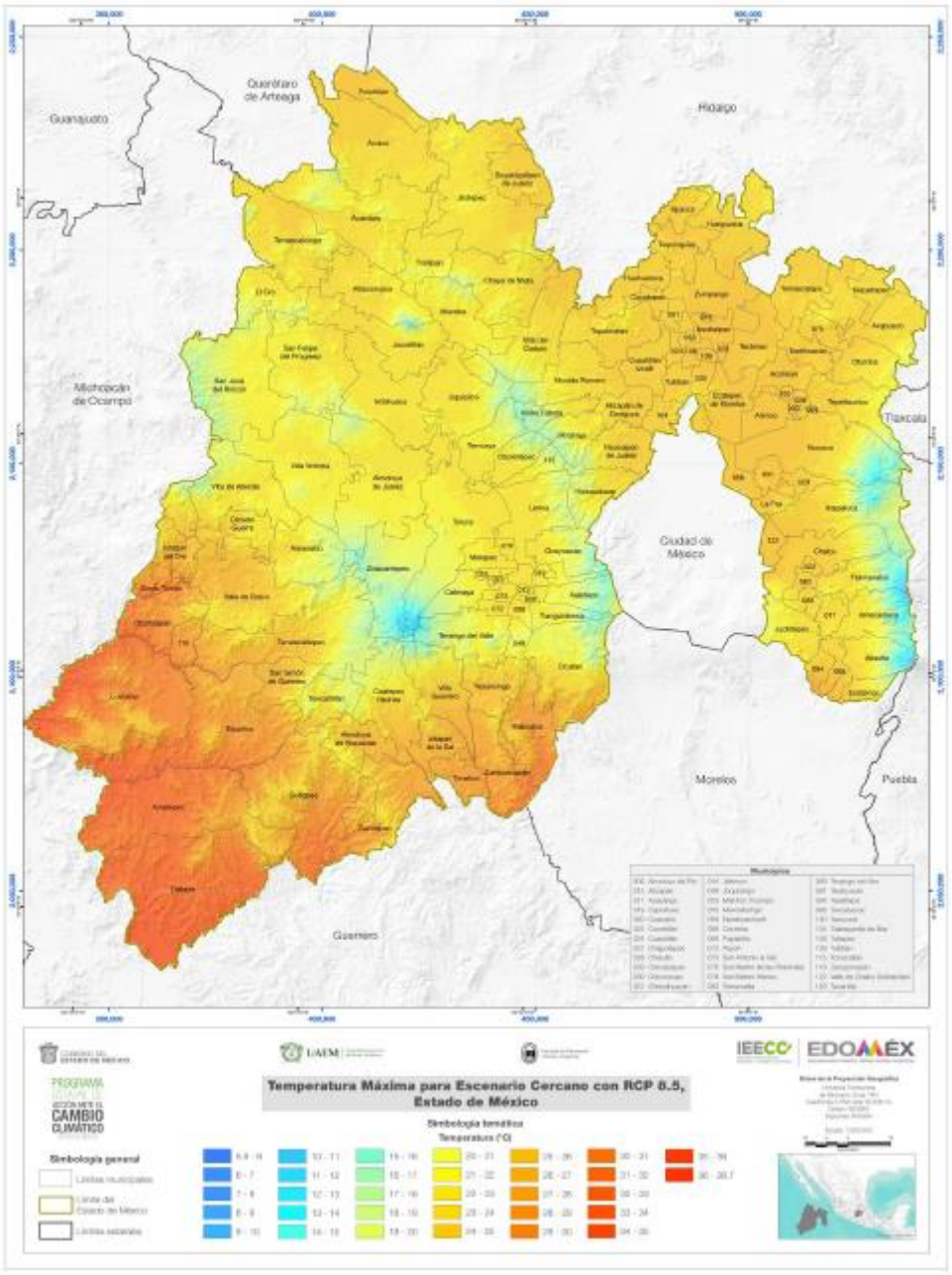


Figura 4.74. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Cercano con RCP 8.5.

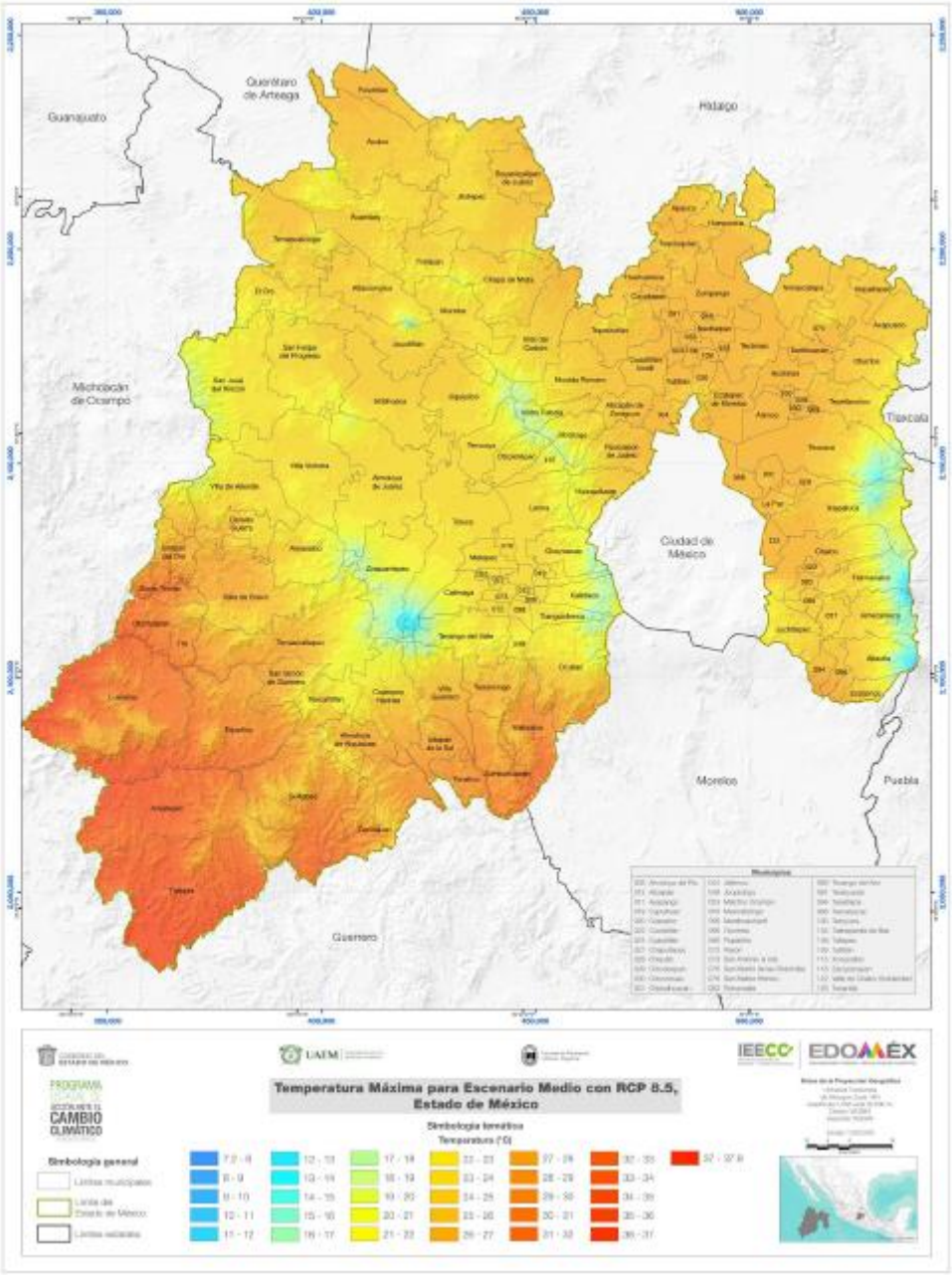


Figura 4.75. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Medio con RCP 8.5.

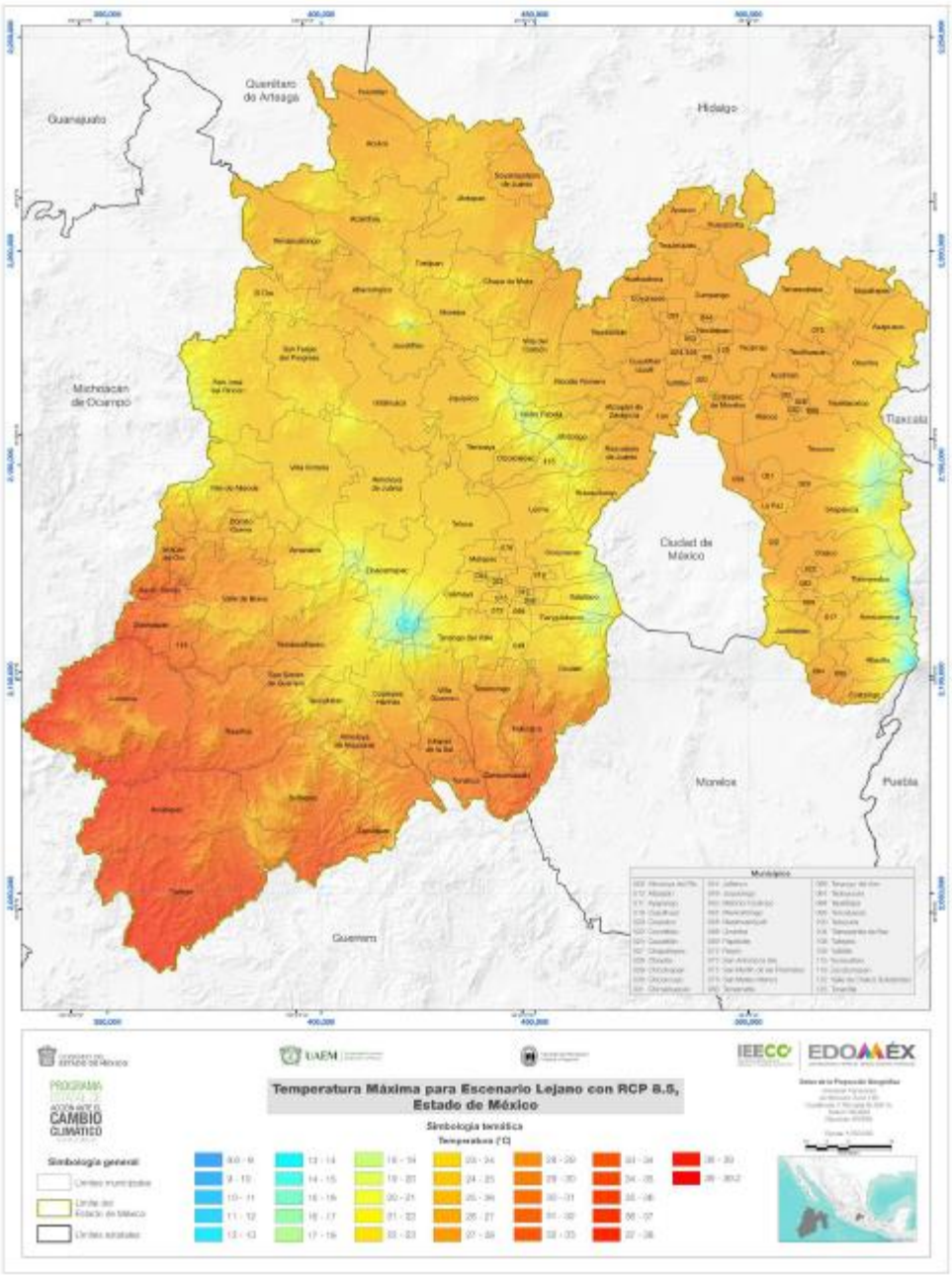


Figura 4.76. Mapa de Temperatura Máxima para Escenario Lejano con RCP 8.5.

4.4.10 Temperatura mínima para escenario RCP 8.5

Las temperaturas mínimas modeladas para los escenarios de futuro cercano, medio y lejano RCP 8.5, se distribuyen de manera similar a los escenarios de temperaturas máximas y medias en todo el Estado de México, debido al relieve tan variado del territorio y al nivel altitudinal, por lo que esta variable también tiende a aumentar en cada uno de los escenarios.

Para la región Este del Estado de México, el escenario de futuro cercano muestra los valores más bajos de las temperaturas mínimas en las cimas de los volcanes Popocatépetl e Iztaccíhuatl con -4.1°C y -3.9°C respectivamente, incrementando las temperaturas en los municipios que conforman la Zona Metropolitana del Valle de México y van de 8°C a 10°C, sin embargo, al Sur de Tepetlixpa, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo se alcanzarían temperaturas de 11°C a 12.3°C.

En el futuro medio los valores mínimos incrementan a -3.1°C en la cima del Popocatépetl y -2.9°C en la del Iztaccíhuatl, mientras las temperaturas en el Valle de México aumentan a un rango de 9°C a 11°C, los valores máximos continúan al Sur de Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla alcanzando los 13.3°C.

En el futuro lejano los valores mínimos aumentan a -1.7°C en el Popocatépetl y a -1.5°C en el Iztaccíhuatl; en cuanto a los valores altos se perciben principalmente el área circundante a la Ciudad de México resaltando los municipios de Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz, así como Tepetlixpa, Ozumba y Atlautla al Sur de la región, con temperaturas mínimas de 12°C a 14.8°C.

Comparando la región Este del Estado de México en sus tres escenarios de clima futuro, los cambios en los valores mínimos del escenario cercano al medio van de -4.1°C a -3.1°C, y del medio al lejano van de -3.1°C a -1.7°C con una diferencia de 2.4°C; los valores máximos van de 12.3°C a 13.3°C en el futuro cercano y medio respectivamente y de 13.3°C a 14.8°C del medio al lejano con una diferencia de 2.5°C. De lo anterior, se obtiene un incremento promedio de 2.45°C en temperaturas mínimas para esta región.

En la región Norte, los valores más bajos de temperaturas mínimas encontradas resaltan en las cotas más altas de las elevaciones; en el futuro cercano se ubican en la cima del Volcán Jocotitlán y van de 1°C en la cima hasta 5°C en las laderas; en cuanto a los valores máximos están determinados por un rango de 8°C a 9.2°C en los municipios de Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón. No obstante, como se puede observar, la región Norte en general presenta en su mayoría temperaturas de 6°C a 7°C.

En el futuro medio las temperaturas mínimas más bajas incrementan a un rango de 2°C a 6°C en el Volcán Jocotitlán y en la porción Norte de la Sierra de las Cruces, en tanto que los valores máximos aumentan de 8°C a 10.1°C en Temascalcingo, Acambay, Polotitlán, Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Chapa de Mota y Villa del Carbón, además de que las temperaturas de 6°C a 7°C prevalecen en la mayoría del territorio Norte del Estado.

Para el futuro lejano los valores mínimos reducen considerablemente su extensión y aumentan las temperaturas a un rango de 3.5°C a 8°C en las elevaciones de la región, en tanto que los valores más altos se extienden en los municipios de Temascalcingo, Acambay, Aculco, Polotitlán, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez, Chapa de Mota y Villa del Carbón con valores de 9°C a 11.6°C.

Comparando la región Norte en sus tres escenarios, los cambios en los valores mínimos entre el futuro cercano, medio y lejano son de 1°C, 2°C y 3.5°C respectivamente, con una diferencia de 2.5°C; en cuanto a los valores máximos van de 9.2°C, 10.1°C y 11.6°C con una diferencia de 2.4°C, lo que genera como cambio promedio de temperaturas mínimas de 2.45°C en esta región.

Respecto a la región Centro las principales elevaciones son el Volcán Xinantécatl y la porción Sur de la Sierra de las Cruces, sin embargo, las temperaturas mínimas más bajas se detectaron en la cima del Volcán con valores de -1°C en el cráter para el futuro cercano; los valores máximos se presentarían en la zona Norte y Este del Valle de Toluca con valores de 6°C a 7.6°C, esta última presentándose en la zona urbana de Toluca.

En el escenario de futuro medio, los valores mínimos muestran un incremento a 0.1°C en el cráter del volcán, en tanto que las temperaturas mínimas más altas se extienden en el Valle de Toluca con valores alrededor de los 7°C, resaltando la zona urbana de la capital del Estado con 8.7°C.

En el futuro lejano la cima del Volcán Xinantécatl presenta temperaturas mínimas de 1.6°C, mientras que los valores máximos se extienden en el Valle de Toluca, con temperaturas mínimas alrededor de los 8°C, sin embargo, el área urbana de Toluca continúa presentando las temperaturas mínimas más altas de la región Centro alcanzando los 10.2°C.

Comparando la región Centro en sus tres escenarios de clima futuro, los valores mínimos son de -1°C en el futuro cercano, 0.1°C en el medio y 1.6°C en el lejano, con una diferencia de 2.6°C; los valores máximos son de 7.6°C para el futuro cercano, 8.7°C para el medio y 10.2°C para el lejano, con una diferencia de 2.6°C.

Por último, la región Sur presenta las temperaturas más altas del Estado por tener los niveles altitudinales más bajos y conforme se va recorriendo en dirección N-S, las temperaturas van aumentando. En el escenario de futuro cercano, los valores mínimos se ubican en Temascaltepec, Texcaltitlán, Coatepec Harinas y Villa Guerrero, con temperaturas mínimas de 2.7°C a 6°C; por otro lado, los valores máximos se ubican en Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya y van de 20°C a 21.5°C.

Para el futuro medio los valores mínimos se ubican en Temascaltepec, Coatepec Harinas y Villa Guerrero, disminuyendo su extensión y van de 3.9°C a 7°C; asimismo los valores máximos incrementan y se extienden principalmente al Sur de Tlatlaya con temperaturas mínimas de hasta 22.6°C. Respecto al futuro lejano los valores mínimos incrementan 5.2°C a 8°C; por otro lado, los valores máximos se ubican en Luvianos, Tejupilco y Amatepec y van de 22.1°C a 23.2°C, sin embargo en Tlatlaya se alcanzan los 24.2°C.

Comparando la región Sur en sus tres escenarios, los valores mínimos para futuro cercano, medio y lejano son de 2.7°C, 3.9°C y 5.2°C respectivamente, con una diferencia de 2.5°C; y los valores máximos son de 21.5°C, 22.6°C y 24.2°C

respectivamente, con una diferencia de 2.7°C. De lo anterior se obtiene un cambio promedio de temperaturas mínimas de 2.6°C para la región Sur del Estado de México.

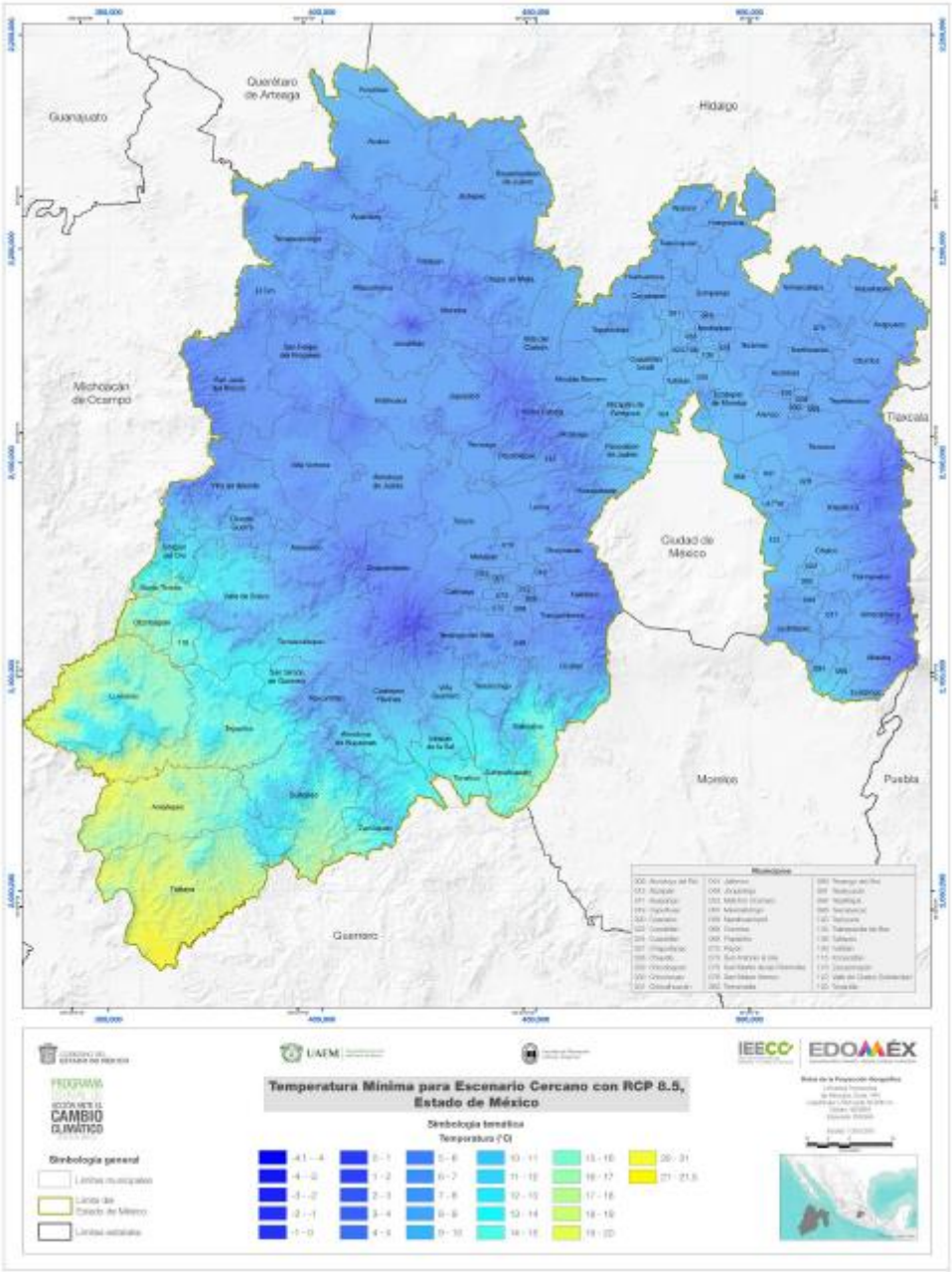


Figura 4.77. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Cercano con RCP 8.5.

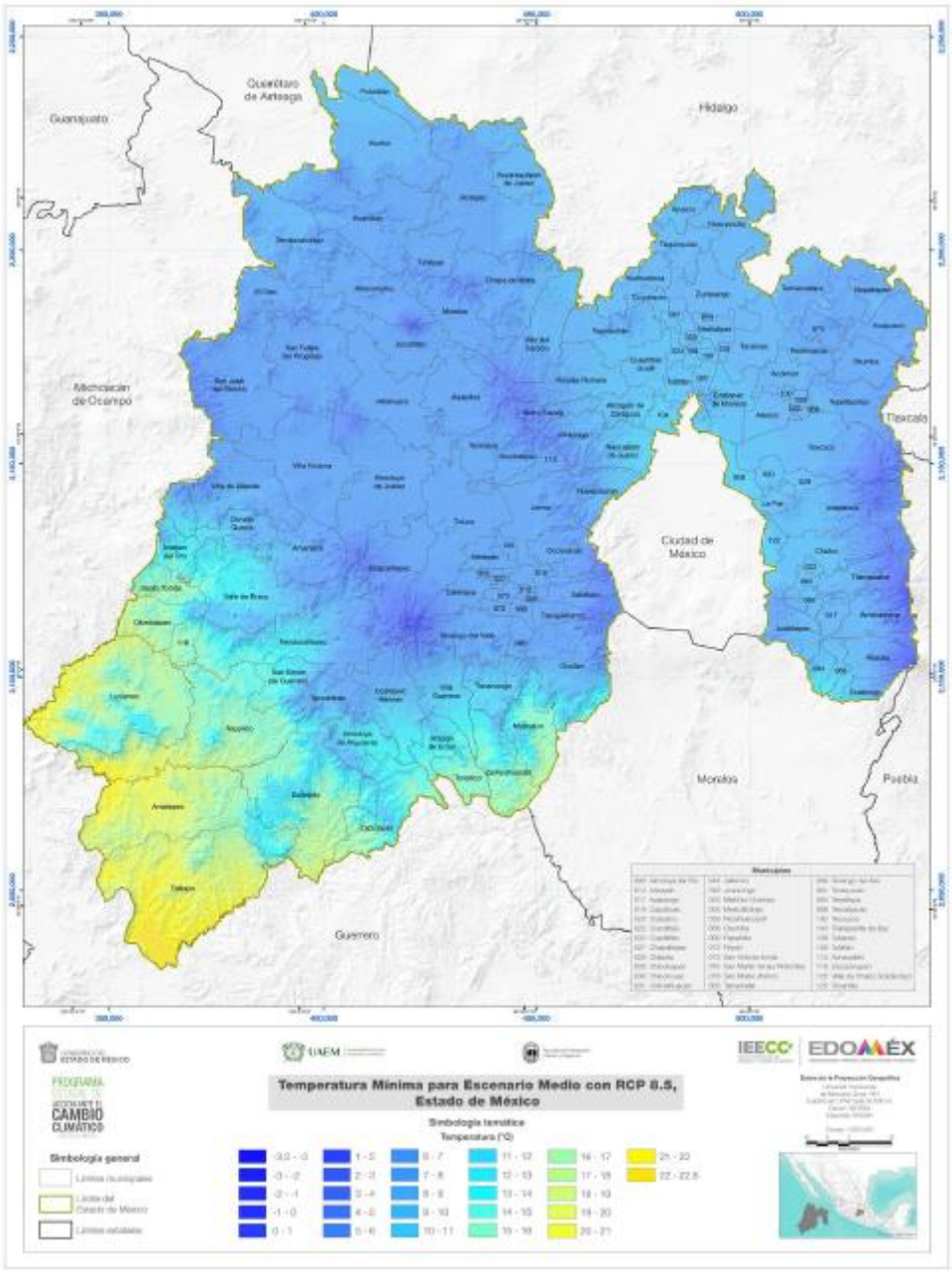


Figura 4.78. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Medio con RCP 8.5.

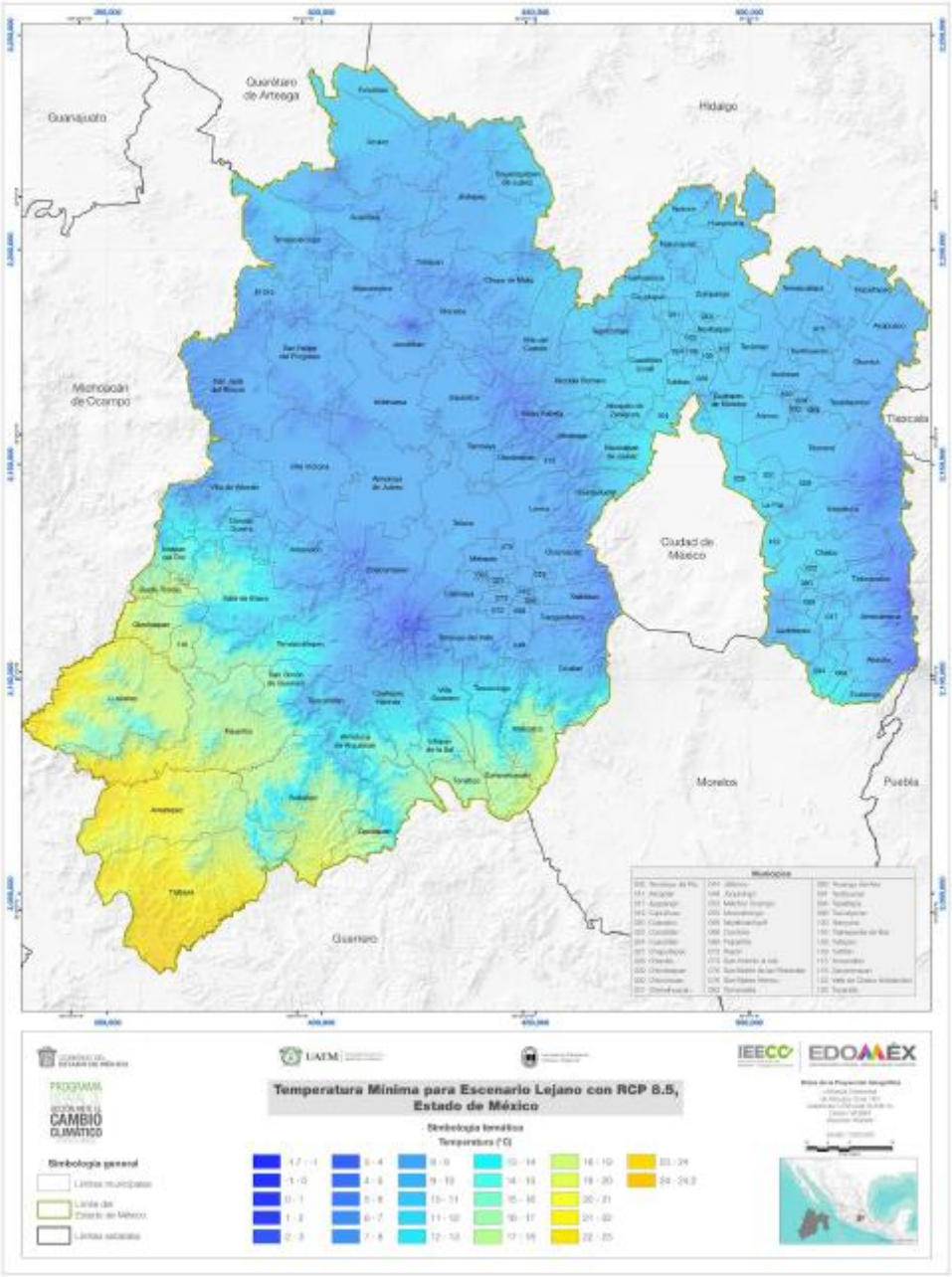


Figura 4.79. Mapa de Temperatura Mínima para Escenario Lejano con RCP 8.5.

4.5 Vulnerabilidad estatal ante las condiciones climáticas futuras

En este apartado se presenta un análisis que conjunta los sectores social, agrícola y pecuario en combinación con eventos hidrometeorológicos que pueden atenuar o incrementar el grado de la vulnerabilidad ante el Cambio Climático, de tal forma que el resultado muestra la vulnerabilidad actual y proyecta la futura de los sectores analizados.

Para este análisis se retoma la metodología de vulnerabilidad pecuaria, agrícola y social utilizada en el “Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México” (2016), mencionada en el apartado 4.2 del presente documento, en combinación con los horizontes cercano, medio y lejano, definidos por el IPCC (2018).

Inicialmente, se muestra el índice y grado de vulnerabilidad social actual a nivel municipal, haciendo énfasis en lugares con mayor y menor valor representado en tres categorías: alta, media y baja. La figura 4.80 presenta el porcentaje de municipios por categoría de vulnerabilidad, registrándose 20 con vulnerabilidad alta (22%); 94 con vulnerabilidad media (74%), y los 11 restantes con baja vulnerabilidad (4%).

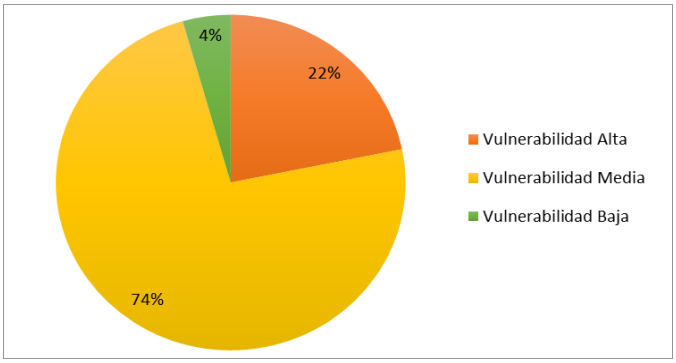


Figura 4.80 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad social
Fuente: Elaboración con base en el mapa de vulnerabilidad social actual

Los municipios con vulnerabilidad alta ocupan una superficie estatal de 3,734.99 km^2 y se encuentran dispersos en diferentes zonas del territorio, al Noroeste se identifican los municipios de Temascalcingo, San José del Rincón, Jocotitlán, Villa de Allende y Villa Victoria; al Sureste Ocuilan, Xalatlaco, Tianguistenco y Capulhuac; al Noreste Hueypoxtla, Temascalapa, Chiautla; y hacia el Centro se localiza el municipio de Otzolotepec.

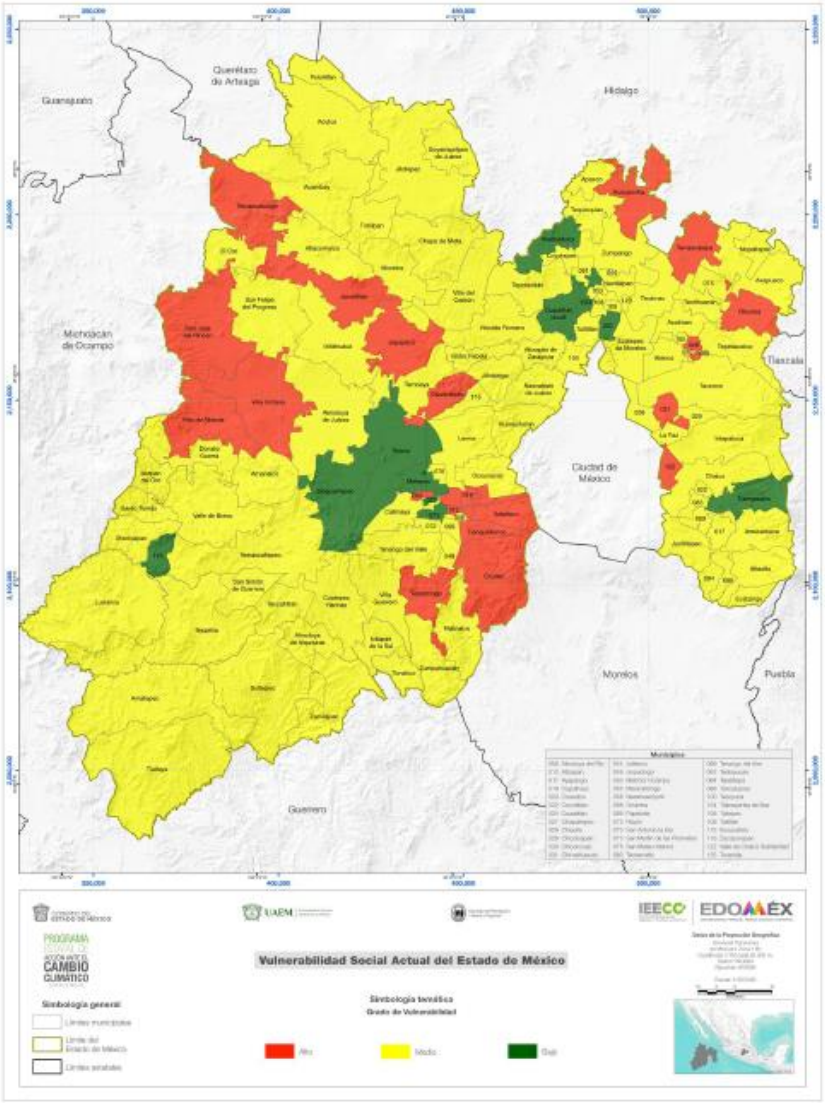


Figura 4.81. Mapa de vulnerabilidad social actual.

Tabla 4.4 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado alto de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Atizapán	0.2
Capulhuac	0.208
Chiautla	0.241
Chimalhuacán	0.208
Hueypoxtla	0.283
Xalatlaco	0.2
Jiquipilco	0.201
Jocotitlán	0.2
Mexicaltzingo	0.208
Ocuilan	0.21
Otumba	0.208
Otzolotepec	0.216
Temascalapa	0.216
Temascalcingo	0.216
Tenancingo	0.216
Tianguistenco	0.25
Villa de Allende	0.211
Villa Victoria	0.228
Valle de Chalco Solidaridad	0.208
San José del Rincón	0.23

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Algunos de los municipios con vulnerabilidad media son Acambay, Jilotepec, Polotitlán, Chapa de Mota, Soyaniquilpan de Juárez, El Oro, Atlacomulco, Tequixquiac, Apaxco, Zumpango, Tepotzotlán, Nicolás Romero, ubicados al Norte del Estado. Hacia el Sur se identifican los municipios de Sultepec, Coatepec Harinas, Tenango del Valle, Almoloya de Alquisiras, mientras que al Suroeste están Luvianos, Otzoloapan y Amatepec; asimismo, al Noreste y Sureste están los municipios de Texcoco, Atlautla, Juchitepec y Chalco. La superficie que ocupan los municipios con vulnerabilidad media es de 17,228.26 km^2.

Tabla 4.5 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	0.161667	**Juchitepec**	0.108333
Acolman	0.141667	**Lerma**	0.125
Aculco	0.17	**Malinalco**	0.176667
Almoloya de Alquisiras	0.135	**Melchor Ocampo**	0.141667
Almoloya de Juárez	0.176667	**Morelos**	0.168333
Almoloya del Río	0.158333	**Naucalpan de Juárez**	0.158333
Amanalco	0.151667	**Nezahualcóyotl**	0.158333
Amatepec	0.141667	**Nextlalpan**	0.166667
Amecameca	0.175	**Nicolás Romero**	0.141667
Apaxco	0.141667	**Nopaltepec**	0.15

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Atenco	0.175	**Ocoyoacac**	0.141667
Atizapán de Zaragoza	0.141667	**El Oro**	0.176667
Atlacomulco	0.133333	**Otzoloapan**	0.141667
Atlautla	0.143333	**Ozumba**	0.141667
Axapusco	0.183333	**Papalotla**	0.191667
Ayapango	0.175	**La Paz**	0.158333
Calimaya	0.141667	**Polotitlán**	0.141667
Coatepec Harinas	0.176667	**Rayón**	0.15
Cocotitlán	0.108333	**San Felipe del Progreso**	0.178333
Coyotepec	0.15	**San Martín de las Pirámides**	0.175
Chalco	0.191667	**San Mateo Atenco**	0.141667
Chapa de Mota	0.16	**San Simón de Guerrero**	0.135
Chicoloapan	0.141667	**Santo Tomás**	0.125
Chiconcuac	0.191667	**Soyaniquilpan de Juárez**	0.16
Donato Guerra	0.178333	**Sultepec**	0.186667
Ecatepec de Morelos	0.158333	**Tecámac**	0.125
Ecatzingo	0.188333	**Tejupilco**	0.141667
Huixquilucan	0.141667	**Temamatla**	0.125
Isidro Fabela	0.166667	**Temascaltepec**	0.135
Ixtapaluca	0.141667	**Temoaya**	0.176667
Ixtapan de la Sal	0.166667	**Tenango del Aire**	0.175
Ixtapan del Oro	0.135	**Tenango del Valle**	0.15
Ixtlahuaca	0.193333	**Teoloyucan**	0.191667
Jaltenco	0.158333	**Teotihuacán**	0.141667
Jilotepec	0.16	**Tepetlaoxtoc**	0.158333
Jilotzingo	0.175	**Tepetlixpa**	0.191667
Joquicingo	0.15	**Tepotzotlán**	0.125
Tequixquiac	0.158333	**Tultitlán**	0.158333
Texcaltitlán	0.151667	**Valle de Bravo**	0.175
Texcalyacac	0.108333	**Villa del Carbón**	0.151667
Texcoco	0.125	**Villa Guerrero**	0.166667
Tezoyuca	0.191667	**Xonacatlán**	0.158333
Timilpan	0.16	**Zacualpan**	0.135
Tlalnepantla de Baz	0.141667	**Zumpahuacán**	0.185
Tlatlaya	0.176667	**Zumpango**	0.141667
Tonatico	0.15	**Luvianos**	0.186667
Tultepec	0.158333	**Tonanitla**	0.166667

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Por su parte, los municipios identificados con vulnerabilidad baja son Zinacantepec y Toluca en la zona Centro del Estado, al Norte Cuautitlán Izcalli y Huehuetoca, al Sureste Tlalmanalco, mientras al Suroeste se encuentra el municipio de Zacazonapan. La superficie territorial que ocupan los municipios con vulnerabilidad baja es de 1,374.32 km^2.

Tabla 4.6 Índice de Vulnerabilidad Social para municipios con grado bajo de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Coacalco de Berriozábal	0.091667
Cuautitlán	0.075
Chapultepec	0.075
Huehuetoca	0.1
Metepec	0.075
San Antonio la Isla	0.058333
Tlalmanalco	0.075
Toluca	0.075
Zacazonapan	0.091667
Zinacantepec	0.091667
Cuautitlán Izcalli	0.075

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.1 Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro cercano (2015-2039)

El sector agrícola en la Entidad se distingue entre superficie sembrada y cosechada, por lo que el problema del aumento o disminución de la temperatura como efecto del Cambio Climático puede afectar o beneficiar a los cultivos, dependiendo del territorio en el que se encuentren.

La figura 4.82 muestra tres categorías de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, las cuales son alta, media y baja. El número de municipios con vulnerabilidad alta son 41 ocupando un 32%, mientras que hay 42 municipios con vulnerabilidad media y 42 con vulnerabilidad baja, representando el 34% cada uno. La figura 4.83 representa los grados de vulnerabilidad agrícola para el futuro cercano 2015-2039 por cambios de temperatura media.

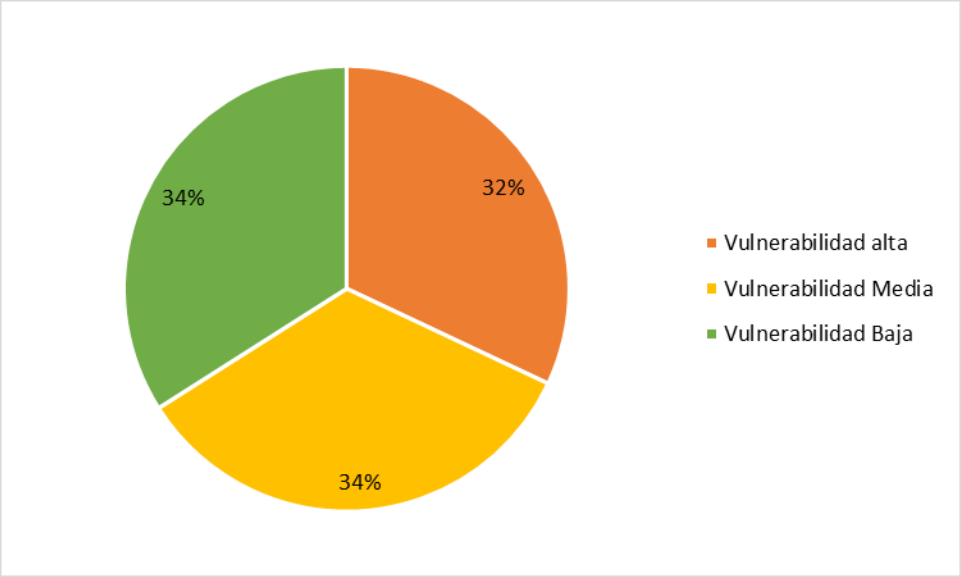


Figura 4.82 Porcentaje de municipios de los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro cercano.

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro cercano.

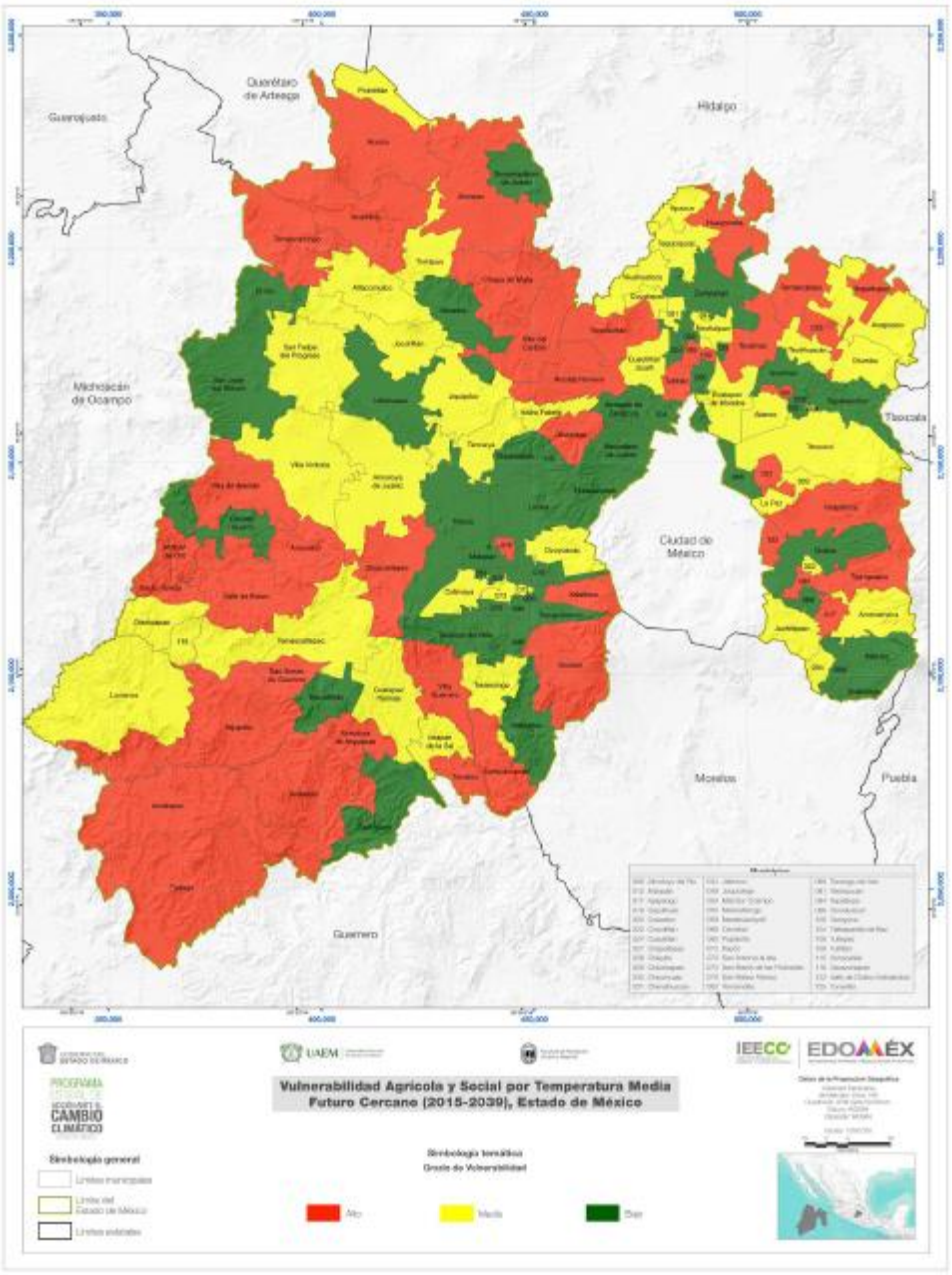


Figura 4.83. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro cercano.

Los municipios de vulnerabilidad alta que representan el 32% del total, se encuentran al Norte como Temascalcingo, Acambay, Aculco, Jilotepec, Chapa de Mota, Villa del Carbón, Tepotzotlán, Nicolás Romero y Jilotzingo; al Este están Hueypoxtla, Tultitlán, Tultepec, Tecámac, Temascalapa, San Martín de las Pirámides, Tezoyuca, Chimalhuacán, Nopaltepec, Ixtapaluca, Valle de Chalco Solidaridad, Temamatla, Tlalmanalco y Ayapango.

En la región Centro destacan los municipios de Villa de Allende, Ixtapan del Oro, Santo Tomas, Valle de Bravo, Amanalco, Zinacantepec, San Mateo Atenco y Xalatlaco; mientras que en la región Sur se encuentran los municipios de Tejupilco, San Simón de Guerrero, Amatepec, Tlatlaya, Sultepec, Almoloya de Alquisiras, Villa Guerrero, Tonatico, Zumpahuacán y Ocuilan. Los municipios que presentan el tipo de vulnerabilidad alta representan 9,918 km^2 del territorio estatal.

De acuerdo con el análisis de las variables de temperatura y precipitación, la resistencia de la producción bajo este escenario se verá afectada, debido a que en algunos casos se podría presentar menor disponibilidad de agua para los cultivos, además de que la temperatura muestra una tendencia de aumento.

Tabla 4.7. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado alto de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	39.70	**Nicolás Romero**	41.54
Aculco	41.24	**Nopaltepec**	36.56
Almoloya de Alquisiras	41.47	**Ocuilan**	41.53
Amanalco	40.03	**San Martín de las Pirámides**	41.54
Amatepec	46.59	**San Mateo Atenco**	38.72
Ayapango	36.39	**San Simón de Guerrero**	38.74
Chapa de Mota	38.80	**Santo Tomás**	46.14
Chimalhuacán	37.47	**Sultepec**	37.52
Hueypoxtla	44.04	**Tecámac**	35.65
Ixtapaluca	44.40	**Tejupilco**	35.49
Ixtapan del Oro	35.90	**Temamatla**	35.96
Xalatlaco	37.86	**Temascalapa**	41.85
Jilotepec	37.39	**Temascalcingo**	34.46
Jilotzingo	37.42	**Tepotzotlán**	41.14
Tezoyuca	42.33	**Villa de Allende**	48.84
Tlalmanalco	41.45	**Villa del Carbón**	61.43
Tlatlaya	39.87	**Villa Guerrero**	40.30
Tonatico	38.23	**Zinacantepec**	34.69
Tultepec	41.04	**Zumpahuacán**	44.41
Tultitlán	35.37	**Valle de Chalco Solidaridad**	40.12
Valle de Bravo	37.87		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con grado de vulnerabilidad media representan el 34% ocupando una superficie de 7,175.01 km^2 del territorio localizándose hacia el Norte Polotitlán, Timilpan Atlacomulco, San Felipe del Progreso, Jocotitlán, Jiquipilco e Isidro Fabela; al Este están Apaxco, Tequixquiac, Huehuetoca, Coyotepec, Teoloyucan, Jaltenco, Nextlalpan, Cuautitlán Izcalli, Teotihuacán, Ecatepec de Morelos, Atenco, Papalotla, Texcoco, Chicoloapan, La Paz, Cocotitlán, Juchitepec, Amecameca y Tepetlixpa.

Al Centro se encuentran Villa Victoria, Almoloya de Juárez, Ocoyoacac, Calimaya, San Antonio la Isla y Atizapán, mientras que al Sur están Otzoloapan, Zacazonapan, Luvianos, Temascaltepec, Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal y Tenancingo.

Para el caso de las zonas con vulnerabilidad agrícola media, las afectaciones a los cultivos agrícolas podrían impactar la producción, tomando en cuenta la tendencia de mantenerse la temperatura media para 2039 y de no tomar medidas de mitigación y adaptación en este sector apropiadas para las características particulares de cada cultivo y territorio.

Tabla 4.8 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Almoloya de Juárez	33.54	**Atlacomulco**	32.52
Amecameca	29.55	**Axapusco**	33.77
Apaxco	31.53	**Calimaya**	30.33

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Atenco	28.64	**Coatepec Harinas**	33.18
Atizapán	29.05	**Cocotitlán**	28.81
Coyotepec	29.41	**Polotitlán**	30.71
Chicoloapan	28.50	**San Antonio la Isla**	33.32
Ecatepec de Morelos	31.66	**San Felipe del Progreso**	34.38
Huehuetoca	28.80	**Temascaltepec**	34.45
Isidro Fabela	32.27	**Temoaya**	33.21
Ixtapan de la Sal	33.14	**Tenancingo**	30.97
Jaltenco	32.28	**Teoloyucan**	30.76
Jiquipilco	33.17	**Teotihuacán**	29.88
Jocotitlán	30.62	**Tepetlixpa**	29.10
Juchitepec	32.20	**Tequixquiac**	28.83
Nextlalpan	29.68	**Texcoco**	33.26
Ocoyoacac	29.05	**Timilpan**	31.43
Otumba	30.95	**Villa Victoria**	28.66
Otzoloapan	32.61	**Zacazonapan**	30.00
Papalotla	30.74	**Cuautitlán Izcalli**	30.98
La Paz	30.41	**Luvianos**	30.05

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con grado de vulnerabilidad bajo representan el 34% del territorio estatal ocupando una superficie de 5,244.49 km^2 localizándose hacia el Norte Soyaniquilpan de Juárez, El Oro, San José del Rincón, Ixtlahuaca y Morelos; del lado Este se localiza Atizapán de Zaragoza, Naucalpan de Juárez, Huixquilucan, Tlalnepantla de Baz, Zumpango, Cuautitlán, Melchor Ocampo, Tonanitla, Coacalco de Berriozábal, Acolman, Tepetlaoxtoc, Chiautla, Chiconcuac, Nezahualcóyotl, Chalco, Tenango del Aire, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo.

En la región Central se encuentran Donato Guerra, Toluca, Otzolotepec, Xonacatlán, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Chapultepec, Santiago Tianguistenco, Capulhuac, Almoloya del Río, Texcalyacac, Rayón, Tenango del Valle y Joquicingo; por último, del lado Sur se encuentran Texcaltitlán, Zacualpan y Malinalco.

Tabla 4.9 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media, futuro cercano por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	27.12	**Morelos**	28.00
Almoloya del Río	27.06	**Naucalpan de Juárez**	23.03
Atizapán de Zaragoza	27.72	**Nezahualcóyotl**	3.60
Atlautla	27.79	**El Oro**	28.16
Capulhuac	27.02	**Otzolotepec**	25.88
Coacalco de Berriozábal	2.20	**Ozumba**	25.89
Cuautitlán	2.73	**Rayón**	24.36

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Chalco	26.63	**Soyaniquilpan de Juárez**	25.97
Chapultepec	27.93	**Tenango del Aire**	25.54
Chiautla	26.48	**Tenango del Valle**	27.31
Chiconcuac	27.38	**Tepetlaoxtoc**	28.22
Donato Guerra	27.40	**Texcaltitlán**	27.46
Ecatzingo	25.91	**Texcalyacac**	25.62
Huixquilucan	26.80	**Tianguistenco**	28.22
Ixtlahuaca	26.98	**Tlalnepantla de Baz**	28.34
Joquicingo	26.01	**Toluca**	27.03
Lerma	25.49	**Xonacatlán**	27.76
Malinalco	26.95	**Zacualpan**	25.99
Melchor Ocampo	25.15	**Zumpango**	28.00
Metepec	25.11	**San José del Rincón**	24.02
Mexicaltzingo	22.98	**Tonanitla**	26.80

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.2 Vulnerabilidad agrícola social por temperatura media futuro medio (2045-2069)

Las figuras 4.84 y 4.85 de este escenario presentan tres categorías de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media las cuales son alta, media y baja. El número de municipios con vulnerabilidad alta son 41 distribuidos hacia el Norte, Noroeste, Sur y Suroeste del Estado, ocupando un 43% del total del territorio. Los municipios que presentan índice de vulnerabilidad media son 42, distribuidos principalmente en el Centro, Oeste y Noreste ocupando el 35%; y los 42 municipios restantes pertenecen a la categoría de vulnerabilidad baja ubicados al Sureste, Suroeste, Centro y Norte ocupando el 22% del total.

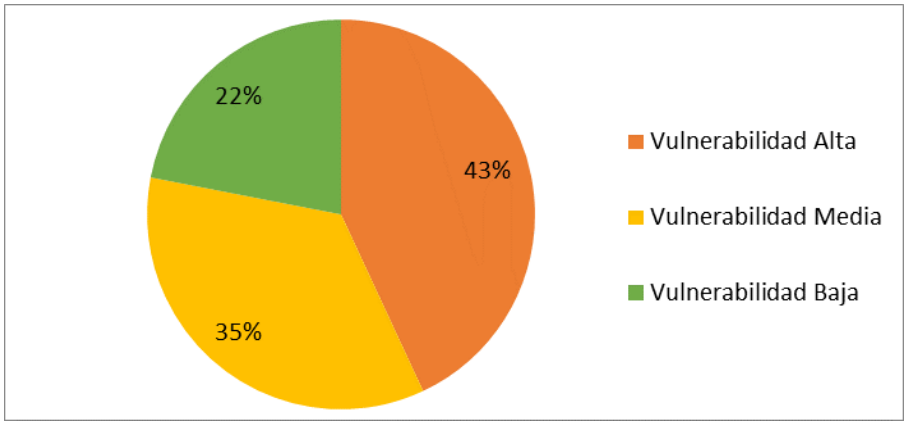


Figura 4.84 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro medio.

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio.

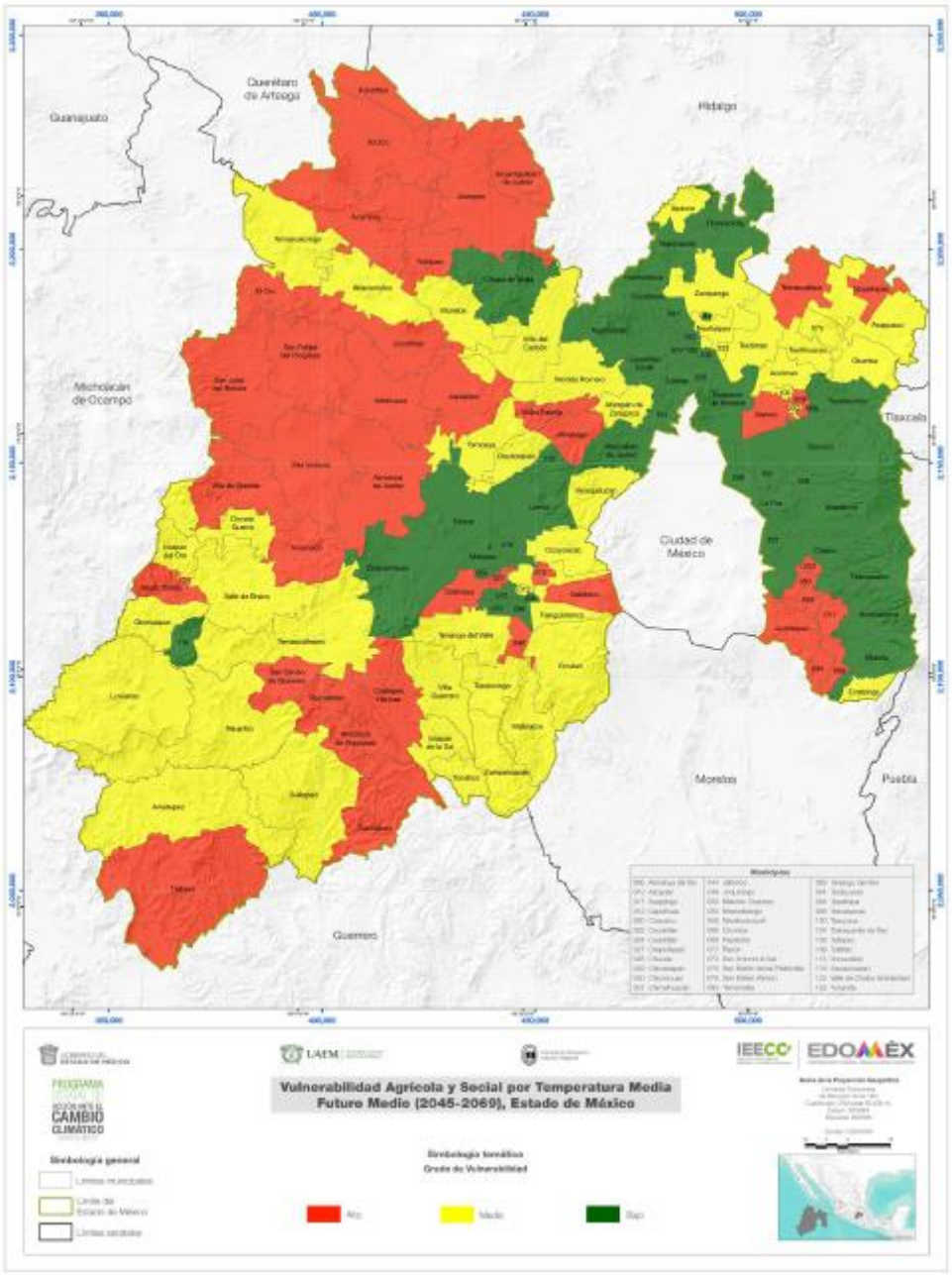


Figura 4.85. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio.

Los municipios con grado de vulnerabilidad alta ocupan una superficie territorial de 8,371.25 km^2 y algunos de los municipios están al Norte como Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Timilpan; al Noroeste Polotitlán, Aculco, Santo Tomás, Acambay, Amanalco, El Oro, San José del Rincón, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Villa Victoria y Villa de Allende; al Noreste Temascalapa, Nopaltepec, Atenco y Chiautla; al Sur Zacualpan, Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Texcaltitlán y San Simón de Guerrero; y al Sureste Xalatlaco, Calimaya, Chapultepec, Temamatla, Ayapango, Juchitepec y Tepetlixpa.

Tabla 4.10 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado alto de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	34.33846	**Juchitepec**	37.72463

Aculco	34.8162	**Nopaltepec**	41.23925
Almoloya de Alquisiras	30.78045	**Ozumba**	44.07851
Almoloya de Juárez	32.08348	**Polotitlán**	35.13499
Amanalco	32.36397	**San Felipe del Progreso**	36.53877
Atenco	30.83147	**San José del Rincón**	43.50704
Ayapango	48.13165	**San Simón de Guerrero**	33.65777
Calimaya	32.66019	**Santo Tomás**	30.95561
Capulhuac	31.89446	**Soyaniquilpan de Juárez**	31.03228
Chapultepec	30.70478	**Temamatla**	33.56189
Chiautla	32.05789	**Temascalapa**	44.70845
Coatepec Harinas	30.85261	**Tenango del Aire**	38.92635
Cocotitlán	30.7267	**Tepetlixpa**	41.68238
El Oro	33.93993	**Texcaltitlán**	33.80068
Isidro Fabela	43.69251	**Timilpan**	34.25874
Ixtlahuaca	30.33424	**Tlatlaya**	30.51519
Jilotepec	34.18245	**Villa de Allende**	34.98345
Jilotzingo	32.52858	**Villa Victoria**	37.97831
Jiquipilco	36.3694	**Xalatlaco**	36.95743
Jocotitlán	31.17513	**Zacualpan**	33.3568
Joquicingo	37.28071		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios que presentan vulnerabilidad media ocupan 9,062.38 km^2 de la superficie estatal, siendo algunos de estos Villa del Carbón y Nicolás Romero al Norte; hacia el Noroeste Temascalcingo y Atlacomulco; al Noreste Apaxco, Zumpango, Nextlalpan, Tecámac, Teotihuacán, Otumba, Axapusco y Acolman; al Sur Zumpahuacán, Tonatico, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Tenancingo, Villa Guerrero, Ocuilan y Tenango del Valle, mientras que en la región Suroeste están Luvianos, Amatepec, Tejupilco, Sultepec, Otzoloapan y Temascaltepec; y al Sureste Ecatzingo. Hacia la región Oeste se encuentran Donato Guerra, Valle de Bravo, Temascaltepec, Otzoloapan, Ixtapan del Oro y Tejupilco; al Este Ocoyoacac, Huixquilucan y Atizapán; y al Centro los municipios de Temoaya y Otzolotepec.

Tabla 4.11 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado medio de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	24.88902	**Otzoloapan**	25.54276
Amatepec	28.04125	**Otzolotepec**	24.98078
Apaxco	25.89798	**San Martín de las Pirámides**	28.58501
Atizapán	26.60813	**Sultepec**	29.13788
Atizapán de Zaragoza	30.32305	**Tecámac**	24.80179
Atlacomulco	27.16986	**Tejupilco**	25.74219
Axapusco	30.29509	**Temascalcingo**	29.5678
Chiconcuac	29.39432	**Temascaltepec**	30.16384
Donato Guerra	29.67981	**Temoaya**	29.28853
Ecatzingo	30.03644	**Tenancingo**	29.65237
Huixquilucan	27.28013	**Tenango del Valle**	29.20752
Ixtapan de la Sal	29.71507	**Teotihuacán**	28.80199
Ixtapan del Oro	29.16575	**Tezoyuca**	28.97034
Luvianos	28.94061	**Tianguistenco**	30.10055

Malinalco	24.41308	**Tonanitla**	29.9205
Morelos	28.5998	**Tonatico**	26.71532
Nextlalpan	28.37454	**Valle de Bravo**	24.43477
Nicolás Romero	27.78677	**Villa del Carbón**	27.10737
Ocoyoacac	24.39347	**Villa Guerrero**	29.89467
Ocuilan	28.66659	**Zumpahuacán**	29.93748
Otumba	28.50532	**Zumpango**	25.45488

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con grado de vulnerabilidad baja se encuentran al Norte en Chapa de Mota, Tepotzotlán, Huehuetoca y Coyotepec; al Noreste en Hueypoxtla, Tequixquiac, Cuautitlán, Tultitlán, Ecatepec de Morelos y Tepetlaoxtoc. En la región Suroeste en Zacazonapan y al Este y Sureste en Chalco, Texcoco, Atlautla, Amecameca, Tlalmanalco y Valle de Chalco Solidaridad; al Centro en Toluca, Zinacantepec, Lerma, Metepec, San Antonio La Isla y Naucalpan de Juárez; ocupando una superficie total de 4,903.94 km^2.

Los municipios que presentan esta categoría serán los menos propensos a los cambios bruscos de temperatura, sin embargo, se debe prestar atención a ciertos cultivos que podrían verse en riesgo a pesar de la baja vulnerabilidad.

Tabla 4.12 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro medio para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Almoloya del Río	20.09238	**Naucalpan de Juárez**	16.04632
Amecameca	21.95383	**Nezahualcóyotl**	0.168013
Atlautla	24.07094	**Papalotla**	19.42639
Chalco	18.59555	**Rayón**	20.68039
Chapa de Mota	24.35142	**San Antonio la Isla**	18.34437
Chicoloapan	18.37028	**San Mateo Atenco**	19.41807
Chimalhuacán	11.04519	**Teoloyucan**	23.0218
Coacalco de Berriozábal	2.534951	**Tepetlaoxtoc**	21.87187
Coyotepec	21.41931	**Tepotzotlán**	19.12963
Cuautitlán	15.62901	**Tequixquiac**	22.10341
Cuautitlán Izcalli	16.98266	**Texcalyacac**	14.02135
Ecatepec de Morelos	11.51703	**Texcoco**	15.83736
Huehuetoca	18.38451	**Tlalmanalco**	23.36757
Hueypoxtla	23.46191	**Tlalnepantla de Baz**	10.02599
Ixtapaluca	12.50604	**Toluca**	17.83063
Jaltenco	12.70089	**Tultepec**	23.96486
La Paz	7.678478	**Tultitlán**	14.21248
Lerma	21.44846	**Valle de Chalco Solidaridad**	16.1092
Melchor Ocampo	9.845459	**Xonacatlán**	23.08296
Metepec	21.88397	**Zacazonapan**	21.28043
Mexicaltzingo	22.12744	**Zinacantepec**	21.15433

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.3 Vulnerabilidad agrícola social por temperatura media futuro lejano (2075-2099)

En las figuras 4.86 y 4.87 se visualizan los municipios con vulnerabilidad agrícola por temperatura media en un futuro lejano para 2099, en el cual se obtuvieron tres categorías: alta, media y baja. El número de municipios con vulnerabilidad alta son 41 representando 32% de del territorio; los que presentan vulnerabilidad media son 42 que son el 34% del total, mientras que los 42 municipios restantes pertenecen a la categoría de vulnerabilidad baja ocupando así un 34% del total de la Entidad.

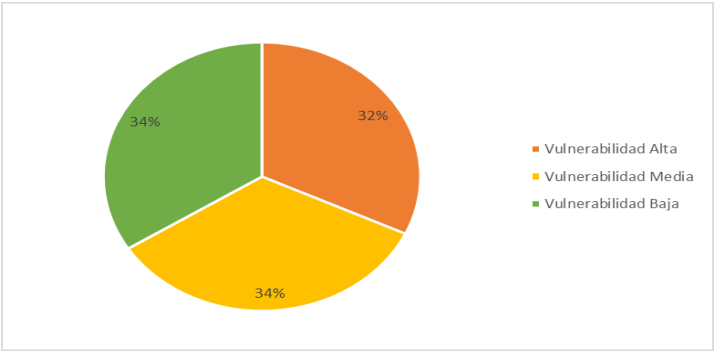


Figura 4.86 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por temperatura media futuro lejano

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano.

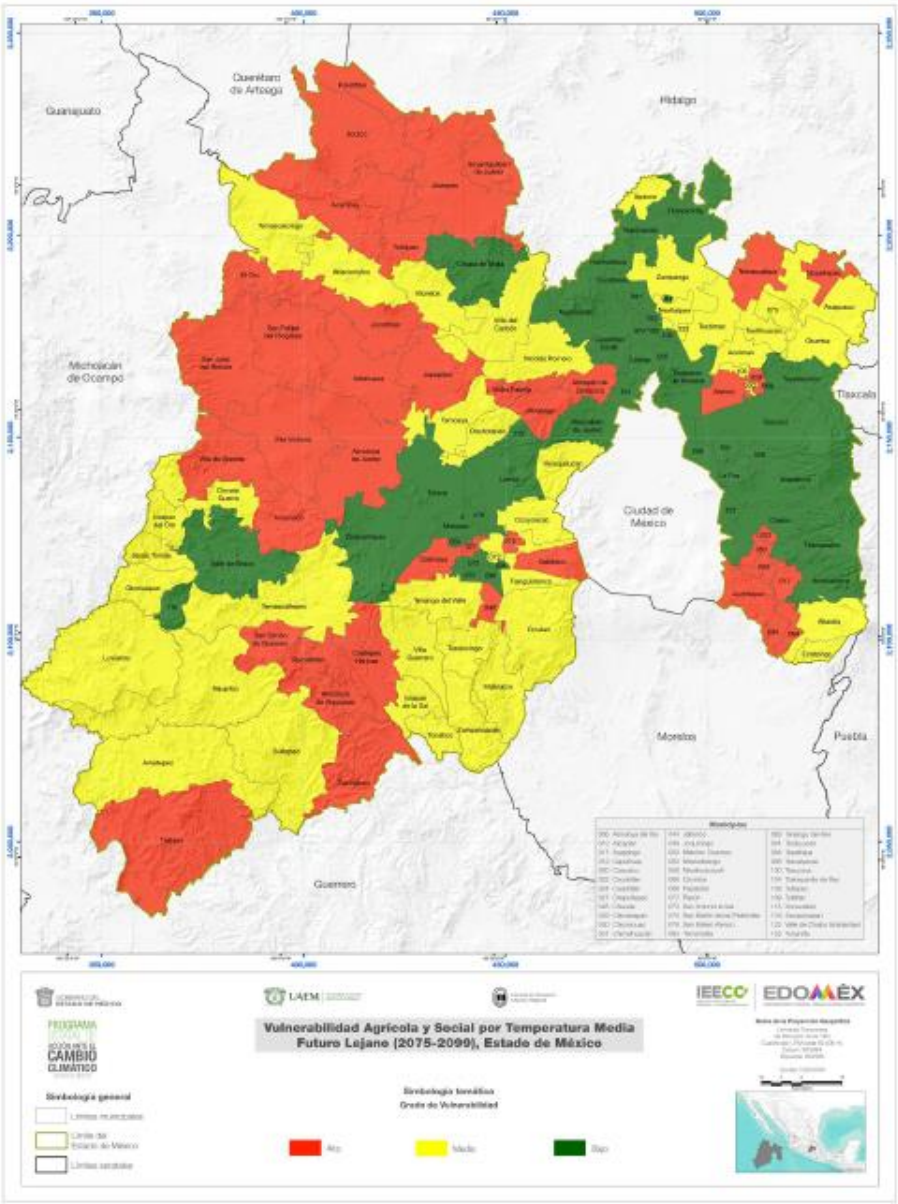


Figura 4.87. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano.

Los municipios de vulnerabilidad alta ocupan 8,360.02 km^2 distribuidos al Norte en Aculco, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Timilpan; al Noroeste en El Oro, Acambay, Ixtlahuaca, San José del Rincón, San Felipe del Progreso y Villa Victoria; al Noreste en Temascalapa y Nopaltepec, Atenco y Chiautla; al Sur en Texcaltitlán, Zacualpan, Coatepec Harinas, Texcaltitlán y Almoloya de Alquisiras; al Suroeste en Tlatlaya, al Sureste en Juchitepec, Ayapango, Tepetlixpa y Temamatla. Dentro de la región Oeste en Villa de Allende y Amanalco; en la región Centro Xalatlaco, Texcalyacac, Calimaya y Almoloya de Juárez.

Tabla 4.13 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado alto de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	35.50	Joquicingo	38.21
Aculco	35.90	Juchitepec	38.86
Almoloya de Alquisiras	31.72	Nopaltepec	42.59
Almoloya de Juárez	32.73	Ozumba	45.24
Amanalco	32.69	Polotitlán	36.20
Atenco	31.45	San Felipe del Progreso	37.19
Atizapán de Zaragoza	31.68	San José del Rincón	44.36
Ayapango	49.34	San Simón de Guerrero	34.62
Calimaya	33.54	Soyaniquilpan de Juárez	31.51
Capulhuac	33.44	Temamatla	34.21
Chapultepec	31.57	Temascalapa	45.98
Chiautla	32.63	Tenango del Aire	39.83
Coatepec Harinas	31.79	Tepetlixpa	42.85
Cocotitlán	31.49	Texcaltitlán	34.24
El Oro	35.09	Timilpan	34.73
Isidro Fabela	44.53	Tlatlaya	31.19
Ixtlahuaca	31.58	Villa de Allende	35.51
Jilotepec	34.67	Villa Victoria	38.61
Jilotzingo	33.05	Xalatlaco	37.81
Jiquipilco	36.93	Zacualpan	34.30
Jocotitlán	32.47		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios en los que se presentó vulnerabilidad media ocupan 8,840.52 km^2 de superficie, encontrándose en municipios como Villa del Carbón y Nicolás Romero al Norte; hacia la región Noroeste en Temascalcingo y Atlacomulco; en la región Noreste en Apaxco, Zumpango, Nextlalpan, Tecámac, Teotihuacán, Otumba, Axapusco y Acolman.

En la región Sur se localizan los municipios de Zumpahuacán, Tonatico, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Tenancingo, Villa Guerrero, Ocuilan y Tenango del Valle; al Suroeste en Luvianos, Amatepec, Tejupilco, Sultepec, Otzoloapan, Temascaltepec; al Sureste Ecatzingo y Atlautla. Hacia la región Oeste están Donato Guerra, Otzoloapan e Ixtapan del Oro, al Centro en Ocoyoacac, Huixquilucan, Atizapán, Temoaya y Otzolotepec.

Tabla 4.14 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	26.08	Otzoloapan	26.24
Amatepec	28.69	Otzolotepec	25.34
Apaxco	26.32	San Martín de las Pirámides	29.20

Atizapán	27.22	**Santo Tomás**	31.08
Atlacomulco	28.33	**Sultepec**	29.88
Atlautla	24.69	**Tecámac**	25.37
Axapusco	30.96	**Tejupilco**	25.83
Chiconcuac	30.06	**Temascalcingo**	30.05
Donato Guerra	30.64	**Temascaltepec**	31.02
Ecatzingo	30.74	**Temoaya**	29.77
Huixquilucan	28.57	**Tenancingo**	30.70
Ixtapan de la Sal	30.09	**Tenango del Valle**	29.98
Ixtapan del Oro	29.30	**Teotihuacán**	29.45
Luvianos	29.02	**Tezoyuca**	29.65
Malinalco	24.65	**Tianguistenco**	30.82
Morelos	29.14	**Tonanitla**	30.40
Nextlalpan	28.98	**Tonatico**	27.05
Nicolás Romero	28.48	**Villa del Carbón**	27.42
Ocoyoacac	24.97	**Villa Guerrero**	30.20
Ocuilan	28.92	**Zumpahuacán**	30.12
Otumba	29.15	**Zumpango**	26.61

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con grado de vulnerabilidad baja ocupan 5,137.02 km^2 encontrándose al Norte en Chapa de Mota, Tepotzotlán, Huehuetoca y Coyotepec; hacia la región Noreste en Hueypoxtla, Tequixquiac, Cuautitlán, Tultitlán, Ecatepec de Morelos, Tepetlaoxtoc y Tlalnepantla de Baz; en la región Suroeste en Zacazonapan y Valle de Bravo; al Este y Sureste en Naucalpan de Juárez, Chalco, Texcoco, Amecameca, Tlalmanalco, Valle de Chalco Solidaridad, Ixtapaluca, Chimalhuacán, La Paz y Nezahualcóyotl; y en el centro en los municipios de Toluca, Zinacantepec, Lerma, Metepec y San Antonio la Isla.

Tabla 4.15 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por temperatura media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Almoloya del Río	20.50	**Nezahualcóyotl**	0.17
Amecameca	22.45	**Papalotla**	20.03
Chalco	19.62	**Rayón**	21.00
Chapa de Mota	24.65	**San Antonio la Isla**	18.74
Chicoloapan	18.74	**San Mateo Atenco**	19.93
Chimalhuacán	11.68	**Teoloyucan**	23.47
Coacalco de Berriozábal	2.62	**Tepetlaoxtoc**	22.79
Coyotepec	22.46	**Tepotzotlán**	19.41
Cuautitlán	16.11	**Tequixquiac**	22.52
Cuautitlán Izcalli	17.20	**Texcalyacac**	14.20
Ecatepec de Morelos	12.20	**Texcoco**	16.75
Huehuetoca	18.64	**Tlalmanalco**	23.92

Hueypoxtla	24.59	**Tlalnepantla de Baz**	10.61
Ixtapaluca	13.35	**Toluca**	18.26
Jaltenco	12.79	**Tultepec**	24.53
La Paz	8.29	**Tultitlán**	14.43
Lerma	21.75	**Valle de Bravo**	24.65
Melchor Ocampo	10.08	**Valle de Chalco Solidaridad**	16.91
Metepec	23.06	**Xonacatlán**	23.52
Mexicaltzingo	22.75	**Zacazonapan**	21.41
Naucalpan de Juárez	16.44	**Zinacantepec**	21.60

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.4 Vulnerabilidad agrícola social por precipitación media futuro cercano (2015-2039)

De acuerdo con la FAO los países necesitan conocimientos sobre la vulnerabilidad de sus sistemas de alimentación, sociedades, economías nacionales ante los efectos actuales y futuros de vulnerabilidad de climas y Cambio Climático, por ello es importante analizar la vulnerabilidad agrícola y social por efectos de la precipitación para el futuro cercano (2015-2039), con el fin de identificar a nivel municipal la relación entre la precipitación y el sistema agrícola en el Estado de México, y así seleccionar los mecanismos más adecuados de adaptación y mitigación en zonas con mayor vulnerabilidad.

Las figuras 4.88 y 4.89 muestran tres categorías de grados de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación, alta, media y baja. El número de municipios con vulnerabilidad alta son 41, distribuidos principalmente hacia el Sur y Sureste, (32.8%); 42 presentan grado de vulnerabilidad media (33.6%) ubicados hacia el Norte y Centro principalmente; los 42 municipios restantes presentan índice de vulnerabilidad baja, distribuidos al Noreste (33.6%).

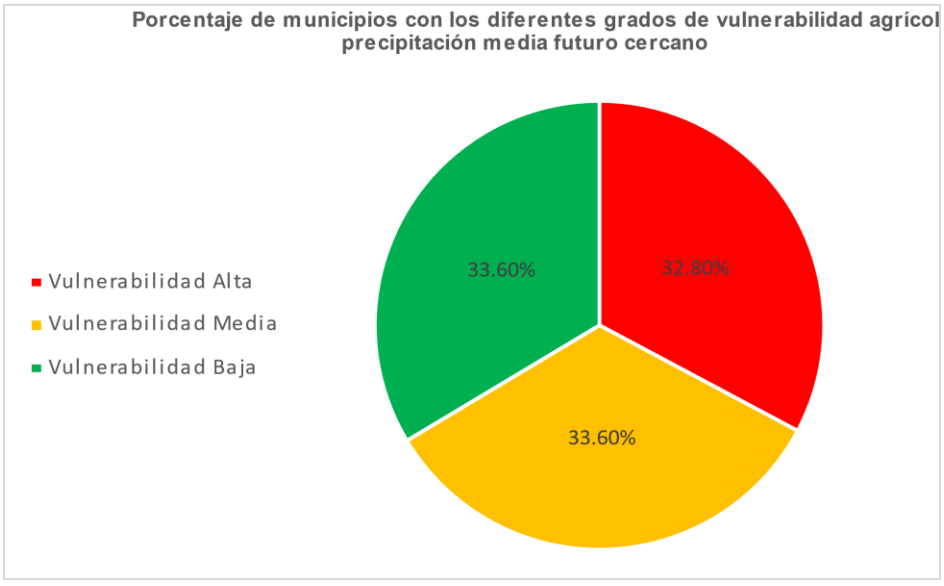


Figura 4.88 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola por precipitación media futuro cercano

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano

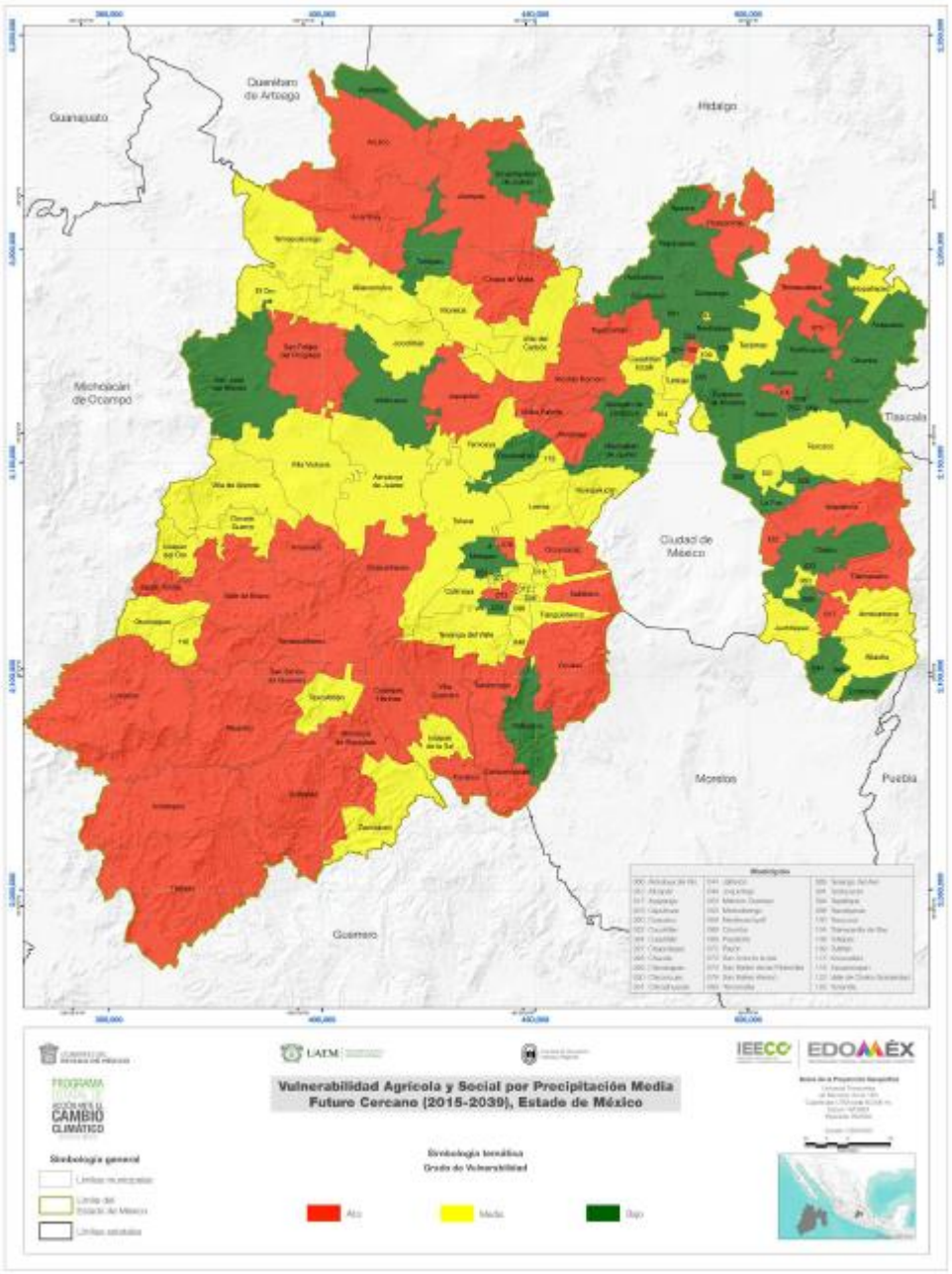


Figura 4.89. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano.

De acuerdo con las categorías obtenidas, el grado de vulnerabilidad alto se presenta en 41 municipios, abarcando 32% del territorio, mientras que el grado de vulnerabilidad medio y bajo se muestra en 42 municipios respectivamente, representando el 34% cada uno.

Los municipios con grado de vulnerabilidad alto son susceptibles a tener menor cantidad de lluvia, considerando una precipitación media de 104.01 mm. Como consecuencia podría haber menos producción para el sector agrícola, debido a la baja disponibilidad de agua y por lo tanto sus superficies sembradas y cultivadas sufrirían repercusiones negativas. La superficie de territorio en esta categoría es de 11,065.72 km^2, y se presenta en municipios como Aculco, Jilotepec, Acambay, Chapa de Mota, San Felipe del Progreso, Jiquipilco, Tepotzotlán, Nicolás Romero, Isidro Fabela, Jilotzingo y Amanalco al Norte; en el Centro en Ocoyoacac, San Mateo Atenco, San Antonio la Isla, Xalatlaco y Zinacantepec; al Sur en Santo Tomás,

Valle de Bravo, Temascaltepec, Luvianos, Tejupilco, San Simón de Guerrero, Amatepec, Tlatlaya, Sultepec, Almoloya de Alquisiras, Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Tenancingo, Ocuilan, Tonatico y Zumpahuacán; y al Este en Tultepec, Hueypoxtla, Temascalapa, Tezoyuca, San Martín de las Pirámides, Valle de Chalco Solidaridad, Ixtapaluca, Tlalmanalco y Ayapango.

Tabla 4.16 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado alto de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	43.50	**San Mateo Atenco**	47.27
Aculco	43.85	**San Simón de Guerrero**	46.89
Almoloya de Alquisiras	44.38	**Santo Tomás**	45.58
Amanalco	47.15	**Sultepec**	58.70
Amatepec	53.50	**Tejupilco**	45.48
Ayapango	38.61	**Temascalapa**	40.26
Coatepec Harinas	41.32	**Temascaltepec**	43.56
Chapa de Mota	43.25	**Tenancingo**	44.75
Hueypoxtla	41.73	**Tepotzotlán**	41.41
Isidro Fabela	46.66	**Tezoyuca**	40.65
Ixtapaluca	43.82	**Tlalmanalco**	46.38
Xalatlaco	44.26	**Tlatlaya**	42.02
Jilotepec	39.13	**Tonatico**	40.69
Jilotzingo	46.47	**Tultepec**	40.74
Jiquipilco	38.69	**Valle de Bravo**	45.38
Nicolás Romero	47.36	**Villa Guerrero**	48.14
Ocoyoacac	41.68	**Zinacantepec**	44.00
Ocuilan	52.37	**Zumpahuacán**	49.90
San Antonio la Isla	39.89	**Valle de Chalco Solidaridad**	40.59
San Felipe del Progreso	40.83	**Luvianos**	39.48
San Martín de las Pirámides	40.84		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

El grado de vulnerabilidad media agrícola social por precipitación media ocupa una superficie de 6,949.10 km^2. En esta categoría los municipios con índices de vulnerabilidad más altos son Temoaya, Ixtapan del Oro, Almoloya de Juárez, Toluca, Zacualpan, Ixtapan de la Sal, Temascalcingo, Tlalnepantla de Baz, Villa del Carbón y Xonacatlán.

Tabla 4.17 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Almoloya de Juárez	37.97	**El Oro**	33.40
Almoloya del Río	34.03	**Otzoloapan**	32.35

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Amecameca	33.76	**Tecámac**	33.19
Atizapán	35.47	**Temamatla**	35.46
Atlacomulco	35.61	**Temascalcingo**	36.61
Atlautla	32.84	**Temoaya**	38.29
Calimaya	34.96	**Tenango del Valle**	33.49
Capulhuac	34.34	**Texcaltitlán**	34.42
Chapultepec	33.91	**Texcalyacac**	32.40
Chimalhuacán	35.45	**Texcoco**	31.90
Donato Guerra	34.05	**Tianguistenco**	34.60
Huixquilucan	35.17	**Tlalnepantla de Baz**	36.43
Ixtapan de la Sal	36.77	**Toluca**	37.33
Ixtapan del Oro	38.21	**Tultitlán**	34.44
Jaltenco	35.30	**Villa de Allende**	34.87
Jocotitlán	34.36	**Villa del Carbón**	36.38
Joquicingo	32.02	**Villa Victoria**	35.37
Juchitepec	32.73	**Xonacatlán**	36.05
Lerma	33.05	**Zacazonapan**	33.49
Morelos	33.29	**Zacualpan**	37.25
Nopaltepec	35.26	**Cuautitlán Izcalli**	35.58

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

El grado de vulnerabilidad bajo ocupa una superficie de 4,322.75 km^2, destacando los municipios de Axapusco, Tepetlixpa, Otzolotepec, Teotihuacán, Ecatzingo, Otumba, Papalotla, San José del Rincón, Polotitlán, Teoloyucan y Timilpan, por mencionar algunos.

Tabla 4.18 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro cercano por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	25.43	**Naucalpan de Juárez**	24.71
Apaxco	29.08	**Nezahualcóyotl**	3.60
Atenco	26.72	**Nextlalpan**	27.53
Atizapán de Zaragoza	27.91	**Otumba**	30.85
Axapusco	31.86	**Otzolotepec**	31.40
Coacalco de Berriozábal	2.20	**Ozumba**	29.90
Cocotitlán	26.13	**Papalotla**	30.69
Coyotepec	28.71	**La Paz**	29.28
Cuautitlán	2.73	**Polotitlán**	30.49

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Chalco	25.86	**Rayón**	26.78
Chiautla	26.33	**Soyaniquilpan de Juárez**	28.59
Chicoloapan	27.23	**Tenango del Aire**	27.57
Chiconcuac	26.60	**Teoloyucan**	30.15
Ecatepec de Morelos	29.97	**Teotihuacán**	31.14
Ecatzingo	30.99	**Tepetlaoxtoc**	28.04
Huehuetoca	29.64	**Tepetlixpa**	31.70
Ixtlahuaca	28.66	**Tequixquiac**	28.11
Malinalco	29.24	**Timilpan**	30.02
Melchor Ocampo	25.15	**Zumpango**	26.97
Metepec	29.27	**San José del Rincón**	30.57
Mexicaltzingo	24.62	**Tonanitla**	25.10

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.5 Vulnerabilidad agrícola social por precipitación media futuro medio (2045-2069)

Los países necesitan conocimientos sobre la vulnerabilidad ante los efectos actuales y futuros de vulnerabilidad y Cambio Climático, por ello es importante analizar la vulnerabilidad agrícola y social por precipitación para el futuro medio (2045-2069) a nivel local. En este escenario, en comparación con el de futuro cercano, la superficie del grado de vulnerabilidad alto disminuye ligeramente.

Las figuras 4.90 y 4.91 muestra las categorías de vulnerabilidad agrícola y social alta, media y baja. El número de municipios con vulnerabilidad alta y media son 41 respectivamente, representando el 32% cada uno; en cuanto a la vulnerabilidad baja se encuentra en 43 municipios que representan aproximadamente el 36% del territorio.

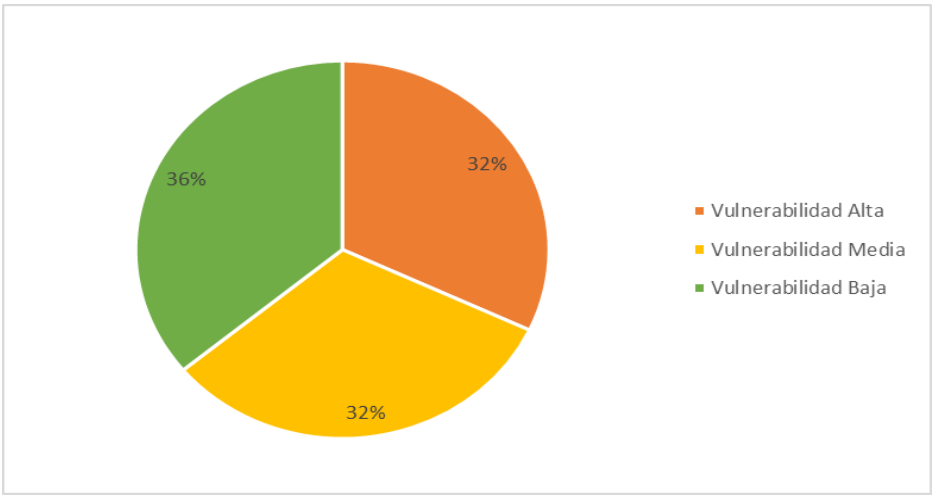


Figura 4.90 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio.

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio.

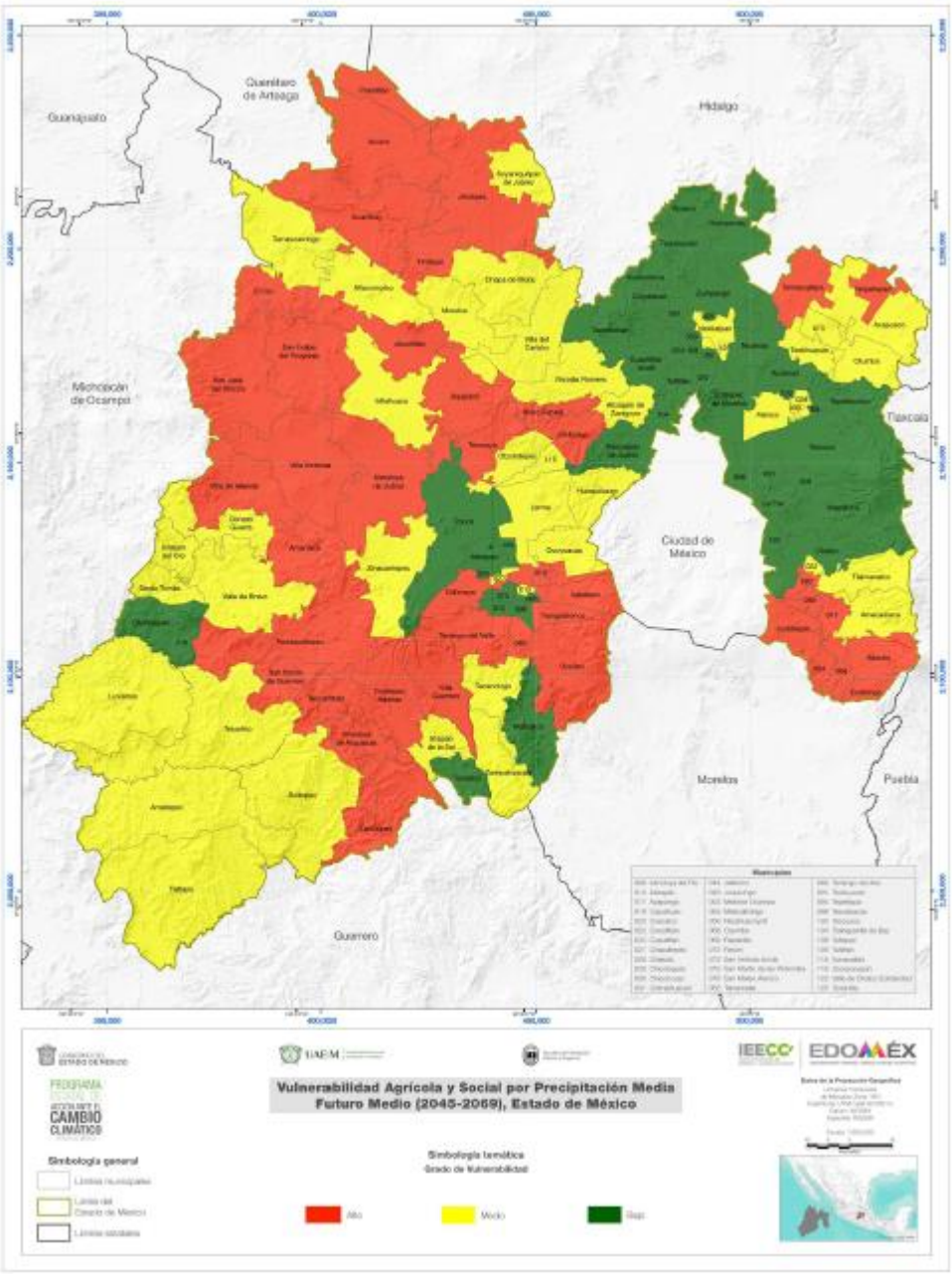


Figura 4.91. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio.

Debido a que ciertos cultivos requieren de una considerable cantidad de agua y tomando en cuenta la precipitación dentro de las diversas categorías resultantes, los municipios con grado de vulnerabilidad alta serían afectados para 2069, ya que la precipitación media oscilaría alrededor de 74.87 mm promedio. Esto estaría provocando menor producción en los cultivos, particularmente de maíz impactando de forma directa el abasto de alimento, además de generar repercusiones económicas negativas. Así, la superficie más afectada por ser de alto grado de vulnerabilidad es de 8,793.96 km^2, presentándose en Polotitlán, Aculco, Acambay, Timilpan, Jilotepec, El Oro, San José del Rincón, San Felipe del Progreso, Jocotitlán, Jiquipilco, Isidro Fabela, Jilotzingo, Villa de Allende, Villa Victoria y Amanalco; al Centro en Almoloya de Juárez, Temoaya, Calimaya, Capulhuac, Xalatlaco, Tenango del Valle, Joquicingo y Tianguistenco; al Sur en Temascaltepec, San Simón de Guerrero, Texcaltitlán, Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Zacualpan y Ocuilan; y al Este en Temascalapa, Nopaltepec, Temamatla, Tenango del Aire, Juchitepec, Ayapango, Tepetlixpa, Ozumba, Atlautla y Ecatzingo.

Tabla 4.19 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado alto de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	33.37	**El Oro**	34.28
Aculco	32.56	**Ozumba**	42.72
Almoloya de Alquisiras	31.87	**Polotitlán**	32.28
Almoloya de Juárez	33.71	**San Felipe del Progreso**	36.24
Amanalco	34.06	**San Simón de Guerrero**	35.32
Atlautla	30.89	**Temamatla**	31.49
Ayapango	46.56	**Temascalapa**	41.26
Calimaya	35.58	**Temascaltepec**	32.54
Capulhuac	32.91	**Temoaya**	30.90
Coatepec Harinas	33.21	**Tenango del Aire**	37.38
Ecatzingo	32.37	**Tenango del Valle**	31.48
Isidro Fabela	46.00	**Tepetlixpa**	40.19
Xalatlaco	41.22	**Texcaltitlán**	36.19
Jilotepec	32.58	**Tianguistenco**	33.69
Jilotzingo	34.86	**Timilpan**	33.30
Jiquipilco	36.70	**Villa de Allende**	35.36
Jocotitlán	32.14	**Villa Guerrero**	30.28
Joquicingo	38.32	**Villa Victoria**	38.99
Juchitepec	38.11	**Zacualpan**	31.91
Nopaltepec	38.59	**San José del Rincón**	45.16
Ocuilan	30.25		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con grado de vulnerabilidad medio agrícola y social por precipitación media ocupan 9,013.32 km^2, destacando los municipios de Donato Guerra, Ixtlahuaca, Chapultepec, Sultepec, Huixquilucan, Tlalmanalco, Tenancingo y Atizapán de Zaragoza.

Tabla 4.20 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Amatepec	26.65	**Ocoyoacac**	27.86
Amecameca	27.49	**Otumba**	25.91
Atenco	25.98	**Otzolotepec**	26.55
Atizapán	26.33	**San Martín de las Pirámides**	26.34
Atizapán de Zaragoza	29.41	**Santo Tomás**	27.60
Atlacomulco	27.47	**Soyaniquilpan de Juárez**	28.91

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Axapusco	26.72	**Sultepec**	29.64
Cocotitlán	26.54	**Tejupilco**	25.62
Chapa de Mota	24.05	**Temascalcingo**	28.63
Chapultepec	29.77	**Tenancingo**	29.43
Chiautla	27.21	**Teotihuacán**	24.66
Chiconcuac	24.55	**Tlalmanalco**	29.59
Donato Guerra	30.09	**Tlatlaya**	28.46
Huixquilucan	29.62	**Valle de Bravo**	24.23
Ixtapan de la Sal	28.24	**Villa del Carbón**	27.46
Ixtapan del Oro	28.33	**Xonacatlán**	25.33
Ixtlahuaca	30.00	**Zinacantepec**	24.07
Lerma	24.42	**Zumpahuacán**	27.84
Morelos	28.28	**Luvianos**	25.59
Nextlalpan	24.07	**Tonanitla**	25.38
Nicolás Romero	28.73		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

El grado de vulnerabilidad bajo se distribuye en una superficie de 4,530.30 km^2 y destacan los municipios de Tonatico, Tezoyuca, Otzoloapan, Malinalco, Apaxco, Toluca, Zumpango, Tepetlaoxtoc, Mexicaltzingo y Metepec.

Tabla 4.21 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro medio por municipio con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	20.02	**La Paz**	6.14
Almoloya del Río	19.81	**Rayón**	19.84
Apaxco	22.34	**San Antonio la Isla**	17.45
Coacalco de Berriozábal	2.53	**San Mateo Atenco**	19.21
Coyotepec	18.53	**Tecámac**	20.05
Cuautitlán	15.63	**Teoloyucan**	19.21
Chalco	18.29	**Tepetlaoxtoc**	21.55
Chicoloapan	14.82	**Tepotzotlán**	16.91
Chimalhuacán	6.20	**Tequixquiac**	19.22
Ecatepec de Morelos	8.62	**Texcalyacac**	15.02
Huehuetoca	16.15	**Texcoco**	16.79
Hueypoxtla	19.88	**Tezoyuca**	23.89
Ixtapaluca	13.47	**Tlalnepantla de Baz**	6.81
Jaltenco	7.85	**Toluca**	22.04
Malinalco	23.20	**Tonatico**	23.96

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Melchor Ocampo	9.85	**Tultepec**	19.62
Metepec	21.04	**Tultitlán**	11.96
Mexicaltzingo	21.09	**Zacazonapan**	19.18
Naucalpan de Juárez	16.57	**Zumpango**	21.90
Nezahualcóyotl	0.17	**Cuautitlán Izcalli**	12.80
Otzoloapan	23.21	**Valle de Chalco Solidaridad**	12.03
Papalotla	18.76		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.6 Vulnerabilidad agrícola social por precipitación media futuro lejano (2075-2099)

Ante los efectos actuales y futuros de vulnerabilidad del clima causado por el Cambio Climático, es importante analizar la vulnerabilidad agrícola y social por precipitación para el futuro lejano (2075-2099), con el fin de identificar a nivel municipal la relación entre la precipitación y el sistema agrícola. Destaca la importancia de los escenarios respecto a años anteriores, ya que en el escenario cercano y medio se presenta una cantidad similar de municipios con vulnerabilidad alta, por lo que se debe prestar énfasis en acciones de mitigación o de otra manera, la producción agrícola se vería afectada.

Las figuras 4.92 y 4.93 muestran las tres categorías de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media divididas en alta, media y baja. La vulnerabilidad alta se presenta en 41 municipios lo que representa el 32%; el grado de vulnerabilidad medio y bajo se presenta en 42 municipios respectivamente, representando el 34% cada uno.

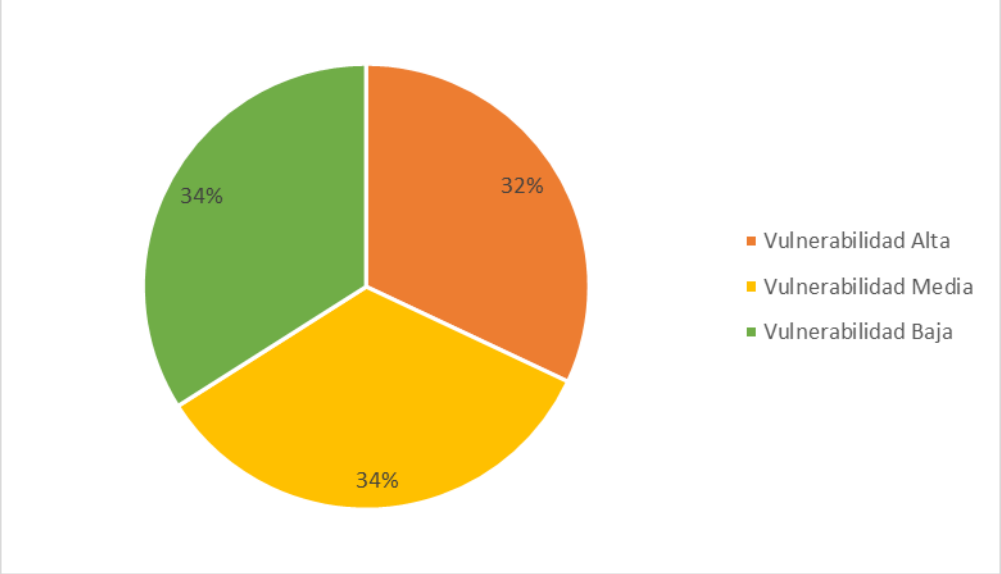


Figura 4.92 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad agrícola social por precipitación media futuro lejano.

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano.

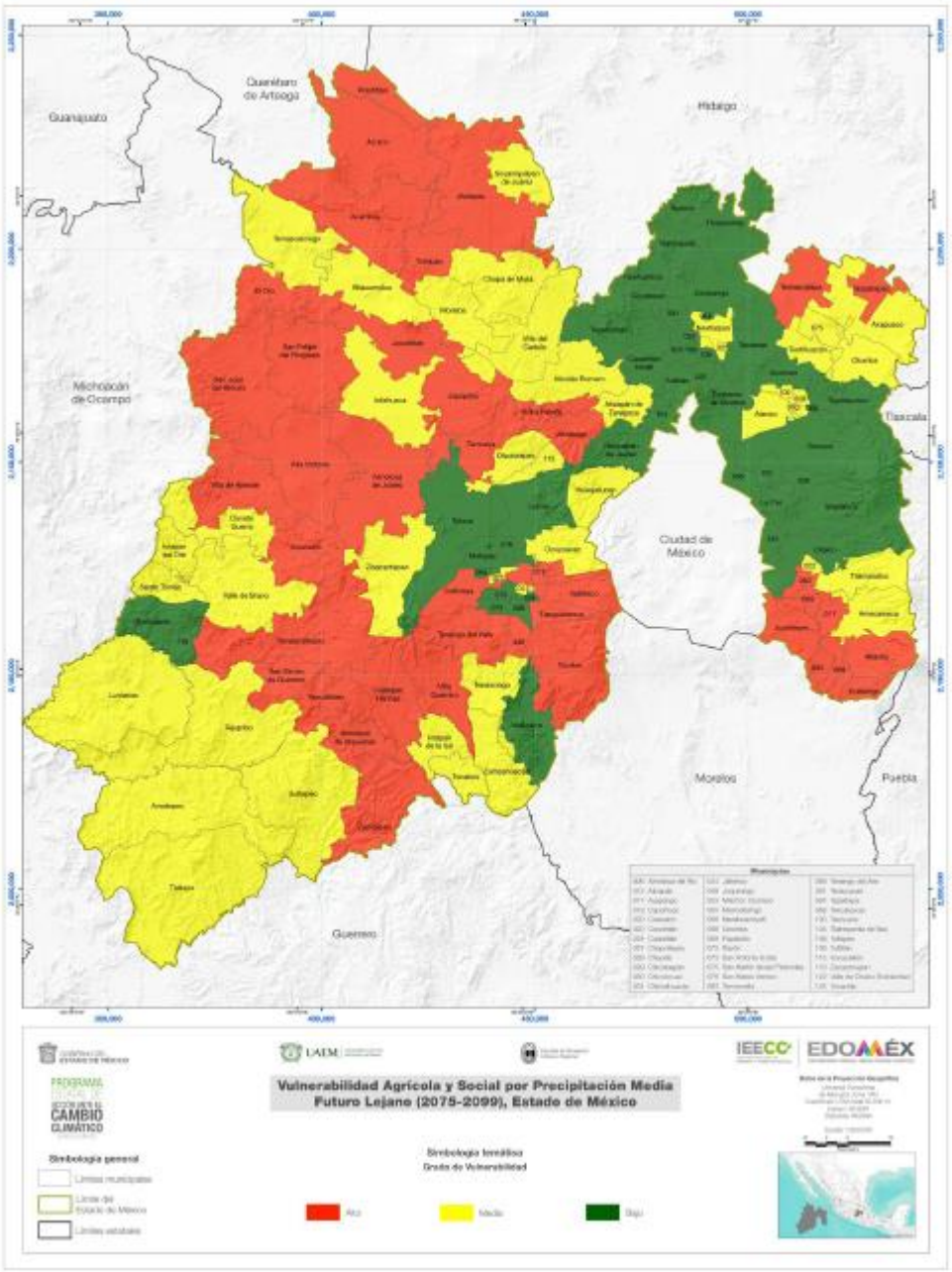


Figura 4.93. Mapa de vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano.

Los municipios con grado de vulnerabilidad alta ocupan una superficie de 8,793.96 km^2, destacando Ayapango, Isidro Fabela, San José del Rincón, Ozumba, Xalatlaco, Tepetlixpa y Temascalapa. Para 2099 los cambios en la precipitación media de cada municipio seguirán modificándose, ocasionados por el cambio de uso de suelo, cambios en la temperatura y por supuesto, por la baja disponibilidad de agua. La tendencia hasta estos años en cuanto a su precipitación media sería de 73.78 mm, esto significa que las consecuencias serán baja disponibilidad de alimentos o reducción en la economía de la sociedad.

Tabla 4.22. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado alto de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	33.90	**Ozumba**	43.88
Aculco	33.00	**Polotitlán**	32.83
Almoloya de Alquisiras	32.17	**San Felipe del Progreso**	36.89
Almoloya de Juárez	34.35	**San José del Rincón**	46.01
Amanalco	34.40	**San Simón de Guerrero**	35.68
Atlautla	30.87	**Temamatla**	32.14
Ayapango	47.77	**Temascalapa**	41.25
Calimaya	36.46	**Temascaltepec**	32.76
Capulhuac	33.82	**Temoaya**	30.73
Coatepec Harinas	33.52	**Tenango del Aire**	38.28
Ecatzingo	33.08	**Tenango del Valle**	32.26
El Oro	34.82	**Tepetlixpa**	41.36
Isidro Fabela	46.18	**Texcaltitlán**	36.62
Jilotepec	32.41	**Tianguistenco**	34.41
Jilotzingo	34.72	**Timilpan**	33.77
Jiquipilco	37.26	**Villa de Allende**	35.89
Jocotitlán	32.80	**Villa Guerrero**	30.59
Joquicingo	39.26	**Villa Victoria**	38.96
Juchitepec	39.24	**Xalatlaco**	42.07
Nopaltepec	39.59	**Zacualpan**	32.22
Ocuilan	30.50		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios que presentan grado de vulnerabilidad medio ocupan 34% del total del territorio equivalente a 8,889.26 km^2 de superficie. Entre estos destacan Huixquilucan, Atizapán de Zaragoza, Chapultepec, Ixtlahuaca, Tenancingo, Donato Guerra, Sultepec, Tlalmanalco, Tlatlaya y Temascalcingo.

Como se ha mencionado, la baja producción será consecuencia de la reducción en la precipitación que se ha pronosticado para dicho periodo en 68.54 mm; debe considerarse que la temperatura es un factor complementario que también afectará los cultivos y, por ende, el suministro de alimentos.

Tabla 4.23. Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Amatepec	26.65	**Ocoyoacac**	28.44
Amecameca	27.99	**Otumba**	25.97
Atenco	25.94	**Otzolotepec**	26.28

Atizapán	26.94	**San Martín de las Pirámides**	26.44
Atizapán de Zaragoza	30.13	**Santo Tomás**	27.72
Atlacomulco	28.00	**Soyaniquilpan de Juárez**	28.76
Axapusco	27.38	**Sultepec**	29.75
Chapa de Mota	24.34	**Tejupilco**	25.73
Chapultepec	29.97	**Temascalcingo**	29.11
Chiautla	27.12	**Tenancingo**	29.84
Chiconcuac	24.55	**Teotihuacán**	24.66
Cocotitlán	27.30	**Tezoyuca**	24.57
Donato Guerra	29.75	**Tlalmanalco**	29.16
Huixquilucan	30.27	**Tlatlaya**	29.16
Ixtapan de la Sal	28.62	**Tonanitla**	25.86
Ixtapan del Oro	27.80	**Tonatico**	24.29
Ixtlahuaca	29.96	**Valle de Bravo**	24.45
Luvianos	25.67	**Villa del Carbón**	27.77
Morelos	28.82	**Xonacatlán**	25.77
Nextlalpan	24.09	**Zinacantepec**	24.51
Nicolás Romero	28.81	**Zumpahuacán**	28.02

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

La categoría de grado de vulnerabilidad bajo ocupa una superficie estatal de 4654.36 km^2, destacando municipios como Lerma, Malinalco, Otzoloapan, Apaxco, Toluca, Tepetlaoxtoc, Zumpango, Mexicaltzingo y Metepec.

Tabla 4.24 Índice de Vulnerabilidad agrícola y social por precipitación media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	20.57	**Naucalpan de Juárez**	16.63
Almoloya del Río	20.22	**Nezahualcóyotl**	0.17
Apaxco	22.77	**Otzoloapan**	23.36
Chalco	18.02	**Papalotla**	19.37
Chicoloapan	15.18	**Rayón**	20.15
Chimalhuacán	5.54	**San Antonio la Isla**	17.22
Coacalco de Berriozábal	2.62	**San Mateo Atenco**	18.74
Coyotepec	18.93	**Tecámac**	19.98
Cuautitlán	16.11	**Teoloyucan**	19.66
Cuautitlán Izcalli	13.02	**Tepetlaoxtoc**	21.85
Ecatepec de Morelos	8.01	**Tepotzotlán**	17.19
Huehuetoca	16.41	**Tequixquiac**	18.99

Hueypoxtla	19.72	**Texcalyacac**	15.19
Ixtapaluca	13.68	**Texcoco**	16.42
Jaltenco	7.94	**Tlalnepantla de Baz**	6.82
La Paz	6.28	**Toluca**	22.47
Lerma	24.06	**Tultepec**	20.19
Malinalco	23.43	**Tultitlán**	12.18
Melchor Ocampo	10.08	**Valle de Chalco Solidaridad**	11.58
Metepec	21.66	**Zacazonapan**	19.31
Mexicaltzingo	21.71	**Zumpango**	21.76

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

La tendencia indica que los municipios deben estar preparados para estos años, ya que no están exentos de sufrir las consecuencias de los cambios en las variables climáticas, los municipios podrían tener menor disponibilidad de agua y eso al Estado de México afecta por la disminución en la producción de alimentos y baja de su economía, si la precipitación media en esta categoría es de 56.42 mm.

4.5.7 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano (2015-2039)

El sector pecuario representa un papel importante para el desarrollo de la población en el sector alimenticio y económico, considerando la susceptibilidad que tiene ante el Cambio Climático se prevé que para el futuro cercano (2015-2039) las condiciones cambien considerablemente, por lo que es necesario identificar el nivel de vulnerabilidad pecuaria con relación a las condiciones sociales y pecuarias.

Las figuras 4.94 y 4.95 muestran las categorías alta, media y baja de vulnerabilidad pecuaria, de las cuales el número de municipios con vulnerabilidad alta son 41, presentándose en el 32% del territorio; el resto de los municipios se dividen en dos grupos de 42 para los grados de vulnerabilidad medio y bajo, representando el 34% cada uno.

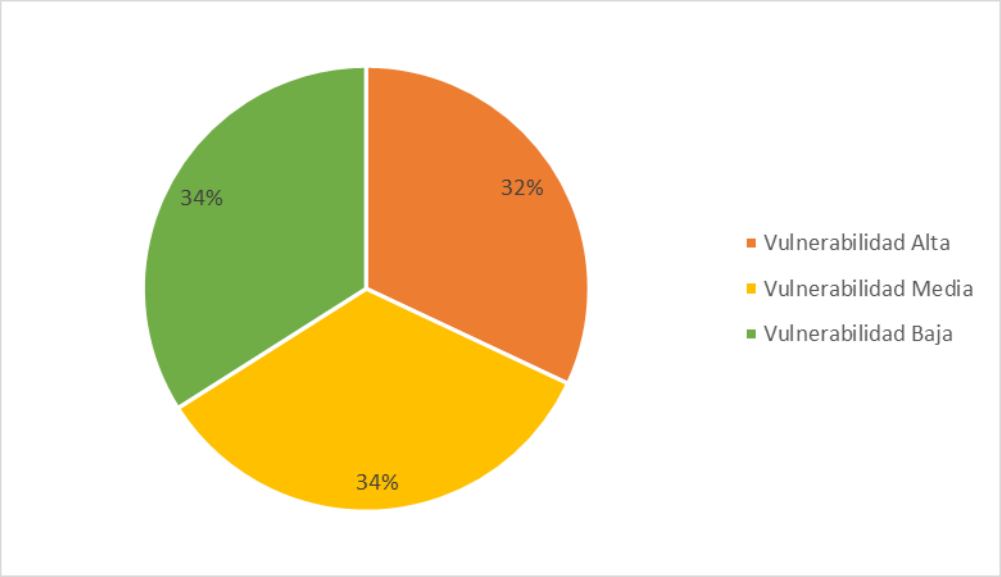


Figura 4.94 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano

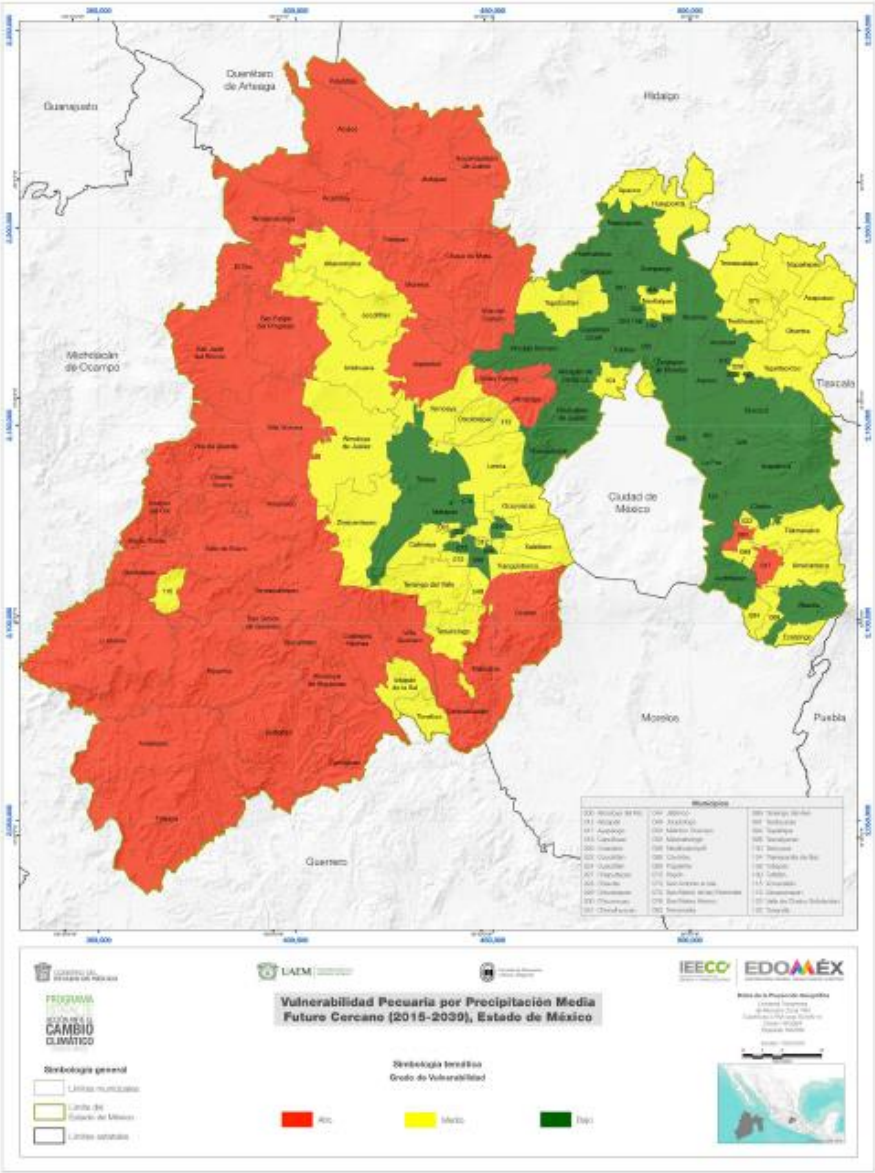


Figura 4.95. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro cercano.

Las condiciones de vulnerabilidad pecuaria bajo estos escenarios de Cambio Climático prevén cambios en la producción de esta actividad en algunos municipios, mientras algunos mantienen su categoría, otros suben o bajan de nivel, lo que implicaría que las variaciones del clima sigan afectando el sistema productivo. En relación a lo anterior, los municipios con categoría alta podrían verse afectados por la falta de alimentos para abasto social y económico, ocasionado por los cambios en temperaturas y precipitaciones, especialmente aquellos destinados a forraje para sustento de la actividad pecuaria. Estos municipios ocupan una superficie de 12,561.11 km^2, entre los que se encuentran principalmente Isidro Fabela, Timilpan, Otzoloapan, San Simón de Guerrero, Ixtapan del Oro, Santo Tomás, San José del Rincón, Villa de Allende, Temascaltepec, Tlatlaya, Aculco y Ocuilan.

Tabla 4.25 Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado alto de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	21.74	**San José del Rincón**	23.88
Aculco	23.13	**San Simón de Guerrero**	25.22
Almoloya de Alquisiras	19.91	**Santo Tomás**	25.21
Amanalco	21.99	**Soyaniquilpan de Juárez**	16.14

Amatepec	22.25	**Sultepec**	21.77
Ayapango	14.84	**Tejupilco**	14.21
Chapa de Mota	14.48	**Temamatla**	12.64
Coatepec Harinas	20.43	**Temascalcingo**	14.12
Donato Guerra	16.53	**Temascaltepec**	23.29
El Oro	21.04	**Texcaltitlán**	21.42
Isidro Fabela	25.23	**Timilpan**	25.23
Ixtapan del Oro	25.22	**Tlatlaya**	23.17
Jilotepec	14.4	**Valle de Bravo**	12.62
Jilotzingo	15.59	**Villa de Allende**	23.51
Jiquipilco	18.15	**Villa del Carbón**	15.69
Luvianos	18.45	**Villa Guerrero**	14.52
Malinalco	14.81	**Villa Victoria**	21.85
Morelos	13.23	**Zacualpan**	20.31
Ocuilan	23		
Otzoloapan	25.22		
Polotitlán	19.68		
San Felipe del Progreso	14.74		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios que presentan grado medio de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media ocupan 5,677.21 km^2 del territorio. Los municipios con mayor índice de vulnerabilidad en esta categoría son Temoaya, Almoloya de Juárez, San Martín de las Pirámides, Ixtapan de la Sal, Tenancingo, Jocotitlán, Tenango del Aire y Xalatlaco.

Se pronostica que éstos presentarán afectaciones que, aunque no tan drásticas, ocasionarían que en ciertos años se pueda tener disminución en la producción o engorda de ganado o que sea más difícil mantener la actividad debido a que no existirán los recursos suficientes como alimentos y agua.

Tabla 4.26. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado medio de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Almoloya de Juárez	12.41	**Otumba**	9.91
Amecameca	5.04	**Otzolotepec**	9.32
Apaxco	6.45	**Ozumba**	4.81
Atizapán	5.68	**Rayón**	8.38
Atlacomulco	10.03	**San Martín de las Pirámides**	12.35
Axapusco	10.64	**Temascalapa**	5.72
Calimaya	7.17	**Temoaya**	12.47
Cocotitlán	5.92	**Tenancingo**	11.78
Chiautla	9.15	**Tenango del Aire**	11.26
Ecatzingo	6.41	**Tenango del Valle**	5.10
Hueypoxtla	5.44	**Teotihuacán**	4.04
Ixtapan de la Sal	12.08	**Tepetlaoxtoc**	9.11
Ixtlahuaca	6.57	**Tepetlixpa**	7.18
Xalatlaco	11.25	**Tepotzotlán**	4.27
Jocotitlán	11.51	**Tianguistenco**	9.01
Joquicingo	8.19	**Tlalmanalco**	4.38
Lerma	8.92	**Tlalnepantla de Baz**	6.47
Mexicaltzingo	4.56	**Tonatico**	9.59
Nextlalpan	4.59	**Xonacatlán**	5.65
Nopaltepec	4.31	**Zacazonapan**	6.88
Ocoyoacac	5.56	**Zinacantepec**	5.11

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

El grado bajo de vulnerabilidad se encuentra en una extensión de 4,099.25 km^2, cuyos municipios más destacados son Zumpango, Almoloya del Río, Capulhuac, Chapultepec, Huixquilucan, Atlautla y Texcalyacac. Los municipios con esta condición de vulnerabilidad no están exentos a sufrir afectaciones debido a los cambios de precipitación que tienen la tendencia a descender en relación con el escenario anterior, sin embargo, la vocación de éstos va orientada al sector urbano y a actividades del sector terciario, por lo que la afectación a la actividad pecuaria en estos lugares sería mínima.

Tabla 4.27. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro cercano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Atenco	0.87	**La Paz**	0.62
Almoloya del Río	3.39	**Melchor Ocampo**	0.84
Atenco	1.63	**Metepec**	1.1
Atizapán de Zaragoza	0.26	**Naucalpan de Juárez**	0.88
Atlautla	2.63	**Nezahualcóyotl**	0.29
Capulhuac	3.06	**Nicolás Romero**	1.47
Chalco	1.2	**Papalotla**	0.67
Chapultepec	2.95	**San Antonio la Isla**	1.6
Chicoloapan	0.52	**San Mateo Atenco**	0.39
Chiconcuac	1.43	**Tecámac**	0.74
Chimalhuacán	0.34	**Teoloyucan**	1.38
Coacalco de Berriozábal	0.2	**Tequixquiac**	1.71
Coyotepec	0.74	**Texcalyacac**	2.59
Cuautitlán	1.39	**Texcoco**	1.88
Cuautitlán Izcalli	0.46	**Tezoyuca**	1.73
Ecatepec de Morelos	0.24	**Toluca**	1.69
Huehuetoca	1.82	**Tonanitla**	1.6
Huixquilucan	2.81	**Tultepec**	1.25
Ixtapaluca	0.67	**Tultitlán**	0.38
Jaltenco	0.23	**Valle de Chalco Solidaridad**	0.34
Juchitepec	1.49	**Zumpango**	3.53

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.8 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio (2045-2069)

El sector pecuario tiene un papel importante para el desarrollo de la población en el sector alimenticio y económico, considerando la susceptibilidad que presenta ante el Cambio Climático, se prevé que para el futuro medio (2045-2069) las condiciones cambien considerablemente.

En las figuras 4.96 y 4.97 se muestra que la vulnerabilidad pecuaria de grado alto se encuentra en 41 municipios de la Entidad y representan 32% de los municipios, mientras que 68% del territorio lo ocupan 84 municipios, de los cuales la mitad (42) corresponde al grado medio de vulnerabilidad y la otra mitad (42) al grado bajo.

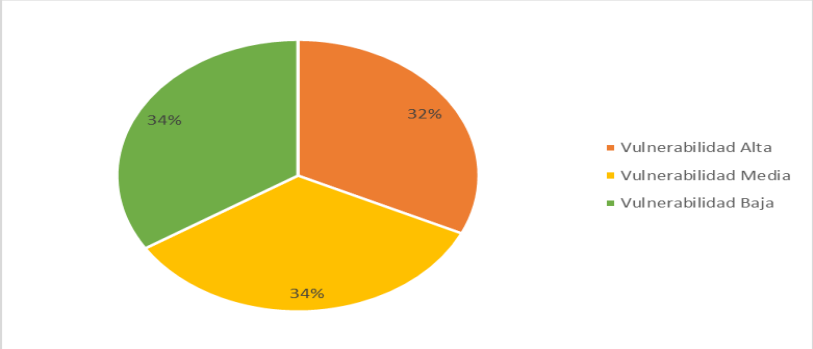


Figura 4.96. Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio.

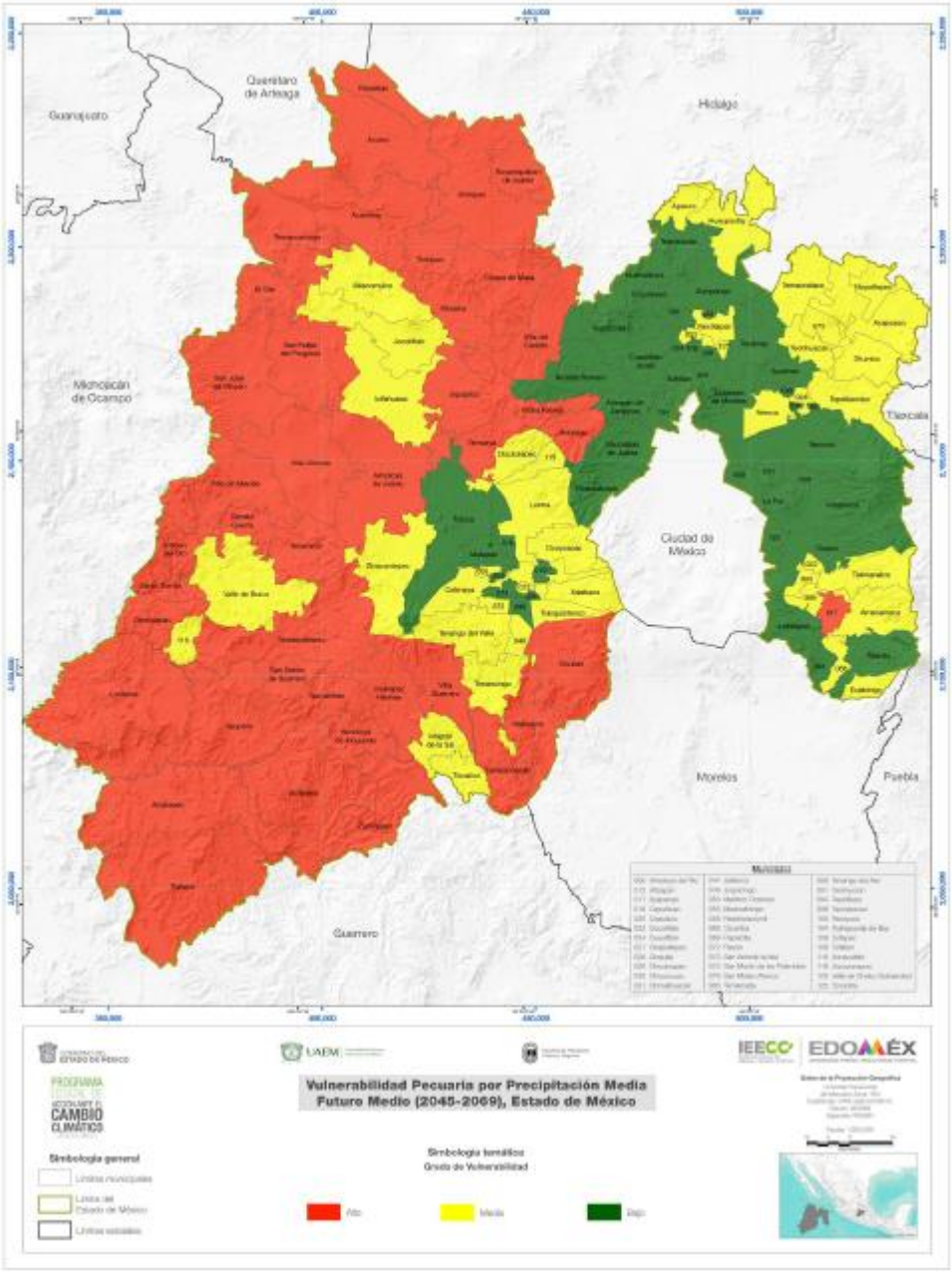


Figura 4.97. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio.

Los municipios con grado alto de vulnerabilidad ocupan una superficie de 12,799.13 km^2, destacando con un mayor índice de vulnerabilidad los municipios de Villa Victoria, Amanalco, Timilpan, San José del Rincón, Temascaltepec y Santo Tomás. De acuerdo con el análisis de este escenario, la actividad pecuaria prevé cambios en la producción aún más evidentes, cabe señalar que son pocos los municipios que mantienen una categoría con respecto al escenario anterior, mientras que algunos se verían más afectados por las variaciones del clima que seguirán repercutiendo este sistema productivo.

Tabla 4.28. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado alto de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	21.741	**Polotitlán**	19.680
Aculco	22.114	**San Felipe del Progreso**	20.541
Almoloya de Alquisiras	19.910	**San José del Rincón**	23.435
Almoloya de Juárez	15.227	**San Simón de Guerrero**	21.142
Amanalco	23.750	**Santo Tomás**	23.109
Amatepec	20.174	**Soyaniquilpan de Juárez**	16.144
Ayapango	14.837	**Sultepec**	21.759
Chapa de Mota	13.646	**Tejupilco**	15.315
Coatepec Harinas	20.434	**Temascalcingo**	14.123
Donato Guerra	18.059	**Temascaltepec**	23.289
El Oro	21.045	**Temoaya**	15.055
Isidro Fabela	20.376	**Texcaltitlán**	21.417
Ixtapan del Oro	21.584	**Timilpan**	23.640
Jilotepec	20.678	**Tlatlaya**	22.741
Jilotzingo	14.321	**Villa de Allende**	22.040
Jiquipilco	22.816	**Villa del Carbón**	17.883
Luvianos	18.451	**Villa Guerrero**	18.169
Malinalco	17.388	**Villa Victoria**	24.249
Morelos	14.265	**Zacualpan**	20.306
Ocuilan	21.460	**Zumpahuacán**	19.045
Otzoloapan	16.266		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios que presentan un grado medio de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media ocupan un 34%, distribuidos en 5,219.48 km^2 de la Entidad, destacando municipios como Tenancingo, Otzolotepec, Jocotitlán, Temamatla, Valle de Bravo, San Martín de las Pirámides, Atlacomulco e Ixtapan de la Sal; estos podrían ser susceptibles a sufrir cambios en la forma en la que se llevan a cabo las actividades, es decir, que por la deficiencia en la precipitación los ganaderos opten por cambiar el tipo de animales de crianza o bien, disminuir su cantidad para poder abastecer de alimento y agua necesarios para su desarrollo.

Tabla 4.29. Índice de Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Amecameca	5.56	**Otumba**	9.91
Apaxco	9.25	**Otzolotepec**	12.71
Atenco	7.90	**Ozumba**	9.87

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Atizapán	5.68	**Rayón**	8.38
Atlacomulco	12.27	**San Martín de las Pirámides**	12.35
Axapusco	10.64	**Temamatla**	12.64
Calimaya	8.52	**Temascalapa**	5.72
Cocotitlán	5.92	**Tenancingo**	13.25
Chiautla	9.15	**Tenango del Aire**	11.26
Ecatzingo	6.41	**Tenango del Valle**	5.10
Hueypoxtla	5.44	**Teotihuacán**	5.24
Ixtapan de la Sal	12.08	**Tepetlaoxtoc**	11.47
Ixtlahuaca	10.39	**Tianguistenco**	9.01
Jocotitlán	12.68	**Tlalmanalco**	5.86
Joquicingo	8.19	**Tonanitla**	8.65
Lerma	10.50	**Tonatico**	9.59
Melchor Ocampo	4.30	**Valle de Bravo**	12.62
Mexicaltzingo	4.56	**Xonacatlán**	8.32
Nextlalpan	6.64	**Xalatlaco**	11.25
Nopaltepec	4.31	**Zacazonapan**	6.88
Ocoyoacac	5.56	**Zinacantepec**	6.61

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

En una superficie de 4,318.96 km^2 se encuentran los municipios con vulnerabilidad baja entre los que destacan Tepotzotlán, Zumpango, Tepetlixpa, Tequixquiac, Almoloya del Río, Huixquilucan y Capulhuac.

Tabla 4.30. Índice de Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro medio para municipios con grado bajo de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	1.43	Naucalpan de Juárez	0.96
Almoloya del Río	3.39	**Nezahualcóyotl**	0.36
Atizapán de Zaragoza	0.26	**Nicolás Romero**	2.62
Atlautla	2.63	**Papalotla**	0.67
Capulhuac	3.06	**La Paz**	0.42
Coacalco de Berriozábal	0.20	**San Antonio la Isla**	1.60
Coyotepec	2.37	**San Mateo Atenco**	0.39
Cuautitlán	2.57	**Tecámac**	0.74
Cuautitlán Izcalli	0.66	**Teoloyucan**	2.41
Chalco	1.20	**Tepetlixpa**	4.01
Chapultepec	2.95	**Tepotzotlán**	4.27

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Chicoloapan	0.52	**Tequixquiac**	3.74
Chiconcuac	1.43	**Texcalyacac**	2.59
Chimalhuacán	0.34	**Texcoco**	2.16
Ecatepec de Morelos	0.24	**Tezoyuca**	1.73
Huehuetoca	2.87	**Tlalnepantla de Baz**	0.22
Huixquilucan	3.35	**Toluca**	2.05
Ixtapaluca	0.67	**Tultepec**	1.25
Jaltenco	0.23	**Tultitlán**	0.38
Juchitepec	1.49	**Valle de Chalco Solidaridad**	0.34
Metepec	0.87	**Zumpango**	4.19

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

4.5.9 Vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano (2075-2099)

En el futuro lejano (2075-2099) se han identificado 3 categorías de grados de vulnerabilidad alta, media y baja para el sector pecuario, donde 41 municipios presentan el grado alto que representa un 32%; y el resto de los municipios se dividen en grupos de 42 para los grados medio y bajo, representando un 34% cada uno (figuras 4.98 y 4.99).

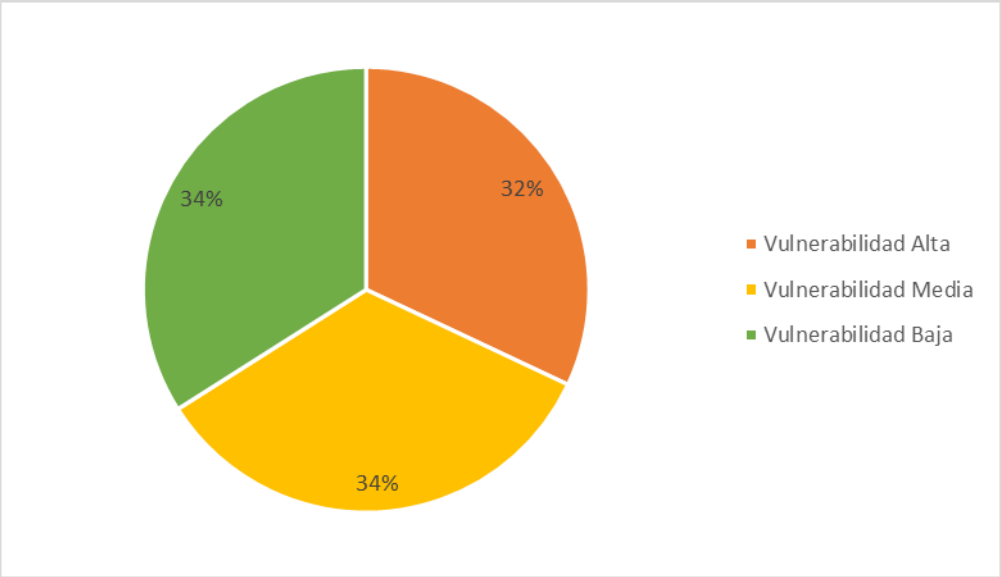


Figura 4.98 Porcentaje de municipios con los diferentes grados de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano.

Fuente: Elaboración con base al mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano.

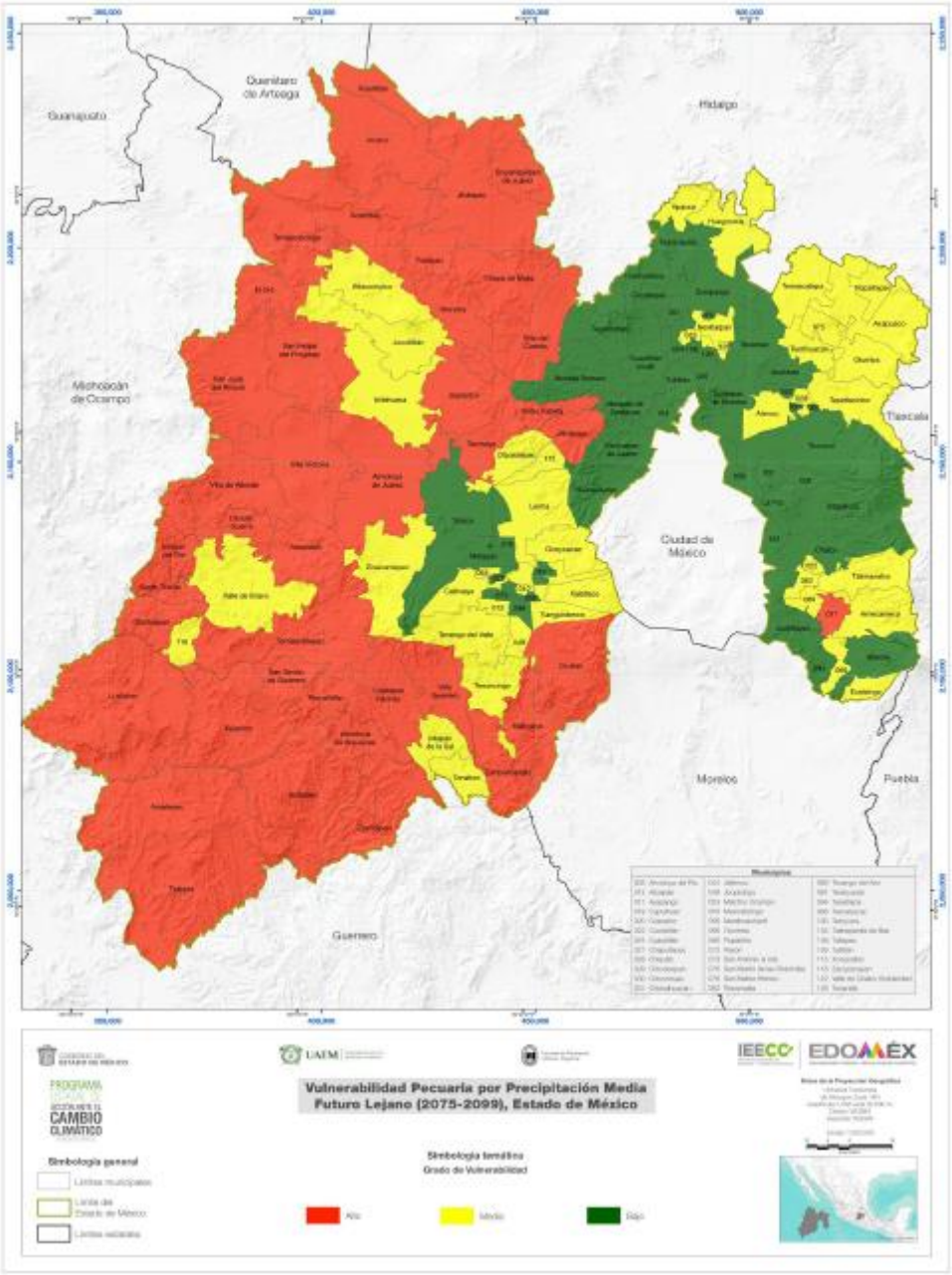


Figura 4.99. Mapa de vulnerabilidad pecuaria por precipitación media futuro lejano.

Los municipios con vulnerabilidad alta ocupan 12,799.13 km^2, destacando Villa Victoria, Amanalco, Timilpan, San José del Rincón, Temascaltepec, Santo Tomás, Jiquipilco, Tlatlaya, Aculco y Villa de Allende.

Tabla 4.31. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con alta vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acambay	21.74	Polotitlán	19.68
Aculco	22.11	**San Felipe del Progreso**	20.54
Almoloya de Alquisiras	19.91	**San José del Rincón**	23.43

Almoloya de Juárez	15.23	**San Simón de Guerrero**	21.14
Amanalco	23.75	**Santo Tomás**	23.11
Amatepec	20.17	**Soyaniquilpan de Juárez**	16.14
Ayapango	14.84	**Sultepec**	21.76
Coatepec Harinas	20.43	**Tejupilco**	15.31
Chapa de Mota	13.65	**Temascalcingo**	14.12
Donato Guerra	18.06	**Temascaltepec**	23.29
Isidro Fabela	20.38	**Temoaya**	15.06
Ixtapan del Oro	21.58	**Texcaltitlán**	21.42
Jilotepec	20.68	**Timilpan**	23.64
Jilotzingo	14.32	**Tlatlaya**	22.74
Jiquipilco	22.82	**Villa de Allende**	22.04
Luvianos	18.45	**Villa del Carbón**	17.88
Malinalco	17.39	**Villa Guerrero**	18.17
Morelos	14.26	**Villa Victoria**	24.25
Ocuilan	21.46	**Zacualpan**	20.31
El Oro	21.04	**Zumpahuacán**	19.04
Otzoloapan	16.27		

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios que presentan un grado medio de vulnerabilidad pecuaria abarcan 5,219.48 km^2 de superficie, destacando para esta categoría Tenancingo, Otzolotepec, Jocotitlán, Temamatla, Valle de Bravo, San Martín de las Pirámides, Atlacomulco e Ixtapan de la Sal.

Tabla 4.32. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con grado medio de vulnerabilidad

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Amecameca	5.56	**Ocoyoacac**	5.56
Apaxco	9.25	**Otumba**	9.91
Atenco	7.90	**Otzolotepec**	12.71
Atizapán	5.68	**Ozumba**	9.87
Atlacomulco	12.27	**Rayón**	8.38
Axapusco	10.64	**San Martín de las Pirámides**	12.35
Calimaya	8.52	**Temamatla**	12.64
Cocotitlán	5.92	**Temascalapa**	5.72
Chiautla	9.15	**Tenancingo**	13.25
Ecatzingo	6.41	**Tenango del Aire**	11.26
Hueypoxtla	5.44	**Tenango del Valle**	5.10
Ixtapan de la Sal	12.08	**Teotihuacán**	5.24
Ixtlahuaca	10.39	**Tepetlaoxtoc**	11.47
Xalatlaco	11.25	**Tianguistenco**	9.01

Jocotitlán	12.68	**Tlalmanalco**	5.86
Joquicingo	8.19	**Tonanitla**	8.65
Lerma	10.50	**Tonatico**	9.59
Melchor Ocampo	4.30	**Valle de Bravo**	12.62
Mexicaltzingo	4.56	**Xonacatlán**	8.32
Nextlalpan	6.64	**Zacazonapan**	6.88
Nopaltepec	4.31	**Zinacantepec**	6.61

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Los municipios con vulnerabilidad baja se localizan en 4,318.96 km^2 del territorio, y los más representativos son Tepotzotlán, Zumpango, Tepetlixpa, Tequixquiac, Almoloya del Río, Huixquilucan y Capulhuac, por tener los índices de vulnerabilidad más altos en esta categoría.

Tabla 4.33. Índice de Vulnerabilidad Pecuaria por precipitación media futuro lejano para municipios con grado bajo de vulnerabilidad.

Municipio	Índice de Vulnerabilidad	Municipio	Índice de Vulnerabilidad
Acolman	1.43	Naucalpan de Juárez	0.96
Almoloya del Río	3.39	**Nezahualcóyotl**	0.36
Atizapán de Zaragoza	0.26	**Nicolás Romero**	2.62
Atlautla	2.63	**Papalotla**	0.67
Capulhuac	3.06	**La Paz**	0.42
Coacalco de Berriozábal	0.20	**San Antonio la Isla**	1.60
Coyotepec	2.37	**San Mateo Atenco**	0.39
Cuautitlán	2.57	**Tecámac**	0.74
Cuautitlán Izcalli	0.66	**Teoloyucan**	2.41
Chalco	1.20	**Tepetlixpa**	4.01
Chapultepec	2.95	**Tepotzotlán**	4.27
Chicoloapan	0.52	**Tequixquiac**	3.74
Chiconcuac	1.43	**Texcalyacac**	2.59
Chimalhuacán	0.34	**Texcoco**	2.16
Ecatepec de Morelos	0.24	**Tezoyuca**	1.73
Huehuetoca	2.87	**Tlalnepantla de Baz**	0.22
Huixquilucan	3.35	**Toluca**	2.05
Ixtapaluca	0.67	**Tultepec**	1.25
Jaltenco	0.23	**Tultitlán**	0.38
Juchitepec	1.49	**Valle de Chalco Solidaridad**	0.34
Metepec	0.87	**Zumpango**	4.19

Fuente: Elaboración con base en Anexo 1 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. Disponible en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

5. Oportunidades de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero.

Desde la perspectiva gubernamental, se reconoce el hecho de que la capacidad del planeta para absorber los impactos ambientales generados por las actividades humanas está llegando a un límite insostenible en el mediano y largo plazo; las consecuencias de no enfrentar este fenómeno pueden tener un alto costo ambiental, económico y social.

Partiendo de esta premisa, la política ambiental estatal en materia de mitigación parte del Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023, principalmente en tres vertientes del Pilar Territorial:

- **Energía asequible y no contaminante:** promover el desarrollo de energías limpias en los hogares y difundir el ahorro de energía.
- **Acción por el clima:** mejorar la calidad del aire, aplicación del manejo sustentable y tratamiento de residuos urbanos, mejorar la educación ambiental, impulsar la adopción de medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático en municipios.
- **Ciudades y comunidades sostenibles:** generar y aplicar instrumentos para el ordenamiento territorial y crecimiento urbano sustentable, consolidar un sistema integral de movilidad urbana sustentable.

Tomando como referente la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC, 2013) que establece las metas de reducción de emisiones para 2020 del 30% y alcanzar el 50% para el 2050; el Estado de México impulsa acciones conducentes para lograr esta meta, por lo que es de suma importancia conocer el estado actual de las emisiones de GEI por sector.

De acuerdo con el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, el Estado de México emitió para 2015, 35,650.9 Gg de CO_2eq, siendo los sectores con mayor contribución a las emisiones el de Energía (65%), Residuos (16%), Procesos Industriales (9%) y finalmente el sector AFOLU (10%).

La Estrategia Estatal de Cambio Climático encamina a actuar en dos direcciones:

1. Reducción de emisiones de GEI en cada uno de los sectores mencionados, priorizando la implementación de medidas en aquellos con mayor crecimiento e impacto.

2. Incremento de los reservorios de carbono tanto en los ecosistemas forestales como en suelos agrícolas de la Entidad.

A partir de lo dispuesto en la Ley General de Cambio Climático y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, instrumentos que mandatan y coordinan la política nacional en materia de Cambio Climático, las acciones de mitigación propuestas en este documento deberán situarse en los siguientes rubros:

- Acciones de alto potencial de aplicación y beneficios económicos que pueden ser implementadas de manera inmediata, pero que a pesar de su rentabilidad requieren ser impulsadas mediante esquemas de financiamiento o bien, a través de la aplicación de instrumentos económicos, por ejemplo, acciones de eficiencia energética y cogeneración, aprovechamiento de biogás y vehículos eficientes.
- Acciones con menor potencial de mitigación y con beneficios económicos cuyos alcances son más significativos en el mediano plazo en atención a la gradualidad de su implementación, un ejemplo es la reducción de la quema de leña, eficiencia en iluminación o refrigeración.
- Acciones con alto costo y aplicación a mediano y largo plazo que pueden presentar co-beneficios, lo que las hace atractivas aun cuando su costo es elevado, por ejemplo, la sustitución de combustibles, la captura y secuestro de carbono.
- Acciones que requieren mayor desarrollo tecnológico o alternativas de financiamiento con aplicación a largo plazo. Por su alto costo de implementación, bajo las condiciones económicas actuales resultan poco atractivas, pero pueden ser una alternativa a futuro en la medida en que los costos se reduzcan.

Integrando las especificaciones anteriores, es posible agrupar las diferentes acciones de mitigación para el mediano plazo (2020-2050) de acuerdo con su costo de implementación y potencial de abatimiento por tonelada de CO_2eq (figura 5.1) (ENACC,2013), con lo cual se fortalecen considerablemente los criterios técnico-científicos que permitirán la adecuada selección de medidas de mitigación para cada sector.

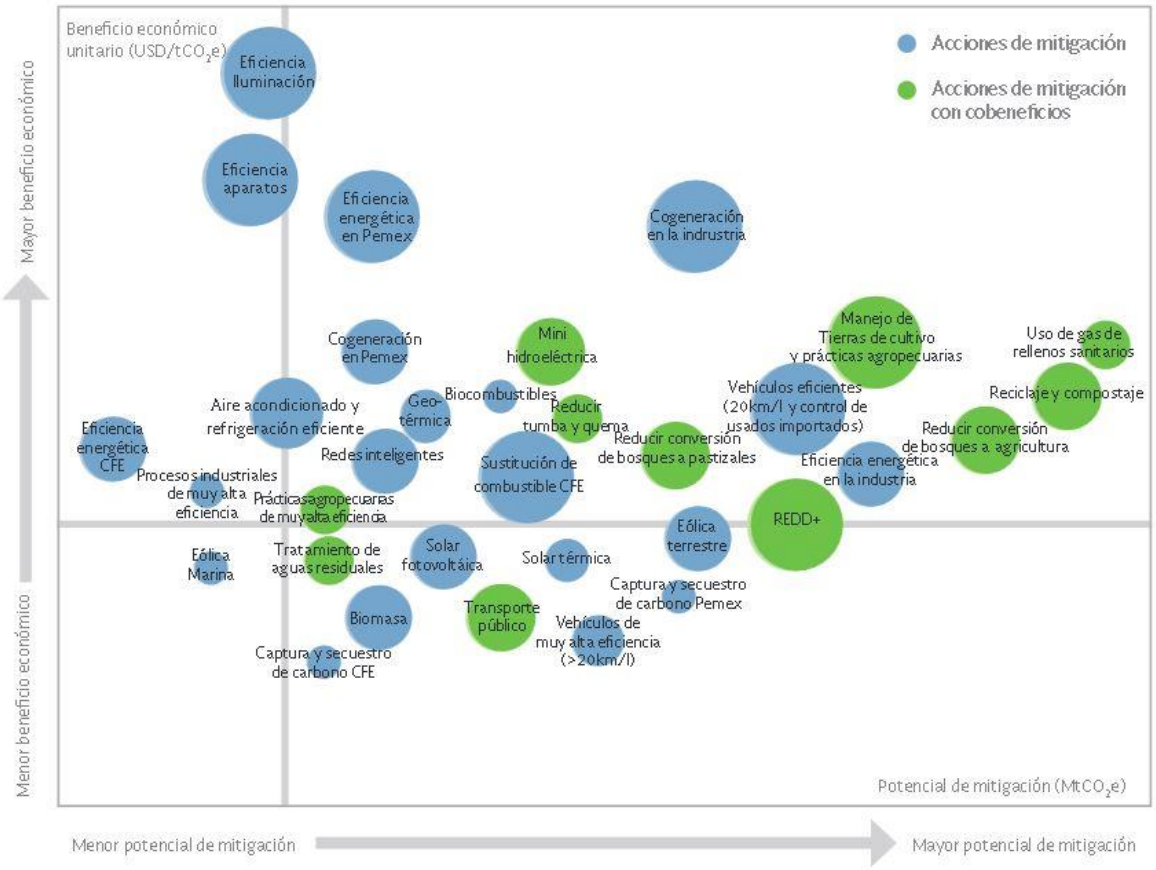


Figura 5.1. Curva de costos de abatimiento por tonelada de CO_2eq para las diferentes opciones de mitigación.
Fuente: ENACC, 2013.

De manera paralela a las líneas de acción y propuestas de mitigación por sectores, en este documento se incluye una sección en la que se plantean los retos y oportunidades que los diferentes grupos de trabajo integrados para la conformación de este documento advirtieron para cada uno de los sectores emisores, con objeto de plantear una agenda de atención a mediano plazo de temas alternos que requieren atención, tales como la falta de información, desarrollo de capacidades humanas e institucionales, creación y aplicación de instrumentos legales, entre otros.

Con la finalidad de integrar la política existente en materia de Cambio Climático a nivel federal y estatal se realizó la consulta y revisión de documentos como la Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40, la Ley General de Cambio Climático, el Plan Nacional y Estatal de Desarrollo y la Iniciativa ante el Cambio Climático del Estado de México; de los cuales se rescatan los puntos que ayudan a sentar las bases políticas y jurídicas para el establecimiento de las líneas de acción estatales ante el Cambio Climático, partiendo de ello se construyó la figura 5.2 en la cual se muestran las instituciones federales que de manera directa o indirecta participan en la mitigación de GEI a través de políticas, leyes y programas sectoriales, mismas que pueden abarcar a uno o más sectores emisores, mostrando así la transversalidad de las instituciones y la necesidad de fomentar el fortalecimiento y sincronización de los instrumentos de regulación, administración, económicos y sociales, según correspondan a las diferentes secretarías y direcciones pertinentes.

A nivel estatal, existen programas atendidos y ejecutados de forma interinstitucional, por algunas de las cuales son parte de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de México, creada en el año 2013 y reinstalada el 6 de marzo de 2020, cuyos objetivos abarcan la mitigación de GEI, razón por la cual son incluidos en la figura 5.2, lo anterior da pauta al desarrollo e inclusión de estrategias, que por sus características apuntalen, fortalezcan y amplíen a las anteriores en cada uno de los sectores y se desarrollen capacidades para próximas evaluaciones y adecuaciones según lo requieran las nuevas condiciones físicas, económicas y sociales. Al mismo tiempo se reconoce la importancia de los institutos de investigación y su aportación para el desarrollo de estrategias, así como de las organizaciones y comisiones que son parte primordial para su ejecución al fungir como intermediarios y partícipes en la toma de decisiones, razón por la que se consideraron en la construcción del esquema.

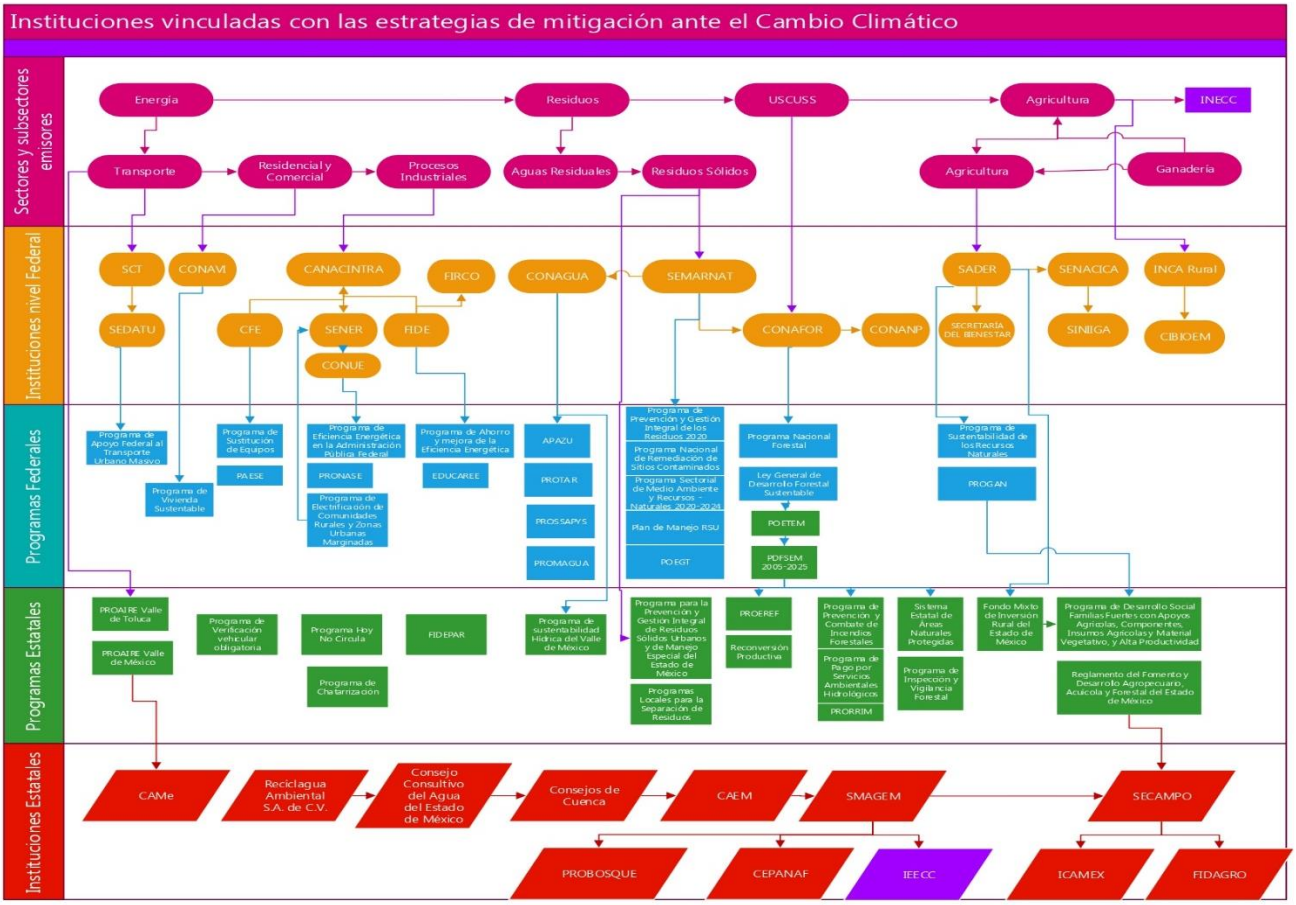


Figura 5.2. Instituciones vinculadas con las estrategias de mitigación ante el Cambio Climático.
Fuente: Elaboración propia con información de Gobierno del Estado de México y Gobierno Federal. 2020

5.1 Sector Energía

El Cambio Climático y el impacto causado por los sistemas tradicionales del uso de la energía han provocado mayor enfoque en las oportunidades para incrementar la eficiencia energética en todos los sectores, puesto que la reducción de la huella de carbono es un asunto apremiante para todos los países.

El 20 de diciembre de 2013, el H. Congreso de la Unión aprobó la reforma constitucional en materia energética que, entre otras cosas, suprimió el monopolio estatal en la exploración y explotación de hidrocarburos y buscó desarrollar la apertura del sector de energía a la participación de particulares en ciertas actividades.

La reforma constitucional y la legislación secundaria promulgada como parte de la implementación de la reforma energética han permitido que compañías privadas, tanto nacionales como extranjeras, participen en la exploración y explotación del petróleo, gas y sus derivados en México.

Esta iniciativa buscó promover un entorno competitivo para la adopción y despliegue de las energías renovables en México. En la que las autoridades y los participantes en dichos mercados, actúen siempre siguiendo los principios de transparencia y rendición de cuentas.

Dentro de los principales retos por venir, se encuentra garantizar que todas las formas de energía lleguen a la industria, comercios y hogares en la medida necesaria, con estándares de calidad adecuados y a costos relativamente menores en comparación con las fuentes convencionales de generación de energía.

En las nuevas leyes para la industria eléctrica, se establece que la Secretaría de Energía implementará incentivos que permitan el cumplimiento de la diversificación de las fuentes de energía y el fomento de la energía renovable. Mediante el uso de Certificados de Energía Limpia (CEL), los objetivos nacionales se tornarán en obligaciones individuales. Los grandes consumidores de electricidad y sus proveedores tendrán la obligación de adquirir CELs en proporción de su consumo. Así, los

CELs serán una fuente estable de ingresos para los proveedores de energía renovable, puesto que recibirán un ingreso extra por la venta de CELs adicional a la venta de electricidad. (SENER, 2016).

5.1.1 Análisis de mitigación para las emisiones del sector energético

De acuerdo con el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero para el año 2015, el sector energía emitió 23,269.8 Gg de CO_2 eq, que representa 65.3% de las emisiones totales del Estado, siendo el sector de mayor aporte de emisiones; de esta cifra el 45.3% corresponde a las provenientes del autotransporte, 20.8% de la industria manufacturera, 18.7% de la generación de energía eléctrica, 12.9% del uso residencial, el resto del comercial y agrícola con 2.2% y 0.1% respectivamente. Asimismo, el principal combustible que se usa es el gas natural seguido de la gasolina.

En este sector, el principal desafío ambiental a largo plazo implica lograr su desarrollo sostenible, el cual necesariamente está relacionado con la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Esta meta puede ser alcanzada a través de la implementación de acciones de uso eficiente y racional de la energía, utilización de fuentes de energía renovables y la sustitución de fuentes fósiles y biomásicas por fuentes de menor contenido de carbono, considerando que el uso eficiente de la energía y otras opciones representan beneficios económicos importantes, debido principalmente a que el incremento de eficiencia en el uso energético tiene menor costo que el incremento del suministro de energía y las demandas de ésta pueden ser satisfechas de manera racional con menores inversiones de capital.

Los beneficios derivan en ahorros económicos, reducción del uso de combustibles fósiles a través de su utilización eficiente, el uso de energías renovables y de combustibles con menor contenido de carbono, impacto positivo al medio ambiente en el ámbito local y nacional, así como a la sociedad en general.

La metodología de análisis utilizada para determinar la mitigación fue la recomendada por el II Grupo de Trabajo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) desarrollada en el documento *Métodos para Evaluación de Opciones de Mitigación: Apéndice IV: Manual de Evaluación de Mitigación* (*Methods for Assessment of Mitigation Options: Appendix IV: Mitigation Assessment Handbook. IPCC Working Group 2: Second Assessment Report*). Con el propósito de simular el comportamiento del sector energético del Estado a largo plazo, para la demanda y consumo de energéticos, de acuerdo con la metodología mencionada, se utilizó el sistema de software de análisis de mitigación de Gases de Efecto Invernadero desarrollado por el Stockholm Environment Institute - Boston Center (SEI-B), designado como *Long-range Energy Alternatives Planning - LEAP* (Planeamiento de Alternativas Energéticas a Largo Plazo).

Entre las fuentes de información utilizadas para el consumo y demanda de combustibles destacan los Balances Energéticos y las Prospectivas de los combustibles (gas natural, gas LP y petrolíferos) del periodo 2005 al 2030, así como el uso del *Sistema de Información Energética* (SIE), todos ellos de la SENER, que maneja datos de diferentes fuentes de información como CFE, Instituto Mexicano del Petróleo, Banco Mundial, entre otros; asimismo se utilizan datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Consejo Nacional de Población (CONAPO), entre otros, para obtener datos del Producto Interno Bruto (PIB), población, vivienda, servicios, etcétera.

5.1.2 Industria

En los dos últimos decenios, las emisiones de CO_2 de combustibles fósiles del sector industrial de la mayoría de los países han disminuido o han permanecido constantes, en tanto que sus economías han crecido. Las razones son diversas para las economías de los países, impulsadas más por los beneficios de eficiencia y un desplazamiento hacia el sector de servicios, y para las economías en transición, que están sufriendo una gran reestructuración y reducción en sus subsectores de la industria pesada. Las emisiones industriales globales (incluidas las relativas a la fabricación, la agricultura, la minería y la silvicultura) fueron de 2.8 Gt C (47% del total). Se prevé que las emisiones industriales globales crezcan de 3.5-6.2 Gt C para 2030, y 3.1-8.8 Gt C para 2050.

Sin duda, hay muchas posibilidades de conseguir beneficios en el rendimiento energético de procesos industriales, la eliminación de gases en los procesos y el uso de sistemas coordinados en las empresas que hacen un uso más eficiente de materiales, producción combinada de calor y energía, y calor en cascada. Se estima que los países podrán reducir las emisiones de CO_2 del sector industrial en 25% con respecto a los niveles base de 1990, simplemente sustituyendo las instalaciones y procesos existentes por innovaciones tecnológicas más eficientes (suponiendo una estructura constante en el sector industrial). Si esa sustitución se produjera en el momento de la rotación de capital normal, sería rentable. (IPCC, 2015).

Como se ha mencionado en otras ocasiones, el sector más importante en México lo conforman las industrias manufactureras, con una participación en el PIB local del 23.6% en pesos corrientes, por encima del promedio nacional de 17.7% en 2014; por lo cual este sector define en buena medida su perfil económico; además, de que estas actividades tienen importantes efectos multiplicadores sobre el resto de los sectores productivos.

En cuanto a la actividad industrial en la Entidad está conformada por empresas transformadoras en el ramo de productos minerales, industria química, metálica y otras (textil, producción de papel, alimentos y bebidas). Las emisiones totales de CO_2 eq en este sector fueron de 4,837.0 Gg.

5.1.2.1 Escenario de referencia

En 2015 el sector industrial utilizó alrededor del 22% del uso final de la energía, y las emisiones de GEI fueron mayores que las emisiones procedentes de los sectores de la generación de electricidad y la residencial.

A pesar de la reducción del porcentaje correspondiente a la industria en el PIB global, las emisiones de GEI procedentes de la industria crecieron de 4.1 $GtCO_2eq$ en 2005 a 4.8 $GtCO_2eq$ en 2015. Las proyecciones indican que las emisiones de Dióxido de Carbono procedentes de la industria de este sector aumentarán de 4.8 $GtCO_2$ en 2015 a 7.9 $GtCO_2$ en 2030 (aproximadamente 45% más) (figura 5.3).

Asimismo, se asumió un crecimiento anual del PIB del 2.3% para México, valor utilizado por la OCDE y que corresponde al crecimiento del PIB entre los años 1961 a 2016 según el Banco Mundial (2018). Al ser parte de los sectores que mayor aporte tiene al PIB estatal y a las emisiones de GEI, las acciones y la inversión que en este sector se pueden lograr son fundamentales, ya que la inacción puede ser más costosa al no implementar medidas para reducir las emisiones.

Para determinar las reducciones de las emisiones en la industria manufacturera, fue necesario conocer las tendencias en la demanda y el consumo energético en el Estado de México, por lo que se construyeron los escenarios futuros de emisiones, enfocándose en el consumo de combustibles (no incluye electricidad). La construcción de escenarios se realizó considerando un año base que al igual que el primer Inventario, corresponde al 2005; asimismo se tomaron en cuenta tres tipos de acciones que se consideraron apropiadas y que, además cumplieran con algunas condiciones como:

- Utilizar tecnología probada y comercialmente disponible.
- Generar mitigación mayor a 0.1 $MtCO_2eq$ anual.
- La suma de sus beneficios resulte mayor a la suma de sus costos de inversión, operación y mantenimiento.

Para este sector se proponen tres acciones para mitigar las emisiones, las cuales se describen en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Acciones de mitigación de la industria manufacturera para el sector energía

Subsector	Acción	Categoría	Medida
Industria manufacturera (que consume combustibles fósiles)	*1) Cambio de combustible en la industria manufacturera que consume combustibles líquidos*	Cambio de combustible	Eliminación del uso de combustibles líquidos
	2) Cambio tecnológico en la industria manufacturera nueva o industria manufacturera existente que cuente con equipos de combustión sin control y/o obsoletos	Cambio tecnológico	Incorporación de equipos nuevos con tecnología que reduzca la emisión de gases de combustión y para la industria ya existente con equipo obsoleto la adquisición de equipo nuevo con tecnología de control de emisiones
	3) Eficiencia energética en la industria manufacturera	*Cogeneración*	Implementación de proyectos de cogeneración en las distintas industrias que utilice gas natural en sus procesos de combustión

Fuente: Elaboración propia.

1) **Cambio de combustible:** El consumo de combustibles utilizados en la industria es de carácter no renovable, lo que hace necesaria su valoración para garantizar su uso a las generaciones futuras, lo que conduce a una búsqueda del uso eficiente de la energía dentro del proceso productivo, para así lograr una mejora en los equipos consumidores de recursos energéticos, mediante procesos de sustitución de combustibles.

El uso racional y eficiente de las fuentes de energía no solo mejora la eficiencia y la competitividad de las empresas, sino también la calidad del medio ambiente. La reducción de emisiones se ha convertido en uno de los desafíos políticos y económicos de los países desarrollados y en vía de desarrollo.

Para esta acción, el objetivo es presentar un escenario al 2030 que muestre la reducción de las emisiones al eliminar gradualmente el consumo de combustibles líquidos (principalmente el diésel y combustóleo), además que, de acuerdo

con los balances de energía y prospectivas de petrolíferos de la SENER, el uso del combustóleo ya no será utilizado en años posteriores al año de inventario y el resto de los combustibles tenderán a disminuir su consumo para este sector (figura 5.1).

2) **Cambio tecnológico en los equipos de combustión:** La eficiencia energética es un importante y creciente contribuyente a la mitigación del Cambio Climático y, al mismo tiempo, aporta a la reducción del costo energético y da pie a la innovación tecnológica. Los equipos nuevos o renovados ofrecen al usuario mejorar el rendimiento de combustión y la distribución de aire a la cámara, reducir emisiones de gases contaminantes y/o a corregir limitaciones operativas específicas, entre otros.

   El objetivo de esta acción es la de incorporar o sustituir equipos nuevos que incluyan tecnologías de bajas emisiones o bien, se contemple el utilizar equipos de control de emisiones en la industria manufacturera nueva o ya existente que cuente con equipo sin control de emisiones y/u obsoleto, de una manera porcentual para el año 2030 (figura 5.1).

3) **Eficiencia energética – cogeneración:** La cogeneración es una tecnología alcanzable y atractiva de eficiencia energética, mostrando también beneficios en lo que respecta a suministro eléctrico. Los principales beneficios de la cogeneración son:

- Alta eficiencia energética: con menor cantidad de energía se pueden llevar a cabo los mismos procesos que se realizaban previamente.
- Ahorro de energía primaria: si el nivel productivo no cambia, la cogeneración se presenta como una medida de ahorro de energía.
- Eliminación de pérdidas por transmisión en la red.
- Generación distribuida de electricidad: al generar electricidad, se podría dejar de depender parcialmente de la red principal de electricidad y de sus precios.
- Reducción de emisiones: al aumentar la eficiencia de los procesos, se reduce la cantidad de contaminantes generados (CO_2, SO_2, NO_X) por cada unidad de producción.
- Seguridad y robustez del abastecimiento energético.
- Competitividad del mercado por reducción de costos de producción.

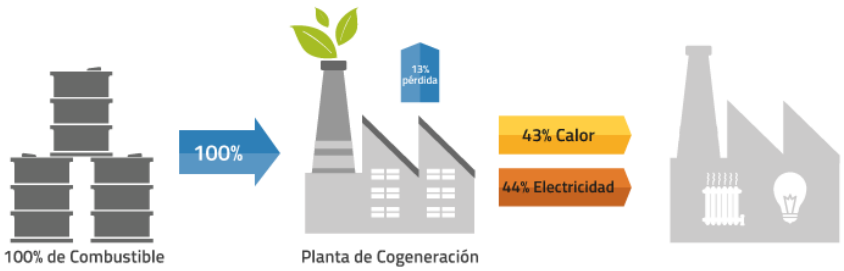


Figura 5.3 Proceso de cogeneración (planta de generación combinada de electricidad y calor).

La acción para reducir emisiones consiste en instalar sistemas de cogeneración en la industria, aprovechando parte del calor que normalmente es disipado y para generar electricidad, lo que satisface el consumo eléctrico de la industria y eventualmente podría venderse al sistema interconectado. La principal ventaja del sistema es que no consume combustible adicional (al considerar los dos sistemas convencionales, generación de electricidad, y producción de vapor). Aunque la reducción de emisiones por la implementación de esta acción no es a gran escala, los beneficies energéticos si lo son. Se plantea la reducción de emisiones por la generación de vapor y no los beneficios por la generación de electricidad esperada.

A manera de conclusión, para estimar las reducciones a las acciones planteadas se obtuvieron datos del consumo de combustibles anuales al año 2030 de la SENER y posteriormente se calcularon las emisiones para el sector por tipo de combustible. En la figura 5.4 se pueden observar los resultados obtenidos y sé muestra que entre el 2015 y el 2030 la diferencia de emisiones sin acciones es de 3.7 $GtCO_2eq$ (incremento del 45% aproximadamente).

Una vez que se aplicaron las acciones propuestas, se realizó el cálculo de las emisiones y se encontró que se puede alcanzar con estas acciones una reducción del 9.5% (0.75 $GtCO_2eq$) al 2030 con respecto al año de inventario. En la figura 5.4, se aprecia el estimado de la emisión de GEI a futuro contra la reducción alcanzada.

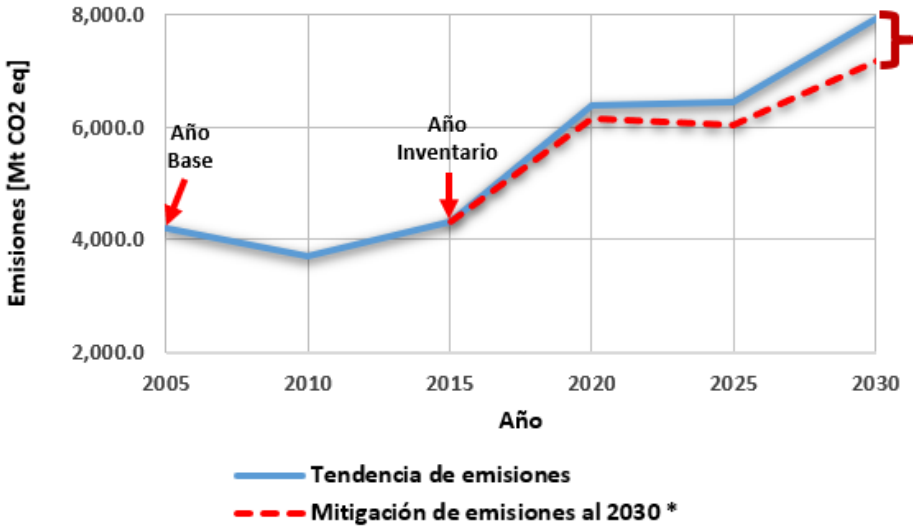


Figura 5.4. Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector industrial y mitigación de emisiones, 2005-2030
Fuente: Elaboración propia, con datos de consumos de combustibles proyectados de la SENER

5.1.2.2 Otras áreas de oportunidad para mitigar emisiones en la industria

La actividad industrial constituye uno de los principales factores del desarrollo económico del país. Las industrias son consumidoras intensivas de energía, especialmente las del ámbito federal como la siderúrgica, petroquímica, cementera y química. Por lo cual se establece una serie de acciones dirigidas a este sector, con el objetivo de reducir las emisiones generadas por las actividades que realizan.

Se pretende fomentar de manera continua a través de mecanismos de difusión y consulta para el desarrollo; el uso de tecnologías, equipos y procesos más limpios que contribuyan a mejorar la calidad del aire en las entidades. Esto se lleva a cabo mediante Programas de Reducción de Emisiones Contaminantes en los diferentes ámbitos de gobierno, como:

- Certificado de Industria Limpia: Reconocimiento para identificar a las industrias que cumplan de manera integral los compromisos que se deriven de la realización de las auditorías ambientales.
- Eficiencia Energética: Se refiere a la implementación de cambios, mejoras, modificaciones, etcétera. En materias primas, combustibles, procesos, actividades u operaciones, que lleven a un ahorro energético, menor consumo de combustibles o mayor eficiencia en el uso de la energía.
- Mejora Tecnológica: Aplicación del avance tecnológico a las necesidades de productividad, eficiencia, reducción en el uso de materias primas y recursos naturales, así como de las emisiones en la industria.
- Programa de Transporte Limpio: Conjunto de medidas y acciones tendientes a la reducción de emisiones generadas por el sector autotransporte de carga y pasajeros para que sea más limpio y eficiente.

5.1.3 Residencial

En 2010 el sector de los edificios fue responsable de alrededor del 32% del uso de la energía final y de emisiones directas e indirectas de 8,8 $GtCO_2$, y las proyecciones indican que la demanda de energía del sector se duplicará de manera aproximada y las emisiones de CO_2 aumentarán hasta entre el 50% y el 150% a mediados de siglo en los escenarios de referencia.

Las mejoras introducidas recientemente en el rendimiento y los costos hacen que las construcciones con consumos energéticos muy bajos y los reacondicionamientos resulten económicamente atractivos, a veces incluso con costos negativos netos y se han logrado reducciones de uso de la energía en calefacción/refrigeración de entre el 50% y el 90% en edificios particulares.

Por otra parte, el aprovechamiento solar tiene gran potencial en las viviendas a través de calentadores de agua, cuyo precio de adquisición e instalación ha disminuido, aunque actualmente significa una inversión inicial superior a la necesaria para instalaciones de gas LP, con retorno de inversión en un periodo de 3 a 5 años en promedio, por el ahorro de gas LP o natural.

Otra de las posibles estrategias a seguir se encuentra en la construcción de conjuntos habitacionales, donde es posible contar con la participación del Programa de Hipotecas Verdes, cuyo objetivo es proveer a las viviendas de ecotecnologías o tecnologías que reducen el uso diario de energía y agua mediante dispositivos ahorradores, eficiencia en la iluminación y/o calefacción dependiendo del lugar donde es construida la vivienda. En lo que respecta a vivienda rural, una de las principales alternativas se encuentra en la instalación de estufas ecológicas. (IPCC, 2015).

Una de las principales contribuciones de la medición del sector de la vivienda en México es la cuantificación del Producto Interno Bruto que, durante 2015, alcanzó un nivel de 1 billón 4 mil 31 millones de pesos, que representó el 5.9% del país. A su interior, el 60.2% del PIB de la vivienda correspondió a la producción de bienes y servicios para el mercado, el 38.7% a la producción para uso final propio de los hogares, y el restante 1.1% a la producción no de mercado.

Por actividad económica, el PIB de la vivienda se distribuyó principalmente entre la construcción, los servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles y en los servicios financieros y de seguros, que concentraron casi la totalidad de dicho producto, el sector de la vivienda mostró un crecimiento real anual de 3.4% respecto a 2014. (INEGI, 2015a).

En cuanto a las emisiones generadas por el sector residencial, se estimaron considerando el consumo de gas L.P. y gas natural, empleados principalmente para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua en las viviendas ocupadas. En cuanto al uso de leña se da únicamente en regiones rurales, sin embargo, no se descarta la posibilidad que aún en la comunidad urbana existan localidades con asentamiento humanos irregulares que aún los utilicen.

Las emisiones del sector residencial para el 2015 corresponden a 2,998.8 Mt de CO_2eq, correspondiente al 12.9% del total del sector energético, mientras que para el 2005 fue de 3,187.9 correspondiente al 13.3% (sin considerar el consumo de leña).

5.1.3.1 Escenario de referencia

El desarrollo de escenarios futuros de demanda y oferta energética es un proceso en constante evolución, que es influenciado por los cambios estructurales que va experimentando la economía del país, por los cambios tecnológicos, muchas veces determinados por fuerzas políticas exógenas, pero también por regulaciones internas, y por la actitud de la sociedad, que impacta su respuesta a programas e incentivos para reducir emisiones.

El consumo de combustible para el 2015 del sector residencial fue del 13%, y las emisiones fueron similares, siendo la categoría que más emite después del transporte y la industria manufacturera.

Con respecto a las emisiones para esta categoría se puede apreciar en la figura 5.5 que, la tendencia (1) en donde se incluye el consumo de leña son de 4.8 $GtCO_2$ tanto para el año 2005, como para el 2015 y de 4.0 $GtCO_2$ para el 2030, de acuerdo con las proyecciones de SENER el consumo de leña en el sector residencial irá disminuyendo en un 3% anual (17% menos con respecto a la línea base de emisión para el 2030).

Con respecto al Gas L.P. y gas natural se puede observar en la tendencia (2) de emisiones que, éstas se mantienen constantes con respecto al año base, al año de inventario y al año 2030, ya que van de 3.3 $GtCO_2$eq en el 2005 a 3.1 $GtCO_2$eq para el 2030 disminuyendo el 5.5%.

A pesar de la reducción en las emisiones de GEI procedentes del sector residencial la población y los servicios seguirán en aumento para cubrir las demandas de energía, insumos, vivienda, entre otros (figura 5.6). En el contexto de este trabajo se presenta un escenario de desarrollo energético (no-eléctrico) considerando como año base el 2005 y año del Inventario (2015).

Tabla 5.2. Tipo de acciones de mitigación del subsector residencial

Sector	Subsector	Acción	Categoría	Medida
Energía	Residencial (uso de combustibles fósiles)	*1) Cambio de combustible en el subsector residencial*	Cambio de combustible	Eliminación gradual del consumo de leña en el subsector residencial

1) Cambio de combustible: La leña cumple una función muy importante en el consumo doméstico de energía a nivel rural, forma parte de procesos de reproducción social que fortalecen tanto la organización comunitaria como la vida familiar. En México es utilizada por 23 millones de habitantes, primordialmente en la cocción de alimentos, calefacción e iluminación, siendo la leña el combustible más utilizado por su accesibilidad, ya que puede obtenerse fácilmente y es posible mantenerla sobre una base de rendimiento sostenido, por lo que representa una fuente renovable de energía.

La mayoría utiliza fogones abiertos que consisten en tres piedras apoyadas en el suelo alrededor del fuego, así como fogones tradicionales en herradura o en forma de “U” y tecnologías mejoradas, más limpias y eficientes.

Esta acción podrá eliminar gradualmente el consumo de leña, ya que como se refirió en párrafos anteriores, aunque la tendencia de uso es a disminuir, se propone sensibilizar a la población para reducir aún más su consumo o bien, sustituir el uso convencional de leña, a través de la introducción de estufas eficientes que utilizan este combustible, lo cual permitiría alcanzar la reducción de emisiones de poco más del 6.7% al 2030 (0.2 $GtCO_2$eq).

En la figura 5.5, se pueden observar los resultados obtenidos y se muestra que entre el 2015 y el 2030 la diferencia de emisiones sin acciones es de -0.8 $MtCO_2$eq (un decremento del consumo de leña del 16% aproximadamente). Además, se puede observar que el sólo hecho de no utilizar leña en el sector, las emisiones mitigadas en el año de inventario serían de 1.6 $GtCO_2$eq.

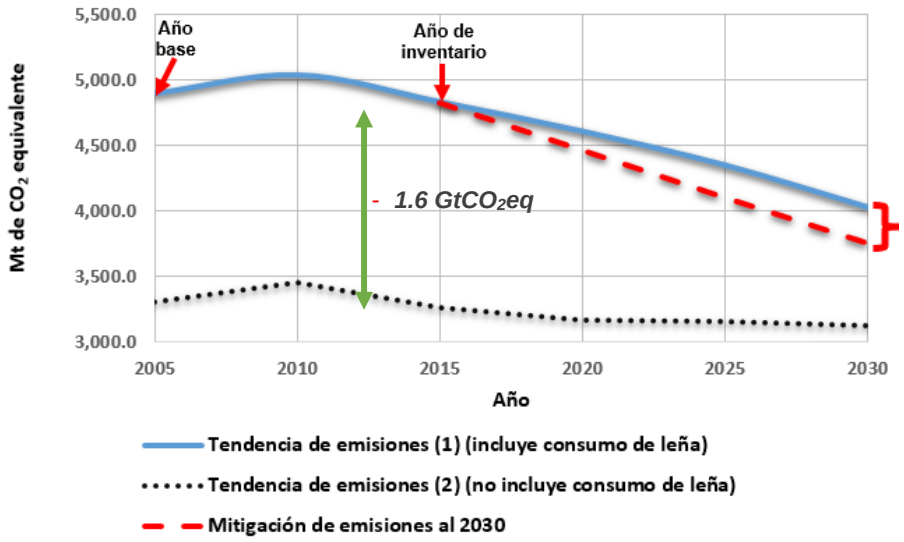


Figura 5.5 Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector residencial y mitigación de emisiones, 2005-2030

Fuente: Elaboración propia, con datos de consumos de combustibles proyectados de la SENER

Es importante reiterar que esta medida no corresponde a la totalidad de las medidas de mitigación potencialmente aplicables en la Entidad, pero si a un subconjunto representativo y de magnitud relevante. La ausencia de otras medidas de mitigación se debe a falta de información básica necesaria o a que ciertos subsectores no han sido incluidos dentro del análisis (como por ejemplo el uso de energía eléctrica).

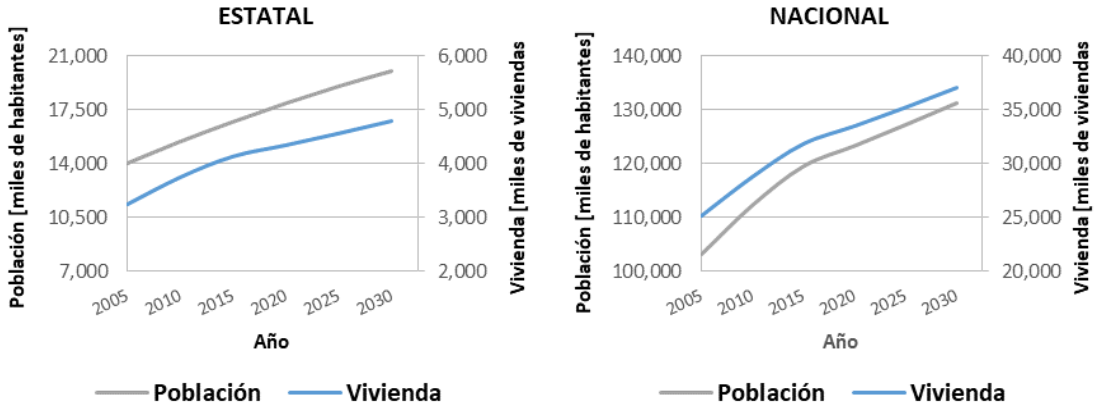


Figura 5.6. Tendencia de la población y la vivienda 2005 – 2030 estatal y nacional

5.1.3.2 Otras áreas de oportunidad para mitigar emisiones en el sector residencial

La actividad residencial, si bien no se caracteriza por ser una de las principales fuentes de emisión del sector, sí se considera de suma importancia puntualizar, resaltar y establecer las acciones que nos ayudan a reducir las emisiones dentro de los hogares, ya que se reflejan hábitos y costumbres cotidianos para subsanar las acciones que impactarán en nuestro entorno.

Como se ha observado, el consumo de combustibles fósiles son la principal causa de las emisiones y reducir el consumo o implementar medidas de control y/o prevención, implicará mitigarlas, por lo que las áreas de oportunidad que se han observado son:

- Eficiencia energética: de acuerdo con información referencial (CRE, 2015), el porcentaje de consumo de aparatos eléctricos que se mantienen conectados en las viviendas representa en promedio 5% y 10% más, por lo cual es necesario modificar el comportamiento de los usuarios a través de programas de educación a la ciudadanía referentes a eficiencia energética en sus hábitos, lo que se vería reflejado en ahorro en el consumo de electricidad en los hogares.

- Seleccionar aparatos eficientes: esta medida está relacionada con la eficiencia energética, pero además se propone incentivar la sustitución de aparatos eléctricos con alto consumo energético por unos más eficientes, en comparación a las que actualmente se comercializan. Los aparatos eléctricos considerados corresponden a lavadoras, lavavajillas, microondas, secadoras y focos tradicionales por unos de menor consumo (LED). Al igual que la medida anterior, el ahorro se vería reflejado en el consumo de energía eléctrica en los hogares.
- Utilizar energías renovables: como paneles solares y celdas fotovoltaicas para el calentamiento de agua y generación de luz utilizando la energía solar.

Este tipo de medidas podría mitigar las emisiones de GEI entre 20% y 40% adicional en el consumo de combustibles fósiles.

5.1.4 Transporte

Desde el Cuarto reporte del IPCC (IE4), las emisiones en el sector del transporte global han aumentado a pesar del incremento de eficiencia de los vehículos (transporte por carretera, ferroviario, embarcaciones y aeronaves) y las políticas adoptadas.

El transporte por carretera domina las emisiones en general, pero la aviación podría desempeñar un papel cada vez mayor en las emisiones totales de CO_2 en el futuro. El sector del transporte global representó el 27% de la utilización de energía final y 6.7 $GtCO_2eq$ de emisiones directas en 2010, y está previsto que las emisiones de referencia de CO_2 asciendan a un rango de 9.3 y 12 $GtCO_2eq$/año en 2050. Si no se aplican políticas de mitigación enérgica y sostenida, las emisiones del sector del transporte podrían aumentar rápidamente en los otros sectores de utilización de energía final y podrían generar que se duplicaran las emisiones de CO_2 para 2050.

Mientras que el crecimiento continuo de la actividad de pasajeros y carga constituye un desafío para la reducción de emisiones en el futuro, los análisis de estudios sectoriales e integrados sugieren un potencial de mitigación en el sector del transporte, mayor que el presentado en el IE4. La demanda per cápita de energía para el transporte en las economías en desarrollo y emergentes es muy inferior a la de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), pero está previsto que aumente a un ritmo mucho mayor en las próximas décadas debido al aumento de los ingresos y al desarrollo de infraestructura.

Por tanto, los escenarios de referencia muestran aumentos en la demanda de energía para el transporte desde 2010 hasta 2050. No obstante, los escenarios sectoriales e integrados de mitigación indican que es posible lograr reducciones de la demanda de energía de entre el 10% y el 45% para 2050 respecto al valor de referencia (IPCC, 2015).

En 2015, los problemas de movilidad en el Estado de México se ven reflejados en el tiempo que invierten las personas que usan el transporte público para llegar al trabajo. De cada 100 personas usuarias de algún tipo de transporte público (autobús, taxi, combi u otro transporte colectivo) para llegar al lugar de trabajo, 53 invierten de 16 minutos a una hora, 38 más de una hora, 6 hasta 15 minutos y 3 no les es posible determinar el tiempo de traslado; mientras del total que utiliza sistemas de transporte público como el metro, metrobús o tren ligero 74.2% invierte más de una hora, seguido del 23.6% que consume de 16 minutos a una hora de trayecto. (INEGI, 2016).

5.1.4.1 Escenario de referencia

El subsector más intensivo en emisiones de GEI para el 2015 fue el transporte, ya que ese año contribuyó con 10.5 $GtCO_2eq$ (45.3%) del total del sector. Por ello es necesario analizar el consumo energético y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de las distintas actividades que lo conforman.

Las actividades con mayor aporte a las emisiones de CO_2 dentro de este subsector es el transporte terrestre a gasolina, con aproximadamente 7.2 $GtCO_2eq$ (71.2%). Con respecto al transporte público y modal es posible afirmar que ya existen iniciativas en desarrollo relacionadas con la gestión de flotas y eficiencia energética tales como el Mexibús y el tren suburbano, por lo que la brecha tecnológica es menor que en las otras actividades identificadas. Los camiones de carga locales y federales por su parte aportan en menor manera al total de emisiones de GEI del sector 1.7 $GtCO_2eq$ (16.6%).

Tabla 5.3. Tipo de acciones de mitigación del subsector transporte

Sector	Subsector	Acción	Categoría	Medida
Energía	Transporte terrestre (que consume combustibles fósiles)	*1) Cambio tecnológico en vehículos ligeros (particulares y taxis)*	Cambio tecnológico	Introducción de vehículos híbridos para renovación del parque vehicular ligero (particulares y taxis)
		2) Cambio de combustible en vehículos ligeros particulares	Cambio de combustible	Introducción de vehículos nuevos o reconversión energética a gas L.P. para renovar el parque vehicular ligero particular
		3) Eficiencia energética en vehículos de carga (pequeños, medianos y ligeros	Eficiencia energética	Conducción eficiente

1) Cambio tecnológico en vehículos ligeros (particulares y taxis): La medida consiste en que cierta proporción de los vehículos particulares y taxis que cada año ingresan al parque vehicular utilicen tecnología híbrida. Los vehículos híbridos constan de dos motores, uno eléctrico y otro de combustión interna. Comparado con los vehículos convencionales, reducen considerablemente el uso del motor de combustión interna, lo que se traduce en menor gasto de combustible y consecuentemente, menor nivel de emisiones.

   El consumo promedio de gasolina de un vehículo particular es de 13.0 km/l (INECC, 2018). De acuerdo a la revista internacional de contaminación ambiental se determinó que un vehículo híbrido es 31% más eficiente que uno convencional.(Menchaca-Mendoza, 2013)

   La acción de mitigación para este subsector considera dos casos, vehículos particulares y taxis; además se consideró que el 1% de los vehículos nuevos (particulares 0.5% y taxis 0.5%) que anualmente ingresen a la flota vehicular, deberán contar con tecnología híbrida, asimismo, esta cifra debería crecer anualmente de manera lineal hasta el año 2030.

   El potencial de reducción de emisiones se calcula a partir del menor consumo en combustible del vehículo de reemplazo, relacionando este parámetro con las emisiones a través del contenido de CO_2 por litro de combustible consumido (rendimiento).

2) Cambio de combustible en vehículos particulares (o reconversión energética de gasolina a gas L.P.): Para esta acción, sólo se considera el 0.1% del parque vehicular particular nuevo que consume gasolina o bien, aquellos existentes que deseen llevar a cabo una reconversión energética (de gasolina a gas L.P.); para realizar la estimación de emisiones al año 2030 se consideró que esta cifra crece anualmente de manera lineal.

3) Eficiencia energética (conducción eficiente de vehículos de carga): La acción consiste en capacitar a los conductores del 1% de la flota de vehículos de carga nuevos y existentes en mejores prácticas de manejo (eco-driving), esto permite la disminución en el consumo de combustible utilizado y, por lo tanto, se disminuyen las emisiones de CO_2 de esta actividad. Asimismo, para realizar la estimación de emisiones al año 2030 se consideró que esta cifra crece anualmente de manera lineal.

También es importante resaltar que se tomó ese porcentaje de vehículos, debido a que la flota vehicular nueva de carga aumenta anualmente en 0.1% aproximadamente (dato estimado de los censos de flota vehicular anual de INEGI) y la flota de esa categoría para el año de inventario fue del 3.7% del total registrado. Asimismo, sólo se presenta el parque vehicular de carga que consume gasolina y diésel por ser los de mayor representatividad.

En el tema de la movilidad, es importante señalar que el transporte de carga es un sistema fundamental para la economía del país, en él intervienen varios actores que hacen que sea un proceso complejo, costoso y contaminante. Este sector ocasiona problemas de circulación vial, aumento del ruido y de emisiones, en específico de Carbono Negro y partículas finas. En la Zona Metropolitana del Valle de México, se tienen registrados poco más de 700,000 unidades de carga.

Finalmente, para estimar las reducciones a las acciones planteadas se obtuvieron datos del consumo de combustibles anuales al año 2030 de la SENER y posteriormente se calcularon las emisiones para el sector por tipo de combustible.

En la figura 5.7 se pueden observar los resultados obtenidos y se muestra que entre el 2015 y el 2030 la diferencia de emisiones sin acciones para el subsector transporte fue de 1.4 $GtCO_2eq$ (incremento del 12.2% en las emisiones). Una vez que se aplicaron las acciones propuestas, se realizó el cálculo de las emisiones y se estimó que se puede alcanzar la reducción del 9.5% (1.1 $GtCO_2eq$) al 2030 con respecto al año de inventario. En la figura 5.7, se aprecia el estimado de la emisión de GEI a futuro contra la reducción alcanzada.

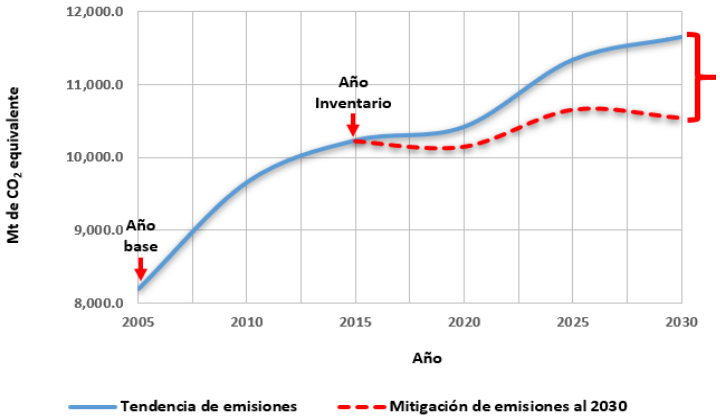


Figura 5.7. Tendencia de las emisiones estatales de GEI en el sector transporte y mitigación de emisiones, 2005-2030

Fuente: Elaboración propia, con datos de consumos de combustibles proyectados de la SENER

5.1.4.2 Otras áreas de oportunidad para mitigar emisiones en el transporte

Como se ha observado, el consumo de combustibles fósiles son la principal causa de las emisiones del sector transporte y reducir el consumo o implementar medidas de control y/o prevención, implicará mitigarlas, además de contar con una serie de políticas e instrumentos que favorezcan la entrada de vehículos y combustibles más limpios, y/o producir un cambio en la partición modal, o incentivar los medios de transporte público, entre otros.

Existen diversas alternativas para mitigar emisiones, sin embargo, se deben contemplar las más adecuadas para cada condición actual del territorio, las necesidades poblacionales y el costo de implementación, algunas de ellas son las siguientes:

- Reglamentar el uso de suelo y planificar la infraestructura, a efecto de minimizar la demanda por transporte de la población.
- Reducir las emisiones unitarias de CO_2 a través de normas de emisión o subsidios a vehículos de menor emisión.
- Incentivar el cambio modal, particularmente, promover el transporte público.
- Promover el uso de biocombustibles, a través de estudios de factibilidad del desarrollo de cultivos en el Estado e incentivar legalmente la promoción a la incorporación de biocombustibles como un mínimo dentro de la mezcla de combustibles.
- Renovar el parque vehicular particular y de carga, con antigüedad mayor a 25 años por vehículos nuevos con mejores rendimientos para reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI del parque.
- Renovar el transporte público con periodicidad de 10 a 15 años, por vehículos nuevos con mejores rendimientos para reducir consumo de gasolina y diésel, con la finalidad de bajar las emisiones de GEI asociadas.

5.1.5 Conclusiones

Las medidas propuestas no pretenden en ningún sentido definir parte de la política pública de la Entidad ni establecer los pasos que se deben seguir en temas referentes al Cambio Climático. Las estrategias se presentan como opinión del equipo de mitigación basada en la experiencia de sus integrantes y de los resultados obtenidos del análisis y la realización del actual trabajo. Existen, además, otros elementos y variables a considerar en materia de política del Cambio Climático y que quedan fuera del alcance de este estudio.

Cabe mencionar que durante el proceso de construcción de la base de datos y elaboración de los escenarios se encontraron diferentes barreras asociadas a inconsistencias en las tendencias y escenarios con referente a las condiciones actuales, que a continuación se mencionan:

- Se desconoce el tipo de tecnologías y aparatos electrodomésticos con los que cuenta la población rural y urbana, así como la variedad de combustibles usados en sus actividades diarias.
- No se cuenta con información sobre el número o porcentaje de aparatos y tecnologías domésticas que funcionan de manera eficiente (como calentadores solares, focos ahorradores de energía, entre otros), así como de aparatos antiguos que generalmente requieren de mayor consumo energético (como es el caso de los refrigeradores).
- La información disponible para transporte contiene errores y vacíos de información (no se cuenta con el número de usuarios por tipo de transporte), además de que algunas cifras no tienen relación y correspondencia, como ejemplo se cita el número de unidades para años anteriores y posteriores diferentes, existiendo altas y bajas entre años consecutivos.
- Es necesario realizar estimaciones e inferir valores no disponibles, de tal manera que se generalice la información en lugar de detallarla, lo cual incide sobre la precisión de los escenarios, así como de los resultados.

Es por lo anterior que el objetivo final de este documento es servir como antecedente para la institución mandante, o como éste lo estime conveniente en el nuevo contexto en que está inserto, tiene la responsabilidad de utilizar las herramientas disponibles que le permitan avanzar en términos de desarrollo económico, social y ambiental.

En el presente Programa, se logra destacar de manera muy superficial el hecho de que la aplicación de distintas medidas de mitigación de GEI tienen un alto costo para la Entidad y que además podrían lograr co-beneficios, por lo menos a nivel local, pero es necesario que las instituciones públicas y el sector privado avancen en la generación de esta información para lograr tomar las mejores decisiones y así enfrentar y resolver problemas de manera integral.

Finalmente, la información que se obtuvo para generar los escenarios tendenciales se extrajo de las siguientes fuentes:

- Secretaría de Energía (SENER): consumo de energía, intensidad energética y tendencias del uso de energía; documentos como balances nacionales de energía y prospectivas de los combustibles.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): variables sociales (población y vivienda) resumidas en el ITER para los años 2005, 2010, 2015; así como el número de vehículos por tipo y el aporte al PIB por tipo de industria en el Estado de México (Censo económico 2008).

- Censo Nacional de Población (CONAPO): Datos de proyecciones de la población 2010 – 2050.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Intensidades energéticas de los electrodomésticos.
- Comisión Reguladora de Energía (CRE): energías limpias.
- IGECEM y Secretaría de Finanzas del Estado de México: Variables económicas relacionadas con el PIB estatal (disponibles en el documento “Producto Interno Municipal”).
- Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes: usuarios del tren suburbano en el Estado de México y características del transporte en sus diferentes líneas.
- Entre otros.

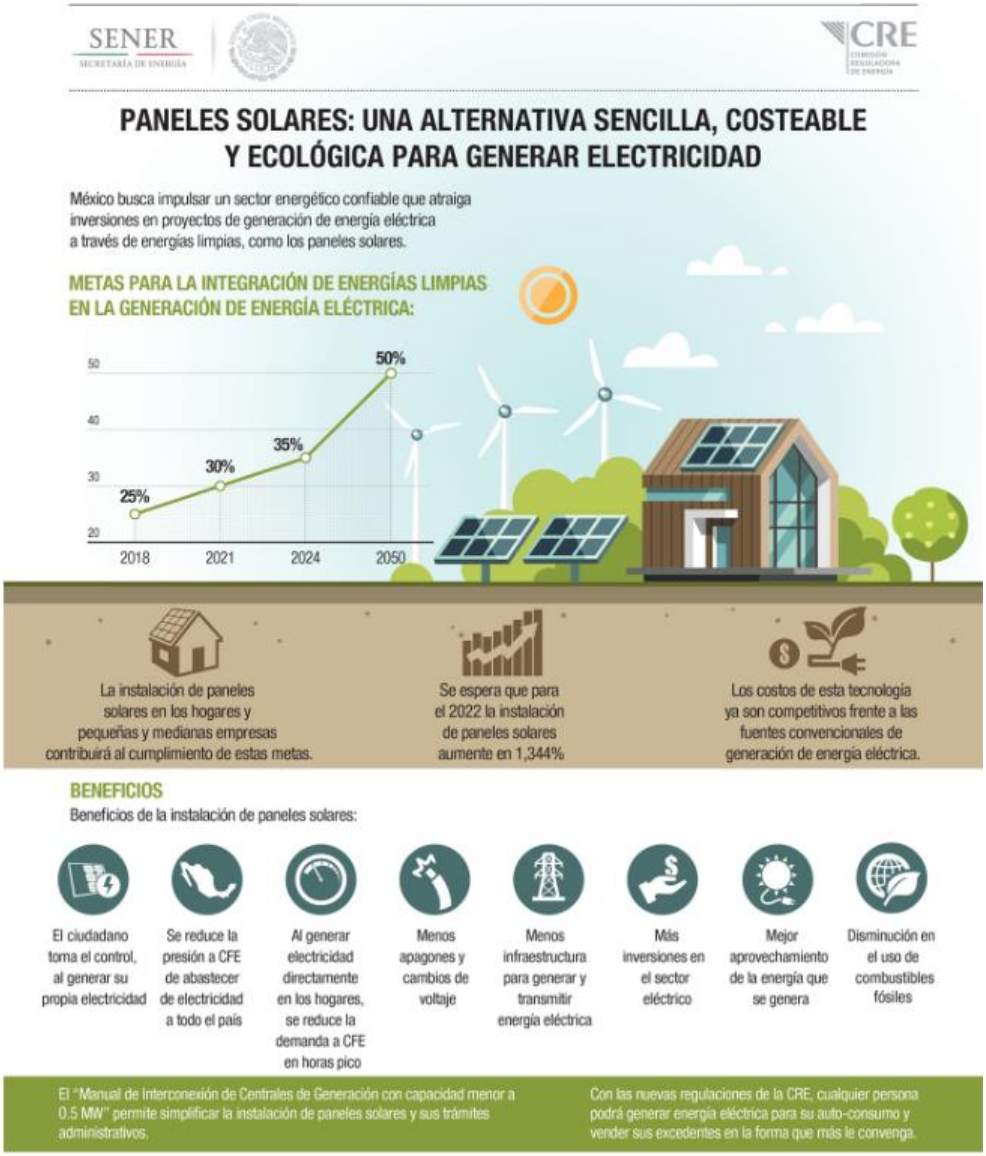


Figura 5.8. Paneles solares.
Fuente: Comisión Reguladora de Energía (CRE).

5.2. Sector Residuos

Este sector está conformado por dos subsectores: residuos sólidos y aguas residuales; cuyo principal GEI emitido es el Metano (CH_4). De acuerdo con el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero, este sector es el segundo en importancia por contribuir con el 16% de las emisiones totales para 2015, traducido en 5,567.7 Gg de CO_2eq. De esta cifra, el 86% proviene de la generación y disposición de residuos sólidos, mientras que el 14% restante corresponde a aguas residuales. De esta

manera se hace necesario definir las acciones que contribuyan a reducir las emisiones de este sector considerando la relación que existe entre el crecimiento poblacional y la generación de residuos sólidos y aguas residuales.

Las acciones propuestas puntualizan la participación de la sociedad, como gestor de las acciones e incluso del sector privado como promotor, financiador y vinculador de las acciones en búsqueda de la sustentabilidad urbana y rural, muy ligada a las medidas de adaptación en escenarios en un futuro que, ya no es tan ajeno ni lejano.

5.2.1. Residuos sólidos

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Estado de México, como en todas las entidades del país, tiende a ir en aumento a la par del gasto del consumo final privado (valor total de todas las compras en bienes y servicios de consumo) así como el PIB, de tal manera que entre mayor consumo exista, mayor generación de residuos habrá. De acuerdo con la SEMARNAT (2015), el Producto Interno Bruto y la generación de residuos en todo el país crecieron prácticamente la misma tasa (alrededor de 2.77% anual), por lo que se deduce que la aportación de cada Entidad al PIB reflejará un aproximado de su contribución a la generación de r. En el caso del Estado de México, éste tiene una alta contribución al PIB nacional principalmente por ser el Estado más poblado del país, además de su importante actividad industrial.

Para 2012, la Entidad se ubicó en el primer lugar en generación de residuos sólidos urbanos, traducido a un volumen de 6.7 millones de t, lo que representa 16.1% del total nacional. Cabe mencionar que todas las entidades actualmente cuentan con rellenos sanitarios para la disposición de residuos, a excepción de la Ciudad de México, cuyos residuos se disponen en cuatro rellenos sanitarios del Estado de México que son La Cañada, Cuautitlán, El Milagro y Tepotzotlán, y uno más en Cuautla, Morelos. Así que gran parte de las 4.9 millones de toneladas que genera dicha Ciudad terminan en el Estado de México.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, únicamente para la generación de residuos sólidos urbanos en el Estado de México, en el año 2015 se obtuvo un total de 4,557.3 Gg de CO_2eq.

La composición de los residuos sólidos que en su mayoría es de origen orgánico (más del 50% a nivel nacional), es importante para determinar el potencial de generación de biogás que se podría utilizar en el aprovechamiento de RSU y con ello reducir las emisiones de Metano. De acuerdo a datos de la Unión Europea, una tonelada de RSU compuesta por 50% de materia orgánica genera aproximadamente 200 m^3 de biogás (Unión Europea et al. 2010) y 1 m^3 de biogás (contiene entre 50-75% de Metano y 25-50% de Dióxido de Carbono) (IRENA, 2017), lo cual puede generar hasta seis horas de luz equivalente a un foco de 60 watts (SEDESOL, 2005). Asimismo, por cada m^3 de biogás tratado en la unidad de cogeneración es posible producir 2,3 kWh de electricidad y 2,8 kWh de energía calorífica.

En cuanto a la recolección, en 2012 en el Estado de México solamente se recolectó el 88% del total generado, siendo uno de los Estados con menor volumen de recolección a nivel nacional, sin embargo, su población cuenta con mayor acceso a este servicio (85.7%) (SEMARNAT, 2015). Por otro lado, hoy en día la disposición final de residuos sólidos urbanos en todo el país es de 70% a 80% a rellenos sanitarios, mientras que el resto se encuentran en sitios controlados y no controlados (alrededor de 5% y 20%, respectivamente). El Estado de México cuenta con 28 rellenos sanitarios, siendo la entidad con mayor cantidad de rellenos a nivel nacional.

El objetivo es que a los rellenos sanitarios o sitios de disposición final únicamente lleguen aquellos materiales que no tienen otras posibilidades de ser aprovechados en el reúso, reciclaje, y compostaje, lo que contribuye a la reducción de residuos que es necesario manejar, fomentando con ello la gestión integral de residuos sólidos y al mismo tiempo se reduce la cantidad de emisiones contaminantes y se mejoran las condiciones de trabajo y habitabilidad para pepenadores, trabajadores y población circundante (SEMARNAT, 2013).

El papel y cartón son de los productos que más se acopia a nivel nacional, ya que el reciclaje de estos residuos ha tenido un fuerte impulso por los beneficios económicos que esta actividad representa. Dentro de los lineamientos del “Plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México 2012”, se indica que la industria papelera nacional cuenta con 58 molinos (plantas productoras de papel) en operación, distribuidas en 20 Estados de la República Mexicana y la mayor cantidad de ellos en el Estado de México con 14 plantas, lo cual proyecta la importancia que tiene este residuo para la economía interna.

Además, por cada tonelada de papel reciclado se ahorran 2.5 m^3 en rellenos sanitarios y se capturan más de tres toneladas de GEI al evitar la descomposición del papel y cartón en tiraderos y rellenos sanitarios, lográndose mayor eficiencia en el uso de la fibra virgen. Otro beneficio económico es que, por cada tonelada de fibra secundaria reciclada en México, es valorizada al menos siete veces y se integra a la derrama económica y fiscal en el país (Cámara del papel, 2012).

Sobre los Residuos Peligrosos (RP), gran parte de su generación se concentra en zonas industriales del país, principalmente en la Zona Metropolitana del Valle de México que concentra el 15.6% del total nacional de número de empresas, mientras que el resto del Estado cuenta con el 5.5% de ellas (SEMARNAT, 2015). La generación y disposición de los RP son fuente emisora no sólo de GEI, sino de contaminantes que provocan daños más severos al ambiente y a la salud humana, que los residuos sólidos urbanos, si no se manejan adecuadamente. Ejemplo de ello son los residuos biológico-infecciosos u hospitalarios que son incinerados; así como el aceite automotriz y en general, los aceites lubricantes que pueden ser reutilizados como

combustibles alternos en diferentes industrias, para evitar que contaminen el agua al ser desechados deliberadamente y el aceite de cocina usado, el cual se puede transformar en biodiesel después de un proceso muy sencillo (SEMARNAT, 2010).

De manera generalizada y en contexto a las acciones que es posible implementar en la entidad, cabe decir que el tratamiento de los residuos puede ser mecánico, biológico y/o térmico; mediante estos procesos es factible obtener beneficios sanitarios y/o económicos, reduciendo o eliminando sus efectos nocivos.

El tratamiento biológico se enfoca básicamente a los residuos orgánicos, como los alimentos y los residuos de áreas verdes. La selección de los residuos orgánicos dentro de una estrategia integral tiene varios beneficios, el más importante consiste en la reducción de los volúmenes generados y la estabilización de los materiales, además, se pueden transformar en producto útil (composta) o en alimento para animales. Uno de los tratamientos que más impulso tiene en cuestión de aprovechamiento de los residuos, es el tratamiento mecánico-biológico de residuos sólidos, que combina las técnicas de cada uno de éstos por separado, minimizando el impacto ambiental de la disposición de residuos mediante una amplia estabilización de estos, además de separar los materiales reciclables (GTZ, 2003).

La reinserción de los residuos al proceso productivo mediante la recuperación continua de sus productos o envases constituye un enfoque de sistema, donde se incluye un proceso que se inicia con la recolección y almacenamiento del material reciclable y culmina en la empresa recuperadora del material (Espinoza, 2012). Por otra parte, el uso de biogás se puede utilizar para la producción de electricidad por medio de motores de combustión interna y con turbinas de gas, esto mitiga emisiones GEI en un rango del 30% al 90% en comparación con una referencia de generación con combustibles fósiles (80% carbón y 20% gas natural). El costo de cogeneración con biogás se encuentra en un rango de 3 a 10 dólares/kWh (Red Mexicana de Biogás, 2011).

La conversión de residuos orgánicos en combustible (a partir de rellenos sanitarios), además de proporcionar energía, provee de beneficios económicos y ambientales, ya que se reduce la emisión de contaminantes locales en el aire, agua y suelo, la pérdida de hábitats naturales y deforestación disminuye la probabilidad de plagas y enfermedades, el deterioro del paisaje y calidad de vida de las poblaciones humanas (Bernstein et al., 2008; y Red Mexica de Bioenergía, 2011). Es necesario considerar que el aprovechamiento del biogás de un relleno sanitario se logra durante 10 años a partir del segundo año de operación, sin embargo, los rendimientos durante la vida del relleno pueden variar en función de la composición de los residuos.

De acuerdo con SEMARNAT e INECC (2012), las acciones que se plantean en este sector son acciones inmediatas con alto potencial de mitigación que generan beneficios económicos, además los co-beneficios (independientemente de la reducción en emisiones) se reflejan en menor exposición a residuos que con el tiempo provoquen enfermedades, disminución en la cantidad de lixiviados infiltrados o contaminantes en el suelo, éstas poseen alto beneficio económico y alto potencial de mitigación, como es el caso del aprovechamiento de biogás, el reciclaje y generación de composta, que tienen costos bajos en comparación con otras acciones como la quema de gas de rellenos sanitarios y el tratamiento de aguas residuales que implican costos estimados de 40 euros por tonelada de CO_2 eq en el caso de aguas y 10 euros en la quema de gas.

Al respecto, es de señalar que hay diferentes proyectos en la entidad que se registraron en el MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) para participar con la reducción de emisiones de gases GEI e incluso aprovechar el biogás generado en los rellenos sanitarios. De acuerdo con un estudio denominado “Potencial de aprovechamiento de biogás en rellenos sanitarios “, entre los mejores sitios de disposición final del país, se encuentran el de Naucalpan de Juárez y Tlalnepantla de Baz (ambos operados por la empresa PROACTIVA), lo cual representa una oportunidad para alcanzar la reducción de emisiones en este sector, además de los proyectos participantes que a continuación se mencionan de acuerdo con la SEMARNAT (2008):

1) Proyectos registrados en el MDL
   - “Recuperación de biogás para energía en Ecatepec” (con reducción de emisiones de 209,353 kt de CO_2 eq/año)
   - “Recuperación de gas para energía en Tultitlán” (con reducción de emisiones de 41,681 kt de CO_2 eq/año).
2) Los proyectos en validación de MDL son tres:
   - Conversión de biogás a energía en el relleno sanitario de Tecámac, con reducción de 56,050 de kt CO_2 eq/año.
   - Rincón Verde, con 315,143 de kt CO_2 eq/año.
   - Conversión de biogás a energía en Tlalnepantla de Baz con 50,838 de kt CO_2 eq/año.

Cabe mencionar que hasta 2012 se aceptó el registro de proyectos mexicanos en el MDL ya que la extensión que se hizo hasta 2015 del protocolo de Kioto fue únicamente para los países menos desarrollados (Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea, 2012).

5.2.2. Aguas residuales

El Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el año 2015, estima que las aguas residuales emitieron alrededor de 1,010.4 Gg de CO_2eq (Figura 5.9), de los cuales 408.1Gg de CO_2eq corresponden a aguas residuales domésticas mientras que los 602.3 Gg de CO_2eq restantes corresponden a aguas residuales industriales. Por otro lado, el Informe de la Situación Ambiental en México de la SEMARNAT (2015) menciona que el Estado de México encabeza el listado

de entidades que generaron mayores caudales de aguas residuales municipales con 27.7 m^3/s, la descarga de aguas residuales tiene la misma relación que los residuos sólidos urbanos conforme la aportación al PIB nacional de las entidades, razón por la que el Estado se encuentra en primer lugar (figura 5.09).



Figuras 5.9 Aguas residuales del Río Lerma en el municipio de Temascalcingo.

El tipo de tratamiento que reciben las aguas residuales de la Entidad es fundamental para conocer las posibilidades de aprovechamiento ya que es posible conocer la carga de contaminantes y sustancias diluidas. Los sistemas primarios de tratamiento son los más sencillos en cuanto a la limpieza del agua y tienen la función de prepararla, limpiándola de todas aquellas partículas cuyas dimensiones puedan obstruir o dificultar los procesos consecuentes.

El tratamiento secundario tiene el objetivo de limpiar el agua de aquellas impurezas cuyo tamaño es mucho menor a las que se pueden captar por sistemas primarios, para ello, los sistemas se basan en métodos mecánicos y biológicos combinados, comprenden sistemas de pre-colación, y tratamientos anaeróbicos, éstos últimos se realizan mediante la digestión anaeróbica, que es el proceso mediante el cual los organismos catabolizan y asimilan sus alimentos en ausencia de oxígeno, e implícitamente de aire, dicho proceso puede darse en reactores de primera generación (fosas sépticas y lagunas anaerobias) y reactores de segunda generación como Reactores Anaerobios de Lecho de Lodos conocidos como UASB o RAFA (Oropeza, 2004).

El proceso de digestión anaeróbica está presente durante el tratamiento de aguas, en los fangos primarios de las plantas de tratamiento, generando biogás. Tiene como ventajas la baja producción de lodos, bajo consumo de energía, posible reutilización del Metano producido, poca necesidad de espacio, y permite la cogeneración eléctrica (Elmar, 2010).

Los residuos orgánicos de la digestión en el tratamiento, debido a su estabilidad microbiológica y madurez química, presentan características físicas, químicas y biológicas favorables, por lo que resulta un excelente fertilizante natural parecido a otros utilizados en el sector agropecuario, sin embrago cuando se agregan al agua tratada, sales de hierro o de aluminio como coagulantes tiene el efecto secundario, ya que el fósforo en los lodos formados no es muy asimilable para los cultivos, siendo necesario estabilizarlos adecuadamente para su uso agrícola (Red Mexicana de Bioenergía, 2012).

El tratamiento secundario representa la oportunidad de aprovechamiento de biogás, dado que su valor energético, puede emplearse como fuente de energía en motores o microturbinas dentro del mismo proceso. Al utilizar el biogás, se logra la disminución de GEI, con lo cual, la Entidad tiene un gran potencial ya que la mayor parte de las aguas utilizan tratamientos secundarios. Asimismo, existe potencial de generación de biogás en mataderos y procesadoras de carne, en los que se producen grandes cantidades de residuos que por su alto contenido orgánico pueden ser aprovechados en biodigestores para su tratamiento y producción de biogás.

En suma, la generación de aguas residuales y residuos sólidos urbanos conforman cada uno, ejes estratégicos compuestos por líneas de acción de mitigación para la reducción y/o control de emisiones, considerando que el Estado de México es la entidad que mayor población alberga y, por ende, donde mayor cantidad de residuos tanto sólidos como líquidos se producen.

Energía para la gestión del agua

Indicadores estatales

A partir del consumo de energía para el abastecimiento de agua se determinaron indicadores de intensidad energética para las actividades de suministro de agua, que comprende el bombeo de agua de yacimientos superficiales y subterráneos; tratamiento de aguas residuales, que abarca tanto procesos primarios como secundarios; y potabilización, que igualmente incluye procesos primarios y secundarios.

Como se observa en la Figura 5.10 el proceso que requiere mayor cantidad de energía por unidad de agua es el del suministro de agua, esencialmente para actividades de bombeo. También es en este proceso en el que existe el mayor rango de valores entre los Estados. Tanto en el "tratamiento de aguas residuales" como en la "potabilización" se observan requerimientos de energía similares, con un promedio nacional de 0.48 y 0.42 kilowatts-hora por metro cúbico (kWh/m³), y rangos de 0.22 a 0.82 y 0.21 a 0.92 kWh/m³ respectivamente. Al observar los valores absolutos de consumo de abastecimiento de agua en hm³, se puede observar que hay actividades como el "tratamiento de aguas residuales" y la "potabilización" con rangos que no son proporcionales a la diferencia poblacional de los Estados del país. Esto se debe, a los distintos niveles de actividades por proceso ubicados en cada Estado independientemente del consumo de agua.

Indicador	Proceso	Nacional	Mínimo estatal	Máximo estatal
Intensidad energética por proceso (kWh/m³)	Suministro de agua	1,01	0,50	1,90
	Tratamiento de aguas residuales	0,48	0,22	0,82
	Potabilización	0,42	0,21	0,92
Consumo energético anual por tipo de proceso (GWh)	Suministro de agua	10 537,9	57,4	1 496,2
	Tratamiento de aguas residuales	1 961,5	2,4	241,1
	Potabilización	1 257,3	0,1	196,6
Abastecimiento de agua por tipo de proceso (hm³)	Agua suministrada	10 398,1	73,3	1 150,9
	Tratamiento de aguas residuales	4 105,6	4,1	505,1
	Potabilización	2 986,1	0,1	528,2

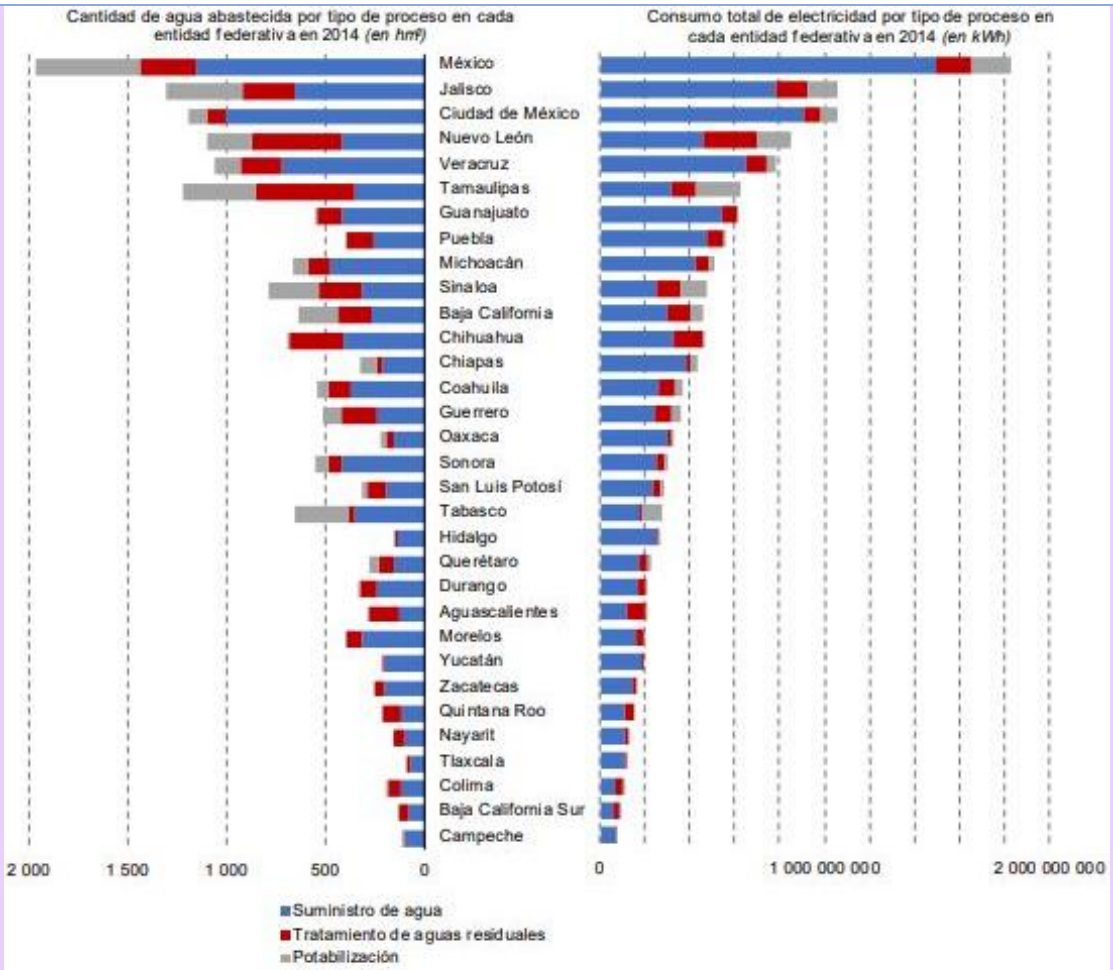
Fuente: Sistema Nacional del Agua, CONAGUA.

Figura 5.10 México: indicadores de consumo de agua nacional y rangos mínimos y máximos estatales, 2014.

La CONAGUA cuantificó el consumo de energía para la realización de estos tres procesos en las instalaciones que se ubican en cada uno de los Estados del país. Eso no significa que el agua resultado de estas actividades haya sido consumida o descargada para su posterior tratamiento en los estados correspondientes (véase el Figura 5.13). Por ejemplo, en el Estado de México se realizan importantes actividades de bombeo y potabilización como parte del Sistema Cutzamala que abastece a la Ciudad de México (Sistema Nacional del Agua, CONAGUA).

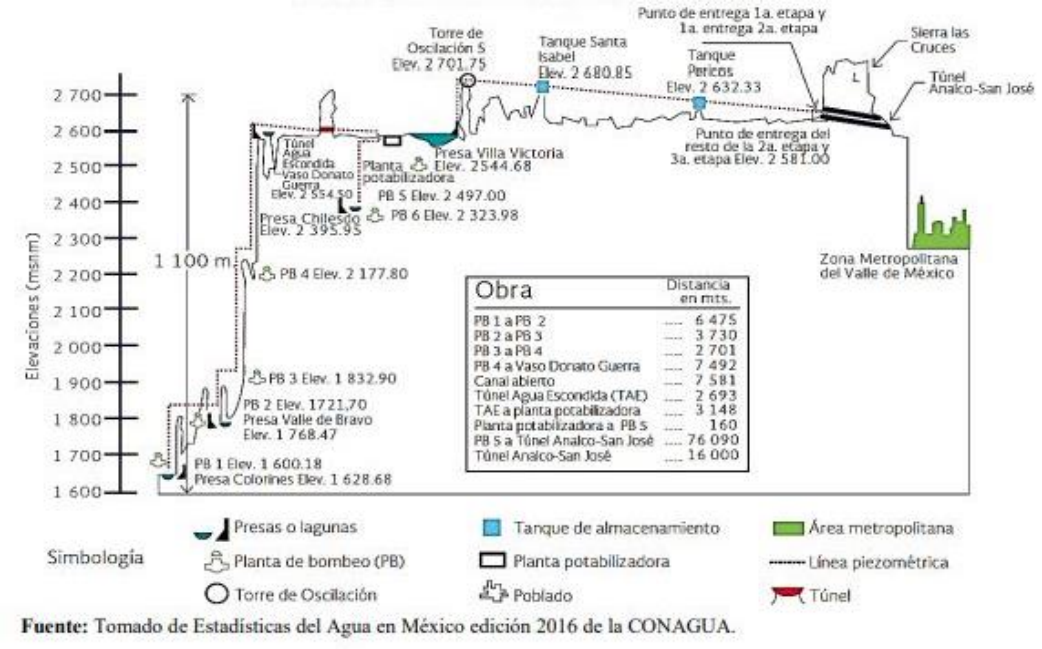
El consumo total observado en 2014 fue de 13.7 Tera watts-hora (TWh), y representó 4.6% de la generación bruta de energía en el país. Las cinco entidades con mayor consumo de energía fueron el Estado de México, Jalisco, Ciudad de México, Nuevo León y Veracruz, pero destacan a nivel nacional los requerimientos energéticos del Sistema Cutzamala que abastece a la población del Estado de México y de la Ciudad de México.

En 2015 el Sistema Cutzamala abasteció de agua a las ciudades antes mencionadas con 497 hm³ para el consumo urbano. El sistema comprende un conjunto de presas, sistemas de bombeo, túneles y plantas potabilizadoras que comienzan a una altura de 1,600 metros de altura sobre el nivel del mar, y llegan en su punto más elevado a 2,701 metros. Entre 2006 y 2015 el agua entregada a la Ciudad de México representó entre 58.8% y 63.5% del total del volumen suministrado a través del Sistema, mientras que el resto se utilizó en el Estado de México (véase el Figura 5.14).



Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema Nacional de Información del Agua.

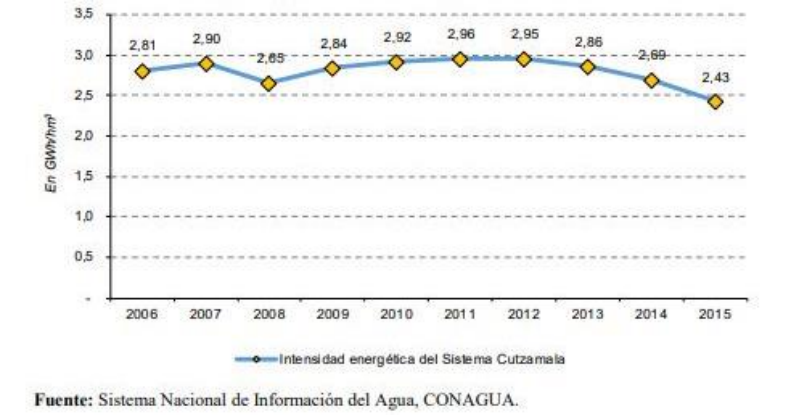
Figura 5.13 México: abastecimiento de agua y consumo de electricidad por entidad federativa, 2014.



Fuente: Tomado de Estadísticas del Agua en México edición 2016 de la CONAGUA.

Figura 5.14. México: elementos del Sistema Cutzamala, 2016.

En 2015, el año con el menor consumo de energía por volumen de agua suministrada, el sistema Cutzamala requirió 1,209 GWh durante el año, es decir, 2.43 GWh por cada hm³ (figura 5.15). Para 2015 este consumo representó el 0.4% de la generación bruta de electricidad a nivel nacional.



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, CONAGUA.

Figura 5.15 México: intensidad energética para el abasto de agua del Sistema Cutzamala, 2006-2015.

5.3. Sector AFOLU

Desde su existencia, la humanidad siempre se ha visto en constante crecimiento poblacional y expansión territorial, lo que ha ocasionado la alteración de los ecosistemas terrestres debido al cambio de uso de suelo ya sea para cultivos, pastizales, establecimiento de poblados y zonas urbanas, entre otros. Esto ha generado deforestación de amplias superficies, lo cual es

alarmante, ya que los bosques son importantes reservorios de carbono y su destrucción y degradación constituyen una de las fuentes más importantes de emisiones de GEI, por tal motivo, su conservación y manejo sustentable pueden contribuir a aumentar la cantidad de carbono almacenada en ellos.

El IPCC en su quinto Informe (2014) integra la Agricultura, la Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) en un solo sector, "ya que la mitigación potencial se deriva tanto de una mejora de las eliminaciones de gases de efecto invernadero (GEI), así como de la reducción de emisiones a través del manejo de la tierra y el ganado".

Considerando los resultados del Inventario Forestal del Estado de México 2014, la superficie bajo cubierta forestal es de 1,087,812 ha, lo que representa el 48% de la superficie estatal. De acuerdo con el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (2015), la participación del sector AFOLU con respecto a las emisiones totales es del 10% con 3,701.3 Gg de CO_2eq, siendo la categoría de suelos agrícolas la que aporta más emisiones con 2,075.1 Gg de CO_2eq. El resto de las categorías consideradas para este sector son la fermentación entérica (cabezas de ganado doméstico) con una aportación de 1,322.2 Gg de CO_2eq, manejo de estiércol con 124.7 Gg de CO_2eq, cultivo de arroz con 0.3 Gg de CO_2eq, quema de residuos agrícolas con 179 Gg de CO_2eq, silvicultura (tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras), y otros usos de la tierra.

En los sistemas silvopastoriles los árboles así como sus frutos, hojas y leños proporcionan nutrientes al ganado y son una opción complementaria a la alimentación con pastos y forrajes, ejemplos de alimentación arbórea-forrajera para el ganado son las especies de leguminosas *Pithecellobium dulce, Haematoxylum brasiletto* y *Gliricidia sepium,* utilizadas en los ranchos ganaderos del sur del Estado de México, la inclusión de este tipo de sistema genera ventajas como la disminución de costos y les permite a los ganaderos contar con una fuente de alimento en diversas estaciones del año (Olivares, 2011).

En México se tienen diversas especies vegetativas ricas en taninos y saponinas (metabolitos secundarios) tales como los árboles leguminosos *Leucaena leucocephala*, conocida, entre otros nombres comunes como Guaje blanco, *Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb*, comúnmente conocido como Guacanaste o Parota; a los anteriores, se suman la *Tagetes erecta L*., comúnmente llamada flor de muerto o cempasúchil (Pacheco y Ríos, 2013) la cual se distribuye en territorio mexiquense principalmente en zonas de selva baja caducifolia (CONABIO, 1987) en el sur del Estado, que han demostrado la disminución en la emisión de gases efecto invernadero al ser incluidas en la alimentación del ganado, principalmente bovino.

Asimismo, se pretende impulsar prácticas que reduzcan emisiones de GEI e incrementen los reservorios de carbono a través de estrategias con un enfoque de paisaje que actúe sobre grandes áreas compactas, como corredores biológicos o cuencas, para considerar de forma más plena la condición de sus recursos naturales, sus tendencias, la influencia de la acción humana y las oportunidades para la conservación, restauración y el desarrollo (Figura 5.16).



Figura 5.16 Ecosistema forestal en el Municipio de Lerma.

Estimaciones realizadas por el gobierno estatal para este sector, indican que la entidad tiene un alto potencial para implementar acciones de mitigación a través de programas vinculados con diferentes dependencias.

5.4 Estrategias y líneas de acción para la mitigación al Cambio Climático

A continuación, se enlistan las propuestas de medidas de mitigación para la Entidad, tomando como referencia la Agenda 2030, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México.

M1: SECTOR ENERGÍA

M1: SUBSECTOR ENERGÍA	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 7. Garantizar el acceso a energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. Metas: 7.1, 7.2, 7.3, 7.a y 7.b Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Metas:12.2
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.1. Garantizar el acceso a energía asequible y no contaminante. Estrategia 3.1.2.: Difundir el ahorro de energía en la población.
Eje Estratégico M1.1: Gestión y manejo de energía.	
Objetivo del eje estratégico: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.	
Línea de acción M1.1.1: Fortalecer el marco normativo e interinstitucional para fomentar el uso de energías renovables.	
Acciones específicas:	
M1.1.1.1. Fortalecer, impulsar y divulgar los instrumentos normativos, técnicos y jurídicos relacionados con el manejo, gestión y eficiencia de la energía a nivel estatal, regional y municipal. **M1.1.1.2. Promover el fortalecimiento interinstitucional para coordinar la implementación de acciones que contrarresten las emisiones de GEI en el sector.** **M1.1.1.3 Normar y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al Estado como una economía de bajo carbono.**	

M2: SUBSECTOR TRANSPORTE	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 9: Construir estructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Metas: 9.1, 9.2, 9.4 y 9.a Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Metas: 11.2
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.5: Fomentar la prosperidad de las ciudades y su entorno a través del desarrollo urbano y metropolitano inclusivo, competitivo y sostenible. Estrategia 3.5.6: Consolidar un sistema Integral de Movilidad Urbana Sustentable en la entidad.
Eje Estratégico M2.1: Eficiencia energética en el subsector transporte.	
Objetivo del eje estratégico: Promover y desarrollar programas de transporte público y de carga bajo en emisiones y movilidad sustentable.	
Línea de acción M2.1.1: Promover la modernización del transporte de carga y el uso de combustibles limpios.	
Acciones específicas:	
M2.1.1.1. Promover la modernización del transporte de carga, para reducir costos de operación y emisiones e incrementar su competitividad y seguridad. **M2.1.1.2. Reducir las emisiones operando programas dirigidos al transporte limpio.** **M2.1.1.3 Capacitar a transportistas de carga en la conducción eficiente para la reducción del consumo de combustible.**	
Línea de acción M2.1.2: Promover la modernización y uso del transporte público de baja emisión de contaminantes.	
Acciones específicas:	
M2.1.2.1. Promover el diseño y uso de transporte masivo (Mexibús) planificado para zonas de mayor tráfico vehicular. **M2.1.2.2. Reordenar rutas para la creación de corredores de transporte público de pasajeros.** **M2.1.2.3. Promover el uso de vehículos híbridos y eléctricos para las zonas urbanas.** **M2.1.2.4. Renovar la flota vehicular de los sistemas de transporte público y de carga.** **M2.1.2.5. Promover el uso de transporte escolar en zonas de alta densidad urbana.** **M2.1.2.6. Desarrollar un programa estatal de uso masivo de la bicicleta para los municipios de la entidad.**	

M2.1.2.7. Extender el sistema de transporte público masivo basado en ~~el~~ análisis de género para promover la movilidad segura y eficiente de la población.
Línea de acción M2.1.3: Diseñar instrumentos de políticas públicas que promuevan el uso de vehículos de baja emisión de contaminantes.
Acciones específicas:
M2.1.3.1 Reforzar el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria de vehículos particulares, transporte público y de carga que circulan en el Estado de México. **M2.1.3.2 Reforzar programas para el retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.**

M3: SUBSECTOR INDUSTRIA	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 9: Construir estructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Metas: 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.a y 9.b
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.2: Adoptar medidas para combatir el Cambio Climático y mitigar sus efectos. Estrategia 3.2.2: Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de residuos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión.
Eje Estratégico M3.1: Impulso a la eficiencia y ahorro de energía en la industria estatal.	
Objetivo del eje estratégico: Minimizar las fugas de energía en los equipos industriales y transitar al uso de tecnologías alternativas.	
Línea de acción M3.1.1: Eficientar el consumo energético de maquinaria y equipo.	
Acciones específicas:	
M3.1.1.1 Promover el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo industrial que consume gran cantidad de energía, así como la sustitución de equipos con mayor eficiencia energética. **M3.1.1.2 Implementar un programa de iluminación eficiente y ahorro de energía en las instalaciones industriales.** **M3.1.1.3 Promover acciones de eficiencia energética en los sistemas operados por municipios.** **M3.1.1.4 Desplazar el uso de combustibles líquidos (como el combustóleo y diésel), por fuentes menos intensivas en carbono.**	
Línea de acción M3.1.2: Fomentar el uso y aplicación de energías alternativas en el sector industrial.	
M3.1.2.1 Desarrollar políticas para incrementar el aprovechamiento de los potenciales de cogeneración eficiente en los sectores de consumo final. **M3.1.2.2 Impulsar a los emprendedores, a las empresas estatales y municipales en el mercado de proveeduría para energías renovables.** **M3.1.2.3 Fortalecer e implementar programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores industriales.** **M3.1.2.4 Fomentar alternativas tecnológicas para el uso eficiente de combustibles limpios y el control de emisiones contaminantes en hornos ladrilleros y talleres de alfarería.**	

M4: SUBSECTOR RESIDENCIAL Y COMERCIAL	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 9: Construir estructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Metas: 9.1, 9.2, 9.4 y 9.a Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Metas:11.1, 11.2, 11.3, 11.7, 11.a, 11.b y 11.c.
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.1. Garantizar el acceso a una energía asequible y no contaminante. Estrategia 3.1.2: Difundir el ahorro de energía en la población. Objetivo 3.2: Adoptar medidas para combatir el Cambio Climático y mitigar sus efectos. Estrategia 3.2.2: Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de residuos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión.
Eje Estratégico M4.1: Ahorro de energía en el sector residencial y comercial.	
Objetivo del eje estratégico: Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores.	
Línea de acción M4.1.1: Fortalecer las prácticas de ahorro de energía eléctrica en los sectores comercial y residencial.	

Acciones específicas:
M4.1.1.1. Operar programas para la sustitución de equipos ineficientes en el consumo de electricidad en los sectores residencial y comercial. **M4.1.1.2 Desarrollar programas que incentiven y/o aceleren la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial.** **M4.1.1.3 Impulsar la igualdad de género en el aprovechamiento de las energías renovables, ya que la mujer tiene un alto poder de decisión en su consumo, por lo cual es necesario contar con programas e incentivos específicos.**
Línea de acción M4.1.2: Acrecentar la educación y cultura ambiental para motivar el uso de energía alternativa.
Acciones específcas:
M4.1.2.1 Difundir en centros escolares y de trabajo información sobre ahorro y eficiencia en el consumo de energía. **M4.1.2.2 Identificar, documentar y difundir información relacionada a las mejores prácticas en sistemas de gestión de la energía.** **M4.1.2.3 Diseñar y establecer mecanismos de difusión, divulgación y uso de materiales e información relacionada con la eficiencia energética.**

M2: SECTOR RESIDUOS

M5: SUBSECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Metas:11.6 Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. Metas: 12.3,12.4 y 12.5
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.2: Adoptar medidas para combatir el Cambio Climático y mitigar sus efectos. Estrategia 3.2.2: Fomentar la reducción, reciclaje y reutilización de residuos urbanos, industriales y agropecuarios, así como mejorar su gestión.
Eje Estratégico M5.1: Gestión integral de residuos sólidos urbanos	
Objetivo del eje estratégico: Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.	
Línea de acción M5.1.1.: Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos	
Acciones específicas:	
M5.1.1.1. Desarrollar y aplicar instrumentos normativos en concordancia con el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos y el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR) que fomenten la participación social y privada, como son los planes de manejo de inventarios. **M5.1.1.2. Fortalecer, impulsar y divulgar programas, instrumentos normativos y jurídicos relacionados con la separación de basura y el manejo integral sustentable de residuos y su aprovechamiento, principalmente en localidades mayores a 50 mil habitantes.** **M5.1.1.3. Impulsar que los sitios de disposición final de residuos promuevan medidas de tratamiento y/o aprovechamiento de los residuos generados, a través del aprovechamiento de biogás, de combustión de la energía u otros medios similares.** **M5.1.1.4. Regularizar los sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con las especificaciones establecidas en la normatividad, para mejorar las características de dichos sitios y prevenir mayor emisión.**	
Línea de acción M5.1.2: Implementar políticas de aprovechamiento y tratamiento integral de los residuos sólidos	
Acciones específicas:	
M5.1.2.1. Implementar sistemas de captura del biogás generado en los rellenos sanitarios y sitios de disposición final, que sean considerados como viables y con ello aprovechar la energía generada para abastecer los servicios públicos. **M5.1.2.2. Promover la instalación de más plantas de acopio y separación de residuos para tratamiento y venta de valorizables, tales como papel, cartón, vidrio, plásticos, textiles y metales principalmente.**	

M5.1.2.3. Crear centros de acopio para la recopilación de residuos peligrosos o de manejo especial, destinados a empresas especializadas en su manipulación, reutilización, tratamiento y aprovechamiento. **M5.1.2.4. Promover la elaboración y uso de composta a partir de residuos sólidos orgánicos tanto semiurbanos como rurales.** **M5.1.2.5. Impulsar la actividad de clasificación y separación de residuos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.** **M5.1.2.6. Promover una cultura de reciclaje y reducción de residuos entre los diferentes sectores de la sociedad.** **M5.1.2.7. Impulsar la actividad de clasificación y separación de residuos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.** **M5.1.2.8. Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental.**
Línea de acción M5.1.3: Incentivar la participación de los sectores público, social y privado en el manejo integral de residuos
Acciones específicas:
M5.1.3.1. Fomentar la participación de los sectores públicos, privados y social en la reducción de la generación, el incremento en la separación, el aprovechamiento, el tratamiento y disposición (manejo) de los residuos, incorporando elementos de educación ambiental y perspectiva de género, a través de campañas de divulgación y concientización. **M5.1.3.2. Regularizar el trabajo de los recolectores de Residuos Sólidos Urbanos y Rurales, y el sector informal en el manejo de estos como una actividad fundamental para alcanzar los objetivos de aprovechamiento y reducción de los RSU que llegan a un sitio de disposición final.**

M6: SUBSECTOR AGUAS RESIDUALES	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y saneamiento para todos. Metas: 6.3, 6.4, 6.6 y 6.a.
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.4 Mejorar los servicios en materia de agua, su gestión sostenible y el saneamiento. Estrategia 3.4.1.: Privilegiar la reducción de la demanda a través del uso eficiente del agua, la recuperación de pérdidas físicas, el reúso de volúmenes de aguas tratadas y el aprovechamiento de fuentes alternas. Estrategia 3.4.2.: Avanzar en la recuperación, conservación y gestión integral de las cuencas hidrológicas. Estrategia 3.4.3: Impulsar la cultura del agua entre la población mexiquense y mejorar la información de agua. Estrategia 3.4.4.: Fortalecer las instituciones proveedoras y reguladoras del agua favoreciendo una visión social y ambiental.
Eje Estratégico M6.1: Descargas y tratamiento de aguas residuales	
Objetivo del eje estratégico: Reducir las emisiones de metano generadas por las aguas y lodos residuales provenientes de los municipios e industrias y lograr el máximo aprovechamiento del biogás y lodos en las diferentes fases de tratamiento.	
Línea de acción M6.1.1: Fortalecer e Implementar políticas de tratamiento de aguas residuales, así como de aprovechamiento del biogás	
Acciones específicas:	
M6.1.1.1 Incrementar el volumen de agua tratada en el sector industrial y municipal, e integrarlos a las estadísticas para un mejor registro y con ello tomar las decisiones a partir de las deficiencias o mejoras encontradas. **M6.1.1.2. Fortalecer el cumplimiento del marco legal en la evaluación y expedición de registros de descarga de aguas residuales al alcantarillado.** **M6.1.1.3. Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore los sistemas y poblaciones de aguas arriba y aguas abajo.** **M6.1.1.4. Incentivar proyectos de cogeneración de energía a partir del biogás producido en el tratamiento de las aguas, para su aprovechamiento y uso en plantas de tratamiento.**	
Línea de acción M6.1.2: Impulsar el uso de infraestructura que garantice el tratamiento de las aguas residuales	
Acción específica:	
M6.1.2.1 Incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones actuales; en particular las ubicadas en el Río Lerma.	

M3: SECTOR AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA (AFOLU)

M7: SUBSECTOR AFOLU	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 2.2: Incrementar de manera sustentable la producción, calidad, eficiencia, productividad y competitividad del sector primario. Estrategia 2.2.6.: Fortalecer la infraestructura hidroagrícola y rural de la entidad para el manejo sostenible de recursos en el campo. Objetivo 3.3. Procurar la preservación de los ecosistemas en armonía con la biodiversidad y el medio ambiente. Estrategia 3.3.1.: Procurar la protección y regeneración integral de los ecosistemas del estado y velar por el estricto cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental. Estrategia 3.3.4.: Promover la gestión sostenible de los bosques y reducir la deforestación. Estrategia 3.3.5.: Generar los recursos para conservar la diversidad biológica y los ecosistemas.
Eje Estratégico M7.1: Conservación y manejo sustentable de los recursos forestales	
Objetivo del eje estratégico: Reducir la emisión de Gases Efecto Invernadero en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.	
Línea de acción M7.1.1: Impulsar políticas públicas que fortalezcan el sector forestal.	
Acciones específicas:	
M7.1.1.1. Consolidar del programa estatal de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en los planes de desarrollo. **M7.1.1.2. Desincentivar mediante instrumentos legales y económicos el cambio de uso de suelos en sistemas forestales.** **M7.1.1.3. Crear los mecanismos para la implementación, ejecución y seguimiento de un programa estatal integral de manejo forestal sustentable.** **M7.1.1.4. Fortalecer los instrumentos técnicos y financieros para expandir el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos a un mayor número de beneficiarios, así como verificar su eficiencia.** **M7.1.1.5. Aumentar la cobertura del pago por captura de carbono como una estrategia de desarrollo del sector forestal estatal.**	
Línea de acción M7.1.2: Promover la sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad.	
Acción específica:	
M7.1.2.1 Consolidar los programas de manejo en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal.	
Eje Estratégico M7.2: Gestión de suelos agrícolas.	
Objetivo del eje estratégico: Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.	
Línea de acción M7.2.1: Fomentar la recuperación de suelos degradados y erosionados de uso agrícola, a través de técnicas sustentables de cultivo.	
Acción específica:	
M7.2.1.1. Promover entre los productores la adopción de prácticas agrícolas sustentables para el uso eficiente de agua y suelo. **M7.2.1.2. Establecer un programa estatal para fomentar el uso racional de los fertilizantes nitrogenados de acuerdo con los requerimientos específicos de los diferentes cultivos y suelos agrícolas del estado.** **M7.2.1.3. Aprovechar los residuos agrícolas y excretas animales para la elaboración de fertilizantes orgánicos.** **M7.21.4. Incrementar el uso de abonos orgánicos que mejoren la estructura del suelo y disminuyan la salinización por residuos de los excipientes de los fertilizantes inorgánicos y sean una opción para complementar la nutrición de plantas.**	
Eje Estratégico M7.3: Control y disminución de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado y manejo de estiércol.	
Objetivo del eje estratégico: Reducir las emisiones de metano del subsector pecuario y aumentar la productividad del hato-ganadero al aprovechar eficientemente los alimentos.	

Línea de acción M7.3.1: Implementar nuevos esquemas de manejo alimentario en hatos ganaderos
Acciones específicas:
M7.3.1.1 Capacitar a productores agropecuarios sobre las alternativas de manejo alimenticio y sanitario del ganado con objeto de incrementar la eficiencia nutricional y reducción de emisiones de metano por fermentación entérica. **M7.3.1.2. Implementar prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado estabulado y de pastoreo.**
Eje Estratégico M7.4: Reducir emisiones por el uso de fuego en terrenos agrícolas
Objetivo del eje estratégico: Reducir las emisiones de compuestos fotoquímicamente reactivos (COV, NOx), PM_{10}, $PM_{2.5}$, carbono negro y CO.
Línea de acción M7.4.1: Minimizar la práctica de quemas agrícolas
Acciones específicas:
M7.4.1.1 Fortalecer y enfocar las actividades de prevención, vigilancia y lucha contra incendios forestales, así como la coordinación entre los tres órdenes de gobierno, organizaciones civiles y voluntarios que participan en la implementación del Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales (PNPIF). **M7.4.1.2. Fortalecer las redes de vigilancia con videocámaras en la región.** **M7.4.1.3. Garantizar el monitoreo y registro continuos de los incendios forestales y las medidas adoptadas para controlarlos.**

6. Líneas de acción para la Adaptación al Cambio Climático.

Dentro del marco de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) publicada el 6 de junio de 2012, se establece como parte de los objetivos de la política nacional de adaptación, el reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del Cambio Climático y fortalecer la resiliencia de la sociedad, los ecosistemas y los sistemas productivos (INECC - SEMARNAT, 2012).

El documento denominado “Visión, elementos y criterios para la adaptación en México en el mediano plazo,” plasma la urgencia de abordar el tema de adaptación en los distintos niveles de gobierno, con la necesidad de que las acciones que se propongan sean acordes con las diversas condiciones del territorio e integren la participación de los gobiernos estatales y municipales.

De manera particular, los impactos del Cambio Climático dependen de las condiciones de vulnerabilidad actual y futura del Estado de México. Es preciso mencionar que la composición del territorio estatal es altamente compleja y se caracteriza por su diversidad ambiental, social, económica y cultural, las cuales conforman contextos heterogéneos de vulnerabilidad y demandan estrategias específicas de adaptación para la población, los ecosistemas naturales y los sistemas productivos en el mediano y largo plazo. En este sentido, se retoma la definición de adaptación referida en la LGCC como:

“Las medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos positivos.”

El Estado de México es la entidad más poblada del país con 16’187,068 habitantes (INEGI 2015) y alberga tres grandes zonas metropolitanas que están conformadas por los siguientes municipios:

- **Zona Metropolitana Cuautitlán-Texcoco:** Acolman, Amecameca, Apaxco, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Atlautla, Axapusco, Ayapango, Chalco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Coacalco de Berriozábal, Cocotitlán, Coyotepec, Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Ecatzingo, Huehuetoca, Hueypoxtla, Huixquilucan, Isidro Fabela, Ixtapaluca, Jaltenco, Jilotzingo, Juchitepec, La paz, Melchor Ocampo, Naucalpan de Juárez, Nextlalpan, Nezahualcóyotl, Nicolás Romero, Nopaltepec, Otumba, Ozumba, Papalotla, San Martín de las Pirámides, Tecámac, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Aire, Teoloyucan, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Tepetlixpa, Tepotzotlán, Tequixquiac, Texcoco, Tezoyuca, Tlalmanalco, Tlalnepantla de Baz, Tonanitla, Tultepec, Tultitlan, Valle de Chalco Solidaridad, Villa del Carbón y Zumpango.

- **Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT):** Almoloya de Juárez, Calimaya, Chapultepec, Lerma, Metepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Otzolotepec, Rayón, San Antonio la Isla, San Mateo Atenco, Temoaya, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec.

- **Zona Metropolitana del Valle de Santiago Tianguistenco (ZMVST):** Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Texcalyacac, Tianguistenco, Xalatlaco.

Cabe mencionar que son zonas de crecimiento industrial, comunidades con altos niveles de marginación y pobreza, pero con importantes recursos naturales que se encuentran bajo un régimen de protección en áreas naturales protegidas y sistemas forestales e hídricos importantes, que han sido afectados por la degradación y sobreexplotación. Por ello, la adaptación requiere contar con los elementos necesarios para enfrentar eventos de desastres causados por fenómenos climáticos extremos y con ello, lograr la gestión del riesgo para reducir la vulnerabilidad (asentamientos humanos, sectores productivos e infraestructura) (Landa et al., 2010).

El diseño e implementación de acciones para la adaptación al Cambio Climático en el Estado de México requirió en primera instancia de un mejor conocimiento de la vulnerabilidad actual con respecto a variaciones climáticas, en particular de eventos climatológicos extremos. La vulnerabilidad del territorio es compleja y por ello, es central dentro del marco de adaptación la identificación de ¿quién o qué es vulnerable?, ¿a qué es vulnerable? y ¿por qué es vulnerable?; así como su temporalidad, caracterizando el contexto actual y las proyecciones de escenarios climatológicos futuros, para determinar en las afectaciones del Cambio Climático como se presentó en el Capítulo 4.

Asimismo, la vulnerabilidad no es definida únicamente por las condiciones climáticas, sino por las condiciones de los sistemas sociales establecidos en el territorio. La sociedad no tiene poder de decisión sobre el clima, ni la forma de variación y distribución de los eventos climáticos, sin embargo, puede incidir en la toma de decisiones de las acciones humanas de adaptación tanto reactiva como planificada y con ello, reducir los factores que generan las amenazas o riesgos para la población y los ecosistemas naturales y manejados.

Para el caso del Estado de México las propuestas de adaptación se derivan de un ejercicio de análisis de la historia reciente de la vulnerabilidad, de las características físicas y socioeconómicas de la población mexiquense y la distribución de sus asentamientos humanos, finalmente se consideran las tendencias en los escenarios climáticos para prevenir y aumentar la resiliencia de los más vulnerables.

La adaptación es un proceso continuo de trabajo coordinado entre actores claves en el Estado, partiendo de una visión de “abajo hacia arriba” que logre confeccionar estrategias y acciones adecuadas a las especificidades de los contextos de vulnerabilidad, que sean incluyentes, involucrando a aquellos sectores socialmente más vulnerables al Cambio Climático, en los procesos de toma de decisiones e implementación de políticas, acciones y medidas de respuesta (ENACC; INECC-SEMARNAT, 2012). Se busca un enfoque territorial en las estrategias de adaptación de los sectores hídrico, agricultura y ganadería, recursos forestales, asentamientos humanos y salud, incorporando el sector de patrimonio cultural. En los sectores pertinentes se contemplan las cuestiones de género, se considera la transversalidad de las estrategias como un eje, tanto entre los sectores de adaptación como en las acciones de mitigación

De acuerdo con el Programa Especial de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la “Adaptación al Cambio Climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones 2012”, las estrategias para adaptación por sectores permiten facilitar la coordinación de acciones de manera intersecretarial, transversal y de coparticipación, como se observa en la figura 6.1; estas propuestas también se fundamentan en el pilar 1.7 de la ENACC que indica que en el diseño de todas las políticas de Cambio Climático, se deben incluir los aspectos de género, etnia, discapacidad, desigualdad, estado de salud e inequidad en el acceso a servicios públicos e involucrar en su instrumentación a los distintos sectores de la sociedad.

En primera instancia se consideran algunas organizaciones internacionales que fomentan este tipo de estrategias, en el esquema también se incluyen instituciones financieras nacionales como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Finanzas; asimismo, en dirección descendente se representan las leyes, programas e instituciones con las que cuenta el estado para la ejecución de las líneas de adaptación que por sus características sean posibles de ser consideradas y desarrolladas como parte de las líneas de acción ya establecidas dentro de sus programas y de esa forma abarcar y ampliar el tema de Cambio Climático en lo referente a población, su crecimiento y planificación. Lo anterior, en concordancia con las políticas, estrategias, instrumentos normativos y operativos que el Estado desarrollará para hacer frente al Cambio Climático.

En el esquema y lógica para la adaptación se considera el desarrollo de capacidades en los municipios encargados del manejo de los recursos naturales y de otras instancias de los tres órdenes de Gobierno involucradas en la adaptación al Cambio Climático, acordes al contexto estatal y a la percepción de la población acerca del tema, situación que es primordial para fomentar su participación, tal y como se muestra en la figura 6.1, instituciones vinculadas con las estrategias de adaptación ante el Cambio Climático.

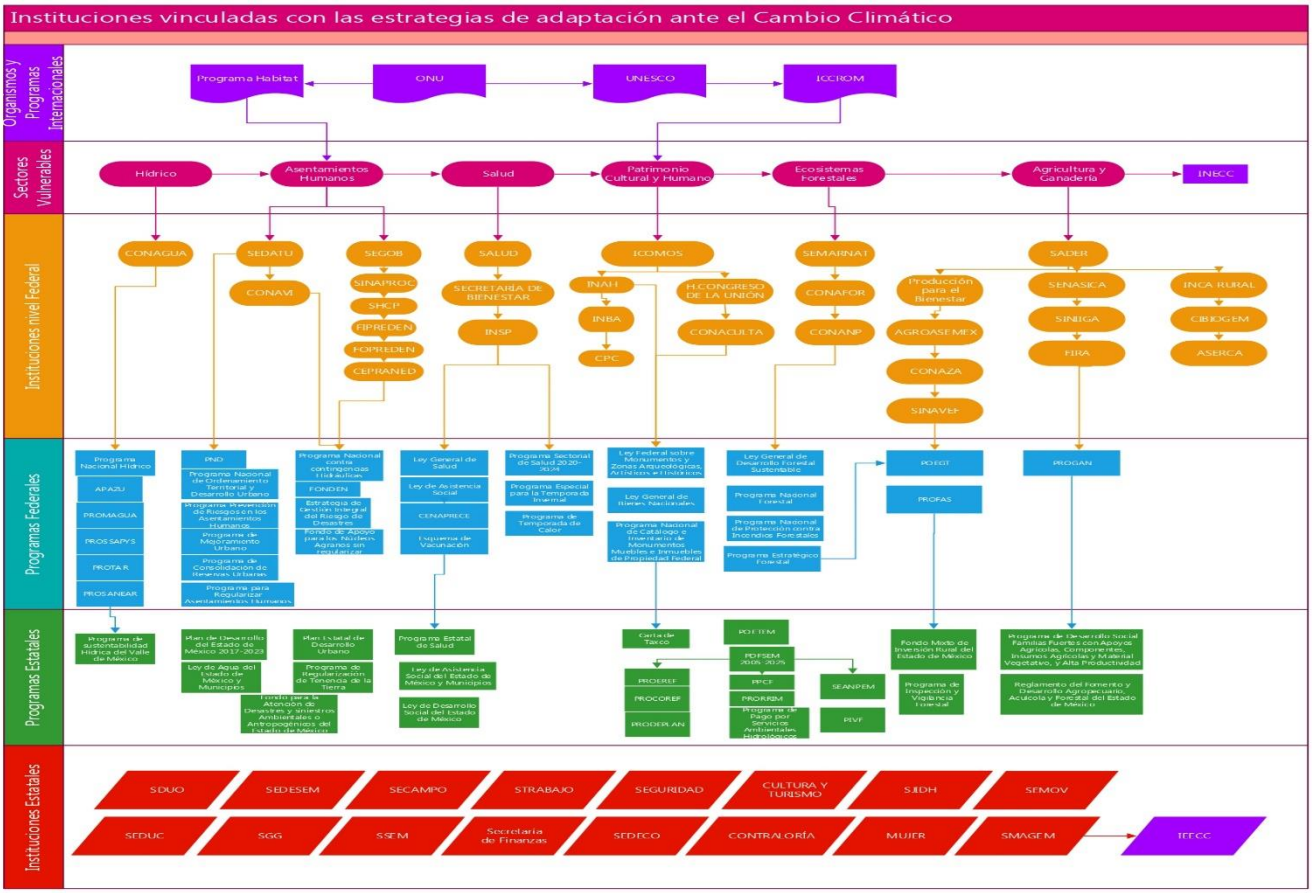


Figura 6.1. Instituciones vinculadas con las estrategias de adaptación ante el Cambio Climático.

6.1 Género y Cambio Climático

El presente documento aborda el tema de género en algunos sectores que han de adaptarse ante los efectos del Cambio Climático. Además, en el capítulo 4 la información de los mapas permite identificar espacios que pertenecen a alguna región indígena, que para el caso del Estado de México está representado por la Región Mazahua-Otomí; aunado a ello, se observan los tipos de vulnerabilidad registrados en otros municipios que presentan hablantes de otras lenguas autóctonas.

De esta manera es necesario plantear la revisión del panorama internacional, nacional y estatal de la participación de la mujer en eventos de Cambio Climático que se hace en los siguientes apartados; posteriormente se describe la participación de la mujer en los sectores agrícola e hídrico.

6.1.1 Panorama Internacional

La ONU Mujeres[2] promociona que la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres se vean reflejados en los esfuerzos mundiales por un planeta más sostenible, a través de la participación activa de las mujeres y la inclusión de mandatos específicos de género en todos los resultados y acuerdos que se negocien, preparando documentos técnicos que se encuentren fundados en investigaciones y comunicando los vínculos con la igualdad de género a través de eventos e iniciativas de difusión de alto nivel.

Es importante mencionar que es hasta la “COP 16” de Cancún, México, celebrada en diciembre de 2001, en la que surge la primera atención y reconocimiento a la importancia de incluir la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres en

[2] www.unwomen.org

las discusiones sobre Cambio Climático, al ser considerados dentro de los grupos más vulnerables ante los efectos del Cambio Climático.

Durante la "COP 18" se toma como punto pendiente en la agenda la inclusión de la igualdad de género y el Cambio Climático, lo cual sirvió como puntapié para la consideración sistemática de la igualdad de género por las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Como ejemplo de lo anterior, en la "COP 20" las Partes adoptaron el Programa de Trabajo de Lima sobre Género, con vigencia de dos años y con el fin de alcanzar una política sobre Cambio Climático que fuere sensible al género.

Finalmente, en la Conferencia de las Partes "COP 21" de París, Francia, se ratificó la importancia de que las Partes de todo el mundo adoptaran un acuerdo universal y jurídicamente vinculante sobre Cambio Climático que fuera aplicado por los Gobiernos a partir de 2020 y que garantice la inclusión de un lenguaje sobre igualdad de género, así como el empoderamiento de las mujeres en las acciones de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático (ONU-MUJERES, S/F).

6.1.2 Panorama Nacional. Transversalización de la perspectiva del género en las políticas de Cambio Climático en México.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en colaboración con la Alianza MREDD+ y la Oficina Global de Género de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) presentaron a la Dirección General de Políticas para el Cambio Climático de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) una iniciativa para apoyar la transversalización de la perspectiva de género en las políticas de Cambio Climático.

Para tal efecto, se generó un documento de sistematización el cual describe el proceso llevado a cabo para la transversalización de la perspectiva de género en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), cuyo resultado derivó en la incorporación de ocho líneas de acción que promueven la igualdad de género y líneas de acción relacionadas con Cambio Climático contenidas en el Programa Nacional para la Igualdad de Oportunidades y no Discriminación contra las Mujeres 2013-2018 (PROIGUALDAD); asimismo, se sustentó en el Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND), el cual mandata la inclusión de la perspectiva de género como una de las tres líneas transversales que deben contener los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales; también se basó en el marco legal nacional y en los compromisos internacionales sobre género y Cambio Climático signados por México (PNUD, 2014).

6.1.3 Declaratoria Mexicana sobre género y Cambio Climático

La SEMARNAT en colaboración con INMUJERES, publicaron el 13 de febrero de 2015 la "Declaratoria Mexicana sobre Género y Cambio Climático", enfocado en la generación de propuestas encaminadas a la mitigación y adaptabilidad de este sector vulnerable de la sociedad ante los efectos adversos del Cambio Climático (INMUJERES, 2015).

> *"México es un país con una enorme riqueza cultural y natural, tiene una gran diversidad de flora y fauna que está en riesgo por las causas y efectos del Cambio Climático. Los seres humanos tenemos una profunda vinculación con la tierra. Particularmente las mujeres, por nuestros roles de género asignados tradicionalmente, se nos ha responsabilizado de la conservación de la biodiversidad por medio de almacenar las semillas, domesticar plantas silvestres comestibles y medicinales; del cuidado del agua, de los animales de traspatio, de la leña que usamos, de la producción de artesanías y de la preparación de los alimentos. También hemos sido históricamente las responsables de la educación y atención de la familia, recreamos la cultura, cuidamos de la economía y del consumo familiar. Aportamos conocimientos, recursos y fuerza de trabajo para nuestras familias, la sociedad y el mundo; sin embargo, nuestras opiniones y propuestas no han sido suficientemente escuchadas".* (Declaratoria mexicana sobre Género y Cambio Climático, SEMARNAT)

6.1.4 Women4Climate (W4C)

El Grupo de Liderazgo Climático, conocido como el C40, es una red de megaciudades del mundo comprometidas con abordar el tema del Cambio Climático; apoya a las ciudades para colaborar de manera efectiva, compartir conocimientos e impulsar acciones significativas, medibles y sostenibles sobre el Cambio Climático (C40 cities, 2018).

En la 2ª Conferencia anual de Women4Climate (Cumbre Mujeres por el Clima), llevada a cabo el 26 de febrero de 2018 en la Ciudad de México, se reunieron dirigentes de Estado a nivel Global, lideresas en materia de negocios y personajes de cambio, innovadoras y comprometidas con las acciones que afronten el reto del Cambio Climático y que creen sociedades más inclusivas y sostenibles. Dentro de los temas que se abordaron se encontró el empoderamiento de la mujer, calidad del aire, resiliencia climática e inclusión social y de innovación.



Figura 6.2. 2ª Conferencia anual de Women4Climate.
Fuente: México City, Women4Climate. Conference, 2018.

6.1.5 Panorama Estatal

La Ley de Cambio Climático del Estado de México establece que, para generar la Política Estatal en la materia, se deberá regir conforme a los principios establecidos por el artículo 21 que a la letra dice:

> *"Artículo 21.- Para la formulación, conducción y evaluación de la Política Estatal en materia de Cambio Climático, y para la aplicación de los instrumentos previstos en la presente Ley, así como en otros ordenamientos que resulten aplicables, el Ejecutivo Estatal y los Ayuntamientos observarán los siguientes principios:*
>
> *(…) VII. Las mujeres y los pueblos indígenas cumplen una importante función en la adaptación al Cambio Climático, así como en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero;(…)"*.

Asimismo, establece en sus artículos 45, 46, 47 y 48 la creación de un Consejo Consultivo el cual servirá como órgano técnico de carácter permanente de consulta, orientación, participación social y asesoría de la Comisión de los poderes Ejecutivo, Judicial y Legislativo del Estado, así como de los Ayuntamientos; entre sus integrantes se encuentra la Secretaria de la Mujer, con lo cual se da inclusión de equidad de género y se representa a uno de los sectores vulnerables ante los efectos adversos del Cambio Climático.

Existe dentro del Estado de México un Programa denominado "*Programa Integral para la Igualdad de Trato y Oportunidades entre Mujeres y Hombres para Prevenir, Atender, Sancionar y Erradicar la Violencia contra las Mujeres del Estado de México*", alineado al Programa Federal llamado PROIGUALDAD, menciona líneas de acción específicas sobre el involucramiento de la mujer y el cuidado al medio ambiente, las cuales se presentan a continuación y cuyo seguimiento corresponde a la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México de manera directa:

> *5.28 Brindar asesoría, información y material para la implementación de ecotecnias con el fin de coadyuvar en la salud integral de las mujeres y sus familias.*
>
> *5.29 Impulsar mayor participación de la mujer en la preservación de los recursos ambientales y en la promoción del desarrollo sostenible.*
>
> *5.30 Impulsar la inclusión de las mujeres en zonas urbanas y rurales en la toma de decisiones como administradoras y planificadoras de proyectos ambientales.*

5.31 Realizar talleres comunitarios para mujeres sobre técnicas para el cuidado ambiental y de ahorro en la economía familiar.



Figura 6.3. Mujeres indígenas del municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México.
Fuente: ProMéxico Indígena, Fundación Pro-Zona Mazahua I.A.P.

6.2 Sector Hídrico

Entre los sectores en los que existe mayor vulnerabilidad dentro de la Entidad, así como donde hay mayor inclusión de género y grupos vulnerables en la toma de acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, es el sector hídrico, por su vital importancia para la vida humana.

En cuanto a la temática hídrica, debe entenderse que todo ser vivo depende del ciclo hidrológico y por ende de la disponibilidad de agua, así como de la cantidad y calidad que ésta presenta, tanto para llevar a cabo sus funciones vitales como actividades productivas. Por ello, cualquier cambio en el clima afecta significativamente el ciclo hidrológico o del agua debido a la variación en las temperaturas y masas de aire que favorecen o disipan la formación de nubes y la probable ocurrencia de precipitaciones en sus diferentes formas (lluvia, granizo, nieve).

El sistema hidrológico está respondiendo no solamente a cambios en el clima y las precipitaciones, sino también a actividades humanas como la deforestación, la urbanización y el uso en exceso de las reservas de agua. Los cambios en los patrones de precipitación afectarán la cantidad de agua que se puede capturar, repercutiendo directamente sobre el escurrimiento (incremento o disminución) y la ocurrencia de inundaciones; lo cual, a su vez, está interrelacionado con la capacidad de infiltración del agua en el suelo y sequías. Los cambios en los patrones estacionales pueden afectar la distribución regional tanto de las reservas de aguas subterráneas como superficiales. Los cambios en el escurrimiento, los flujos de aguas subterráneas y las precipitaciones incidirán directamente sobre los lagos y los cuerpos de agua, afectando sus características físicas y químicas y, por tanto, la calidad del agua. La capacidad de almacenamiento de agua superficial podría disminuir en la medida en que las lluvias extremas y el arrastre de suelo promuevan un proceso de azolvamiento y, por tanto, se reduzca la capacidad del embalse (figura 6.4.).



Figura 6.4. Sequías y disminución de los cuerpos de agua que afectan las actividades humanas, Pánuco.

Como se puede apreciar en la figura 6.4 y con base en la información de CONAGUA (2015) que se presentó en la tabla 2.2 del subcapítulo 2.7.1, sobre el balance de acuíferos, destacan como los más sobreexplotados el acuífero Valle de Toluca

seguido del acuífero Texcoco, cuyo volumen de extracción sobrepasa al volumen de recarga natural, siendo los acuíferos más vulnerables. Otros acuíferos en la misma situación de sobreexplotación, pero en niveles inferiores a los anteriores, son los de Cuautitlán-Pachuca, Chalco-Amecameca e Ixtlahuaca-Atlacomulco, siendo este último el que menor porcentaje de sobreexplotación presenta. El resto de los acuíferos, aunque aún no alcanzan niveles de sobreexplotación, están muy cerca de serlo (figura 6.5).

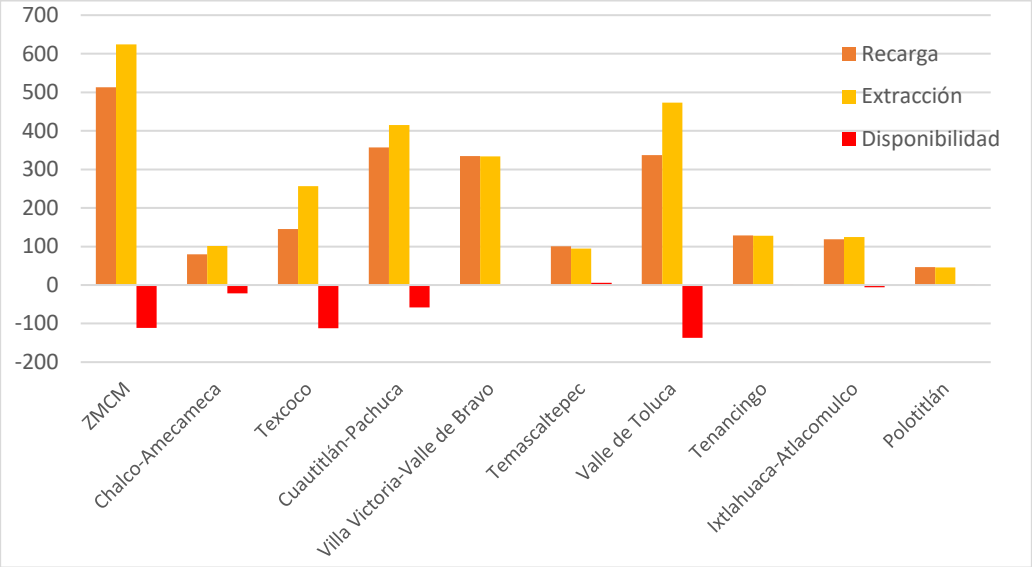


Figura 6.5 Balance de los acuíferos del Estado de México en el 2009.
Fuente: Elaborado con base en CCVM, 2010 y CONAGUA, 2015.

Un aspecto importante es la disponibilidad natural media de agua y la disponibilidad media per cápita, ya que, al tener actualmente disponibilidad en números negativos, en un futuro se pronostica mayor crisis para el abasto a la población. En la Entidad, así como en México a nivel mundial, la disponibilidad natural per cápita en el volumen de agua disponible es baja (considerada así cuando es entre 1,000 y 5,000 m3 por habitante al año), por ejemplo, en 2009 había cerca de 1,646 m^3 por habitante en la Región Hidrológica Lerma-Santiago.

Aunado a la vulnerabilidad de dichas regiones hidrológicas y acuíferos, deben considerarse aspectos socioeconómicos y naturales que incrementan tal situación. Una de las características que hace altamente vulnerable a la sociedad ante los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos es la pobreza y la marginación, especialmente a las mujeres quienes buscan y proveen de agua al hogar. Landa *et al*. (2010) plantean los siguientes factores como precursores de vulnerabilidad:

- Los asentamientos de personas con menores recursos económicos tienden a ubicarse en lugares de mayor exposición a eventos peligrosos y bajo condiciones de fragilidad natural.
- La infraestructura suele ser de mala calidad.
- La cobertura de servicios es inadecuada y en muchos casos, inexistente.
- Los bajos niveles de ingreso económico.

Las diferentes actividades que realizan mujeres y hombres definen un determinado acceso al agua, a su propiedad, control, uso y manejo; esto se relaciona con el deterioro y/o conservación del agua en contextos específicos. En atención a que las mujeres son, en su mayoría, responsables del trabajo doméstico, su relación con el agua está estrechamente relacionada con la satisfacción de las necesidades del hogar. Los estudios han documentado los esfuerzos que deben realizar las mujeres y las niñas en zonas de escasos recursos, tanto urbanas como rurales, para abastecerse de agua, en particular para las actividades domésticas (figura 6.6). La carencia de acceso al agua y el deterioro de su calidad agrava las condiciones de pobreza debido a las enfermedades, generando trabajo adicional y menor disponibilidad de tiempo, para la búsqueda de fuentes de ingreso y para el descanso.

Las encuestas de uso del tiempo muestran que las mujeres dedican casi el triple de horas que los hombres a las actividades domésticas, muchas de las cuales requieren de agua. Por ejemplo, la Encuesta Nacional de Uso del Tiempo (INEGI, 2014) reporta que las mujeres invierten 13.5 horas promedio a la semana en la preparación de alimentos, frente a 4 horas de los hombres; a la limpieza del hogar las mujeres dedican 9.6 horas promedio a la semana y los hombres 4 horas.

La participación de las mujeres en la planeación, introducción y mantenimiento de los servicios de suministro y tratamiento de agua aumenta sus posibilidades de empleo asalariado, sin embargo, esto implica la remoción de las barreras culturales y su acceso a la capacitación técnica en estas actividades que muestran una pronunciada masculinización pues, las mujeres tienden a encontrarse subrepresentadas en todos los niveles de la gestión y la toma de decisiones. Desde los comités comunitarios, la estructura de participación de la población en las instancias de consulta y toma de decisión como los Consejos de Cuenca, los Comités Técnicos de Aguas, hasta las instituciones rectoras, como la Comisión Nacional del Agua.

En cuanto a los tratamientos de agua, es necesario considerar también usos y costumbres, por ejemplo, una alternativa para el tratamiento de agua es a través de la desinfección solar, esta opción puede sustituir los métodos tradicionales de cloración en aquellas zonas en las que existe rechazo al cloro debido a factores de índole cultural.

Otra alternativa en el tratamiento de pequeños volúmenes de agua residual es el aprovechamiento de los humedales, abaratando de sobremanera los costos del tratamiento de las aguas; en este aspecto es importante aprovechar los efectos positivos de los cambios en el clima, como las lluvias intensas que permiten contar con suficiente líquido para almacenarlo y emplearlo en la temporada seca.

Los hombres rara vez se ven involucrados en las tareas de acarreo de agua o de su abastecimiento, por el contrario, ellos se relacionan con las obras de irrigación, almacenamiento y construcción de infraestructura hidráulica (presas, canales, desviación de ríos, entre otras), actividades que les facilita un mayor acceso al crédito, a la capacitación y los conocimientos técnicos, a la información, al prestigio social y a las instancias de toma de decisiones sobre el uso y distribución del agua (caso contrario existe baja incidencia de las mujeres en las instancias de toma de decisiones relacionadas con el agua) (Salazar, 2006).

Por otro lado, en las ciudades, se puede observar la carencia de espacios naturales o con suficiente agua limpia y que se pueda beber con seguridad, en diversas localidades es más común la distribución de agua por tandeos, es decir, que se suministra sólo en ciertos horarios y en algunos días de la semana, debido a la baja disponibilidad (figura 6.7).



Figura 6.7 Almacenamiento de agua en zonas rurales (Calixtlahuaca, Toluca).
Fuente: Sol de Toluca.

En la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, ubicada en la cuenca Lerma –Santiago, se observan sequías más extremas y prolongadas, por lo que hay menor disponibilidad de agua, aunado al incremento de incendios, que dañan los ecosistemas naturales que regulan el ciclo hidrológico, impactando directa e indirectamente las actividades económicas, sociales y de salud de la población.

La zona orográfica de la Cuenca del Balsas es irregular, con pendientes muy pronunciadas y localidades con muy alta marginación. De acuerdo con los escenarios de clima futuro, se esperaría un incremento de temperatura cercana a 3°C y se prevé que la precipitación promedio sea de 2.5 mm/día, sin embargo, si se intensifica la precipitación, la contaminación podría agravarse en los cuerpos de agua; y la carencia en la capacidad de desazolve, desagüe y de infraestructura puede acentuar las afectaciones en las poblaciones, principalmente rurales y marginadas.

El manejo integral de los recursos hídricos coadyuvará a reducir la vulnerabilidad, no obstante, la forma en que se usa y administra el agua es un factor determinante para que sea un recurso suficiente y renovable (Carabias y Landa, 2005). Para implementar las acciones de adaptación se deben considerar las posibilidades económicas, sociales, de gobernanza y ecosistémicas.

En la tabla 6.1 se muestra una matriz de los impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos, donde se resumen las afectaciones, considerando otros sistemas naturales y /o humanos.

Tabla 6.1 Impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos.

Sistemas hídricos vulnerables	Aumento de precipitaciones torrenciales e inundaciones	Descenso de las precipitaciones, escasez de agua y sequias	Incremento de las temperaturas
Ríos	Erosión de suelos, provocando aumento de sólidos en suspensión. Esta turbidez puede afectar el suministró al interferir con los procesos de desinfección, el aumento de los costos de operación, etc. El desborde puede provocar inundaciones en asentamientos humanos y campos agrícolas.	Caudal reducido, que conllevará a la disminución en la cantidad de agua. Aumento en las concentraciones de contaminantes. Intrusión de agua salada, liberación de compuestos presentes en los sedimentos del fondo del río. Partículas volátiles que afecten la salud humana	Disminución de la capacidad de autodepuración de los ríos por niveles reducidos de oxígeno disuelto. Deterioro de las características químicas biológicas del río. Incendios forestales, arrastre de materiales disueltos a cuerpos de agua receptores, cambios en la turbidez y química del agua. Cambio de nevadas no erosivas a lluvias erosivas, aumentado la turbidez del agua. Mayor demanda de agua, lo que conlleva a la sobreexplotación.
Lagos /embalses	Aumento en la erosión y el transporte de sedimentos, dando lugar a mayor cantidad de éstos en los embalses y disminución en la capacidad de almacenamiento de agua potable debido a la necesidad de mantener un mayor flujo en la capacidad de almacenamiento. Erosión de suelos por efecto de precipitaciones torrenciales, provocando un aumento de los sólidos en suspensión.	Diminución en el nivel de concentración y menor disponibilidad para usos primarios.	Reducción del flujo de entrada en los ríos con disminución de los niveles en lagos, llegando incluso a la desaparición de los lagos endorreicos. Suspensión de los sedimentos y liberación de los compuestos tóxicos contaminantes, presentando incremento en su concentración. Aumento de la evaporación. Reducción de la calidad del agua debido a la disminución en la concentración de oxígeno disuelto, liberación de fósforo de los sedimentos. Mayor incidencia de la eutrofización y la proliferación de algas tóxicas.
Aguas subterráneas	Aumento de virus y bacterias en carga contaminante en las aguas subterráneas. Disminución en la recarga de aguas subterráneas, capacidad de infiltración del suelo superada por las fuertes precipitaciones y como consecuencia aumento en la escorrentía superficial.	Descenso de los niveles en agua subterránea debido a la reducción de la recarga y disminución de caudal de los ríos. Incremento en el uso de aguas subterráneas medida que disminuye la disponibilidad del agua superficial.	Aumento de la evapotranspiración e incremento en el crecimiento de la biomasa, lo que afecta las aguas subterráneas. Salinización de las aguas subterráneas debido al aumento de la evapotranspiración. Disminución en las tasas de recarga.
Aguas residuales e infraestructura de abastecimiento de agua	Capacidad sobrepasada de las plantas de tratamiento de agua y agua residual. Alcantarillado combinado y desbordamientos de letrinas, causando inundaciones urbanas y la contaminación del agua.	Funcionamiento intermitente de los suministros de agua urbana en periodos de sequía, afectando la calidad del agua. Actividades para contrarrestar el aumento	Aumento de la demanda de agua, dando lugar al incremento en la extracción de agua para riego e industrial y al consumo directo. Aumento en el crecimiento de algas que afectan los costos de

	Contaminación difusa: incremento de los nutrientes, patógenos y toxinas, lo que requiere más tratamiento. Plantas de tratamiento de agua y extracción de agua, cercanas a ríos, primeras en ser afectadas por las inundaciones, causando daños y contaminación del agua. Erosión en la infraestructura de las tuberías debido a fuertes lluvias.	de suelos áridos agravará la salinización secundaria. Aumento en las extracciones de agua de baja calidad debido a la escasez, lo que aumentaría los requerimientos de tratamiento.	operación y confiabilidad del sistema de tratamiento de agua. Incremento en el contenido de bacterias, algas y hongos en agua, por lo que se requerirá un tratamiento adicional para eliminar el olor y el sabor. Aumento de la actividad microbiológica, lo que lleva a un aumento de los niveles de concentración de los subproductos de desinfección. Impacto en los procesos de tratamiento de aguas por incremento en la temperatura, por ejemplo, reducción de los niveles de oxígeno disueltos y las tasas de transferencia. Reducción del contenido de oxígeno disuelto en el cuerpo receptor de aguas residuales, lo que lleva los requerimientos más estrictos de tratamiento de las aguas residuales. Corrosión de las alcantarillas por actividad biológica anaerobia.

6.2.1 Estrategias y líneas de acción para la adaptación del Sector Hídrico

A1: SECTOR HÍDRICO	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y saneamiento para todos. Metas: 6.3, 6.4, 6.6 y 6.a
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.4. Mejorar los servicios en materia de agua, su gestión sostenible y el saneamiento. Estrategia 3.4.1: Privilegiar la reducción de la demanda a través del uso eficiente del agua, la recuperación de pérdidas físicas, el reúso de volúmenes de aguas tratadas y el aprovechamiento de fuentes alternas. Estrategia 3.4.2: Avanzar en la recuperación, conservación y gestión integral de las cuencas hidrológicas. Estrategia 3.4.3: Impulsar la cultura del agua entre la población mexiquense y mejorar la información de agua. Estrategia 3.4.4: Fortalecer las instituciones proveedoras y reguladoras del agua favoreciendo una visión social y ambiental.
Eje Estratégico A1.1: Manejo eficiente del agua.	
Objetivo del eje estratégico: Reducir el impacto de los daños causados por la modificación del ciclo hidrológico en los sistemas naturales y antrópicos, siendo indispensable la optimización del recurso.	
Línea de acción A1.1.1. Impulsar políticas públicas, encaminadas al manejo sostenible del recurso hídrico y fortalecimiento de infraestructura hidráulica.	
Acciones específicas:	
A1.1.1.1 Fortalecer la gestión y manejo del agua a nivel de cuencas hidrográficas para mantener la resiliencia de los ecosistemas y asegurar a largo plazo el abasto de agua.	

A1.1.1.2. Integrar un programa estatal de monitoreo de calidad del agua y apoyar las acciones y proyectos locales para asegurar su calidad.

A1.1.1.3 Rehabilitar la red hidráulica urbana para evitar fugas de agua potable.

A1.1.1.4 Desarrollar un programa estatal de ahorro de agua en casa-habitación que implique la sustitución de mobiliario obsoleto por equipos ahorradores.

A1.1.1.5 Incentivar los procedimientos para la elaboración de productos con bajos requerimientos de agua y energía.

A1.1.1.6 Mejorar la regulación en el uso de agua para la industria, siendo prioritarias las zonas industriales metropolitanas.

A1.1.1.7 Fortalecer las acciones de recuperación de caudales de ríos y acuíferos con gastos mayores al ecológico.

A1.1.1.8 Desarrollar infraestructura hidráulica bajo estándares internacionales con capacidad y resistencia ante eventos climatológicos extremos.

6.3 Agricultura y ganadería

La seguridad y soberanía alimentaria al igual que el desarrollo productivo del sector agricultura son las principales líneas que se consideran en la política nacional, al incluir aspectos de sanidad y calidad agroalimentaria para proteger la salud animal, vegetal y de la población; al mismo tiempo se impulsa la competitividad y productividad del sector a través del uso eficiente de los recursos naturales y de políticas encaminadas a la producción sostenible y atención a la demanda y evolución del mercado (FAO, 2013), aspectos que son importantes de salvaguardar ante las contingencias asociadas a eventos a causa del Cambio Climático.

A nivel nacional existen antecedentes de la vulnerabilidad que tiene el sector ante los efectos del Cambio Climático, siendo las más afectadas las zonas agrícolas de temporal que para el país representan el 74.1% del total de superficie (INECC, 2012), al mismo tiempo los más afectados serán los productores de subsistencia que representan a nivel nacional el 76%; sin embargo ante estas nuevas condiciones algunas zonas del país se verán favorecidas y tendrán oportunidades para el desarrollo del sector. Como actividad económica (datos de FAO, 2013a) se prevé que, en América Latina en el año 2080, el PIB tendrá un comportamiento ascendente de +3.7%, mientras que la producción de cereales será de +15.9% (FAO, 2013 b). Respecto a la situación del sector en México, de acuerdo con datos de INEGI en el segundo trimestre del año 2013, el PIB de México presentó un crecimiento de 1.22%. Como actividad económica el sector agropecuario en el Estado de México cuenta con 14,226 establecimientos de transformación de productos agrícolas y ganaderos donde 96.8% transforman productos agrícolas y 3.2% productos pecuarios.

Para el caso del Estado de México, de acuerdo con Ruiz *et al.* (2011), el Cambio Climático puede beneficiar en un periodo corto a la agricultura, por su ubicación geográfica y lo diverso de sus relieves; para el caso de los valles altos, latitudes medias y altas (SAGARPA y FAO, 2012), se incrementarán las condiciones óptimas para las superficies agrícolas lo cual se reflejará en el aumento de la producción, debido a que las heladas se presentarán en menor cantidad como consecuencia del aumento en la temperatura mínima, (Conde, 2007).

Otros cambios que promueven la productividad del sector son los ciclos fenológicos de los cultivos anuales (Ojeda *et al*., 2011), por ejemplo la modificación en los inicios de floración se acelera el proceso de madurez; en cuanto a gases como CO2 pueden resultar benéficos para las plantas al mostrar aumento de la fotosíntesis, la biomasa y el rendimiento de los cultivos (Tubiello *et al*., 2007), sin embargo han de adoptarse medidas para afrontar las limitantes en la disponibilidad de los recursos externos que se requieren para el crecimiento y desarrollo de los cultivos como es el agua y nutrimentos del suelo, además de considerar la posible propagación de plagas que modifiquen su área de distribución, al encontrar condiciones favorables de temperatura y precipitación, que pongan en riesgo a los cultivos y ganado (SINAVEF, 2009).

Entre los cultivos más importantes para la alimentación humana y de ganado, así como en procesos industriales, son los cereales (FAO, 2013 b) y de ellos el maíz destaca por su consumo, al ser base alimenticia de muchos países, entre ellos México; por lo que se han realizado diversos estudios relacionados con su resiliencia ante el Cambio Climático. Datos del cultivo de maíz en el Estado describen la presencia de tres principales variedades de maíz: amarillo, blanco y de color (tabla.6.2) como se observa, las variedades genéticas de este grano son amplias y dan cabida a ser utilizados como forma de adaptación ante sequías y calor, al mismo tiempo su utilización promueve su conservación y oportunidades económicas para los productores rurales.

Tabla 6.2 Variedad de maíz y variación porcentual para los años 2005, 2010 y 2012.

Variedad: grano	año	2005	2010	2012	2010-2005 %	2012-2010 %
Amarillo	Superficie sembrada (ha)	5,257.25	8,645	7,306.5	64.44	-15.48
Blanco		523,494.45	545,412.39	530,499.82	4.19	-2.73
Color		6,906.50	5,728	14,869	-17.06	159.58

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SADER).

De acuerdo con los escenarios de Cambio Climático previstos para el Estado de México, se espera que las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco presenten cambios en el aumento de temperatura de 3°C; con respecto a las precipitaciones, la tendencia es mayor de 2mm/día pero menor a 3mm/día, comprometiendo cerca de 546,421.20 ha de superficie agrícola estatal correspondiente a los distritos agrícolas de Atlacomulco, Jilotepec, Toluca y Zumpango, que destacan por la producción de planta de maceta, maíz forrajero, maíz de grano y alfalfa verde (OEIDRUS, 2010) entre otros; en cuanto al aspecto social, estas zonas presentan grados de marginación que van de alto y medio en los dos primeros distritos, a bajo y muy bajo para los segundos; por lo que las líneas de acción establecidas para la adaptación del sector se enfocan hacia la seguridad y soberanía alimentaria de la población y la productividad del sector de la Entidad (figura 6.8).



Figura 6.8: Prácticas agrícolas en el Estado de México.

Respecto al sector pecuario debido al aumento de la temperatura, el ganado podría presentar estrés calórico, limitaciones en la disponibilidad de alimentos (piensos y/o forrajes), el aumento de temperaturas producirá la distribución de infecciones y enfermedades. Para el desarrollo de las líneas de acción, se consideran los mismos distritos que en los agrícolas, según la clasificación de OEIDRUS, donde el distrito Atlacomulco en el año 2009 presentó la mayor producción en toneladas de ganado bovino y ovino, mientras que Zumpango destacó en la de ganado porcino; sin embargo, aun cuando en la producción de otro tipo de ganado los distritos que presentan vulnerabilidad ante las variables de temperatura y precipitación, no sobresalen en las líneas de acción.

6.3.1 Género y Agricultura

En el PEACC publicado en 2014, se incluyó un apartado de inclusión de género y agricultura, en que se señaló el rol de la mujer en dicho sector, limitándose a la mano de obra sin remuneración y con poco o nulo acceso a los recursos agrícolas (tierra, ganado, fertilizantes y los equipos mecánicos), (FAO, 2013c), asimismo, las mujeres pudieran acceder a estos recursos, los rendimientos, productividad y calidad de los cultivos sería mayor además de tener la oportunidad de participar con ingresos al hogar, al vender hortalizas de sus huertos o al reducir costos al producir algunos alimentos para la familia. En cuanto a la parte cultural, la mujer es albacea de técnicas de cultivo y del cuidado de semillas que aseguran su conservación y diversidad genética, al momento de realizar la selección de semillas a ocupar en siembras posteriores (FAO, 2001) (figura 6.9).



Figura 6.9 Factores relacionados con el género, el Cambio Climático y la seguridad alimentaria: un marco analítico.
Fuente. FAO, 2013c.

Derivado de lo anterior, la actualización del PEACC abordó el empoderamiento de todos los sectores de la población, en especial de los más vulnerables, en donde se incluyen las mujeres en panoramas internacionales, nacionales y estatales.

6.3.2 Análisis de género de la seguridad alimentaria

El papel de la mujer en la provisión de los alimentos para sus familias está relacionado con la seguridad alimentaria de cada individuo y hogar, ya que, para asegurar la nutrición, se requiere de cantidades suficientes de alimentos, que se tenga acceso a ellos cuando se requieran y, bienestar nutricional de la familia a partir de una dieta balanceada; lo anterior se sintetiza en cuatro componentes: disponibilidad, estabilidad, utilización y acceso.

Las experiencias de las mujeres rurales en relación con la alimentación y ante los retos del Cambio Climático, se desarrollan en sus espacios cotidianos marcados por inequidades sociales, políticas y económicas que cobran mayor dimensión si se trata de mujeres, pues retroalimentan desigualdades de género. La posibilidad de que las experiencias femeninas rurales se aprovechen simultáneamente para mejorar la alimentación, modificar los factores que producen el Cambio Climático y mejorar la equidad de género, implica repensar las condiciones en que viven las mujeres, los espacios donde actúan, las políticas que se han diseñado para ellas y sus propias aspiraciones.

6.3.3 Estrategias y líneas de acción para la adaptación en el sector Agricultura y Ganadería.

A2: SECTOR AGRICULTURA Y GANADERÍA	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. Metas: 2.3 y 2.4
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 2.2. Incrementar de manera sustentable la producción, calidad, eficiencia, productividad y competitividad del sector primario. Estrategia 2.2.6.: Fortalecer la infraestructura hidroagrícola y rural de la entidad para el manejo sostenible de recursos en el campo. Objetivo 3.3. Procurar la preservación de los ecosistemas en armonía con la biodiversidad y el medio ambiente. Estrategia 3.3.1.: Procurar la protección y regeneración integral de los ecosistemas del estado y velar por el estricto cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental. Estrategia 3.3.4.: Promover la gestión sostenible de los bosques y reducir la deforestación. Estrategia 3.3.5.: Generar los recursos para conservar la diversidad biológica y los ecosistemas.
Eje Estratégico A2.1: Manejo sustentable de agroecosistemas	
Objetivo del eje estratégico: Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.	
Línea de acción A2.1.1.: Fomentar la ejecución de técnicas agrícolas sustentables	
Acciones específicas:	
A2.1.1.1 Promover prácticas agrícolas sustentables para el manejo y conservación del suelo. A2.1.1.2 Rescatar y difundir aquellas prácticas agrícolas tradicionales que mejoren la resiliencia de los agroecosistemas. A2.1.1.3 Fomentar el uso de variedades de cultivos, especialmente de maíz, adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas. A2.1.1.4 Promover la agricultura urbana y periurbana de autoconsumo. A2.1.1.5 Monitoreo y control de plagas en los diferentes cultivos y su distribución, e introducción de otras asociadas a variables climáticas. A2.1.1.6 Crear y divulgar campañas fitosanitarias. A2.1.1.7 Implementar sistemas agrosilvopastoriles, en particular en solares a cargo de mujeres priorizando cultivos para la seguridad alimentaria.	
Línea de acción A2.1.2: Promover un sistema de monitoreo y alerta temprana con información agroclimática para disminuir la vulnerabilidad agrícola.	
Acción específica:	
A2.1.2.1 Generar y difundir oportunamente datos agroclimáticos confiables a productores y dependencias involucradas para planificar los ciclos agrícolas ante eventos climáticos adversos.	
Línea de acción A2.1.3: Diversificar la infraestructura hidroagrícola y el uso de tecnologías.	
Acciones específicas:	
A2.1.3.1 Construir y dar mantenimiento a la infraestructura hidráulica de almacenamiento y riego para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos. A2.1.3.2 Ampliar la superficie agrícola bajo riego tecnificado para optimizar el uso de agua.	
Línea de acción A2.1.4: Fomentar el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas del sector agropecuario	

Acciones específicas:
A2.1.4.1 Crear líneas de investigación encaminadas a la preservación de variedades de semillas que por sus características fenológicas tengan un amplio rango de adaptación a eventos climatológicos extremos y plagas. A2.1.4.2 Fortalecer la investigación de mejores prácticas de irrigación, aprovechamiento, restauración y conservación del suelo. A2.1.4.3 Establecer sinergias entre grupos de investigación agropecuaria, productores e instituciones públicas y privadas para desarrollar estrategias de adaptación en sistemas productivos. A2.1.4.4 Identificar las ventajas productivas asociadas al cambio climático local y regional.
Línea de acción A2.1.5: Promover proyectos productivos agrícolas y ganaderos que propicien la igualdad de género en respeto de los derechos humanos.
Acciones específicas:
A2.1.5.1 Fomentar el apoyo técnico para desarrollar capacidades de los productores en la promoción y colocación de sus productos. A2.1.5.2 Ampliar la disponibilidad de la cobertura de seguro para productores afectados por siniestros asociados a variables climáticas. A2.1.5.3 Fomentar la asociación entre productores con la finalidad de integrar y acceder a créditos que faciliten la adquisición de insumos para el desarrollo de la actividad agrícola. A2.1.5.4 Difundir y fortalecer proyectos agrícolas sustentables con perspectiva de género. A2.1.5.5 Fomentar la transversalidad institucional y la generación de políticas, para asignar responsabilidades y competencias a cada uno de los actores participantes. A2.1.5.6 Garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas realizando acciones para incrementar la participación de las mujeres en zonas rurales en proyectos productivos de alimentos básicos. A2.1.5.7 Fomentar la producción y comercialización de productos que sean elaborados por mujeres en zonas rurales (agrícolas, florícolas, hortícolas, frutícolas, pecuarios, acuícolas).
Eje Estratégico A2.2.: Gestión de zonas ganaderas vulnerables del Estado de México
Objetivo del eje estratégico: Mantener la producción ganadera del Estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad del sector.
Línea de acción A2.2.1: Realizar prácticas sostenibles para la alimentación pecuaria y sistemas silvopastoriles.
Acciones específicas:
A2.2.1.1. Incentivar el uso de prácticas para la alimentación del ganado que sean eficientes en el uso de los recursos y administren los riesgos asociados al cambio climático. A2.2.1.2 Promover el manejo integrado de pastizales y sistemas silvopastoriles para disminuir la presión sobre los recursos y mejorar la disponibilidad de forraje para el ganado. A2.2.1.3 Difundir prácticas eficientes de producción y almacenamiento de forraje que preserve su calidad.
Línea de acción A2.2.2: Fortalecer los sistemas de control y vigilancia en hatos ganaderos
Acción específica:
A2.2.2.1 Ampliar e intensificar los sistemas de control y vigilancia de las enfermedades animales para garantizar la detección de brotes.

6.4 Ecosistemas forestales

Los ecosistemas forestales son pieza fundamental para considerar una estrategia completa de adaptación a mediano y largo plazo, ya que su buen manejo y preservación no sólo permitirá la captura y almacenamiento de importantes flujos de Carbono Atmosférico, la provisión de agua o el mantenimiento de la biodiversidad, sino también la continuidad de los procesos naturales por medio de los cuales los seres humanos se allegan de bienes y servicios (Dixon et al., 1994).

En el Estado de México, los ecosistemas forestales, al igual que en otras entidades, históricamente han sido objeto de presiones antrópicas y naturales que los colocan en condición de alta vulnerabilidad frente a eventos como el Cambio Climático; en tal sentido, se han realizado estudios (Villers y Trejo, 2004), así como escenarios (Capítulo 4), donde se sugiere una disminución de la precipitación media anual de 3 mm y aumento en la temperatura media anual aproximada de 3°C hacia finales de este siglo; la modificación de los patrones de precipitación y temperatura, afectarán de manera diferencial a las principales asociaciones vegetales del Estado.

De acuerdo con los escenarios presentados en el Capítulo 4, se prevé que el mayor impacto sea para los bosques templados de coníferas (pinos y abetos) o latifoliadas (encinos) que son más sensibles a estos cambios de temperatura y humedad, y en

menor medida a la selva baja caducifolia y matorral xerófilo (tabla 6.3). Es preciso señalar que los escenarios no reconocen los diferentes grados de afectación de las masas forestales actuales, por lo que es incierta la respuesta que éstas pudieran tener dado el aumento de su condición de vulnerabilidad y la disminución de su resiliencia ante el Cambio Climático; no obstante, de no tomar las medidas de adaptación conducentes, es altamente probable que estos cambios en el clima alteren algunos procesos fisiológicos en plantas y animales, modifiquen la distribución de especies, disminuyan la diversidad biológica y los servicios ambientales que generan.

Tabla 6.3 Tipos de vegetación presentes en el territorio estatal y su grado de afectación ante el Cambio Climático

Ecosistema	Superficie (Ha)	(%)	Afectación ante el CC
Bosque de clima templado frío	706.949	65.0	Moderada - Alta
Selva baja caducifolia	128.719	11.8	Baja – Moderada
Vegetación de zonas áridas (matorral)	22.026	2.0	Baja – Moderada
Vegetación hidrófila	5.078	0.5	Alta
Pastizales	204.625	18.8	Moderada – Alta
Pradera de alta montaña	5.041	0.5	Moderada
Otras	840	0.1	ND
Degradación	14.534	1.3	Alta
Total	**1,087.812**	**100**	

Fuentes: Inventario Forestal 2010, con información de Villers y Trejo (2004).

El factor dominante en los diferentes escenarios proyectados para el territorio estatal es la afectación en el ciclo hidrológico general, reflejado en la disminución de agua disponible debido a una mayor evapotranspiración, causada por el aumento en la temperatura y disminución de la precipitación. Este cambio en la disponibilidad de agua y humedad del suelo llevará a gran parte de la vegetación a un estado de estrés hídrico (Magaña *et al*., 2010).

Por otra parte, los incendios forestales principalmente de origen antropogénico representan un reto. De acuerdo con los reportes semanales de resultados de incendios forestales correspondientes a los datos acumulados de los años 2008 al 2020, emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales a través de la Comisión Nacional Forestal, el Estado de México ocupada el primer lugar a nivel nacional en número de incendios registrados, principalmente en los meses de enero a junio, cabe destacar que a pesar de registrar el mayor número de incendios, la superficie afectada es menor en comparación con otras entidades que registran un menor número de incendios. En la tabla 6.4 y figuras 6.10 - 6.14 se muestra el número de incendios registrados y la superficie afectada por tipo de estrato vegetal para el periodo 2008-2020.

Tabla 6.4 Incendios Forestales registrados en el Estado de México y superficie afectada (2008-2020)

Año	Número de incendios	Superficie afectada por estrato de vegetación (ha).			
		Pastizal	Arbolado Adulto	Renuevo	Arbustos y Matorrales
2008	**5,750**	1,863.71	40.00	731.08	3,114.91
2009	**6,031**	1,390.007	23.00	892.25	3,725.25
2010	**3,127**	780.39	17.99	317.75	2,012.01
2011	**9,284**	3,327.88	100.00	895.73	4,960.24
2012	**2,651**	848.51	19.30	188.45	1,594.69
2013	**9,789**	3,234.89	299.60	846.45	5,409.01
2014	**2,172**	666.94	3.00	171.05	1,330.97
2015	**1,387**	505.37	1.55	74.90	805.66
2016	**5,935**	1,941.58	19.65	478.00	3,496.22
2017	**11,743**	3,609.17	686.35	1,649.75	5,797.98
2018	**7,812**	2,645.14	78.41	577.40	4510.90
2019	**13,498**	5,260.00	257.00	1,325.00	6655.00
2020	10,031	4,383.00	92.00	749.00	**4809.00**

Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

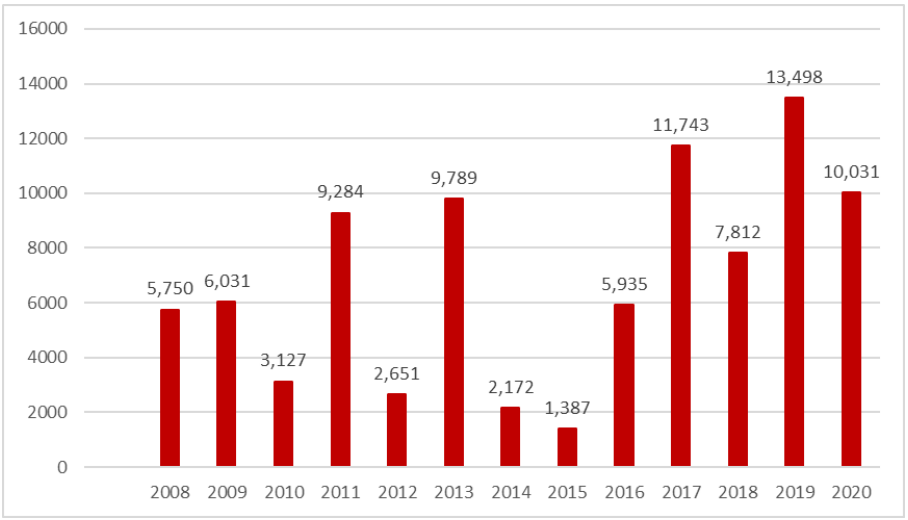


Figura 6.10 Superficie total (ha) afectada por incendios, para el periodo 2008-2020
Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

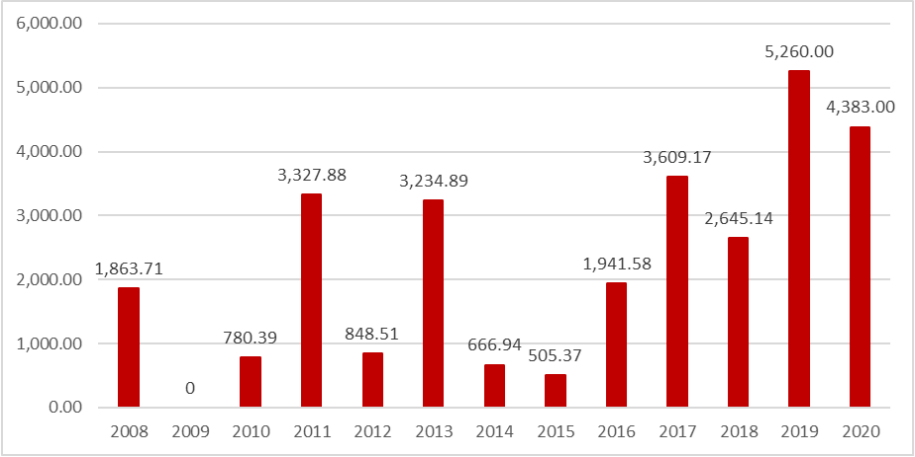


Figura 6.11 Hectáreas de pastizal afectado por incendios, para el periodo 2008-2020
Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

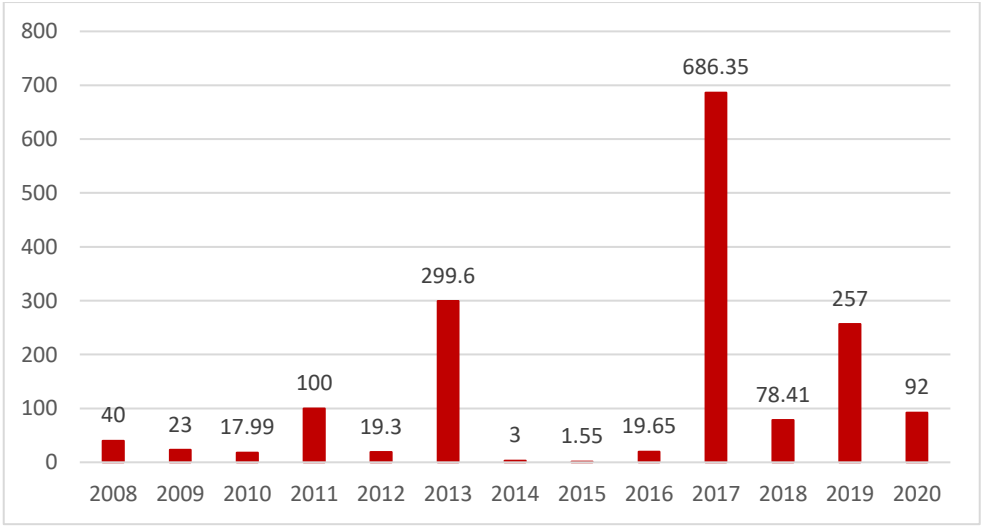


Figura 6.12 Hectáreas de arbolado adulto afectado por incendios, para el periodo 2008-2020.
Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

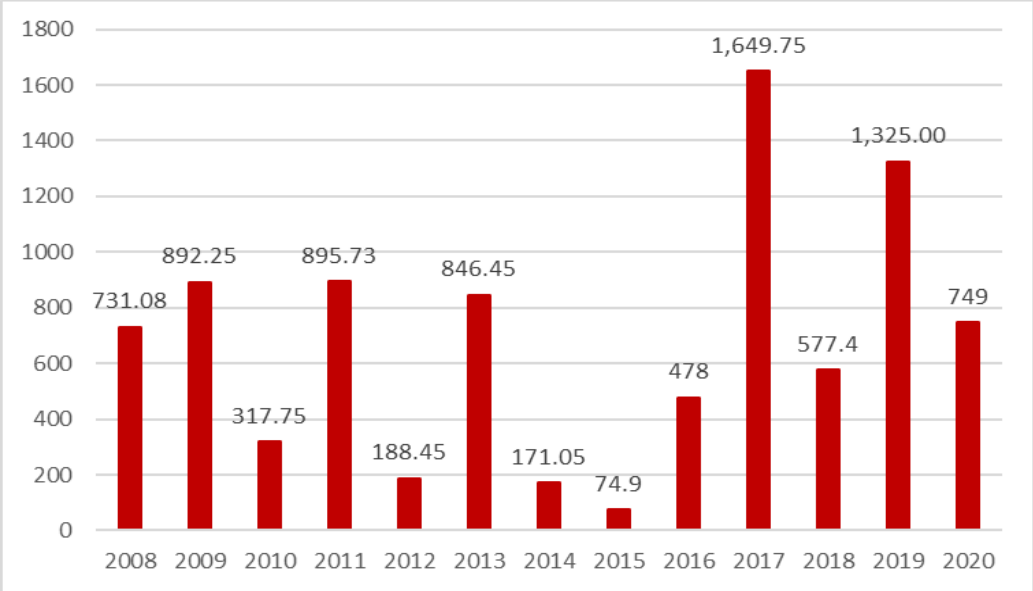


Figura 6.13 Hectáreas de renuevo afectado por incendios, para el periodo 2008-2020
Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

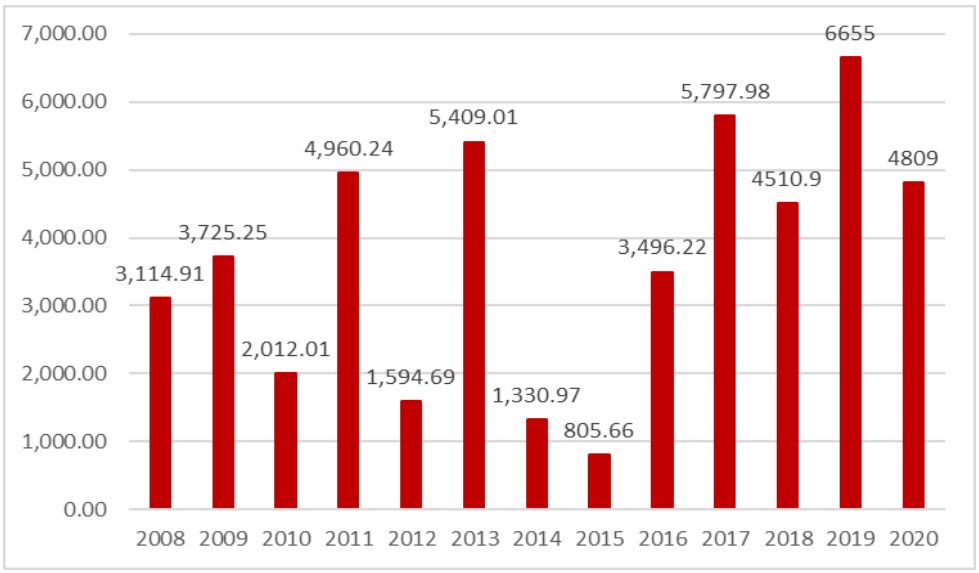


Figura 6.14 Hectáreas de arbustos y matorrales afectados por incendios, para el periodo 2008-2020.
Fuente: SEMARNAT-CONAFOR (2020).

En la figura 6.15 se muestra la estadística de incendios a nivel nacional para el periodo del 1° de enero al 31 de diciembre de 2021, donde el Estado de México a nivel nacional registra el mayor número de incendios al presentar 1,380 incendios, sin embargo, al compararlo con Chihuahua y Guerrero registran una mayor superficie afectada a pesar de reportar un menor número de incendios.

Entidad Federativa	Número de Incendios	Superficie Afectada (ha)	Sup/inc
1 Chihuahua	657	89,525	136
2 Guerrero	198	82,323	416
3 Jalisco	1,031	76,490	74
4 Durango	270	75,925	281
5 Chiapas	278	47,682	172
6 Nayarit	103	36,843	358
7 Michoacán	636	34,107	54
8 Nuevo León	51	32,794	643
9 Oaxaca	151	31,749	210
10 Sonora	31	20,186	651
Subtotal	**3,406**	**527,626**	**155**
% del Total Nacional	**46**	**80**	**No aplica**
Otros	**3,931**	**133,109**	**34**
Total Nacional	**7,337**	**660,735**	**90**



Figura 6.15 Estadísticas de incendios a nivel nacional.
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México – PROBOSQUE, corte 26 diciembre del 2020.

En la figura 6.16 se muestran los municipios del Estado de México, que han registrado incendios en áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares, durante el periodo del 1° de enero al 30 de abril de 2022.

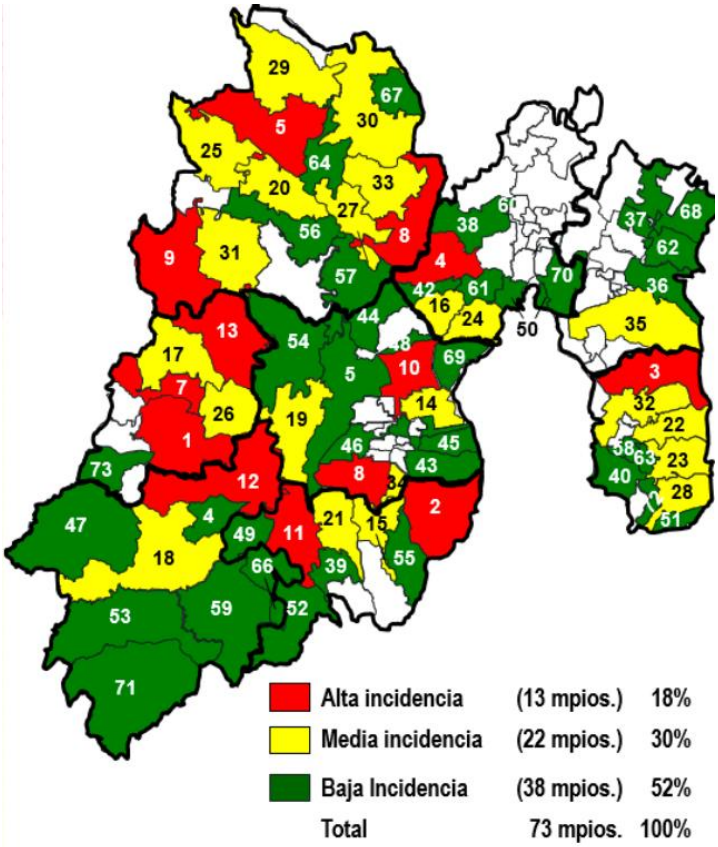


Figura 6.16 Mapa que muestra el número de incendios ocurridos en las áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares.
Fuente: Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México - PROBOSQUE corte del 1° de enero al 30 de abril del 2022.

En la tabla 6.5 se muestran los municipios del Estado de México, con mayor número de incendios ocurridos en las áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares, así como las superficies afectadas para el periodo del 1° de enero al 30 de abril de 2022, por lo que los cinco municipios que registran el mayor número de incendios en la Entidad son Ocuilan con 90 incendios, Nicolás Romero con 69 incendios, Valle de Bravo con 68 incendios, Donato Guerra con 67 incendios e Ixtapaluca con 66 incendios y los cinco municipios que registran la mayor cantidad de superficie afectada son Joquicingo con 657 hectáreas, Tlalmanalco con 616.50 hectáreas, Tlatlaya registra 561.50 hectáreas, Ocuilan con 335.80 hectáreas y Donato Guerra con 287 hectáreas afectadas.

Tabla 6.5 Número de incendios ocurridos en las áreas forestales de ejidos, comunidades y predios particulares en la Entidad con superficie afectada.

	Municipios	No. de Incendios	Sup. Afectada (ha)		Municipios	No. de Incendios	Sup. Afectada (ha)
1	Ocuilan	90	335.80	40	Tepotzotlán	8	45.50
2	Nicolás Romero	69	155.50	41	Naucalpan	8	42.50
3	Valle de Bravo	68	220.00	42	Jilotzingo	8	39.00
4	Donato Guerra	67	287.50	43	Aculco	8	37.00
5	Ixtapaluca	66	236.80	44	El Oro	8	18.25
6	Acambay	58	192.00	45	Chapa de Mota	8	13.00
7	San José del R.	57	94.75	46	Isidro Fabela	8	24.50
8	Villa de Allende	53	128.50	47	Luvianos	7	96.00
9	Villa del Carbón	50	111.00	48	Almoloya de J.	7	56.00
10	Lerma	49	204.00	49	Sultepec	6	56.00
11	Temascaltepec	46	238.50	50	Tepetlaoxtoc	6	46.00
12	Amecameca	43	86.50	51	Amatepec	6	26.00
13	Villa Victoria	40	51.00	52	Ecatepec	6	8.70
14	Atlacomulco	34	228.75	53	Timilpan	6	11.75
15	Amanalco	34	79.00	54	Tlatlaya	5	561.50
16	Ocoyoacac	30	82.00	55	Toluca	5	90.00
17	Coatepec Harinas	29	78.00	56	Juchitepec	5	27.10
18	Morelos	28	84.00	57	San Simón de Gro	5	15.00
19	Villa Guerrero	23	74.50	58	Coacalco	4	63.00
20	Chalco	23	64.50	59	Ixtapan del Oro	4	20.00
21	Tenancingo	21	68.50	60	Xonacatlán	4	10.00
22	Texcoco	20	260.00	61	Otumba	3	169.50
23	Tenango del Valle	20	189.60	62	Huixquilucan	3	7.50
24	Jocotitlán	17	55.75	63	Axapusco	2	158.00
25	Tianguistenco	16	200.50	64	Santo Tomás	2	27.00
26	Tejupilco	16	144.00	65	Ixtlahuaca	2	15.00
27	Temascalcingo	16	88.00	66	Temoaya	2	10.00
28	Tlalmanalco	15	616.50	67	Zumpahuacán	2	6.50
29	San Fpe. del P.	15	57.00	68	Capulhuac	2	3.00
30	Joquicingo	14	657.00	69	Ecatzingo	2	2.00
31	Zinacantepec	14	198.00	70	Chiautla	1	15.00
32	Jiquipilco	10	96.50	71	Jilotepec	1	11.00
33	Tlalnepantla	10	31.80	72	Malinalco	1	5.00
34	Atlautla	10	26.00	73	Huehuetoca	1	4.00
35	Ixtapan de la Sal	10	17.00	74	Atizapán de Z.	1	3.50
36	Texcaltitlán	10	14.50	75	Calimaya	1	3.00
37	Xalatlaco	9	212.00	76	Hueypoxtla	1	3.00
38	Almoloya de A.	9	41.00	77	Soyaniquilpan	1	3.00
39	Tultitlán	8	49.00	78	S. M. de las P.	1	2.00
				79	Tenango del A.	1	1.30
				80	Otzoloapan	1	0.50
					Total:	**1,380**	**7,811.85**

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México - PROBOSQUE corte del 1° de enero al 26 de junio del 2018.

La estrategia general de adaptación en los ecosistemas forestales se enfoca en dos grandes vertientes: por una parte, emprender acciones que reduzcan la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales ante los efectos actuales y futuros ocasionados por el Cambio Climático y por otra, incrementar su capacidad de resiliencia para mantener su funcionalidad, biodiversidad y capacidad para generar bienes y servicios a las comunidades humanas locales. A continuación, se mencionan las estrategias y líneas de acción para la adaptación de sistemas forestales. Cabe mencionar que, para este sector, existe una relación estrecha entre las medidas de adaptación y mitigación por lo que es necesaria la coordinación entre dependencias de los distintos órdenes de gobierno, así como organizaciones de la sociedad civil y académicas, lo cual representa una de las principales tareas por desarrollar en el futuro próximo.

6.4.1 Género y Ecosistemas Forestales

Diversos estudios a nivel mundial dejar ver lo realizado por Aguilar, L, 2021, Consultora de la División de Asuntos de Género de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con acciones de integración de libertad de género en

las mujeres y niñas actoras para ejercer roles de transformación para generar liderazgo, proponiendo, expresando e implementando diversos alcances asociados a los instrumentos de derechos humanos a nivel nacional y regional en los mecanismos de política pública encaminados al cambio climático desde diversas áreas de acción para el cumplimiento de la agenda 2030 Y otros actores (Vázquez G., V. y Velázquez G., M., 2004) muestran los ecosistemas forestales tanto mujeres como hombres son actores importantes para la conservación de los bosques, aunque con características, necesidades, preferencias, conocimientos y contribuciones diferentes. Estas diferencias se pueden traducir en un aumento de la desigualdad con el impacto del Cambio Climático, ya que el inequitativo acceso y control de los recursos forestales, determinado fundamentalmente por los derechos de propiedad y tenencia de la tierra, limitan el acceso de las mujeres a los beneficios de los programas de subsidio vinculado con la adaptación y la mitigación.

El uso y manejo que las personas hacen del bosque depende de su entorno ecológico, económico y sociocultural, incluyendo la edad, el grupo étnico y el sexo, entre otros factores. Los roles y responsabilidades de género determinan cómo mujeres y hombres dependen y se vinculan de manera diferente con los bosques.

En el Estado de México las mujeres realizan actividades agroforestales tradicionales, extraen pigmentos, recolectan agua, semillas y leña, llevan comida a los hombres en el bosque, obtienen productos forestales no maderables (medicamentos, forraje y alimentos). Los hombres, por ser en su mayoría los propietarios de la tierra, reciben en mayor medida los subsidios de los programas gubernamentales; atienden la producción apícola, ornamentales, trabajan en aserraderos y, vigilan y controlan las plagas e incendios forestales. Ambos, trabajan en agricultura, ganadería, pastoreo, extracción de plantas medicinales y ornato y realizan tareas de reforestación.

Existe carencia de datos precisos a nivel nacional y estatal sobre la participación de las mujeres en actividades forestales. Esto fomenta que se invisibilicen los roles que ellas desempeñan en el sector ocasionando que su trabajo sea considerado informal, de menor importancia y paga. Por ello, identificar y conocer las necesidades, los usos y el conocimiento de los bosques propios de cada género es fundamental para el desarrollo de Políticas Forestales y de Cambio Climático eficientes. (Plan AGeREDD, MREDD – en prensa).

6.4.2 Estrategias y líneas de acción para la adaptación en el Sector Ecosistemas Forestales

A3: SECTOR ECOSISTEMAS FORESTALES	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.3. Procurar la preservación de los ecosistemas en armonía con la biodiversidad y el medio ambiente. Estrategia 3.3.1.: Procurar la protección y regeneración integral de los ecosistemas del estado y velar por el estricto cumplimiento de las disposiciones legales en materia ambiental. Estrategia 3.3.2.: Reducir la degradación del hábitat natural. Estrategia 3.3.4.: Promover la gestión sostenible de los bosques y reducir la deforestación. Estrategia 3.3.5.: Generar los recursos para conservar la biodiversidad biológica y los ecosistemas.
Eje Estratégico A3.1: Manejo integral de ecosistemas forestales	
Objetivo del eje estratégico: Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales.	
Línea de acción A3.1.1: Fomentar la aplicación de programas de protección de superficies naturales y cuencas hidrológicas.	
Acciones específicas:	
A3.1.1.1. Promover el manejo integrado de los recursos forestales a partir de un enfoque de cuencas hidrográficas. A3.1.1.2. Desarrollar programas de manejo sustentable para humedales que permitan mantener su cobertura y servicios ambientales. A3.1.1.3 Revertir la degradación de Áreas Naturales Protegidas mediante la generación de programas como el manejo integral del fuego y el cumplimiento de la reglamentación vigente.	
Línea de acción A3.1.2: Abatir la ocurrencia de incendios forestales	
Acción específica:	
A3.1.2.1. Prevención y control de incendios forestales en zonas altamente susceptibles a estos eventos en escenarios presentes y futuros.	

Eje Estratégico A3.2: Desarrollo de capacidades técnico-científicas para el sector
Objetivo del eje estratégico: Promover el desarrollo del conocimiento de los ecosistemas forestales con respecto a su funcionalidad, biodiversidad, generación de bienes y servicios
Línea de acción A3.2.1: Incentivar las capacidades y conocimientos sobre prácticas forestales
Acciones específicas:
A3.2.1.1. Actualizar de manera periódica el inventario forestal estatal. A3.2.1.2. Desarrollar estudios científicos locales que permitan entender el funcionamiento de los bosques naturales y alterados.

A3.2.1.3. Promover estudios sobre el manejo y aprovechamiento de especies forestales tolerantes a condiciones de estrés hídrico.
A3.2.1.4. Favorecer la transferencia del conocimiento sobre el manejo sustentable a las comunidades locales.
A3.2.1.5. Recolectar información y llevar a cabo un análisis del uso diferenciado por sexo del acceso y control de los recursos forestales y de las desigualdades de género en el Estado de México.
Línea de acción A3.2.2.: Intensificar los Sistemas Forestales sostenibles en Áreas Naturales Protegidas.
Acciones específicas:
A3.2.2.1. Administrar de manera eficiente la superficie de ANP dentro del territorio mexiquense.
A3.2.2.2. Fomentar acciones de manejo sustentable de ANP mediante la aplicación de proyectos productivos en comunidades y ejidos involucrados.
A3.2.2.3. Promover criterios de ordenamiento ecológico territorial en zonas forestales dentro y fuera de las ANP.
A3.2.2.4. Involucrar a los actores económicos y sociales locales en la planeación del manejo de los recursos forestales.
A3.2.2.5. Introducir esquemas de pago por servicios ambientales para compensar a comunidades y dueños de bosques con lo cual se aseguraría la captación de agua y carbono, así como la protección de la biodiversidad.
A3.2.2.6. Favorecer el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías de uso sustentable en zonas forestales.
Eje Estratégico A3.3: Política pública y recursos financieros
Objetivo del eje estratégico: Desarrollar instrumentos de política pública de protección y conservación de ecosistemas forestales.
Línea de acción A3.3.1: Implementar políticas públicas que promuevan el uso racional de los recursos naturales.
Acciones específicas:
A3.3.1.1. Incentivar el ordenamiento de la tenencia de la tierra y derechos de propiedad de terrenos forestales.
A3.3.1.2. Fortalecer los instrumentos legales para inhibir la tala clandestina.
A3.3.1.3. Implementar campañas de sensibilización ciudadana sobre el uso y aprovechamiento de bosques.
A3.3.1.4. Promover la certificación de productos y servicios cuya producción tenga un impacto mínimo en los ecosistemas.
A3.3.1.5. Considerar la aplicación de incentivos fiscales para promover la conservación de ecosistemas forestales.
Línea de acción A3.3.2: Gestión de financiamiento para la protección y manejo sustentable de los ecosistemas forestales.
Acciones específicas:
A3.3.2.1. Insertar al sector forestal estatal dentro de los mercados regionales de pago por servicios ambientales y búsqueda de fondos en mercados nacionales e internacionales.
A3.3.2.2. Vinculación con el Sector Privado para la creación de cadenas productivas forestales.
A3.3.2.3. Crear un fondo estatal para la conservación y restauración de ecosistemas con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático

Fuente: Elaboración propia con base en el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023.

6.5 Asentamientos Humanos

La configuración de los asentamientos humanos en el Estado de México ha experimentado una transición de las actividades del sector primario (agricultura y ganadería), actividades del sector secundario (industria) y sector terciario (comercio y servicios) en las últimas décadas. Actualmente, el Estado está conformado de manera general de asentamientos de tipo urbanos, semiurbanos y rurales y las grandes zonas metropolitanas del Estado: la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (2, 353, 924 habitantes en el 2020) y la Zona Metropolitana del Valle de Santiago Tianguistenco (183,281 habitantes en el 2020) y la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco (12,426,269 habitantes en el 2020) con una población de 1,224,164 habitantes (en 2020) en los municipios restantes del Estado de México. Estas zonas originadas por el acelerado crecimiento de la migración campo - ciudad asociada con contextos de marginación y pobreza de los asentamientos rurales, los cuales han sido atraídos por los municipios conurbados a la Ciudad de México y la capital del Estado en las últimas décadas (INEGI, 2020).

Como se muestra en la tabla 6.6, el 68.32% de la población mexiquense estaba concentrada en el 2.21 % de las localidades con 15,000 y más habitantes en 2020, es decir, la población se localiza en las zonas urbanas y metropolitanas del Estado y el 31.67% habita en localidades menores a 15,000 habitantes, semiurbanas y rurales. Una mayor población urbana representa mayor nivel de consumo de bienes y servicios y necesidades de movilidad, con impacto directo e indirecto al medio ambiente, siendo las ciudades fuentes clave de la emisión de GEI, generación de residuos sólidos, y cambios de uso del suelo.

Tabla 6.6 Porcentajes de Población Urbana y Rural del Estado de México en 2020

% de Localidades del Estado de México			% de la Población del Estado de México		
Menos de 2,500 habitantes	2,500 a 14999 habitantes	15,000 y más habitantes	Menos de 2,500 habitantes	2,500 a 14999 habitantes	15,000 y más habitantes
89	9.2	1.8	13	15.8	71.2

Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2020.

Por otra parte, la importancia de las ciudades no radica en la extensión de su territorio sino en su capacidad para concentrar centros de población bajo diversos procesos de urbanización. La concentración de la población en ciudades significa un mayor número de personas expuestas y afectadas por los efectos del Cambio Climático, en particular, por eventos climáticos extremos asociados a desastres naturales aumentando el potencial de pérdida de vidas humanas, viviendas e infraestructura urbana.

Al respecto, las inundaciones que se han presentado en el Estado de México han sido resultado de eventos de precipitación extrema que sobrepasa las condiciones de drenaje e infiltración del terreno, afectando generalmente las zonas de planicie. A nivel estatal se identifican 80 localidades con una susceptibilidad alta ante inundaciones y 199 expuestas a mediana susceptibilidad (figura 6.17).

De igual forma, se determinan 133 localidades urbanas con alta susceptibilidad a presentar remoción en masa y 227 localidades más, expuestas a mediana susceptibilidad, desastre también asociado con eventos extremos de precipitación (figura 6.18). Esto es de suma importancia considerando los escenarios climáticos de un futuro lejano donde se prevé aumento de la precipitación media anual de 3mm y en donde se requiere explorar los datos de eventos extremos durante el año.

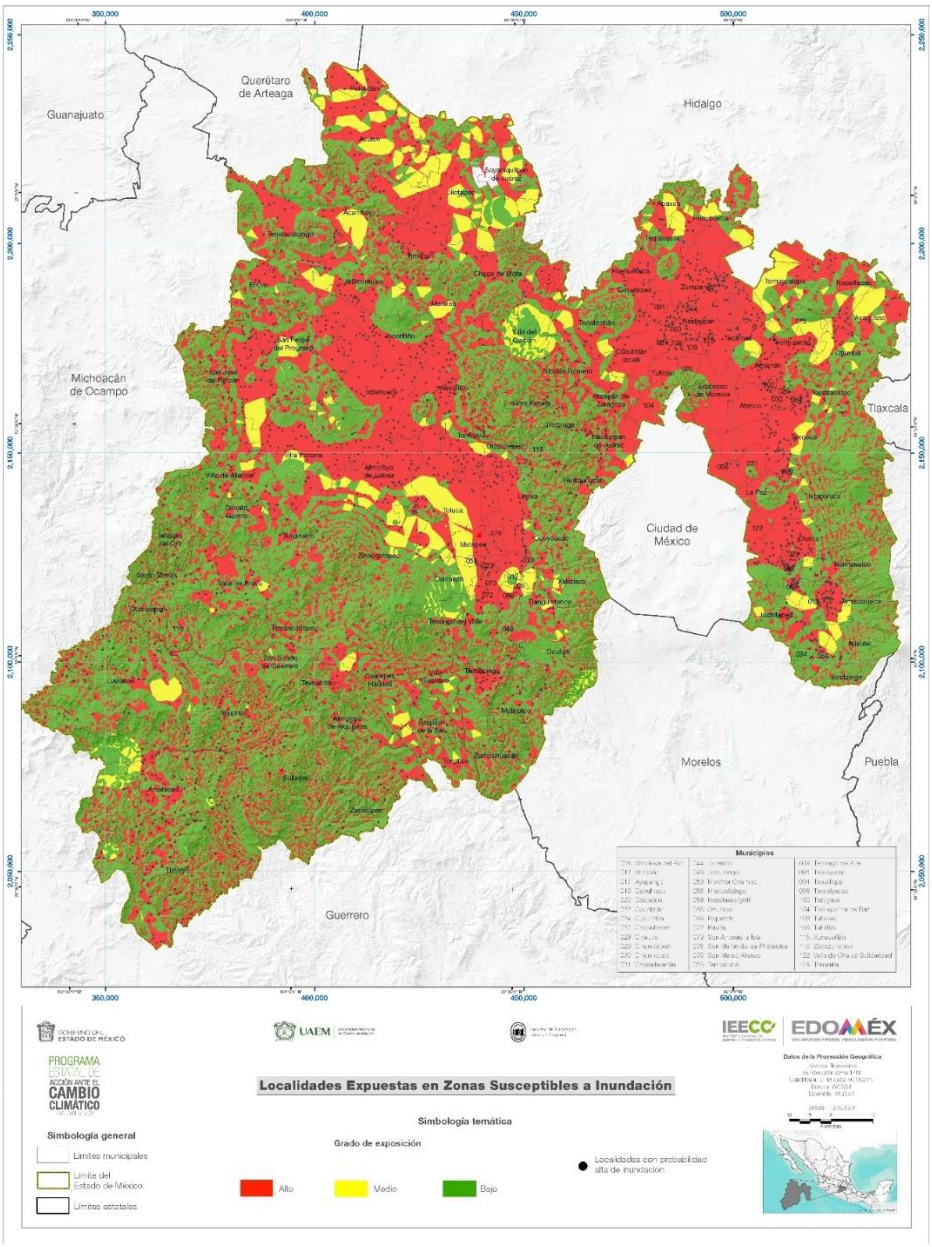


Figura 6.17. Mapa de localidades expuestas en zonas susceptibles a inundación

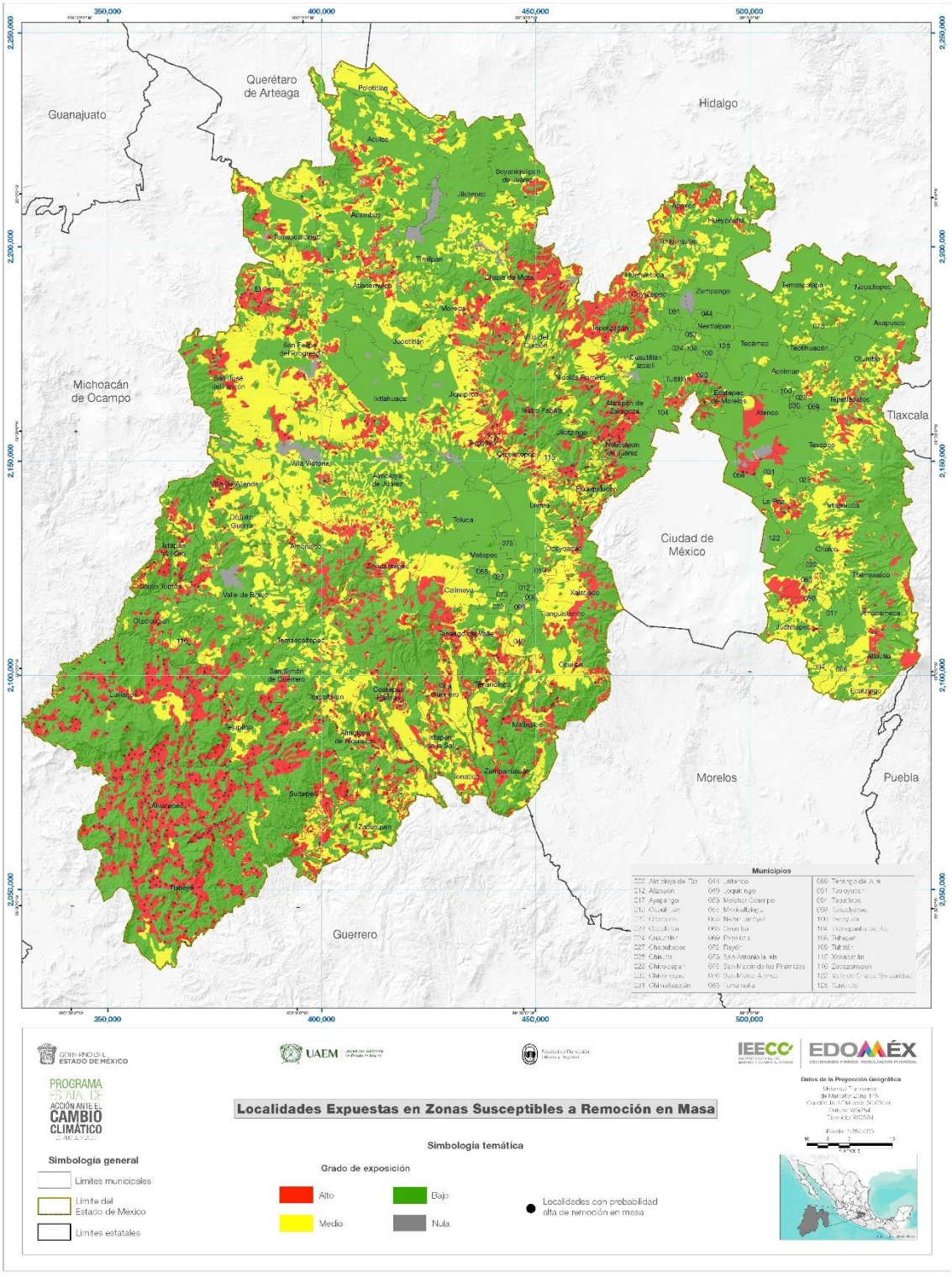


Figura 6.18. Mapa de localidades expuestas en zonas susceptibles a remoción en masa

Por otra parte, las variaciones o eventos extremos de temperatura repercuten en los asentamientos humanos, especialmente en los densamente poblados. Se identifica como poblaciones más vulnerables para el Estado de México, los grupos de edad de menores de 14 años y mayores de 60 años correspondientes al 35.55% de los habitantes de la Zona Metropolitana del

Valle de Toluca (ZMVT) y Zona Metropolitana del Valle Santiago Tianguistenco (ZMVST) Zona Metropolitana del Valle de Cuautitlán-Texcoco (ZMVCT) (Tabla 6.7 y 6.8)

Tabla 6.7 Total habitantes y porcentaje de población según las zonas metropolitanas del Estado de México en 2015.

Zona metropolitana	Total	Porcentaje
ZMVT	2,353,924	13.85%
ZMVST	183,251	1.07%
ZMCT	11,884,058	69.93%
Otros	2,571,155	15.13 %

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México - IEECC con datos del INEGI (2020).

Tabla 6.8 Grupos de edad de la población total del Estado de México 2020.

Grupo de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 14 años	4,122,067	2,084,726	2,037,341
15 a 59 años	10,942670	5,286,237	5,656
60 y más años	1,919,454	876,305	1,043,149
Edad no especificada	16,028	7,628	8,400

Fuente: Consejo Estatal de Población (COESPO) con datos del INEGI y Conapo (2020)

Sin embargo, los impactos del Cambio Climático en los asentamientos humanos de la Entidad también están sujetos al nivel de vulnerabilidad de la población, a las características físico-geográficas y climatológicas de las localidades, la capacidad de gestión y financiamiento de las instituciones para dotar de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, drenaje y salud a la población, la localización y tipo de las viviendas, contextos de marginación, la planeación urbana entre otros.

Es decir, aquellos asentamientos de bajos ingresos que habitan en viviendas construidas con materiales perecederos y además viven en zonas de riesgo de inundaciones, deslaves, sequías, olas de calor o heladas presentan mayor vulnerabilidad; en las ciudades los más pobres están obligados a vivir en la periferia urbana o en zonas de riesgo, con carencias de acceso a servicios básicos y generalmente en condiciones de irregularidad de la propiedad de la tierra que ocupan (Iracheta, 2012 b).

6.5.1 Género y Asentamientos Humanos

En cuanto a prevención de riesgos en los asentamientos humanos, es necesario asegurar que mujeres y hombres tengan acceso a los sistemas de monitoreo meteorológico y de alerta temprana, y que sean partícipes de planes comunitarios de manejo integral de riesgo que integren el enfoque de género. Aunque se sabe que el porcentaje de hombres y mujeres que habitaban en zonas urbanas en el 2020 era de 50.57% y 49.42% respectivamente (Cálculos a partir del ITER, INEGI, 2020), existe falta de información que indique edades, condiciones por jefatura de hogar o etnia, de la población en zonas urbanas. Al respecto, el porcentaje general de hogares con jefatura femenina en el Estado de México para el 2020 era de 49.42 Cálculos a partir del ITER, INEGI, 2020).

En general, los hogares de bajos ingresos son más vulnerables a los efectos del Cambio Climático, debido a la escala y naturaleza de los bienes que poseen o de los que pueden hacer uso. De acuerdo con PRONAIND 2021-2024, alrededor de 15% de las mujeres habita en viviendas con deficiencias de infraestructura, de espacio o de servicios. Entre la población indígena el porcentaje con carencias por calidad y espacios de la vivienda alcanza al 51.44% de las mujeres y por carencias en los servicios básicos en el año 2028 disminuyo al 10.3% es decir disminuyo a 10 personas de cada 100, siendo el valor mas bajo del periodo (CONEVAL,2019).

Entre ciudades y en su interior, existen diferencias importantes en la vulnerabilidad social y de género. Una buena proporción de asentamientos humanos que han surgido de manera informal en etapas de fuerte crecimiento urbano en áreas periféricas, suelen estar ubicados en zonas de riesgo y muchas veces los hogares tienen jefatura femenina. La calidad de las viviendas y su equipamiento son determinantes para disminuir las cargas de trabajo de las mujeres. Considerando las viviendas sin acceso directo al agua entubada, se estima que las horas que dedican las mujeres a los quehaceres domésticos se incrementan en 15%, cuando tienen que acarrear el agua el incremento llega a ser del 40%. La calidad de la vivienda también afecta el tiempo de las mujeres, cuando una vivienda tiene piso de tierra los incrementos son alrededor del 17% (PRONAIND 2021-2024).

Las desigualdades de género inciden en el acceso al mercado formal de trabajo y con ellos a los créditos para la vivienda. A pesar de los esfuerzos, poco más de 35.3% de los créditos que el Infonavit otorga son para mujeres. Los grupos identificados como menos favorecidos por las políticas de vivienda son las mujeres jefas de hogar, las mujeres indígenas, las mujeres jóvenes y de la tercera edad.

6.5.2 Estrategias y líneas de acción para la adaptación en el sector Asentamientos Humanos

A4: SECTOR ASENTAMIENTOS HUMANOS	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 9: Construir estructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación. Metas: 9.1, 9.2, 9.4 y 9.a. Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Meta: 11.3
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.5. Fomentar la prosperidad de las ciudades y su entorno a través del desarrollo urbano y metropolitano inclusivo, competitivo y sostenible. Estrategia 3.5.1: Generar un ordenamiento territorial sustentable y un desarrollo urbano enfocado en la accesibilidad. Estrategia 3.5.2: Promover un crecimiento urbano compacto que proteja el medio ambiente y articule a las ciudades con su entorno rural y natural. Estrategia 3.5.3: Impulsar una política de suelo y habitación incluyente, que atienda a la población más vulnerable y garantice el acceso a servicios básicos. Estrategia 3.5.6.: Consolidar un Sistema Integral de Movilidad Urbana Sustentable en la entidad. Estrategia 3.5.9: Alianzas y gobernanza.
Eje Estratégico A4.1: Asentamientos humanos vulnerables al Cambio Climático.	
Objetivo del eje estratégico: Planificar los asentamientos urbanos y rurales, a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial.	
Línea de acción A4.1.1: Promover la elaboración e implementación de ordenamientos territoriales urbano-ambientales con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos.	
Acciones específicas:	
A4.1.1.1 Aplicar la reglamentación en materia de construcción de viviendas en los municipios que se están integrando al proceso de urbanización de las zonas metropolitanas y centros urbanos del Estado de México que por sus condiciones físico-geográficas sean susceptibles a procesos de remoción de masa e inundación. A4.1.1.2 Planificar el crecimiento de las zonas metropolitanas con criterios de adaptación al Cambio Climático. A4.1.1.3 Prever y considerar la dinámica demográfica de los asentamientos humanos con el fin de crear estrategias que atiendan la demanda de servicios sin comprometer la seguridad de la población. A4.1.1.4 Reubicar y/o regularizar los asentamientos humanos irregulares que están localizados en zonas de riesgo y son más vulnerables a los efectos del cambio climático. A4.1.1.5 Actualizar el Atlas Estatal de Riesgo integrando los riesgos asociados a los eventos climáticos, especialmente en asentamientos vulnerables localizados en las áreas urbanas y rurales. A4.1.1.6 Promover observatorios ciudadanos para el monitoreo, evaluación y rendición de cuentas para las acciones de género, hábitat y medio ambiente	
Línea de acción A4.1.2: Fortalecer el desarrollo urbano sostenible	
Acciones específicas:	
A4.1.2.1 Invertir en obras de infraestructura para evitar las inundaciones de asentamientos urbanos y rurales. A4.1.2.2 Implementar obras de ingeniería para la estabilización de laderas en lugares propensos a eventos de remoción de masa. A4.1.2.3 Implementar cinturones verdes en las ciudades que aumenten la infiltración y retengan el suelo, además de obtener beneficios colaterales como mejora de la calidad del aire, belleza paisajística y promover los servicios ambientales de las zonas urbanas. A4.1.2.4 Construir infraestructura que capte el exceso de agua originada de precipitaciones abundantes con el fin de aprovechar el excedente en actividades donde no sea necesario el uso de agua potable. A4.1.2.5 Promover programas concurrentes de infraestructura y equipamiento de vivienda para hogares con jefatura femenina en municipios prioritarios. A4.1.2.6 Consolidar los programas de infraestructura básica de electricidad con energía alternativa que beneficie a los grupos vulnerables de zonas de alta marginación. A4.1.2.7 Realizar acciones afirmativas para que mujeres víctimas de desastres naturales o en situación de vulnerabilidad puedan rehabilitar, regularizar o adquirir vivienda.	

Línea de acción A4.1.3: Promover el uso de sistemas de monitoreo y alerta temprana buscando implementar planes de contingencia ante posibles desastres naturales.
Acciones específicas:
A4.1.3.1 Establecer sistemas de alerta temprana que ayuden a prevenir riesgos ante eventos climatológicos extremos. A4.1.3.2 Desarrollar planes de contingencia ante eventos climatológicos extremos. A4.1.3.3 Informar y conducir a la población hacia el desarrollo de acciones que acrecienten la educación y cultura ambiental orienta a la adaptación y mitigación de los efectos adversos del Cambio Climático. A4.1.3.4 Capacitar brigadas de protección civil estatal y municipal.
Línea de acción A4.1.4: Promover la construcción de edificios con tecnologías amigables con el medio ambiente
Acciones específicas:
A4.1.4.1 Promover la construcción de edificaciones que incluyan materiales y diseños de ahorro energético. A4.1.4.2 Impulsar el uso de techos verdes para reducir los contaminantes atmosféricos e islas de calor. A4.1.4.3 Instalar medidores de consumo de agua con carácter obligatorio en las áreas urbanas del Estado para concientizar a la población sobre el uso racional del vital líquido en sus actividades cotidianas.

6.6 Patrimonio Cultural y Natural.

El patrimonio es la herencia del pasado, el cual debe ser conservado para las generaciones siguientes como un elemento forjador de la identidad de cada una de las culturas dentro de la diversidad patrimonial. Actualmente se entiende por patrimonio un concepto amplio y flexible, considerándolo como un elemento en constante evolución y sensible a los cambios sociales, geográficos y climáticos. Por lo que es indispensable incluirlo como agente de cambio en la adaptación al Cambio Climático y como posible foco de riesgo frente al mismo fenómeno.

En 1972 la UNESCO celebró la Convención para la protección del Patrimonio Mundial, con la necesidad de identificar parte de los bienes inestimables e irremplazables de las naciones, cuya pérdida de cualquiera de ellos representaría una pérdida invaluable para la humanidad. A partir de dicha convención, la UNESCO exhortó a los países miembros al rescate y conservación de su patrimonio, subdividiéndolo en patrimonio cultural y natural.

Actualmente, para la UNESCO el rescate, conservación, protección y difusión del patrimonio se ha convertido en uno de los ejes fundamentales para el desarrollo sustentable de las naciones. En el año 2003, la UNESCO considerando la recomendación sobre la salvaguarda de la cultura tradicional y popular generada en 1989, así como la Declaración Universal de la UNESCO sobre la Diversidad Cultural de 2001 y en la Declaración de Estambul del 2002, reconoció la importancia del patrimonio cultural inmaterial, como crisol de la diversidad cultural; así mismo, el patrimonio natural toma fuerza desde la creación de la madre tierra, por la biodiversidad que integra cada uno de los ecosistemas y que sin duda alguna forman parte de reconocimiento internacional, que se integra de manera esencial con el objetivo 11 de Desarrollo Sostenible cuya finalidad es “lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles” aplicado a “Redoblar los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo” enfocado en el Estado de México.

Se reconoció la importancia de los gobiernos locales, que en el caso de México son el estatal y municipal, como agentes de vital importancia para protección del patrimonio, ya que en ellos reside la aplicación de la Ley de General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, así como los planes sociales que afectan de manera directa al patrimonio cultural, su entorno, su conservación y las modificaciones que éste pudiera sufrir.

A partir del Cambio Climático y la pérdida del patrimonio mundial, se encuentran algunos patrimonios naturales en riesgo, causado por los estragos del problema del siglo XXI que afecta a la parte turística conocida como las maravillas naturales del Estado de México (SECTUR, 2011) entre ellas se encuentran los incrementos de temperaturas, modificación y generación de microclimas en algunos de los municipios, el incremento de olas de calor y el aumento de lluvias intensas, modificación de estaciones del año, aumento de la intensidad del viento, contaminación atmosférica, cambiando así el destino turístico y afectando a las economías locales y municipales del Estado (SEMARNAT, 2010).

Uno de los ejemplos importantes y sobresalientes de patrimonio natural del Estado de México se encuentra el “Parque Nacional Nevado de Toluca" o conocido también como “Xinantécatl” que abarca algunos municipios del estado como; Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Texcaltitlan, Toluca, Villa Guerrero y Zinacantepec, que a lo largo del tiempo se ha modificado cada uno de sus características físico-geográficas debido al cambio climático así como algunos otros destinos mencionando algunos Aculco (Cascadas de

Concepción, Montaña Ñado) El Oro (Cascada El Mogote y Presa Brockman) Ixtapan de la Sal (Grutas de la Estrella, Parque Nacional Desierto del Carmen, Parque Estatal Salto de Chihuahua) Malinalco (Cañón Garganta de la Iguana) Tepotzotlán (Presa de la Concepción) entre otros destinos.

En el año 2006, conscientes de que "cualquier modificación en el clima conduciría a la desestabilización de las condiciones ambientales y sociales" (WHC *et al.* 2006), cambios que tendrían un impacto sobre el patrimonio cultural, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO celebró en 2006 una reunión de expertos en Cambio Climático y Patrimonio Cultural con el objetivo de analizar las implicaciones que tiene el Cambio Climático sobre el Patrimonio Cultural. De la reunión celebrada, las conclusiones se presentaron en el informe titulado "Predicción y gestión de las consecuencias del Cambio Climático sobre el Patrimonio Mundial", en el cual se plantean las acciones encaminadas a la salvaguarda del patrimonio cultural por las afectaciones del Cambio Climático, y se abordan algunos casos específicos, mismos que en el año 2007 la UNESCO recopiló y publicó en el libro titulado: "Estudios de Caso: Cambio Climático y Patrimonio Cultural".

La urgencia de adoptar un plan conjunto, como el anterior, radica en que si bien puede ser posible la adaptación del Cambio Climático alejando patrimonio cultural como pinturas, esculturas, entre otros, del sitio de origen, hacerlo podría tener un efecto negativo sobre el valor o atractivo turístico cultural del lugar, ya que en una situación de shock de Cambio Climático, puede causar daños a los asentamientos y la infraestructura, así como a la salud humana, derivando en la migración de la población y provocando el abandono del patrimonio cultural. Por tanto, el impacto puede ir desde la erosión de las estructuras físicas a la desintegración de las sociedades y comunidades que apoyan sitios o incluso el abandono, con la posible pérdida de la memoria cultural.

Las afectaciones del Cambio Climático sobre el patrimonio dependen principalmente del tipo de patrimonio y su relación con el entorno inmediato, de la región y de la fuerza con la que se presenten las variaciones climáticas en cada zona; la UNESCO (WHC *et al.*, 2006) ha identificado siete principales:

- La evidencia arqueológica se conserva en el suelo, ya que ha llegado a un equilibrio con los procesos hidrológicos, químicos y biológicos del suelo. Los ciclos cortos y largos de cambio de estos parámetros pueden dar lugar a un nivel pobre de supervivencia de algunas clases de materiales sensibles.
- Los edificios históricos tienen mayor relación con la tierra que los modernos. Ellos son más porosos, extraen agua desde el suelo en su estructura y lo pierden al medio ambiente por evaporación superficial. Las superficies de las paredes y los pisos son el punto de cambio de estas reacciones. El aumento de la humedad del suelo podría resultar en una mayor movilización de la sal y la consiguiente cristalización perjudicial sobre superficies decoradas a través de secado.
- Maderas y otros materiales de construcción orgánicos pueden estar sujetos a mayor infestación biológica, por la migración de plagas en altitudes y latitudes en las que anteriormente no se hayan presentado afectaciones o amenazas.
- Las inundaciones pueden dañar los materiales de construcción que no están diseñados para soportar la inmersión prolongada, y el secado puede favorecer el crecimiento de microorganismos dañinos.
- El aumento de tempestades y ráfagas de viento pueden provocar daños estructurales.
- El patrimonio movible puede estar en riesgo al exponerse a niveles elevados de humedad, temperaturas más altas y el aumento de los niveles de UV que deterioran el material de algunos objetos.
- La desertificación, la sal y la erosión está poniendo en peligro el patrimonio cultural de las zonas desérticas, al desgastarlas.

Asimismo, la UNESCO derivado de la Convención de Cambio Climático y Patrimonio Cultural, propuso líneas de acción en tres niveles: global, Estados parte y local (el entorno inmediato al patrimonio). En el documento elaborado durante la Convención del año 2006 (WHC *et al.*, 2006), se reitera la importancia de la participación de los gobiernos federales y locales (estatales y municipales) en la prevención y mitigación del Cambio Climático, así como en las acciones a seguir en el deterioro del patrimonio a causa de éste. Las acciones que deben de ser tomadas para la conservación del patrimonio son principalmente tres:

- Acciones preventivas: monitoreo, reportes y mitigación de los efectos del Cambio Climático a través de las opciones ambientalmente racionales y decisiones a distintos niveles: individual, comunitario, institucional y corporativo.
- Acciones Correctivas: adaptación a la realidad del Cambio Climático a través de estrategias globales y regionales, así como plan de acción locales.
- Difusión de conocimiento: incluir mejores prácticas, investigaciones, soporte público y privado, educación y entrenamiento, fortalecimiento de habilidades, trabajo en redes.

Cada estrategia deberá ser alcanzable, abordar diferentes niveles, dar soporte con otras iniciativas y programas enfocados al patrimonio y/o Cambio Climático, identificar la implementación práctica y revisar la disponibilidad de recursos, incluir acciones finales, metas a corto, mediano y largo plazo, destacar que existen fuertes vínculos entre el patrimonio natural y cultural, a pesar de que el Cambio Climático impacta de distintas formas, se deben elaborar propuestas que aborden ambas problemáticas de manera conjunta.

México como Estado Miembro de la UNESCO, se sumó a dicha iniciativa, generando el primer instrumento legal apegado a la Convención de 1972, que fue la *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (DOF, 2012)*.

Dicha ley tiene el objetivo de, en primer lugar, definir los diversos tipos de patrimonio tangible, y en segundo, las acciones para su protección y conservación. Esta ley está vigente y en sus líneas principales enuncia las características para identificar el tipo del patrimonio y establece los organismos nacionales encargados de su salvaguarda. En sus artículos 28, 33 y 36, se divide al patrimonio tangible en: ***arqueológico, artístico e histórico.*** En su capítulo V se establece que la restauración, protección y conservación del patrimonio les compete directamente a los organismos federales: INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) e INBAL (Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura).

En México se han emprendido programas de conservación del Patrimonio Cultural y Natural, teniendo su marco jurídico en la Ley Federal de Monumentos antes mencionada Y sus Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas, en el INAH y el INBAL la autoridad para la intervención y protección del mismo, sin embargo como se ha mencionado anteriormente en las diferentes convenciones de la UNESCO, un factor primordial es el desarrollo de acciones a nivel local, que es el entorno inmediato al patrimonio, siendo muy pocas las Entidades Federativas que han abordado el tema a través de Leyes Estatales para la Protección del Patrimonio.

Por su parte, el Estado de México a través del PEACC, reconoce la importancia del patrimonio cultural y natural, al ser el primer Estado a nivel Nacional de albergar el mayor número de áreas Naturales Protegidas con un total de 90 Hectáreas con una

3superficie del 44.46% del territorio Estatal (SEPANAF, 2022) y el segundo Estado de la República Mexicana con más patrimonio cultural con más museos después de la Ciudad de México, con un total de 30 a cargo del Instituto Mexiquense de Cultura, sin mencionar los museos a cargo del INAH o del INBAL; y de contar con 18 zonas arqueológicas abiertas al público, además de un sitio cultural arqueológico como es Teotihuacán, y un bien natural, Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, inscritos en la lista de Patrimonio Mundial, ha decidido incluir un bosquejo de acciones de adaptación a realizar en el marco de la propuesta de la UNESCO, con miras a la conservación del patrimonio cultural y la disminución del impacto por fenómenos del Cambio Climático (figura 6.19).



Figura 6.19 Reserva de Biósfera Mariposa Monarca.
Fuente: Fondo Mundial para la Naturaleza, 2017.

6.5.1 Estrategias y líneas de acción para la adaptación del sector Patrimonio Cultural

A5: SECTOR PATRIMONIO CULTURAL	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Meta: 11.4
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 3.5. Fomentar la prosperidad de las ciudades y su entorno a través del desarrollo urbano y metropolitano inclusivo, competitivo y sostenible. Estrategia 3.5.7: Fomentar la promoción y difusión del patrimonio cultural y artístico.
Eje Estratégico A5.1: Prevención de daños al patrimonio cultural por fenómenos de cambio climático	

Objetivo del eje estratégico: Salvaguardar el patrimonio cultural del Estado de México, reconociendo su importancia a nivel nacional e internacional.
Línea de acción A5.1.1: Salvaguardar el patrimonio cultural del Estado de México ante los efectos del Cambio Climático.
Acciones específicas:
A5.1.1.1 Generar una base de datos interactiva para identificar y localizar geográficamente el patrimonio cultural del Estado de México para ejecutar acciones preventivas de adaptación, acordes a las características de los lugares donde se encuentra el patrimonio. A5.1.1.2 Evaluar la situación actual del patrimonio para elaborar reportes y monitoreos periódicos que permitan generar indicadores de deterioro específicos para cada zona y tipo de patrimonio. A5.1.1.3 Desarrollar esquemas de orientación, capacitación, y financiamiento para la preservación del patrimonio cultural. A5.1.1.4 Difundir información entre las organizaciones regionales e instituciones educativas, acerca de las afectaciones al patrimonio originadas de los eventos de cambio climático, con el fin de generar acciones de prevención y conservación, así como para generar valor del patrimonio en los diferentes municipios y regiones. A5.1.1.5 Reconocer la importancia del patrimonio cultural y promover su inclusión en las leyes estatales y en las que haya lugar con respecto a su relación con el tema de cambio climático. A5.1.1.6 Evaluar la eficacia de conocimientos, prácticas y uso de materiales tradicionales a la luz del cambio climático, como base para la elaboración de propuestas de adaptación.

6.7 Salud Humana

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2012), en los últimos años el Cambio Climático o las variaciones climáticas han modificado los patrones de la precipitación, contribuyendo a un aumento global de la temperatura y a la intensidad y frecuencia de eventos extremos (heladas, sequías, inundaciones, entre otros), mismos que alteran la dinámica de los ecosistemas y de las especies que los integran, lo cual influye directa e indirectamente en los determinantes sociales y medioambientales que ponen en peligro la salud humana y la carga mundial de morbilidad (figura 6.20).

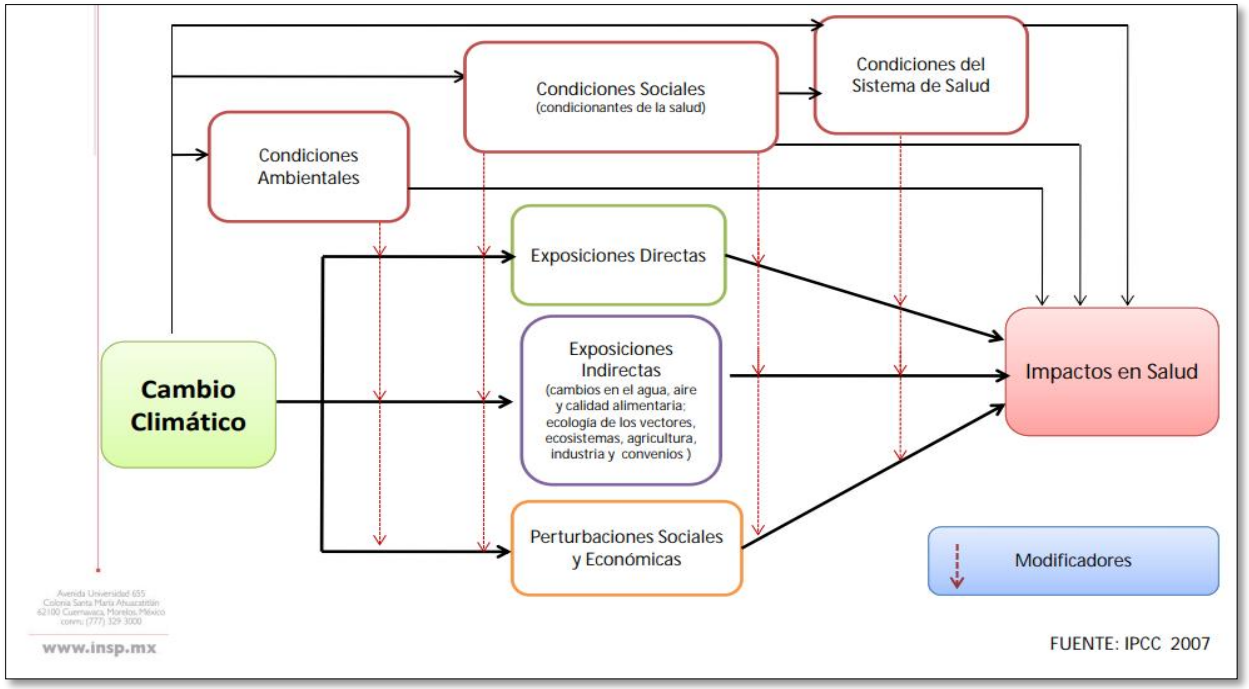


Figura 6.20 Impactos del cambio y la variabilidad climática en la salud humana.
Fuente: IPCC, 2007 Riojas Rodríguez, *et al*., 2011.

También en su Tercer informe de evaluación, el IPCC llegó a la siguiente conclusión: *"según las proyecciones, el Cambio Climático aumentará los peligros para la salud humana, sobre todo en las poblaciones de menores ingresos de los países tropicales y subtropicales"* y que *"el Cambio Climático puede afectar a la salud de manera directa (consecuencias de*

temperaturas demasiado altas o bajas, pérdida de vidas y lesiones en inundaciones y tormentas) e indirecta, alterando el alcance de los vectores de enfermedades, como los mosquitos, y de los patógenos transmitidos por el agua, así como la calidad del agua, la calidad del aire, y la calidad y disponibilidad de los alimentos. El impacto real en la salud dependerá mucho de las condiciones ambientales locales y las circunstancias socioeconómicas, así como de las diversas adaptaciones sociales, institucionales, tecnológicas y comportamentales orientadas a reducir todo el conjunto de amenazas para la salud."

En términos generales, un cambio de las condiciones climáticas puede tener tres tipos de repercusiones en la salud:

- Repercusiones directas o indirectas, causadas en general por fenómenos meteorológicos extremos.
- Consecuencias para la salud de diversos procesos de cambio ambiental y perturbación ecológica resultantes del Cambio Climático.
- Diversas consecuencias para la salud (traumáticas, infecciosas, nutricionales, psicológicas y de otro tipo) que se producen en poblaciones desmoralizadas y desplazadas a raíz de perturbaciones económicas, degradaciones ambientales y situaciones conflictivas originadas por el Cambio Climático.

La figura 6.21 muestra las diferentes vías por las que actúa el Cambio Climático y los efectos sobre la salud.

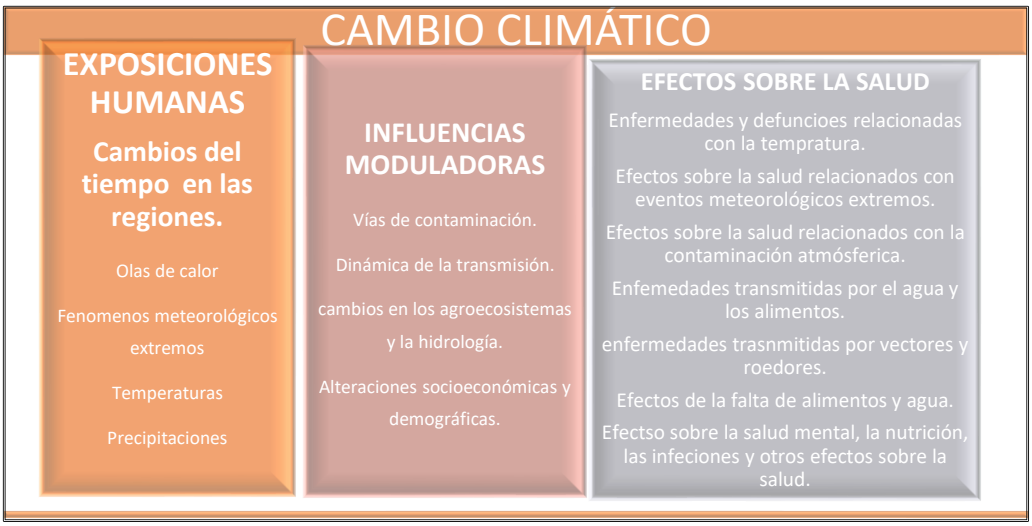


Figura 6.21 Vías por las que el Cambio Climático afecta la salud humana
Fuente: OMS 2003, Cambio Climático y salud humana: riesgos y respuestas: Resumen.

Las influencias del clima en la salud se ven moduladas por interacciones con otros procesos ecológicos, condiciones sociales y políticas de adaptación. El Cambio Climático es uno de los diversos cambios ambientales a escala mundial que afectan simultáneamente a la salud. Por ejemplo, el contagio de infecciones transmitidas por vectores, que se ve afectado a la vez por las condiciones climáticas, los movimientos de población, la tala de bosques y los modos de uso de la tierra, la reducción de la biodiversidad (por ejemplo, la desaparición de los predadores naturales de los mosquitos), las configuraciones superficiales de las aguas dulces y la densidad de población humana.

Ante los posibles escenarios de Cambio Climático del Estado de México para un futuro lejano donde se estima un incremento en la temperatura media anual en promedio de 3ºC de las zonas templadas (capítulo 4), el sector salud enfrentará grandes retos, debido a que este aumento implicará atender contingencias asociadas con eventos climáticos y las enfermedades relacionadas con ellos: enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades transmitidas por agua y alimentos, enfermedades infecciosas y emergencias por desastres (INE-INSP, 2006).

Lo anterior implica que los sistemas de seguridad social (instituciones y su infraestructura) tendrán que prevenir la satisfacción de demandas de los servicios de salud, incluyendo a los más vulnerables y de zonas marginadas; ampliando la cobertura de seguridad social, pues de la población total 16,992,418 (INEGI, 2020), sólo 11,267,677 personas son derechohabientes, es decir 66.31% cuenta con acceso a servicios de salud a través de diferentes instituciones que atienden distintos porcentajes de la población, como son:

- Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMYM).
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).
- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

- Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) BIENESTAR
- Instituto de Salud del Estado de México (ISEM).
- Desarrollo Integral de la Familia del Estado de México (DIFEM).
- Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI).
- PEMEX.
- SEDENA.
- Instituciones Privadas.

6.7.1 Eventos extremos

La presencia de eventos climáticos extremos en temperaturas, precipitación, humedad, heladas y ondas de calor tiene repercusiones directas e indirectas sobre la salud humana asociadas a su intensidad y duración. Durante el año 2012 en el Estado de México se registraron 188 sitios dañados por inundaciones (localizados en 32 municipios), afectando a un total de 56,022 habitantes (SAyOP, 2013), y causando daños a la infraestructura y problemas de salud pública, aumento en enfermedades diarreicas y respiratorias. Por lo cual, la vulnerabilidad de la población a estos eventos y sus impactos tienden a aumentar debido al crecimiento acelerado de la población y la frecuencia de éstos (Ize, 2002).

6.7.2 Calidad del Aire.

La calidad del aire representa importante componente riesgo ambiental nocivo que influye en la salud de la población, con problema latente con altas repercusiones a futuras generaciones con algunos padecimientos respiratorios y cardiovasculares que repercuten en la salud pública (Ballester, 2005). La contaminación atmosférica presenta alrededor del 91% de la población mundial vive en lugares donde los niveles de contaminación exceden los límites estipulados por la OMS ocasionando enfermedades respiratorias inespecíficas, agudas o crónicas y alteraciones en la función pulmonar, que tiene que ver con el tipo de contaminante, sus propiedades físicas y químicas, la frecuencia, tiempo de exposición, y concentración y las características de la población (PROAIRE 2018-2030). Otras enfermedades respiratorias como alergias y asma presentan mayor sensibilidad a ciertos contaminantes las variaciones climáticas a diferencia de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA'S).

Se presentan de igual forma aumentos de casos en otro tipo de enfermedades como el cáncer, en particular de piel, los cuales están relacionados con la exposición a los rayos ultravioletas en zonas altas, mientras que para el caso de cáncer de pulmón está relacionada con contaminación del aire (IARC, 2013). De acuerdo con el Instituto Nacional de Salud Pública (2022) alrededor de la incidencia por cáncer de pulmón son atribuibles a la exposición a carcinógenos procedentes de la contaminación del aire de interiores.

En las zonas rurales, donde se depende del uso de la leña como combustible en actividades domésticas; las mujeres y niños son los más expuestos a las partículas generadas de su combustión y, por lo tanto, presentan mayor tendencia al cáncer de pulmón.

Por lo anterior, la adaptación del sector salud enfrenta retos para cubrir la creciente demanda de servicios. Por un lado, en las poblaciones de zonas metropolitanas y cercanas a zonas industriales, presentan un grado de vulnerabilidad mayor a efectos en la salud por las variaciones climáticas y la calidad del aire, y por el otro, en las zonas rurales surge por el contexto de marginación y carencia de acceso a servicios de protección social. En el futuro lejano, considerando la actual pirámide de población mexiquense se debe considerar que aumentará la población adulta y adulta mayor que demandará servicios geriátricos, infraestructura, seguridad social, entre otros.

En el Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 en la estrategia 3.2.1 denominada "Contribuir a la mejora de la calidad del aire" considera en sus líneas de acción ampliar la cobertura del monitoreo de la calidad del aire, promover medidas que permitan mantener un parque vehicular más limpio y coadyuvar a reducir la dependencia en medios motorizados, los cuales contribuirán en gran medida a fomentar estilos de vida saludables, aumentando la calidad de vida de la sociedad, por lo que el Sistema de Salud del Estado de México debe adoptar medidas para combatir el Cambio Climático y mitigar sus efectos sobre la salud de la población.

Retos y oportunidades de adaptación en el Sector Salud

- Existe carencia de información sobre estudios específicos que permitan determinar el grado de influencia de las variaciones climáticas en enfermedades, tales como Enfermedad Tromboembólica Venosa, Infección Respiratoria Aguda, Enfermedades Diarreicas Agudas, respiratorias no específicas como asma, alergias, y cáncer, y de datos sobre el impacto de eventos climáticos extremos en la salud.

- Oportunidades: Desarrollar mecanismos que amplíen la cobertura de los servicios de salud a nivel estatal y así garantizar el acceso universal a servicios de salud, poniendo atención en la población que se encuentra en situación de pobreza, marginación, al igual grupos étnicos y grupos vulnerables.
- Realizar inversiones para ampliar el acceso al agua potable y la cobertura en los servicios de saneamiento básico en todo el estado, para garantizar el abastecimiento de agua potable de calidad y un ambiente limpio y sano dentro de la vivienda como fuera, y minimizar los riesgos a la salud y disminuir la carga de enfermedades.
- Ampliar, mejorar y capacitar a las Instituciones de Salud ante las posibles implicaciones que traerá el Cambio Climático sobre la salud humana y de esta manera contar con los recursos económicos, materiales y humanos para atender emergencias sanitarias en caso de presentarse.
- Desarrollar fuertemente acciones informativas y preventivas que permitan concientizar a la población de los efectos del Cambio Climático sobre la salud humana, con la finalidad de minimizar la vulnerabilidad social ante el Cambio Climático.
- Oportunidades de investigación.
- Investigaciones médicas interdisciplinarias para determinar los futuros riesgos, la vulnerabilidad y el grado de afectaciones de las variaciones climáticas y emisiones de GEI en la salud en distintos grupos de la población y las tendencias y costos involucrados en diferentes escenarios. También para predecir e identificar las condiciones socioeconómicas futuras de la población que contribuyen a la vulnerabilidad y su variabilidad geográfica, tanto en los contextos rurales y urbanos.
- Elaborar escenarios epidemiológicos asociables al Cambio Climático, considerando variables climáticas relacionadas directa o indirectamente con la salud, variables relacionadas con la etiología de las enfermedades (ETV, IRA's, EDA´s, ondas de calor, inundaciones, calidad del aire, etc.) y variables de vulnerabilidad y adaptación social.
- Desarrollar investigaciones científico-académicas que permitan analizar los impactos del Cambio Climático sobre la salud humana a corto, mediano y largo plazo en conjunto con las instituciones de salud estatal.

A continuación, se describen las líneas de acción de adaptación para el Cambio Climático orientadas a disminuir la vulnerabilidad a la salud y promover el bienestar físico y social de la población del Estado.

6.7.3 Estrategias y líneas de acción para la adaptación del sector Salud Humana

A6: SECTOR SALUD	
Alineación con la Agenda 2030	Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Metas: 3.9 y 3. d
Alineación con el Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023	Objetivo 1.4: Fomentar una vida sana y promover el bienestar para la población en todas las edades Objetivo 3.2: adoptar medidas para combatir el cambio climático y mitigar sus efectos. Estrategia 3.2.1: Contribuir a la mejora de la calidad del aire.
Eje Estratégico A6.1: Promoción a la salud	
Objetivo del eje estratégico: Difundir entre la población información que le permita conocer los impactos del cambio climático sobre la salud humana con el fin de fomentar una cultura de prevención entre la población acerca del cuidado de la salud ante la recurrencia de eventos climáticos extremos.	
Línea de acción A6.1.1: Comunicación / Educación	
Acciones específicas:	
A6.1.1.1 Informar a la población sobre medidas preventivas para disminuir el riesgo de contagio por EDA's, IRA's y ETV en el hogar, escuela, centros de trabajo y áreas de uso común a través de campañas de difusión masivas (radio, televisión e internet). A6.1.1.2 Dar a conocer a la población avisos oportunos sobre eventos climáticos extremos severos que puedan afectar la salud para prevenir epidemias o pérdidas humanas y materiales. A6.1.1.3 Promover brigadas de información en las localidades que presentan mayor vulnerabilidad a EDA's IRA's y ETV de acuerdo con la distribución actual y potencial de estas enfermedades en los municipios. A6.1.1.4 Informar sobre el impacto que tiene la exposición a los contaminantes atmosféricos derivados de la emisión de GEI o de actividades productivas o familiares en la salud humana en poblaciones rurales y urbanas. A6.1.1.5 Realizar campañas de difusión masiva (radio, televisión e internet) sobre la calidad del aire y de las afectaciones a la salud, así como de las medidas de cuidado y recomendaciones al presentarse una alta cantidad de contaminantes atmosféricos. A6.1.1.6 Realizar campañas para informar sobre los efectos adversos del humo de leña en la salud de grupos vulnerables como mujeres y niños. A6.1.1.7 Fortalecer los programas de difusión de información para la prevención de cáncer de piel y pulmón a las poblaciones más vulnerables, con énfasis en aquellas con alta exposición a contaminantes o rayos ultravioleta debido a sus actividades laborales. A6.1.1.8 Capacitar al personal de la salud del sector público en temas de cambio climático y su relación con la salud humana. A6.1.1.9 Gestionar el diseño, reproducción y entrega de materiales para la difusión de los temas relativos en materia de cambio climático.	

A6.1.1.10 Fomentar el conocimiento y su aplicación en materia de salud ambiental y cambio climático, entre el personal de las unidades hospitalarias y los líderes de las comunidades cercanas a estos establecimientos.
Línea de acción A6.1.2 Servicios de Salud
Acciones específicas:
A6.1.2.1 Intensificar las campañas de vacunación en grupos vulnerables (niños menores de 5 años y adultos mayores de 60 años) de acuerdo con las temporadas del año y la presencia de enfermedades relacionadas a eventos climáticos. A6.1.2.2 Promover brigadas móviles de salud en localidades de los municipios con índices de marginación alta que carezcan de seguridad social o de infraestructura para la atención médica o alta vulnerabilidad ante la presencia de eventos extremos y a enfermedades asociadas con éstos. A6.1.2.3 Capacitar a los grupos vulnerables de las localidades sobre medidas preventivas y manejo efectivo de las enfermedades. A6.1.2.4 Atender en forma oportuna y eficiente los casos de IRA's, EDA's para evitar su propagación en la población A6.1.2.5 Planear y diseñar estrategias para invertir en la ampliación y equipamiento de las instituciones de salud para cubrir la creciente demanda del servicio de salud.
Eje Estratégico A6.2: Ambiente saludable para la prevención de enfermedades
Objetivo del eje estratégico: Promover actividades que permitan tener un entorno saludable para que la población goce de un completo bienestar físico, mental y social.
Línea de acción A6.2.1 Difundir e implementar acciones de saneamiento preventivas para evitar la propagación de enfermedades.
Acciones específicas:
A6.2.1.1 Facilitar la construcción y mantenimiento de fosas sépticas en las zonas rurales marginadas para evitar las condiciones de propagación de virus, bacterias e insectos. A6.2.1.2 Realizar actividades de saneamientos en barrancos y cauces naturales, así como en las redes de alcantarillado permanentemente. A6.2.1.3 Fomentar el conocimiento y su aplicación en materia de salud ambiental y cambio climático, entre el personal de las unidades hospitalarias y los líderes de las comunidades cercanas a estos establecimientos.
Línea de acción A6.2.2 Implementar programas y proyectos que coadyuven al uso de agua de calidad
Acciones específicas:
A6.2.2.1 Extender el servicio de drenaje a las localidades que carecen de éste. A6.2.2.2 Promover e incentivar el uso de contenedores adecuados para almacenamiento de agua en forma segura. A6.2.2.3 Vigilar la calidad del agua con base en los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994. A6.2.2.4 Aumentar las fuentes de captación de agua a través de infraestructura que facilite su abasto.
Eje Estratégico A6.3: Control de enfermedades transmitidas por vector (ETV)
Objetivo del eje estratégico: Disminuir el riesgo de la población ante la amenaza de un brote de enfermedades trasmitidas por vector, mediante el fortalecimiento de actividades preventivas con apoyo de la población y las autoridades municipales.
Línea de acción A6.3.1. Fortalecer los Planes de Acción y Control Epidemiológico para enfermedades transmitidas por vector.
Acciones específicas:
A6.3.1.1 Elaborar un Plan de Acción (Estrategia) Estatal/Municipal de Combate contra el Dengue, en colaboración con la federación. A6.3.1.2 Fortalecer la vigilancia epidemiológica del dengue ante su distribución geográfica: detección, notificación, estudio, seguimiento y clasificación de casos y defunciones. A6.3.1.3 Manejo Integrado del vector del dengue, Chikungunya y Zika con base en lo establecido en la NOM-032-SSA2-2010.
Línea de acción A6.3.2. Dar a conocer a la población el grado de vulnerabilidad a la que se encuentran expuestos.
Acción específica:
A6.3.2.1. Promover el uso de equipos tecnificados, a los municipios con una mayor carta epidemiológica por ETV, conforme a lo que reporta el Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático del Estado de México.
Línea de acción A6.3.3 Involucrar a la población para aplicar acciones de adaptación al cambio climático y disminuir el brote de enfermedades.
Acción específica:
A6.3.3.1 Promover la participación social en el desarrollo de actividades preventivas, para generar un cambio de hábitos y conductas que favorezcan el desarrollo de ambientes saludables.
Línea de acción A6.3.4 Promover la coordinación de acciones Estado-Municipios y la participación social para prevenir las enfermedades transmitidas por vector (EVT)
Acción específica:
A6.3.4.1. Promover la coordinación entre las Instituciones de Salud para desarrollar de manera conjunta actividades preventivas en torno a las ETV. A6.3.4.2. Promover y coordinar con ayuntamientos y otras instituciones jornadas de limpieza durante la época de lluvias para eliminar criaderos de mosquitos Aedes aegypti causante del dengue en las zonas más vulnerables o en aquellas donde las variaciones climáticas estén permitiendo su adaptación.

Eje Estratégico A6.4: Mejoramiento de la calidad del aire
Objetivo del eje estratégico: Desarrollar los mecanismos y acciones para contar con más información de calidad y cobertura geográfica sobre la calidad del aire con el fin de monitorear y controlar la presencia de los contaminantes y disminuir sus efectos en la salud humana y la calidad de vida.
Línea de acción A6.4.1 Instrumentar mecanismos orientados a la mejora de la calidad del aire
Acciones específicas:
A6.4.1.1 Promover mecanismos de difusión e información a los municipios y propietarios de establecimientos, sobre la calidad del aire y de las afectaciones a la salud. A6.4.1.2 Dar a conocer programas o rutas para el uso de transporte de cero emisiones en las zonas urbanas. A6.4.1.3 Aumentar la infraestructura en las zonas urbanas para el transporte en bicicleta que fomenten las actividades físicas de la población.

6.8 Conclusiones del Capítulo

- **Sector Energía:** En este sector las acciones y objetivos están encaminados a la eficiencia energética, así como a su consumo adecuado y al aprovechamiento de fuentes renovables, lo anterior en áreas estratégicas como el transporte, iluminación, edificaciones y equipos electrodomésticos, vinculando a los sectores privados y públicos; estos últimos de los diferentes niveles de gobierno que además puedan retomar las políticas de la Estrategia Nacional de Energía 2013 -2027 referente a la satisfacción de demanda del servicio, ampliación de la cobertura y la creación y desarrollo de proyectos de ahorro de energía en el contexto local.

- **Sector Residuos:**

  a. Las políticas para este sector impulsan la creación de planes estatales y municipales de manejo integral de residuos, los cuales se establecen en el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012 y el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR); deben abarcar su generación, recolección, tratamiento y la creación y/o rehabilitación de sitios controlados o rellenos sanitarios para su almacenamiento a partir de acuerdos regionales y del cumplimiento de los requisitos solicitados por la NOM-083- SEMARNAT, acción que permitirá evitar en medida de lo posible los tiraderos a cielo abierto y aprovechar el Metano para la producción de biogás.

  b. Dentro de las políticas se contempla la educación ambiental para el manejo de residuos con potencial de reúso o reciclaje, que puedan permitir la disminución de residuos en sitios de disposición final (por ende, de emisiones de GEI), remuneración económica sectorial de Innovación - Secretaría de Economía – CONACYT (FINNOVA).

  c. Para el caso de aguas residuales, las políticas se enfocan a su tratamiento y reutilización lo cual requiere el establecimiento de acuerdos entre las plantas de tratamiento y los municipios que estén interesados en hacer uso de ellas, en este subsector también se considera la educación ambiental al promover el uso eficiente del agua. Al mismo tiempo se requiere que la industria se integre y se comprometa con el tratamiento de aguas residuales y en lo posible, en el desarrollo de proyectos para el aprovechamiento de Metano para la generación de energía eléctrica.

- **AFOLU y ecosistemas forestales:**

  a. Las acciones en los diferentes niveles de gobierno y de sus instituciones en este sector se encaminan al manejo forestal sustentable, pago por servicios ambientales, captura de carbono y establecimiento de límites forestales y pecuarios; que para el caso del Estado de México algunas de estas actividades están instituidas en el Programa de Desarrollo Forestal Sustentable y la instancia responsable es Proárbol, las cuales tienen su origen en programas a cargo de instituciones federales como la CONAFOR.

  b. En los gobiernos municipales se establecen sinergias con instituciones estatales para ser provistos de cepas y hacer reforestaciones en campañas programadas. Se capacita al personal de protección civil municipal para actuar contra incendios que llegaran a presentarse en periodos de estiaje, así como la identificación de situaciones de riesgo ante este tipo de eventos.

  c. Las políticas y por tanto las acciones de mitigación y adaptación están dirigidas al uso eficiente de fertilizantes, reducir la quema de residuos agrícolas, el uso de conocimientos tradicionales y el aprovechamiento de las variedades de maíz y de otros cultivos, para hacer de las zonas agrícolas sumideros de carbono y aprovechar su potencial de mitigación.

  d. En cuanto al subsector ganadero se apuesta por la conservación de material genético y el aprovechamiento de los residuos agrícolas y de las excretas del ganado para la creación de composta, así como el fomento de la competitividad del sector al brindar productos de calidad y de la generación de empleos, como se establece en el Plan Nacional de Desarrollo.

- **Sector Asentamientos Humanos**. Las políticas se relacionan con los servicios que los asentamientos humanos requieren por ejemplo agua, electricidad, transporte y reservas de suelo, motivo por el cual el crecimiento de las ciudades trata de hacerse compacta, para así asegurar el abastecimiento de los servicios públicos, lo cual está establecido en el Código administrativo del Estado de México y en el Reglamento de Construcción de inmuebles en condominio del Estado de México.
- **Sector Salud**. Los contaminantes atmosféricos se encuentran regulados Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de Calidad del Aire Ambiente, publicados por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios; las cuales se aplican en fuentes de emisión como es el caso de la industrias; su control trae consigo la reducción de costos por daños a la salud, además se establecen políticas de salud que tienen como objetivo la prevención de enfermedades y atención a la población ante contingencias, razón por la cual deben fortalecerse los esquemas de salud estatal y a nivel municipal, integrando a las localidades campañas para contrarrestar enfermedades que se desarrollen por efectos del Cambio Climático y aumento en las emisiones de GEI.

Es necesaria la existencia de arreglos institucionales para ejecutar adecuadamente cada una de las estrategias, ya que el objetivo es sentar las bases para dar lugar a los acuerdos necesarios para lograr la meta de reducir las emisiones de GEI en la Entidad y lograr la adaptación de la población ante el Cambio Climático, asimismo es necesario que la integración de otros instrumentos que fortalezcan las estrategias y acciones de mitigación y adaptación de manera local. Entre dichos arreglos institucionales se mencionan los siguientes:

- Fortalecer capacidades en las direcciones pertenecientes a la Secretaría del Medio Ambiente estatal que puedan incidir y participar en el monitoreo y verificación de los programas ya ejecutados o a desarrollar, que puedan incluirse dentro de las líneas de acción de mitigación y adaptación.
- Asignar áreas y acciones específicas en las regidurías de ecología municipales, encargadas de implementar las líneas de acción establecidas y/o a las que haya lugar según su contexto, o bien, que se estén desarrollando y puedan ser incluidas en la mitigación o adaptación ante el Cambio Climático, al mismo tiempo se hace indispensable que cada dependencia del gobierno estatal tenga definidas las acciones y atribuciones que le corresponden para alcanzar las metas en común con respecto a las contribuciones y efectos del Cambio Climático en la Entidad.
- Desarrollar inventarios municipales que incluyan datos de los sectores considerados para la elaboración del inventario estatal, esto con la finalidad de aportar datos más certeros y que describan las situaciones de emisiones lo más apegado a la realidad, para ejercer acciones locales con repercusión en las emisiones estatales, así como para reducir la vulnerabilidad de la población más susceptible ante los efectos climáticos.
- Es necesaria la integración de las diferentes secretarías y comisiones para mantener el intercambio de información y promover e incluso estimular los proyectos y acciones estatales, municipales y regionales del ámbito privado o público que estén a favor de la mitigación o adaptación contra el Cambio Climático que generen impacto social y ambiental.
- En las reuniones de Consejo de Cuenca es indispensable la participación y respeto entre instituciones y sociedad en general, para llegar a consensos sobre el uso y destino del agua, así como de problemáticas socioambientales a nivel de cuencas para lograr acuerdos a favor de la adaptación.
- Realización de foros y reuniones temáticas y de consulta con el fin de informar y conocer sobre la opinión pública, prospectiva y escenarios futuros relacionados con el Cambio Climático a nivel local, desde diferentes visiones a fin de generar retroalimentación de manera integral.
- Lograr la capacitación institucional y de recurso humano en materia de Cambio Climático, certificación y evaluación de tecnología y técnicas limpias que favorezcan la reducción de emisiones de GEI.

Para lograr lo anterior, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático es la encargada de coordinar las actividades y darles continuidad a través de las diferentes administraciones políticas a nivel estatal y municipal.

De esencial importancia y aunado a lo hasta ahora abordado, se hace la prospección sobre la factibilidad y los mecanismos de financiamiento probables para la instrumentación exitosa de las medidas de mitigación y adaptación propuestas, de tal manera que dicha información y de acuerdo con el artículo 44, fracciones IV y VII, de la Ley de Cambio Climático del Estado de México, se establece que dicha información deberá estar disponible a través del “Subsistema de Información”, el cual alimentará al Sistema Estatal de Información Pública Ambiental previsto en el Código para la Biodiversidad del Estado de México, siendo indispensable el estudio de implicaciones financieras de cada una de acciones de acuerdo a la legislación vigente y presupuestos asignados, entre otros elementos necesarios.

Las medidas de adaptación y mitigación descritas, se busca que cumplan con las siguientes características:

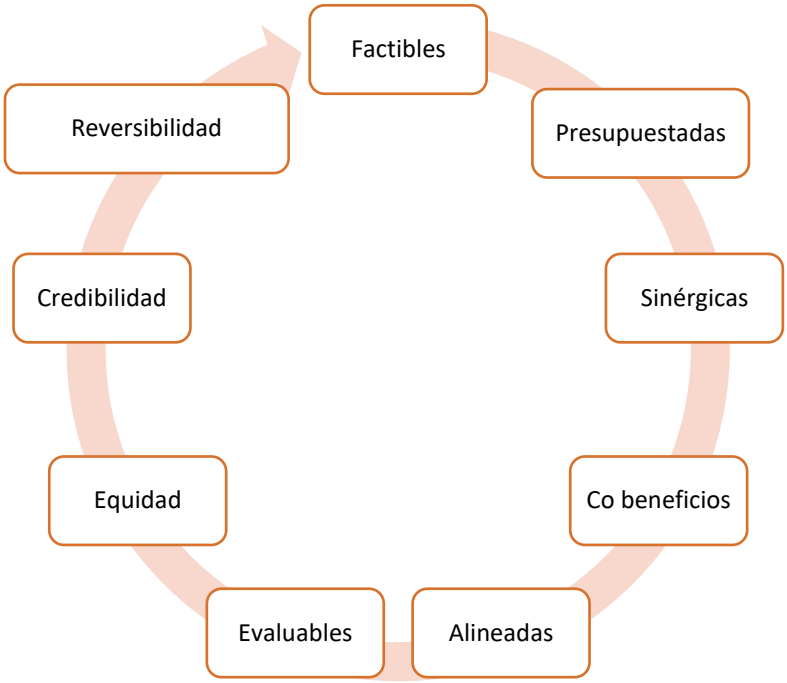


Figura 6.22. Características que deben de cumplir como mínimo, las medidas de adaptación y mitigación del PEACC.

Fuente: Elementos mínimos para la elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas, 2015.

Al respecto algunas de las instituciones y mecanismos financieros disponibles varían en función del monto de inversión de los proyectos (en especial municipales), los cuales pueden ser desde recursos locales hasta fondos internacionales, de capital público, privado o ambos. El flujo del financiamiento para los proyectos de puede presentar como se muestra en la figura 6.23

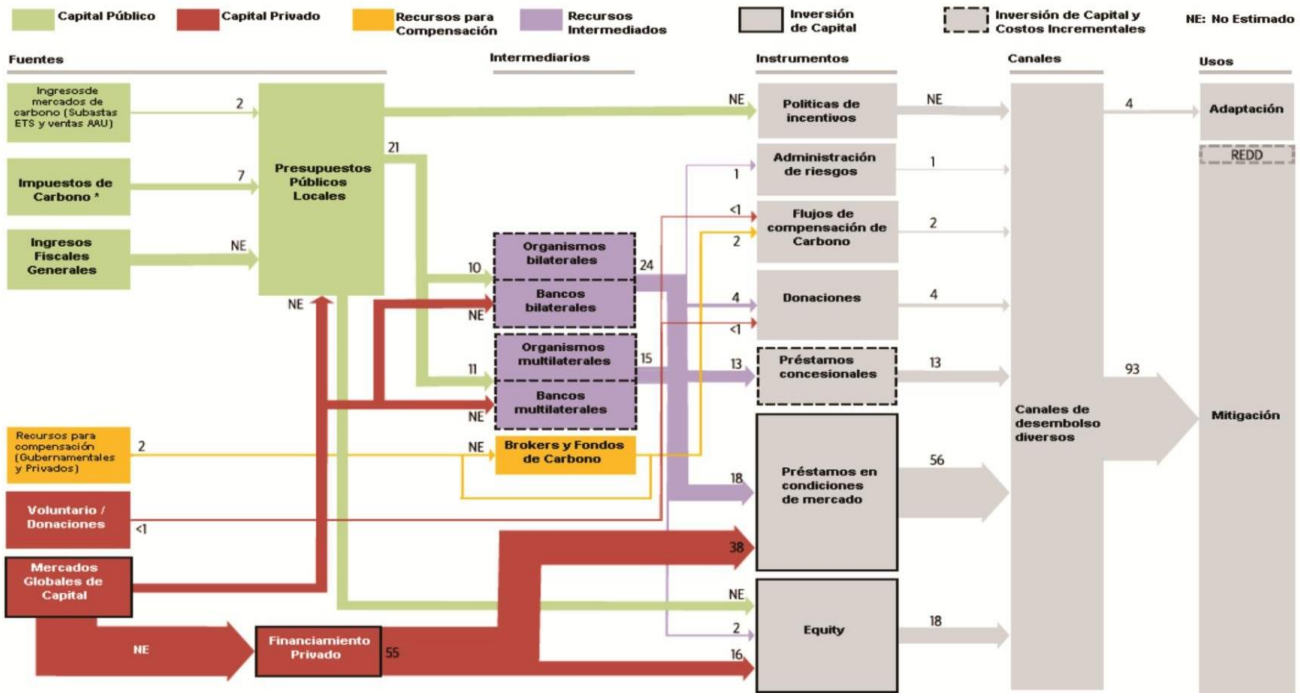


Figura 6.23 Flujo de Financiamiento para Cambio Climático (en miles de millones de USD)

Fuente: INECC y PNUD, 2012.

La Ley de Cambio Climático del Estado de México, en su artículo 34, establece que, dentro de los instrumentos económicos, se creará el Fondo Estatal de Cambio Climático, cuyo objeto es captar, administrar y destinar recursos públicos, privados, nacionales e internacionales, que permitan financiar acciones y proyectos para lograr la adaptación al Cambio Climático, así como la mitigación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Los recursos del Fondo serán ejercidos con base en los principios de transparencia, evaluación y rendición de cuentas, de conformidad con las disposiciones que resulten aplicables.

Algunas de las instituciones que mayor participación han tenido en apoyo a los proyectos tanto municipales como estatales y a mayor escala destinados a la mitigación y/o adaptación al Cambio Climático son las que presentan en la figura 6.24, a los que se puede acceder para solicitar apoyo financiero e incluso técnico para la ejecución de dichos proyectos.



Figura 6.24 Instituciones de financiamiento
Fuente: INECC y PNUD, 2012

El apoyo que estas instituciones otorgan puede consistir en donaciones, préstamos flexibles, créditos, arrendamientos para proyectos, transferencia de recursos, capacitación para el desarrollo de proyectos, asistencia técnica, etc., todos ellos se pueden dar de manera directa o a través de intermediarios como se pudo observar en la figura 6.20. Por otra parte, los convenios y cooperación que existe con otros países como Francia, Reino Unido, Japón, Alemania y Estados Unidos son esenciales en el acceso al financiamiento y recursos técnicos capacitados.

Algunos de los mecanismos de financiamiento que se pueden presentar en combinación con programas estatales y federales (relacionado con las figuras 5.2 y 6.1) que complementen la inversión requerida para la realización de los diferentes proyectos a favor del cumplimiento de las estrategias de acción propuestas y descritas en los Capítulos 5 y 6.

Es preciso mencionar las diferentes barreras que se encontraron para la ejecución de las estrategias y líneas de acción, las cuales son de tipo institucional, financieras, sociales, políticas y técnicas. Tales barreras (con base en INECC y PNUD, 2012) se enlistan y se describen a continuación a fin de detallarlas siendo indispensable su consideración en la toma de decisiones e impulso a los diferentes proyectos que de este documento deriven:

- Barreras políticas e institucionales:
    a. La continuidad a los programas estatales iniciados en diferentes sexenios se ve mermada, lo que dificulta la ejecución, evaluación y adecuación a las nuevas condiciones físicas, económicas y sociales de estos.
    b. Imparcialidad para la asignación de los programas que, directa o indirectamente, influyen sobre la mitigación o adaptación de los GEI debido a la falta de estandarización en los parámetros y características con las que los posibles beneficiados deben cumplir.
    c. Limitada capacidad para formular, implementar y ejecutar políticas, estrategias y proyectos de acción ambiental, específicamente en el tema de Cambio Climático, excluyendo la posibilidad de evaluar y actuar sobre los efectos del Cambio Climático y generar fuentes de información y decisión para los gobiernos municipales y la población. Otorgando así diferente jerarquización de prioridades para el Estado, municipios y población.
    d. Escasa o carente normatividad estatal que regule de manera específica las actividades y acciones de la Entidad como es el caso de energía, transporte, residuos sólidos y residuos peligrosos, entre otros.
    e. Políticas restrictivas como en el caso del uso de energías solares o alternas de manera total, permitiendo sólo el uso parcial y bajo ciertas condiciones.
    f. Falta de obligatoriedad para que el sector industrial reporte sus emisiones de GEI.
    g. Entrada en circulación de automóviles “chocolate”, lo cual impide la cuantificación real del parque vehicular existente en el Estado.
    h. Invasión, reducción y explotación de los espacios naturales aún con declaratoria de ANP.
    i. Degradación de la calidad de los recursos naturales y servicios ambientales en las ANP, que contribuyen a la reducción de emisiones de GEI (bosques y vegetación enferma, escasa y/ o antigua reducen la captación de Carbono y otros GEI).
    j. Comités de Agua independientes en las localidades del Estado, lo que obstruye la participación de sectores externos en la administración del recurso agua.
- Barreras técnicas y tecnológicas:
    a. Falta de capacidad técnica para instalar, operar y mantener equipo, infraestructura y otros recursos tecnológicos que operen de manera eficiente en cuanto a la emisión de GEI.
    b. Realización de trámites prolongados, en el registro de proyectos de reducción de emisiones GEI, donde además se carece del conocimiento técnico para presentar los proyectos y someterlos a evaluación y seguimiento.
    c. Desarrollo de indicadores que permitan conocer la vulnerabilidad de los sectores ante eventos climatológicos que sean acordes a las características físicas y sociales de la Entidad.
    d. Falta de espacios en los que se establezcan centros de acopio y sitios de disposición final para lograr el manejo adecuado de residuos con el fin de reducir las emisiones de GEI.
    e. Establecimiento ilegal de tiraderos a cielo abierto, y poca capacidad tecnológica y de infraestructura para el establecimiento de rellenos sanitarios.
    f. Falta de infraestructura que permita aprovechar el Metano en los rellenos sanitarios en forma de biogás, instalación de transporte eficiente y limpio, así como tecnología que permita la generación y consumo de energía limpia o con menor carga de GEI.
    g. Falta de planeación en las rutas de recolección de residuos para que se alcance la cobertura total, así como ineficiencia en el servicio de recolección de residuos tanto en zonas urbanas como rurales.

h. Indiferencia de los concesionarios o de las organizaciones de autotransporte para mejorar la eficiencia del transporte público o su reasignación de r utas que optimicen la circulación en las vialidades.

i. Falta de infraestructura para fomentar el uso y circulación de bicicletas en el caso del sector transporte.

- Barreras financieras y económicas:

a. Cambio de las actividades económicas de la población pasando así de las primarias a las secundarias o terciarias lo que origina el abandono de zonas agrícolas y el descuido de las zonas forestales que funcionan como sumideros de Carbono.

b. Costo elevado de las tecnologías posibles a implementar en los diferentes sectores, evitando la inversión de tecnologías que se perciben como costosas en las que se requiere una inversión inicial elevada pero un costo de vida útil inferior a los productos recurrentes, por lo que son rechazados por una falsa impresión, sin embargo, a largo plazo son más eficientes y baratos (ejemplo común, las lámparas Led)

c. Escaza inversión y desarrollo de incentivos económicos (o en su caso estímulos fiscales) para la implementación de las acciones de mitigación y adaptación, esto aplica en el sector industrial, de construcción y transporte principalmente.

d. Falta de estudios económicos que permitan conocer el costo real de las medidas de mitigación y adaptación, así como poca formación de recursos humanos que desarrollen e interpreten las curvas de abatimiento, las cuales deben ser congruentes al contexto económico estatal.

e. Los consumidores e incluso los tomadores de decisiones y algunos organismos desconocen los avances de tecnología limpia (o en su caso eficiente en el uso de energía), por lo que se carece de su promoción, uso, aprovechamiento e inversión.

f. Consumo y dependencia de combustibles fósiles por encima de energías alternativas, lo que dificulta la inversión en otros combustibles alternativos.

g. Carencia de información acerca de los organismos, instituciones y mecanismos en general de financiamiento que apoyan la ejecución de proyectos y programas contra el Cambio Climático.

h. Exclusión y rechazo a grupos o individuos que solicitan apoyo económico para ejecutar sus proyectos por razones sociales (discriminación) o económicas (carencia de bienes materiales y/o económicos).

- Barreras sociales:

a. Renuencia al cambio de sistemas y equipo tradicional, o en su caso a la adquisición de tecnología limpia por la desconfianza que ésta genera en la población comenzando por su costo de inversión.

b. Exclusión de grupos vulnerables en la toma de decisiones acerca del manejo de los recursos naturales, beneficios y apoyos otorgados para lograr la adaptación.

c. Falta de asesoría para los productores acerca de las posibilidades y procesos para incursionar en el desarrollo de agronegocios y formar cooperativas que les ayuden a establecer organizaciones de productores, que contravengan los efectos del Cambio Climático (búsqueda de la adaptación en sus cultivos).

d. Resistencia de los productores agrícolas para producir otro cultivo que no sea el que por años y tradición han producido, debido a su poca remuneración económica o bien por la falta de conocimiento acerca de los requerimientos para su producción.

e. Reducción de la población que aproveche los recursos forestales y, por tanto, menor interés en este ecosistema.

f. Crecimiento de la demanda de servicios y su instalación ilegal que dificulta tomar acciones a largo plazo a favor de la reducción de GEI y la adaptación del Cambio Climático, como la división de drenajes, acceso a la electricidad, entre otros.

g. Resistencia al desplazamiento de las personas asentadas en zonas de riesgo ante fenómenos hidrometeorológicos.

h. Difusión rezagada y poco entendible acerca del fenómeno de Cambio Climático, origen, causas, afectaciones y medidas de mitigación con las que la población pueda contribuir para hacer frente a este fenómeno.

Lista de acrónimos

AGROASEMEX	Instituto Nacional de Seguros para proteger el patrimonio y la capacidad productiva del sector rural.
ASERCA	Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria
CAEM	Comisión del Agua del Estado de México
CAM	Comisión Ambiental Metropolitana
CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de Transformación
CEPANAF	Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna
CEPRANED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CIBIOGEM	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO_2eq	Dióxido de carbono equivalente
COA	Cédula de Operación anual
COI	Cédula de Operación Integral para fuentes fijas de Jurisdicción estatal
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACULTA	Consejo Nacional de Cultura
CONAE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía.
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Áridas
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
CPC	Comisión Permanente de Cultura
DGPCCA	Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica
EDA´s	Enfermedades Diarreico - Agudas
ETV	Enfermedades Transmitidas por Vector
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FIDAGRO	Fideicomiso para el Desarrollo Agropecuario del Estado de México
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
FIPREDEN	Fideicomiso preventivo
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales
GBP	Guía de las buenas prácticas
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEM	Gobierno del Estado de México
GPGUM	Guía de las Buenas Prácticas y Manejo de la Incertidumbre
GWP	Potencial de Calentamiento Global Global Warming Potential por sus siglas en inglés
ICAMEX	Instituto de investigación y capacitación, agropecuaria, acuícola y forestal del estado de México
ICOMOS	Consejo Internacional de Monumentos y Sitios
INAH	Instituto Nacional de Antropología e Historia
INBAyL	Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura
INCA, Rural	Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (antes Instituto Nacional de Ecología-INE)
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía (antes Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)
INSP	Instituto Nacional de Salud Pública
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).
IRA´s	Infecciones Respiratorias Agudas
ISEM	Instituto de Salud del Estado de México.
MDL	Mecanismo de desarrollo limpio
NOM	Norma Oficial Mexicana.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PEPGIR	Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROAIRE	Programa Aire Limpio.
PROBOSQUE	Protectora de Bosques
PROCAMPO	Programa de Apoyos Directos al Campo

RP	Residuos peligrosos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SALUD	Secretaría de Salud
SCT	Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes
SECAMPO	Secretaría del Campo
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDESEM	Secretaría de Desarrollo Social.
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social (Actualmente Secretaría de Bienestar).
SEDUO	Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra.
SEGOB	Secretaría de Gobierno (Actualmente Secretaría de Gobernación)
SEMARNAT	Secretaría de Medio ambiente y Recursos Naturales
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SENER	Secretaria de Energía
SF	Secretaría de Finanzas
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta.
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil
SINAVEF	Sistema Nacional de vigilancia epidemiológica fitosanitaria.
SINIIGA	Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado
SINP	Sistema Integrado de Nutrición de Plantas
SMAGEM	Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
SSA	Secretaria de Salud.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
USCUSyS	Uso de Suelo y Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Listas de compuestos químicos

CH_4	Metano
CO_2	Dióxido de Carbono
CO	Monóxido de Carbono
N_2O	Óxido Nitroso
C	Carbono

C_2F_6	Hexafluoroetano
CF_4	Tetrafluorometano
CH_4	Metano
N_2	Nitrógeno
NH_3	Amoniaco
NO	Óxido Nítrico
NOx	Óxidos de Nitrógeno
O_3	Ozono
SO_2	Dióxido de Azufre
SF_6	Hexafluoruro de Azufre
PFC	Perfluorocarbonos
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes del Metano

Lista de unidades

%	Porcentaje
g	Gramo
Gg	Gigagramos
h	Hora
Ha	Hectáreas
ha	Hectárea
j	Joule
Tj	Tera joule
t	Toneladas

Glosario

Aerobio	Proceso bioquímico o condición ambiental que sucede en presencia de oxígeno. Cuando es en ausencia de oxígeno se llama anaerobio.

Adaptación	Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.
Aguas Residuales Doméstico/Comerciales	Líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales y de servicios), transportados por el alcantarillado de una ciudad o población.
Aguas Residuales Industriales	Aguas usadas en los procesos industriales.
Aguas negras	Aguas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.
Análisis de incertidumbre	Proceso estadístico que tiene por objeto proporcionar mediciones cuantitativas de la incertidumbre.
Aprovechamiento forestal	Es la parte comercial de la tala destinada a la elaboración de productos maderables.
Árbol de Decisiones	Diagrama de Flujo que propone como primer pasó el GPGUM para determinar la metodología a aplicar de acuerdo a los parámetros requeridos por la propia metodología.
Biocombustibles	Los combustibles que provienen de la biomasa (materia orgánica de origen animal o vegetal) como el alcohol etílico o etanol, metanol, biodiesel, diésel fabricado mediante el proceso químico de Fischer-Tropsch y combustibles gaseosos tales como hidrógeno y metano.
Biodigestor	Contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos animales y humanos, residuos vegetales no cítricos) en determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.
Biodiesel	Combustible que se obtiene por la transesterificación de un ácido graso (aceite).
Bioenergéticos	Combustible líquido de etanol, biodiesel y biogás, así como sólido de carbón vegetal y leña.
Bioenergía	La cantidad de trabajo que se obtiene de la energía eléctrica, el diésel o gas que se produzca a partir de biomasa.
Biofertilizante	Es un grupo de microorganismos o un microorganismo que favorece la captación de nutrientes, así como la formación de compuestos que se enfocan hacia una mejor nutrición de la planta.
Biogás	Es una mezcla de gases conformada principalmente por metano (50%-70%) y dióxido de carbono (25%-40%), que se genera por la descomposición de la materia orgánica realizada por acción bacteriana en condiciones anaerobias (a cierta temperatura y humedad). En el proceso también se generan efluentes líquidos y sólidos que pueden ser utilizados como fertilizante orgánico.

Biomasa	Conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa tiene en común con el resto el hecho de provenir en última instancia de la fotosíntesis vegetal.
Bosques.	Comunidad dominada por árboles o plantas leñosas con un tronco bien definido, con alturas mínimas de 2-4 m, con una superficie mínima de 1 ha y con una cobertura arbórea del 30%. Geográficamente se diferenciaron en bosques tropicales y bosques templados.
Calidad del aire	Condición de las concentraciones de los contaminantes en el aire ambiente, los parámetros de calidad del aire se miden atreves del Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA).
Cambio Climático	Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.
Cambio de uso de suelo	Cambios que sufre la superficie terrestre, debido principalmente a la apertura de nuevas tierras agrícolas, desmontes, asentamiento humanos e industriales.
Cambios en nivel del agua	Aumento o descenso en el nivel de los cuerpos de agua.
Capacidad adaptativa	Hace referencia a las capacidades, recursos e instituciones, en diferentes niveles de análisis, que permitan detonar procesos de adaptación, en acompañamiento del diseño e implementación de medidas de adaptación efectivas para la reducción de la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas.
Carbono equivalente/CO_2 equivalente	Valor asignado al potencial de calentamiento global de los gases de efecto invernadero distintos al CO_2 y es expresado en un basado en un horizonte de 100 años, comparado con el potencial de calentamiento de una molécula de CO_2.
Centro de acopio	Establecimiento donde asiste la ciudadanía para hacer entrega de los residuos limpios y separados generados diariamente como vidrio, papel, plástico, metal y en algunos casos residuos orgánicos.
Cogeneración	La producción de potencia y calor directamente aprovechable, a partir de una fuente común de energía.
Composta	Mejorador del suelo que se obtiene luego de un proceso de descomposición de los residuos sólidos orgánicos en condiciones húmedo-aeróbicas (con presencia de Oxígeno).
Contaminación del aire	La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
Datos de actividad	Datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un periodo de tiempo determinado

Residuos	Un término general para residuos sólidos –excluyendo residuos de comida y ceniza- secados de viviendas, establecimientos comerciales e instituciones.
Emisiones	Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos
Energías limpias	Aquellas que provienen de fuentes renovables, grandes hidroeléctricas, carboeléctricas y ciclos combinados que cuenten con captura y secuestro de carbono (CO_2) y energía nuclear. La característica común entre las energías limpias es su nula o muy baja emisión de contaminantes a la atmósfera.
Energía no fósil	Energía generada a partir de grandes hidroeléctricas, fuentes renovables, nuclear y nueva generación limpia.
Energías renovables	En México se consideran energías renovables aquellas reguladas por el artículo 3º fracción II de la LAERFTE, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica.
Enfermedades digestivas agudas	Patologías que afectan el aparato digestivo, que tienen como síntomas característicos: vómito, diarrea, fiebre y deshidratación.
Enfermedades transmitidas por vector	Padecimientos en los que el agente causal es un organismo patógeno (virus, bacterias y parásitos) al ser humano, es un artrópodo (generalmente, mosquitos; sin embargo, pueden ser piojos, garrapatas o roedores) que actúa como agente transmisor. Padecimientos en los cuales un artrópodo transporta el agente infeccioso de un huésped a otro.
Escenarios Cambio Climático	Son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basados en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construyen para ser utilizados de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, y que sirven a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos.
Estimación	Es la evaluación del valor de una cantidad o de su incertidumbre mediante la asignación de valores numéricos de observación en una fórmula de estimación, o estimador.
Exposición	Se refiere al tipo y grado, o naturaleza, a la que un sistema está expuesto a variaciones climáticas significativas.
Factores de Emisión	Coeficiente que relaciona los datos de actividad, con la cantidad del compuesto químico (gas de efecto invernadero) que constituye una fuente de emisiones. Se estima a partir de una muestra de datos sobre mediciones, expresado en promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento en relación de la cantidad de emisiones por unidad de masa de fuente generadora.

Fermentación entérica	Volumen de metano producido a partir de la transformación de los carbohidratos por los procesos digestivos de los animales. Los rumiantes son los mayores emisores de metano debido a las características distintivas de su sistema digestivo.
Forzamiento radiativo	Cambio en el flujo neto de energía radiativa hacia la superficie de la Tierra medido en el borde superior de la troposfera (a unos 12,000 m sobre el nivel del mar) como resultado de cambios internos en la composición de la atmósfera, o cambios en el aporte externo de energía solar. Se expresa en W/m^2. Un forzamiento radiativo positivo contribuye a calentar la superficie de la Tierra, mientras que uno negativo favorece su enfriamiento.
Fuente	Cualquier proceso o actividad que libere en la atmósfera gases de invernadero, tales como el CO_2 y el CH_4. Un almacén de carbono puede ser fuente liberadora de carbono a la atmósfera si recibe menos carbono que el que emite.
Fuentes emisoras	Todo proceso, actividad, servicio o mecanismo que libere un gas o compuesto de efecto invernadero a la atmósfera.
Fuentes fijas	Son las fuentes industriales estacionarias que generan emisiones desde puntos estacionarios, por ejemplo, chimeneas o respiraderos.
Fuentes móviles	Diversas formas de transporte tales como automóviles, camiones, aviones, etc.
Gases de Efecto Invernadero	GEI, Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antrópicos, que absorben y emiten radiación infrarroja.
Gestión integrada de residuos sólidos	La gestión se basa en la reducción en el origen, reciclado, transformación y vertido, organizado de manera jerárquica.
Infecciones respiratorias agudas	Padecimientos infecciosos causados por microorganismos las cuales afectan el aparato respiratorio.
Inventario de emisiones	Documento que contiene la estimación de las emisiones antrópicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros.
Lagunas de estabilización	También llamadas lagunas de oxidación son depósitos de agua de profundidad de entre 1 y 3.5 m., y tienen como finalidad estabilizar la materia orgánica presente en las aguas residuales, constituyen el método más simple de tratamiento de aguas residuales que existe.
Lixiviado	Líquido que se ha filtrado procedente de los residuos dispuestos. Debido a su carga bacteriológica y química, deben ser tratados antes de verterlos en medios naturales ya que pueden contaminar las aguas superficiales, subterráneas o el suelo.
Lodos activados	Proceso biológico empleado en el tratamiento de aguas residuales convencional, que consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de metabolizar como nutrientes los contaminantes biológicos presentes en esa agua.
Lodos residuales	Residuos semisólidos que se producen, decantan o sedimentan durante el tratamiento de aguas. Son generados en las fosas sépticas de viviendas, centros comerciales, oficinas o industrias, o producidos en las plantas de tratamiento de agua comunal, industrial y comercial, así como en las unidades de control de emanaciones atmosféricas. También se les llama fangos.
Patógeno	Organismo capaz de causar enfermedades.
Patrimonio cultural inmaterial	Usos, representaciones, expresiones, conocimiento y técnicas -junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes- que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconocen como parte integrante de su patrimonio cultural. Este patrimonio cultural inmaterial, que se transmite de generación en generación, es recreado constantemente por las comunidades y grupos en función de su entorno, su interacción con la naturaleza y su historia, infundiéndoles un

	sentimiento de identidad y continuidad y contribuyendo así a promover el respeto de la diversidad cultural y la creatividad humana.
Potencial de Calentamiento Global	Proviene del atrapamiento que ejercen sobre la radiación infrarroja solar reflejada por la Tierra. El incremento sostenido de las concentraciones de estos gases en la atmosfera desde el inicio de la revolución industrial y especialmente la aceleración de las concentraciones en los últimos 50 años debido a actividades antrópicas. El potencial de calentamiento global compara el forzamiento radiactivo integrado durante un período de tiempo específico (por ejemplo, 100 años) con una emisión de pulso de una unidad de masa y constituye una forma de comparar el cambio climático potencial asociado con las emisiones de diferentes gases de efecto invernadero.
Reforestación	Conversión por actividad humana directa de terrenos no boscosas en terrenos forestales mediante plantación, siembra o fomento antrópicas de semilleros naturales en superficies donde antiguamente hubo bosques, pero que actualmente están deforestadas.
Relleno sanitario	Lugar destinado a la disposición final de residuos o basura, en el cual se toman múltiples medidas para reducir los problemas generados por otro método de tratamiento de la basura como son los tiraderos.
Residuos Peligrosos Biológico-Infecciosos	Residuos generados en y por la industria que requieren tratamientos específicos como la incineración a altas temperaturas para su disposición o confinamiento controlado, para evitar riegos de salud y contaminación irreversible del medio ambiente.
Residuos de manejo especial	Incluyen artículos voluminosos; electrodomésticos y tecnológicos (incluye automotrices); productos de línea blanca, residuos de jardín recogidos por separado; pilas; aceite; los provenientes de servicios de salud (excepto los biológico-infecciosos); insumos y residuos generados en actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas; residuos de los servicios de todo tipo de transporte; lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y residuos relacionados a la construcción. Estos residuos normalmente se manipulan separadamente de otros residuos domésticos y comerciales.
Residuos Peligrosos	Residuos que por su naturaleza pueden suponer una amenaza para la salud del hombre o para el ambiente. La manipulación y el vertido de estos residuos se regulan por ley federal. Éstos incluyen sustancias radiactivas, químicas, tóxicas, residuos biológicos, inflamables y explosivos. Requieren tratamientos específicos como la incineración a altas temperaturas para su disposición o confinamiento controlado.
Residuos Sólidos Urbanos	Incluyen todos los residuos generados de viviendas residenciales, edificios de apartamentos, establecimientos comerciales, y de negocios, instalaciones institucionales, actividades de construcción y demolición, servicios municipales y lugares de plantas de tratamiento.
Revegetación	Establecimiento de vegetación secundaria por abandono de parcelas agrícolas, pecuarias o vegetación recuperada después de algún evento de rápida transformación sobre la cobertura vegetal (áreas afectadas por incendios, deslaves, inundaciones, etcétera).

Salud	Estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de afecciones o enfermedades.
Sensibilidad	Hace referencia al grado en que un sistema resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático. Los efectos pueden ser directos (por ejemplo, un cambio en el rendimiento de los cultivos en respuesta a una variación de la temperatura media, de los intervalos de temperaturas o de la variabilidad de la temperatura) o indirectos (por ejemplo, daños causados por una mayor frecuencia de inundaciones costeras por haber aumentado el nivel del mar).
	Impacto potencial del cambio climático en regiones previamente determinadas y en sectores prioritarios en la zona de estudio La valoración de dichos impactos deberá realizarse con métodos rigurosos, robustos y replicables, los cuales deberán ser explicados claramente.
Sitio controlado	Un método de ingeniería para la eliminación de residuos sólidos en la tierra, que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con las especificaciones de impermeabilización. El residuo se esparce en capas finas, compactándolo al volumen práctico más pequeño, y tapándolo con tierra u otro material apto, al final de cada día laboral.
Sitios de disposición final	Lugar donde se ejecuta el conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de los residuos sólidos urbanos, producto de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los métodos de valorización adoptados.
Sitios de transferencia (estaciones)	Un lugar o instalación donde los residuos son transferidos desde vehículos de recogida más pequeños (por ejemplo, vehículos compactadores) a vehículos de transporte más grandes para el transporte a lugares de vertido, normalmente vertederos. En algunas operaciones de transferencia, la compactación o separación se puede hacer en la estación.
Sitios no controlados	Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en la norma técnica (comúnmente denominados tiraderos a cielo abierto o basureros).
Software del IPCC	Programa de cálculo en Excel proporcionado por el IPCC para sistematizar y facilitar la elaboración de los inventarios de GEI.
Sumidero	Cualquier proceso, actividad o mecanismo que remueva gases de invernadero (como el CO_2) de la atmósfera. Un almacén determinado puede ser sumidero de carbono atmosférico si, durante un lapso, fluye más carbono atmosférico hacia su interior que el que se libera a la atmósfera.
Tecnologías limpias	Sistemas para generar electricidad mediante el uso de energías renovables (eólica, geotermia, hidroeléctrica menor que 30 MW, la biomasa y la solar), las grandes hidroeléctricas, carboeléctricas y ciclos combinados, que cuenten con captura y secuestro de dióxido de carbono (CO_2) y energía nuclear.
Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos	Abarca a todos los conceptos por los cuales los RSU son procesados para acotar los potenciales daños que puedan causar al ambiente, ya sea por la disminución de su volumen o peligrosidad o por su aprovechamiento. Comprende de esta manera a los procesos físicos, químicos, biológicos, térmicos y de otra especie, entre los que se reconocen el reciclado y el compostaje.

Tiradero a cielo abierto	Botadero, vertedero o vaciadero. Lugar donde se depositan residuos sólidos sin ninguna medida de control (tratamiento sanitario), no cuenta con autorización de ningún tipo y no es administrado por las autoridades municipales.
Uso de suelo	Cobertura antrópica que modifica el paisaje, desarrollada para satisfacer las necesidades humanas.
Valorización	Todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, mediante el reciclaje en sus formas física, química, mecánica o biológica, y la reutilización. Valorizar los residuos implica optimizar sus características de forma/materia/energía, mediante procesos, hasta hoy conocidos de reutilización, recuperación y reciclado.
Vermicompostaje	También conocida como lombricomposta, es un tipo de abono orgánico que utiliza lombrices para facilitar la descomposición y estabilización de los residuos orgánicos.
Vertedero	Instalaciones físicas utilizadas para la evacuación, en los suelos de la superficie de la tierra, de los rechazos procedentes de los residuos sólidos.
Vulnerabilidad	Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.

Fuentes.

AGUILAR, L. y Quesada-Aguilar, A. Gender and REDD+, road maps in Cameroon, Ghana and Uganda in Moving, en: Forward with Forest Governance, Issue N° 53, april 2012. Alcantara, I. (2004). Hazard assessment of rainfall induced land sliding in Mexico. Geomorphology. 61: 19-40.

AGUILAR, L., A. Araujo, et al. (2007). Reforestation, Aforestation, Deforestation, Climate Change and Gender, IUCN. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://cmsdata.iucn.org/downloads/gender_factsheet_forestry.pdf.

AGUILAR, L, A. Quesada-Aguilar and D. Shaw (2011). Forest & Gender, IUCN. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://portals.iucn.org/library/efiles/edocs/2011-070.pdf.

AGUILAR, L. y Quesada-Aguilar, A. (2012). Gender and REDD+, road maps in Cameroon, Ghana and Uganda en Moving, En: Forward with Forest Governance, European Tropical Forest Research Network, Issue N° 53, april 2012. Alcántara, I. (2004). Hazard assessment of rainfall induced land sliding in Mexico. Geomorphology. 61: 19-40.

ALTAMIRANO, J.E; Ortiz, J; Rissman, K; Ross, T; Fransen, C. Brown, Solá, y J. Martínez. (2016). “Achieving Mexico’s Climate Goals: An Eight Point Action Plan”. Documento de Trabajo. Washington, DC: World Resources Institute. Consultado el 18 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.wri.org/publication/achieving-mexicos-goals.

AMER. METEOR. SOC. McKee, T.B.N., J. Doesken, and J. Kleist, (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight Conf. On Applied Climatology. Anaheim, CA, 179-184 pp.

BALDERAS Torres, A. y Lázaro Vargas, P. (2018). Acciones Municipales ante el Cambio Climático en Jalisco, México: Experiencias, Prioridades, Necesidades, Continuidad y Gobernanza Multi-Nivel. Reporte de Trabajo, University of Leeds, Centre for Climate Change Economics and Policy & CIPAD, Project eLection, Zapopan México, Julio de 2018.

BALLESTER, F. (2005). Contaminación atmosférica, Cambio Climático y salud. Recuperado el 23 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17079207.

BANCO MUNDIAL. (2018). Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE. Disponible en línea en: https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG

BANCO MUNDIAL. (2010). Emisiones de CO_2 (toneladas métricas per cápita). Recuperado el 24 de julio de 2013. Disponible en línea en: http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC.

BANCO MUNDIAL. (2013). Las Dimensiones Sociales del Cambio Climático en México. Recuperado el 15 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.bancomundial.org/content/dam/Worldbank/document/web%20spa%20mexico.pdf.

BARRERA, J. (2013). Instalan Comisión Intersecretarial de Cambio Climático para el Estado de México, El Universal. Recuperado el 22 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.eluniversal.com.mx/edomex/2013/impreso/instalan-comision-del-cambio-climatico-7160.html.

BECK, H., Zimmermann, N., McVicar, T. et al. (2018). Mapas de clasificación climática Köppen-Geiger presentes y futuros con una resolución de 1 km. Datos científicos 5, 180214. Disponible en: https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214.

BERKELEY, Earth Proyect (2011). Global warming 'confirmed' by independent study. Recuperado el 11 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-15373071.

BERNSTEIN, L., Bosch, P., Canziani, O., Chen, Z., Christ, R., Davidson, O. y Yohe, G (2008). Climate Change 2007: Synthesis Report: An Assessment of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 52 pp.

BYUN, Hi-Ryong, Wilhite, Donald A. (1999). Objective quantification of drought severity and duration. American Meteorological Society. Estados Unidos.

CABALLERO, M. (2010). La verdadera cosecha maderable en México. Revista Mexicana de Ciencia Forestal. 5-16 pp.

CAEM, Comisión del Agua del Estado de México (2015). Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en el Estado de México 2015. Subdirección de tratamiento de aguas residuales, información proporcionada mediante oficio el 22 de mayo de 2017.

CAEM, Comisión del Agua del Estado de México (2017). Información referente a DBO y DQO de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en el Estado de México, 2014, 2015 y 2016. Subdirección de tratamiento de aguas residuales, información proporcionada mediante oficio el 24 de agosto de 2017.

CCRS, Canada Centre for Remote Sensing; CCMEO. Canada Centre for Mapping and Earth Observation; NRCan. Natural Resources Canada; CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; CONAFOR. Comisión Nacional Forestal; INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía; USGS. U.S. Geological Survey. (2017). 2010 Land Cover of North America at 30 meters. Ottawa, Canada. Disponible en línea en: http://www.cec.org/tools-and-resources/north-american-environmental-atlas/land-cover-and-land-cover-change

Cámara del papel, Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel (2012). Plan de manejo para los residuos de papel y cartón en México 2012.

CAPULÍN J., R. Nuñez, J. Etchevers, G.A. Baca-C. (2001). Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en Hidroponía. 35(3):287-297.

CARABIAS, J. y Landa, R. (2005). Agua, medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. Ed. UNAM/El Colegio de México/Fundación Gonzalo Río Arronte.

CARMONA, J.C., D.M. Bolívar, L.A. Giraldo. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias.18:49-63.

CAVAZOS, T., J. A. Salinas, B. Martínez, G. Colorado, P. de Grau, R. Prieto González, A. C. Conde Álvarez, A. Quintanar Isaías, J. S. Santana Sepúlveda, R. Romero Centeno, M. E. Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo (2013). Actualización de escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional. Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp. Recuperado el 11 de noviembre de 2013. Disponible en línea en: http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html.

CCVM (2010). Consejo de Cuenca del Valle de México. Recuperado el 4 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://cuencavalledemexico.com/informacion/estatal/estado-de-mexico/disponibilidad-de-recursos-hidricos-2/.

CEBALLOS, G., R. List, G. Garduño, R. López, M. Muñozcano, E. Collado y J. San Román (compiladores) (2009). La Diversidad Biológica del Estado de México, Estudio de Estado. Biblioteca Mexiquense del Bicentenario. Gobierno del Estado de México. México.

CEMYBS (2013). Programa Integral para la Igualdad de Trato y Oportunidades entre Mujeres y Hombres y para Prevenir, Sancionar y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres 2013 – 2017. Consejo Estatal de la Mujer y Bienestar Social del Estado de México.

CENAPRED, Centro Nacional de Prevención de Desastres (2006). “Evaluación de la vulnerabilidad física y social” En: Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Serie: Atlas de Nacional de Riesgos. México.

CEPAL. (2018). Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de México, 2018. CEPAL. Ciudad de México.

CEPANAF, Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (2011). Categoría de las Áreas Protegidas. Gobierno del Estado de México. Recuperado el 7 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm.

CEPANAF-CONANP-CGCE-UIPPE, (2017). Numeralia. Sector Medio Ambiente

Cervantes, Y; Cornejo, S.L; Lucero, R.; Espinoza, J. M; Miranda, E. y Pineda, (1990). “Provincias Fisiográficas de México. Datos Vectoriales escala 1:1000000”. Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO). Consultado en septiembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

CFE, Comisión Federal de Electricidad (2010). Estadísticas de ventas.

CFE, Comisión Federal de Electricidad. (2015). Informe anual 2015. Comisión Federal de Electricidad.

Checkley W., Epstein L., Gilman R. (2000). Effects of El Niño and ambient temperature on hospital admissions for diarrheal diseases in Peruvian children. The Lancet. 355: 442-450.

CICC, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2006). Hacia una estrategia nacional de acción climática. SEMARNAT. México, DF.

CICC, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (2007). Estrategia Nacional del Cambio Climático. México: SEMARNAT.

CICESE, Centro de Investigación en Ciencias de la Tierra, Oceanología y Física Aplicada (2010). “Base de Datos Climatológica Nacional (Sistema CLICOM)”. Consultado el 23 de mayo de 2018. Disponible en: http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html

CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1998). Protocolo de Kioto. Recuperado el 8 de mayo de 2013. Disponible en línea en: http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf.

CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2003). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su octavo periodo de sesiones. Decisiones Adoptadas por la Conferencia de las Partes. Decisión 17/CP.8 Directrices para la preparación de comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. Documento FCCC / CP/2002/7/Add.

CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. (2011). Consultado el 7 de mayo de 2013. Disponible en línea en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/CMNUCC.aspx

CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2013). La ciencia del clima. Recuperado el 22 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/antecedentes/items/6170.php.

CNN Español. (2017). México y Brasil 'Lideran' la Emisión de Dióxido de Carbono en América Latina. Consultado el 18 de septiembre de 2017. Disponible en línea en: http://expansion.mx/mundo/2017/06/09/mexico-y-brasil-lideran-la-emision-de-dioxido-de-carbono-en-america-latina?internal_source=PLAYLIST.

COESPO, Consejo Estatal de Población (2020). Pirámide de población Total del Estado de México 2015. Disponible en línea en: http://coespo.edomex.gob.mx/piramode_poblacion

COESPO, Consejo Estatal de Población del Estado de México. (2020). Número de habitantes en el Estado de México por municipio para el año 2020.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1987) Enterolobium cyclocarpum. Recuperado 13 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/41-legum16m.pdf.

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (S/F a). Matorrales. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral.html

CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (S/F b). Bosque Mixto. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/cobertura_suelo/br/serena/3_9.html

CONAFOR, Comisión Nacional Forestal. (2022). Programa de Incendios Forestales.

CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2008-2017). Reportes semanales de resultados de incendios Forestales. Disponible en línea en: http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/las-demas/reportes-de-incendios-forestales

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (S/A). Monitoreo de cuerpos de agua del estado de México. Características de las presas del estado de México.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, (2002). Programa Hidráulico Integral 2002-2025 del Estado de México. Tomo I y II. Informe Final diciembre del 2002.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2012). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Edición 2012.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, (2015). Disponibilidad por Acuíferos. Estado de México. Consultado el 23 de junio de 2018. Disponible en https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/estado-de-mexico-74858.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, (2015). Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2016). Estadísticas del Agua en México.

CONAPO, Consejo Nacional de Población (2020). Proyecciones de la población 2015-2050. Recuperado el 8 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones.

CONDE, C. (2007). México y el Cambio Climático global. SEMARNAT, UNAM. México, D.F.

CONDE, C. (2010). Adaptación al Cambio Climático en el Sector agrícola. Recuperado el 12 de noviembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.lariocc.es/es/actividades-capacitacion/tal_pre_2_1_tcm25-173789.pdf.

CONEVAL, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2020. Recuperado el 3 de octubre 2013, de http://www.coneval.gob.mx/coordinacion/entidades/Documents/Mexico/principal/15triptico.pdf

CONEVAL, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2019). Índice de Rezago Social 2015 a Nivel Nacional, Estatal y Municipal. Consultado el 4 de diciembre 2017. Disponible en línea en: http://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx

CONEVAL (2019). Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Consultado en julio de 2022. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx

Consejo Estatal de Población del Estado de México (COESPO), 2015. Número de habitantes en el Estado de México por municipio para el año 2015.

CONUEE. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. (2014). Informe de actividades 2014. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, Secretaría de Energía.

DGPCEM. Dirección General de Protección Civil del Estado de México, (2015) Programa de protección civil para basureros, 2015. Consultado el 21 de febrero de 2017. Disponible en línea en: http://dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/sites/dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/files/files/programas%20de%20Prevencion/Programas%20pdf/PPC%20Basureros%202015.pdf

Diario Oficial de la Federación. (2013). Acuerdo por el que se expide la Estrategia Nacional de Cambio Climático. 03/06/2013, de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Sitio web: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301093&fecha=03/06/2013

Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2013. “Estimación de residuos peligrosos a generar, según categoría de generador y sector de actividad, indicado por empresas registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT (Toneladas)” y “Estimación de residuos peligrosos a generar, por tipo de residuo, indicado por empresas registradas en el Padrón de Generadores de la SEMARNAT (Toneladas)”.

Dirección General de Protección Civil del Estado de México (DGPCEM), 2017. Disponible en: http://dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/sites/dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/files/files/programas%20de%20Prevencion/Programas%20pdf/PPC%20Basureros%202015.pdf 4 4 Programa de protección civil para basureros, 2015 objetivo general Salvaguardar la integridad física de la población, expuesta a los fenómenos perturbadores, consultada el 21 de febrero de 2017

Dixon, J.A., L. Fallon S., R.A. Carpenter and P.B. Sherman. (1994). Economic analysis of environmental impacts. Asian Development Bank. Earthscan Publications. Ltd.

DOF, Diario Oficial de la Federación (2012). Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos.

ENCC, Estrategia Nacional de Cambio Climático (2013). Anexo 1. Disponible en línea en: https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf

Elmar, R. D. (2010). Energía a partir de las aguas residuales. Argentina.2010.

Espinoza, A. (2012). El sistema de distribución inversa como alternativa para el manejo sostenible de los residuos sólidos. ORINOCO Pensamiento y Praxis, (1), 90–98. Recuperado el 21 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://finanzascarbono.org/comunidad/pg/file/ITDT/read/191472/el-sistema-de-distribucion-inversa-como-alternativa-para-el-manejo-sostenible-de-los-residuos-solidos.

Estrada, F. y Gay, C. (2007). Cambio Climático en México y su Contexto Internacional. México: Centro de Ciencias de la Atmosfera. UNAM.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2001). Género y manejo de los recursos genéticos: El papel de la mujer en la conservación de los recursos genéticos del maíz Guatemala. Roma, 56 pp.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013). La FAO considera que la ganadería puede reducir en un 30% sus emisiones. Recuperado el 1 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://www.compromisorse.com/acciones-rse/2013/09/26/la-fao-considera-que-la-ganaderia-puede-reducir-en-un-30-sus-misiones/#sendtofriend.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013ª). Cambio Climático y seguridad alimentaria. Consultado el 26 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.fao.org/climatechange/16615-05a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013b). El Cambio Climático, el agua y la seguridad alimentaria. Consultado el 23 de octubre de 2013. Disponible en línea en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142s07.pdf

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013c). Investigación del Género y Cambio Climático en la Agricultura y la seguridad alimentaria para el desarrollo.

Fernández, A. Zavala, J. Romero, R. Conde, A. Trejo Rosa (s/f) Actualización de los escenarios de Cambio Climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación en México y Centroamérica. Centro de Ciencias de la Atmósfera UNAM, INECC SEMARNAT, Instituto de Geografía, UNAM. Disponible en: http://atlasclimatico.unam.mx/inecc/Atlas_2_190215_documentacion.pdf

FRIES, Carl, Jr; Segerstrom, K.; Black, R. F y Wilson, I. F. (1963). Geología y yacimientos minerales del distrito de Pachuca-Real del Monte, Estado de Hidalgo: Consejo de Recursos Minerales no Renovables, Publicación 5E, p 222.

FRIES, Carl, Jr. (1981). Hoja Taxco 14Q-h (7), con Resumen de la geología de la Hoja Taxco, estados de Guerrero, México y Morelos: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Geología, Carta Geológica de México, Serie 1: 100,000, mapa con texto, p 47.

GARCÍA, E; CONABIO. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. Consultado en septiembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

GARCÍA, E. (1987). Modificaciones al sistema de clasificación climática (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). México.

Gaceta de Gobierno del Estado de México 2012. Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023. Toluca de Lerdo, México. Tomo CXCIII, No. 48.

GEM, Gobierno del Estado de México (2009). Programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial del Estado de México. Gaceta del gobierno, tomo CLXXXVII A: 202/3/001/02, Número 69.

GEM, Gobierno del Estado de México (2011). Agenda Estadística Básica del Estado de México. IGECEM y Secretaría de Finanzas.

GEM, Gobierno del Estado de México (2012). Producto Interno Bruto Municipal. Secretaría de Finanzas, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México.

GEM, Gobierno del Estado de México. Gaceta de Gobierno del Estado de México (2012). Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023. Toluca, México. Tomo CXCIII, No. 48.

GEM, Gobierno del Estado de México. (2013). Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México 2013. Gobierno del Estado de México.

GEM, Gobierno del Estado de México (2013). Parques y Zonas Industriales. Recuperado el 3 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/temas/economiaynegocios/index.htm.

GEM, Gobierno del Estado de México. (2016). Estrategia Estatal de Cambio Climático. Noviembre 2015, de Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático Sitio web: https://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/Publicaciones%20Históricas/3_Estrategia%20de%20Cambio%20Climático/VERSIÓN%20TÉCNICA.pdf

Gobierno de la República. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Diario Oficial de la Federación.

Gobierno del Estado de México (2018). Plan de Desarrollo del Estado de México. 2017-2023.

GTZ, Agencia Alemana de Cooperación Técnica (2003). Sector Project Mechanical-biological Waste Treatment. Alemania. 2003.

Hasson, Y. y Polevoy M. (2011). Gender Equality Initiatives in Transportation Policy. A Review of the Literature. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.il.boell.org/downloads/Gender_and_Transportation_-_English_1.pdf.

Heaps, C.G. (2012). Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software versión 2012.0052] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. Disponible en línea en: www.energycommunity.org

Hugo, V. (2008). 'Review article Soil-erosion and run off prevention by plant covers. A Review', 28, pp. 65–86.

IARC, 2013: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer. Consultado en julio de 2022. Disponible en: www.publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Scientific-Publications/Air-Pollution-And-Cancer-2013

IEECC, Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (2017). PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA MUNICIPAL (PACMUM). Disponible en línea en: http://ieecc.edomex.gob.mx/sites/ieecc.edomex.gob.mx/files/files/PACMUN/PACMUN_METEPEC_FINAL.pdf

IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral (2011). Información general del Estado de México. Recuperado el 1 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://igecem.edomex.gob.mx/2012b/IMAGENES/FICHAS/informaciongeneral.pdf.

IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral (2012). Agenda estadística básica. Recuperado el 1 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://igecem.edomex.gob.mx/recursos/Estadistica/PRODUCTOS/AGENDAESTADISTICABASICAMUNICIPAL/Estad%C3%ADticabasicamun.htm.

IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral (2012). Agenda de estadística básica. Recuperado el 8 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://igecem.edomex.gob.mx/recursos/Estadistica/PRODUCTOS/AGENDAESTADISTICABASICAMUNICIPAL/Estad%C3%ADticabasicamun.htm.

IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México (2016). Agenda Estadística Básica del Estado de México.

IMCO, Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (2012). Índice de vulnerabilidad climática de las ciudades mexicanas. Recuperado el 6 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://vulnerabilidadclimatica.org.mx/.

IMCO, Instituto Mexicano para la Competitividad (2017). Informe estatal.

INC, Instituto Nacional del Cáncer (2013). Sistema de Información sobre el cáncer: Tipos de Cáncer. Recuperado el 9 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.infocancer.org.mx/contenidos.php?idsubsubcontenido=319.

INE, Instituto Nacional de Ecología (2006). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2006, Informe Final Parte 2 Procesos Industriales. Instituto de Ingeniería, UNAM.

INE, Instituto Nacional de Ecología e INS, Instituto Nacional de Salud (2006), Estudio Diagnóstico sobre los Efectos del Cambio Climático en la Salud Humana de la Población en México: Informe Final. Recuperado 12 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/HRRodriguez.pdf.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; Instituto de Ingeniería de la UNAM (2008). Inventario Nacional de Gases Efecto Invernadero, Informe final, Parte 1: Sector energía. México.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. México.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012). Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Primera edición. México.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y (PNUD) Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2012). Diagnóstico y Evaluación de los Esquemas financieros para proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014). Estudio para la incorporación de nuevas variables en los escenarios de Cambio Climático para México utilizados en la Quinta Comunicación Nacional Parte I: Análisis de Variables Atmosféricas (Historias y escenarios de Cambio Climático). INECC. Disponible en línea en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/94668/CGACC_2014_Variables_escenarios_part1.pdf

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y Universidad Autónoma de México (2014). Actualización de los escenarios de Cambio Climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación. Consultado en agosto de 2018. Disponible en línea en: http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (S/F). Geología del Estado de México. Datos Vectoriales escala 1:250000. Consultado en septiembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/geologia/default.aspx

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1976). Cartas edáficas, comprendidas dentro de las coordenadas extremas 325000 m. O, 2025000 m. N y 550000 m. O, 2250000 m. N.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010 a). México en cifras. Recuperado 10 de julio de 2013. Disponible en línea en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=15.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Serie IV. Uso de suelo y vegetación

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010 b). Vehículos de motor registrados en circulación. Recuperado el 23 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2011). Anuario Estadístico de México. Temporalidad 2010.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Principales resultados por localidad (ITER) (2020).

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Censo General de Población y Vivienda. México.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2011ª). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2010). Segundo trimestre, México, 2011. Recuperado el 15 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/hogares/enoe/enoe2010/ENOE_2010.pdf.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2012). Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo 2009 (ENUT), Metodología y Tabulados Básicos. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/encuestas/especiales/enut/2009/ENUT_2009_MTB.pdf.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2012). Anuario Estadístico de México 2011 (versión Excel)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013ª). Anuario Estadístico de México 2012 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013b). Anuario Estadístico de México 2013 (versión Excel).

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013 a). Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales. Recuperado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/modulosamb/

INEGI (2013b). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011 (CNGMD), Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013 c). Boletín de prensa núm. 148/13 10 de abril de 2013 Toluca, Méx. Página 1/7 “Estadística básica sobre medio ambiente datos del Estado de México”.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Datos vectoriales 1:250,000. Serie V de Uso de Suelo y Vegetación. Recuperado el 25 de mayo de 2014. Disponible en línea en: http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/carta_suelo.aspx.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Anuario Estadístico de México 2014 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014ª). Censo Económico.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2014b). Perspectiva estadística.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Anuario Estadístico de México 2015 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Encuesta Intercensal 2015.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2015ª). Cuenta Satélite de la Vivienda de México, 2015.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015) Información por entidad Estado de México. Disponible en línea en: http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mex/default.aspx?tema=me&e=15

INEGI, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, (2016). Estadística Básica Municipal del Sector Salud.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016ª). Anuario Estadístico de México 2016 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016b). Anuario Estadístico y geográfico por entidad federativa 2016 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016c). Anuario Estadístico y Geográfico de los estados Unidos Mexicanos 2016 (versión PDF)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016d). http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb1354&s=est&c=35721

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017). Información de residuos sólidos urbanos generados y dispuestos. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www3.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=mamb1354&s=est&c=35721.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Cuéntame, módulo Población. Consultado el 15 de junio de 2020. Disponible en línea en: http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/default.aspx?tema=P.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuarios estadísticos de México de los años 2006 y 2010.

INMUJERES, Instituto Nacional de las Mujeres. Sistema de Indicadores de Género. Recuperados el 15 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://estadistica.inmujeres.gob.mx/formas/temas.php.

INMUJERES, Instituto Nacional de las Mujeres (2015). Cambio Climático y género. Disponible en línea en: https://www.gob.mx/inmujeres/documentos/cambio-climatico-y-genero?state=draft

International Energy Agency (2016). México Energy Outlook. Disponible en línea en: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MexicoEnergyOutlook.pdf

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Directrices del IPCC (1996). Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero. Versión revisada 1996. Volumen 2: Libro de Trabajo. Manual de Referencia.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Directrices del IPCC (1996). Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases Efecto Invernadero Versión revisada 1996. Volumen 3: Libro de Trabajo. Manual de Referencia.

IPCC (2001). Third Assessment Report Climate Change 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2006), Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Volúmenes del 1 al 5. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T. y Tanabe, K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_0_Cover.pdf

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a). Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Recuperado en 2013. Disponible en línea en: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007b). Base de las ciencias físicas. Recuperado 16 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html.

IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2011). Fuentes de Energías Renovables y Mitigación del Cambio Climático. Resumen para Responsables de Políticas y Resumen Técnico. Disponible en línea en: https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srren/srren_report_es.pdf

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). Working Group I. Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Recuperado el 16 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.ipcc.ch/pdf/ar5/ar5-outline-compilation.pdf.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2014). Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2014). Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en línea en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Iracheta, A. (2012). Crisis Territorial en México: La hora de la reforma urbana. México: Red de investigación sobre áreas metropolitanas de Europa y América Latina.

ISEM, Instituto de Salud del Estado de México (2013). Guía de Práctica Sanitaria No. 5 intervención del personal de regulación sanitaria ante brotes de enfermedades gastrointestinales de origen infeccioso o por intoxicación alimentaria, Recuperado el 12 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://salud.edomex.gob.mx/html/4_difusion.htm.

ISEM, Instituto de Salud del Estado de México (2013). Boletines epidemiológicos 2008-2013.

ISEM, Instituto de Salud del Estado de México (2017). Subdirección de epidemiología, número de casos registrados por municipio en estado de México en el año 2017.

IUSS, The International Union of Soil Sciences. Grupo de Trabajo WRB. (2007). Base referencial mundial del recurso suelo. Primera actualización. No.103. FAO. Roma.

Ize, L. I. (2002). El Cambio Climático y la salud humana. Recuperad el 9 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53906503.

Landa, R., B. Ávila y M. Hernández. (2010). Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para Comunicar. British Council, PNUD México, Cátedra UNESCO-IMTA, FLACSO México. México D.F. 140 pp.

LGCC, Ley General de Cambio Climático 2012. Ley General de Cambio Climático. Recuperado 8 de julio de 2013. Disponible en línea en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf.

Magaña L. D. (2012) Modelo de peligro de incendio forestal para el Estado de México mediante análisis espacio – temporal del índice de precipitación efectiva. TESIS DE MAESTRÍA. México.

Magaña, V., J.L. Pérez, C. Conde, C. Gay y S. Medina. (2010). El fenómeno de El Niño y la oscilación del sur (enos) y sus impactos en México. Departamento de Meteorología General. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Recuperado el 25 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://atmosfera.unam.mx/cambio/nono.htm.

Martínez Fernández J. (2010). Impacto de la Contaminación Atmosférica y el Cambio Climático en los Recursos Naturales. 23 de abril de 2010, de Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT Sitio web: http://www.mce2.org/education/presentatios/Julia%20Martinez.pdf

Mexico Energy Outlook (via IEA) - International Energy Agency (2016). Mexico Energy Outlook World Energy Outlook Special Report Together Secure Sustainable http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MexicoEnergyOutlook.pdf

McKee, T.B.N., J. Doesken, and J. Kleist, (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Eight Conf. On Applied Climatology. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc. 179-184 pp.

Monsalvo Velázquez, G. y Zapata Martelo E., (2000), "Legislación sobre agua y tierra desde una visión de género", en Stephanie Buechler y Emma Zapata Martelo (coords.), Género y manejo de agua y tierra en comunidades rurales de México, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas / Instituto Internacional de Manejo del Agua, México. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://publications.iwmi.org/pdf/H026123.pdf.

Muñoz F., F. Rivero y S.O. Guadarrama. ICAMEX (2007). Guía para cultivar pastos forrajeros.

Nuncio, A. K. (2010). Distribución espacial del vector Aedes aegypti del dengue clásico y su relación con características físico-geográficas y socioeconómicas en la jurisdicción sanitaria Tejupilco, Estado de México 2000-2005. Tesis de la Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. 152 pp.

OEIDRUS, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable. (2010). Estadística, Geografía, Sistemas Producto Estatales, Kioscos Municipales Rurales, en el Estado de México Recuperado el 20 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.campomexiquense.gob.mx/.

Ojeda, B. W.; Sifuentes, I. E.; Íñiguez, C. M. y Montero, M. M. J. (2011). Impacto del Cambio Climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los cultivos. Agrociencia. 45:1-11.

Olivares, J., F. Avilés, B. Albarrán, S. Rojas, O.A. Castelán. (2011). Depositación atmosférica de nitrógeno en un transecto valle longitudinal-cordillera de Los Andes, centro-sur de Chile. Tropical and Subtropical Agroecosystems.14: 739 - 748.

OMS, Organización Mundial de la Salud (2003). Cambio Climático y salud humana: Riesgos y respuestas: Resumen. Ed. OMS, Suiza.

OMS, Organización Mundial de la Salud (2011). Nota Descriptiva No. 313: Calidad del Aire y salud. Recuperado el 20 de noviembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html.

ONU (2020). Acuerdo de París. Recuperado de julio de 2022. Disponible en línea en: https://onuhabitat.org.mx/que-es-el-acuerdo-de-paris

ONU-MUJERES (S/F). Cambio Climático y medioambiente. Consultado en agosto de 2018. Disponible en línea en: http://www.unwomen.org/es/how-we-work/intergovernmental-support/climate-change-and-the-environment

Oropeza, V. M. (2004). Parque Reserva, Península del Carrizal. Tesis Licenciatura. Arquitectura. Departamento de Arquitectura, Escuela de Artes y Humanidades, Universidad de las Américas Puebla. Enero. 2004.

Ortega, F; Mitre, L. M; Roldán, J; Aranda, J. J; Morán, D; Alanís, S y Nieto, A. (1992). Carta Geológica de la República Mexicana escala 1: 2,000,000, con texto explicativo: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto de Geología; Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, Consejo de Recursos Naturales, mapa con texto explicativo, p 74.

Pacheco Y. y J. Ríos. (2013). El uso de Tagetes Erecta L. en el mejoramiento de la fermentación ruminal in vitro, como reductora de las emisiones de Metano. Tesis de licenciatura para obtener el título de Licenciada(s) en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma del Estado de México.

PCN (2016). Protocolo de la Neutralidad de Carbono. The global standard for carbon neutral programmes. Natural Capital Partners, EE.UU.

PND (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Gobierno de la República. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de, (http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND.pdf).

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). Transversalización de la perspectiva de género en las políticas de Cambio Climático en México. Disponible en línea en: http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/environment_energy/transversalizacion-perspectiva-genero-cambio-climatico.html

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Consultado el 04 de mayo de 2018. Disponible en: http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html

PNUMA, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (S/F)' Cambio Climático' Consultado el 22 de mayo de 2018. Disponible en http://www.pnuma.org/cambio_climatico/

PROAIRE, Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México (2011-2020). Comisión Ambiental Metropolitana.

PROBOSQUE, Protectora de Bosques del Estado de México (2010). Inventario Forestal. GEM.

PROBOSQUE, Protectora de Bosques del Estado de México (2018) Estadísticas de incendios resultado del estado a nivel nacional. (http://probosque.edomex.gob.mx/estadisticas)

PROIGUALDAD (2013). Programa Nacional para la Igualdad de Oportunidades y No Discriminación contra las Mujeres 2013-2018. Diario Oficial. Recuperado el 15 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5312418&fecha=30/08/2013.

RECICLAGUA (2017). Tratamiento de aguas residuales industriales y disposición de lodos. Consultado en noviembre de 2017. Disponible en: http://reciclagua.edomex.gob.mx/.

PRONAIND 2021-2024, Programa Nacional para la Igualdad y la No Discriminación. Recuperado el 04 de julio de 2022. Disponible en línea en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5638256&fecha=14/12/2021

PROTECCIÓN CIVI (2018). Dirección General de Protección Civil del Estado de México. Consultado en septiembre de 2018. Disponible en: 2 http://dgproteccion_civil.edomex.gob.mx/sites/dgproteccion_civil.edomex.gob.

Red Mexica de Bioenergía, (2011). La bioenergía en México. Situación actual y perspectivas. México. Recuperado el 20 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.rembio.org.mx/2011/Documentos/Cuadernos/CT4.pdf.

Red Mexica de Bioenergía, (2012). Producción de biogás en México. Estado Actual y perspectivas. México. Recuperado el 20 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://www.rembio.org.mx/2011/Documentos/Cuadernos/CT5.pdf.

Riojas, R. H., Hurtado, M., Moreno G. L., Brito A., Castañeda, S., Romero, M. y Texcalac J. L. (2011). La Investigación Sobre Cambio Climático y Salud Pública en México, Situación Actual y Perspectivas Futuras. Dirección de Salud Ambiental, Instituto Nacional de Salud Pública.

Rivera, A. (2000). El Cambio Climático: el calentamiento de la Tierra. Madrid: Debate S.A. 1ra ed. 200 pp.

Ruíz, M.M. (2012). Estudio espacio temporal de la enfermedad febril del dengue e identificación de zonas vulnerables al vector Aedes aegypti en el Estado de México. Trabajo final de la Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. 57 pp.

Rzedowski, J., (2006). Vegetación de México. 1ra Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, p 504.

SAASCAEM, Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México (2014). Autopistas. Disponible en línea en: http://saascaem.edomex.gob.mx/autopistas

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2011). Análisis Económico Agroalimentario 2011. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2012). El sector agropecuario ante el desafío del Cambio Climático. Vol.1. México

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2012). Delegación en el Estado de México. La flor en el Estado de México.

SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social (2013). Vincularán Sagarpa y Sedesol PESA con Oportunidades. Recuperado el 28 de agosto de 2013. Disponible en línea en: http://imagenagropecuaria.com/2013/vincularan-sagarpa-y-sedesol-pesa-con-oportunidades/.

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2015). Anuarios estadísticos de los Estados Unidos Mexicanos Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Población ganadera 2013-2015 Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP).

SAGARPA, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Información del cierre agrícola 2013-2015 Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

Salazar, R. H. (2006). La agenda azul de las mujeres. (Red de Género y Medio Ambiente, Programa de las Naciones Unidas PNUD, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Ed.) .85pp.

Sánchez González, Diego, Egea Jiménez, Carmen. (2009). Vulnerabilidad Sociodemográfica y Ambiental, Viejos y Nuevos Riesgos Cuadernos Geográficos. Consultado el 13 de enero de 2014. Disponible en línea en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17111905001> ISSN 0210-5462

SCT, (Secretaria de Comunicaciones y Transportes).2018. Tren Interurbano México-Toluca. Disponible en línea en: http://www.sct.gob.mx/transporte-y-medicina-preventiva/transporte-ferroviario-y-multimodal/tren-interurbano-mexico-toluca. Fecha de consulta 05/03/2018.

SCT, Secretaría de Comunicaciones y Transporte (2015). Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal. Anuario Estadístico Ferroviario.

SE, Secretaría de Energía. (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026. Secretaría de Energía. México.

SE, Secretaría de Energía. (2014). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018. (Primera Edición). Secretaría de Energía. México.

SE, Secretaría de Energía. (2015). Prospectiva del Sector Eléctrico 2015-2029. Secretaría de Energía. México.

SE, Secretaria de Economía (S/A). Información Económica y Estatal, Estado de México 2015.Disponible en línea en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/201641/estado_de_mexico_2017_02.pdf

SE, Secretaría de Energía. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2015-2029 PRODESEN. Secretaría de Energía. México.

SE, Secretaría de Energía. (2016). Balance Nacional de Energía 2015. (Primera edición). Secretaría de Energía. Ciudad de México.

SE, Secretaría de Energía. (2016). Prospectiva del Sector Eléctrico 2016-2030. Secretaría de Energía. México.

SE, Secretaría de Energía. Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional 2017-2031 PRODESEN. Secretaría de Energía. México.

SEDAGRO, Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Inventario Forestal del Estado de México (2010). Recuperado el 7 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://portal2.edomex.gob.mx/caem/atlas_inundaciones/acerca_del_atlas/index.htm.

SEDAGRO, Secretaría de Desarrollo Agropecuario Inventario Forestal del Estado de México (2010). Recuperado el 19 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/publicaciones/inventario_forestal/groups/public/documents/edomex_archivo/probosque_pdf_inventario10_1.pdf

SEDECO, Secretaría de Desarrollo Económico (2010). Indicadores macroeconómicos básicos del Estado de México. Consultado el 15 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/contenidos/flashpapers/indicadoresmacro.swf

SEDECO, Secretaría de. Desarrollo Económico (2010). Indicadores macroeconómicos básicos del Estado de México. Recuperado el 15 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/contenidos/flashpapers/indicadoresmacro.swf.

SEDEMA, Secretaría de Medio Ambiente de la Ciudad de México (2016), Información proporcionada mediante oficio el 5 de diciembre de 2016, respecto a las emisiones de metano del Relleno Sanitario Bordo Poniente, para el inventario de emisiones 2014.

SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social (2005). Metodología para el desarrollo de un proyecto de biogás. Documento en CD. Programa Hábitat, México. En: Red Mexica de Bioenergía, (2012). Producción de biogás en México. Estado Actual y perspectivas. México. Retrieved. Recuperado el 19 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.rembio.org.mx/2011/Documentos/Cuadernos/CT5.pdf.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001). Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2022). Estadísticas de incendios a nivel nacional.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020). Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México 2010.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2012). Cambio Climático una reflexión desde México. México: SEMARNAT. Subsecretaria de Planeación y Política Ambiental. 1ra ed. 145p.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, e INECC. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático Visión 10-20-40.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). Primer Informe de labores 2012-2013.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013b). Compendio de Estadísticas Ambientales Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Recuperado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/00_intros/pdf.html

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2013). Compendio de estadísticas ambientales 2012. Recuperado el 4 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/Compendio_2012/mce_index.html.

SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2014). Cédulas de Operación Anual (COA´s) del Estado de México.

SEMARNAT, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Versión de Difusión del Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC 2014-2018). Gobierno de la República.

SEMARNAT Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2015). Estadísticas ambientales.

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México; INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático; y CIECO, Centro de Investigaciones en Ecosistemas (2008). Análisis integrado de las tecnologías, el ciclo de vida y la sustentabilidad de las opciones y escenarios para el aprovechamiento de la bioenergía en México.

SENER, Secretaría de Energía. (2010). Consumo de Combustibles. Recuperado el 12 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.sener.gob.mx/portal/industria_electrica_mexicana.html.

SENER, Secretaria de Energía (2011). Indicadores de Eficiencia Energética en México: 5 sectores, 5 retos. SENER en colaboración con la Agencia Internacional de Energía (AIE).

SENER, Secretaría de Energía (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026.

SENER (2013). Estrategia Nacional de Energía 2013-2027. Gobierno de la República. Recuperado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf.

SENER, Secretaría de Energía (2014). Prospectiva del sector eléctrico 2014-2028. México.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Balance Nacional de Energía, 2014. Primera edición. México.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Prospectiva gas natural y gas L.P. 2015-2029. México.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Prospectiva del petróleo crudo y petrolíferos 2015-2029. México.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Prospectiva del sector eléctrico 2015-2029. México.

SENER, Secretaría de Energía (2015). Explicación ampliada de la Reforma Energética. Disponible en línea en: https://www.gob.mx/sener/documentos/explicacion-ampliada-de-la-reforma-energetica

SENER, Secretaría de Energía (2016). Balance Nacional de Energía, 2015. México.

SGM, Sistema Geológico Mexicano, (2014). Panorama Minero del Estado de México. Secretaria de Economía. Consultado en junio de 2017. Disponible en línea en: https://www.gob.mx/sgm/articulos/consulta-los-panoramas-mineros-estatales

SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Disponible en línea en: http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PoblacionGanadera/ProductoEspecie/bovlech.pdf.

Silk, N. y K. Ciruna (Eds.). (2004). A Praktitioner's Guide to Freshwater Biodiversity Conservation. The Nature Conservancy. Boulder, Colorado.

SINAVEF, Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria Climatología Fitosanitaria (2009). El Cambio Climático y su influencia en las plagas agrícolas.

SISTRAMyTEM, Sistema de Transporte Masivo y Teleférico del Estado de México (2014). Consultado el 4 de diciembre 2017. Disponible en línea en: http://infraestructura.edomex.gob.mx/mexibus

SMAGEM, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (2007). Diagnóstico Ambiental de la Industria del Estado de México. Tlalnepantla de Baz, Estado de México.

SMAGEM, secretaria del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México (2007). Diagnóstico ambiental de las dieciséis regiones del Estado de México.

SMAGEM, secretaria del Medio Ambiente Gobierno del Estado de México (2009). Informe sobre la situación del recurso aire en el Estado de México.

SMAGEM, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (2015). Cédulas de Operación Integral (COI´s) del Estado de México, información de las fuentes fijas.

SMAGEM, Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México (2015). Información proporcionada por la Dirección General de Manejo Integral de Residuos mediante el oficio 2120800000664-2016 del 27 de octubre de 2016. Datos de generación de residuos sólidos y residuos dispuestos en rellenos sanitarios

SS, Secretaria de Salud (2012). La enfermedad diarreica aguda mediante la estrategia de núcleos trazadores (NuTraVE)" Ed. Secretaría de Salud, México, D.F.

Staines, F. (2008). Cambio Climático: interpretando el pasado para entender el presente. Ciencia Ergo Sum, 14 (3), 345-351.

Tubiello, F.N., M. Donatelli, C. Resenzweig and C. O. Stockle. (2007). Effects of climate change and elevated CO_2 on cropping systems: model predictions at two Italian locations. European J. Agron. 13 (2-3):179-189.

UN- HÁBITAT (2009). El Programa de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. Por un mejor futuro urbano: informe mundial sobre asentamientos humanos. Recuperado 24 de octubre de 2013. Disponible en línea en: http://www.unhabitat.org/documents/grhs09/k0952834s.pdf

UNESCO, Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (2013). Como entender la desertificación. Recuperado el 24 de septiembre de 2013. Disponible en línea en: http://www.unesco.org/mab/doc/ekocd/spanish /chapter3.html

UNFCCC (2010). Manual del Sector Energía quema de combustibles. Recuperado el 22 de octubre de 2013. Disponible en línea en: unfccc.int/.../pdf/7-bis-handbook-on-energy-sector-fuel-combustion.pdf.

Vázquez G., Verónica y Velázquez G., Margarita comp. (2004). Mirada al futuro: hacia la construcción de sociedades sustentables con equidad de género, UNAM, México.

Vera Juan Carlos. CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. 2011. [En línea] [Consultado el 7 de mayo de 2013] Disponible en: http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/CMNUCC.aspx

Villers, L. y I. Trejo. (2004). Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales. En: J. Martínez y A. Fernández (Editores). Cambio Climático: una visión desde México. SEMARNAT-INE.239-254 pp.

WHC, World Heritage Committee; United Nations Educational Scientific and Cultural Organization y Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage (2006). The impacts of Climate Change on World Heritage properties. Paris, 26 June 2006, No. 30. WHC-06/30.COM/7.1.

Whiteford, L.M. y Coreil, J. (1997). The Household Ecology of Disease Transmission: Dengue Fever in The Dominican Republic. En Anthropology and Infectious Disease, Peter Brown and Marsha Inhorn. Eds. Greenwood Press.

Sitios web:

- www.cfe.gob.mx
- www.inegi.gob.mx
- www.ine.gob.mx
- www.ipcc.ch
- www.pemex.gob.mx
- www.pnuma.org
- www.ecovehículos.gob.mx (INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático)

Anexos

Anexo A. Estrategias adicionales de Adaptación

Esta sección es anexo a las estrategias de adaptación y líneas de acción con potencial de implementación a mediano o largo plazo, o con relevancia a jurisdicciones municipales

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector Agricultura y Ganadería
Estrategia: Manejo sustentable de agroecosistemas

Objetivo: Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejore la resiliencia de los sistemas productivos.

Línea de acción: Promoción de buenas prácticas de manejo agrícola

- Fomentar la conservación de variedades criollas de maíz adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas.
- Diversificar el uso de los cultivos y productos agrícolas.

Línea de acción: Generación y difusión de información agroclimática

- Generar y difundir oportunamente datos agroclimáticos confiables a productores y dependencias involucradas para planificar los ciclos agrícolas ante eventos climáticos adversos

Línea de acción: Infraestructura, tecnología e investigación

- Integrar y fortalecer bancos de germoplasma para resguardo de la variabilidad genética de los principales cultivos de la entidad.
- Reducir la erosión de tierras a través de técnicas de manejo que disminuyan la sedimentación en los cuerpos de agua y salinización de los suelos.

Línea de acción: Productividad y seguro agrícola

- Fomentar inversiones en el sector agricultura y empleos en las actividades primarias rentables.

EJE ESTRATÉGICO: Gestión de zonas ganaderas vulnerables de Estado de México

Objetivo: Mantener la producción ganadera del estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad de sector.

Línea de acción: Alimentación

- Mantener los recursos zootécnicos para potenciar la resistencia a las enfermedades y cubrir la demanda de alimentos y otros productos.

Línea de acción: Salud, bienestar y productividad animal

- Promover el mejoramiento genético a través del cruce de razas que por sus características físicas y metabólicas mantengan la productividad de carne y leche y si es posible la aumenten.
- Seleccionar razas o variedades resistentes a la variabilidad del clima.
- Promover la higiene y desinfección de los establos y potreros mediante un programa de buenas prácticas sanitarias.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector ecosistemas forestales

EJE ESTRATEGICO: Manejo integral de ecosistemas forestales

Objetivo: reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales.

Línea de acción: Prevención y control de incendios forestales

- Implementar prácticas de control de maleza y brechas cortafuegos en bosques manejados.
- Remoción de residuos de follaje y restos maderables posteriores a la tala y extracción de madera.
- Consolidación de sistema de información estatal sobre incidencia de incendios.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector Asentamientos humanos

EJE ESTRATEGICO: Adaptación de los asentamientos humanos al Cambio Climático

Objetivo: Planificar los asentamientos urbanos y rurales a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial

Línea de acción; Política e instituciones

- Fomentar programas de adquisición de vivienda entre la población que presenta pobreza patrimonial, principalmente en zonas de alto grado de pobreza y marginación.
- Establecer sinergias entre empresas dedicadas a la construcción y desarrollo de materiales y viviendas que por sus características puedan ser una opción de adaptación.

- Fortalecer los fondos económicos de gestión ante riesgos por eventos climáticos a través de la mejor evaluación del riesgo ante desastres.
- Considerar la inclusión de nuevos municipios a los programas que atiendan la prevención y atención de desastres naturales.
- Promover entre los municipios de la entidad la creación de un departamento que atienda y evalué los riesgos originados de eventos climáticos.
- Homologar uso de suelo a fin de integrar principios de sustentabilidad entre las zonas urbanas.

Línea de acción: reforzamiento de la infraestructura y gestión de riesgos

- Construir infraestructura que capte el exceso de agua originada de precipitaciones abundantes con el fin de aprovechar el excedente en actividades donde no sea necesario el uso de agua potable.

Línea de acción: Cultura de prevención

- Informar y conducir a la población hacia la cultura de adquisición de seguros contra eventos climáticos, donde el gobierno subsidie a través del desarrollo de políticas públicas, códigos y mecanismos financieros el aseguramiento.

Línea de acción: Flujos migratorios

- Desarrollar políticas que estén encaminadas a la prevención de la llegada de migrantes que por eventos climáticos cambien su lugar de residencia.
- Considerar los aspectos migratorios en el desarrollo de los asentamientos humanos lo que implica: la demanda de recursos naturales, servicios públicos y mercado laboral destinados para las personas desplazadas por eventos climáticos.
- Reducir la intensidad migratoria de los habitantes dentro del Estado de México al propiciar ambientes saludables y actividades que les sean factibles y favorables de ejercer.
- Promover la inclusión a programas agrícolas, de aprovechamiento y pago por servicios ambientales a las zonas rurales para reducir la migración a las ciudades.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector Salud

EJE ESTRATEGICO: Promoción de la salud

Objetivos: difundir entre la población información que le permita conocer los impactos del Cambio Climático sobre la salud humana con el fin de fomentar una cultura de prevención entre la población acerca del cuidado de la salud ante la recurrencia de eventos climáticos extremos.

Línea de acción: Comunicación / Educación

- Promover brigadas de información en las localidades que presentan mayor vulnerabilidad a EDA’s IRA’s y ETV de acuerdo a la distribución actual y potencial de estas enfermedades en los municipios.
- En la zona sur del estado, enfocadas principalmente a ETV (Luvianos, Tejupilco, Tlatlaya, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Sultepec, Tenancingo, Tonatico) y en los municipios correspondientes a las jurisdicciones de Toluca y Ecatepec de Morelos que presentarían vulnerabilidad a ETV debido a la tendencia al aumento en temperatura.
- Municipios cercanos a la zona del Nevado de Toluca y Sierra de las Cruces los cuales presentan mayor vulnerabilidad a IRA’s en climas templados (Zinacantepec, Tenango del Valle, Ocoyoacac, Toluca, Temoaya, Calimaya, Almoloya de Juárez, Temascalcingo, Ecatzingo, Amecameca, Temamatla, Ixtapaluca, Atlautla, Tlalmanalco, Ozumba, Ayapango).
- Municipios que presentan riesgo a altas temperaturas por ondas de calor EDA’s (Tenancingo, Valle de Bravo, Tejupilco, Ecatepec de Morelos, Netzahualcóyotl y Amecameca).
- Difundir información a la población (estatal y municipal) sobre el Cambio Climático, sus variaciones y como se relacionan en su vida cotidiana.

EJE ESTRATEGICO: Ambiente saludable para la prevención de enfermedades

Objetivo: Promover actividades que permitan tener un entorno saludable para que la población goce de un completo bienestar físico, mental y social.

Línea de acción: Saneamiento

- Desarrollar actividades limpieza en panteones, lotes baldíos, mercados, parques y áreas verdes de uso común en localidades urbanas y rurales.
- Fortalecer y continuar con las campañas de difusión de información sobre higiene corporal, y de manejo de alimentos en épocas del año susceptibles a EDA´s e IRA´s.

EJE ESTRATÉGICO: Control de enfermedades transmitidas por vector (ETV)

Objetivo: Disminuir el riesgo de la población ante un brote de enfermedades trasmitidas por vector mediante el fortalecimiento de actividades preventivas con apoyo de la población y las autoridades municipales.

Línea de acción: Control Epidemiológico

- Aplicar medidas de control químico, mediante la utilización de insecticidas recomendados por el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) para el combate de vectores de enfermedades.

Línea de acción: Equipamiento

Objetivo: Equipar a los municipios que presentan mayor vulnerabilidad (Luvianos, Tejupilco, Tlatlaya, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Sultepec, Tenancingo, Tonatico) con equipos tecnificados para el combate de insectos vectores de enfermedades, recomendados por el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE).

Línea de acción: Comunicación / Educación y Participación social

- Promover la participación social en el desarrollo de actividades preventivas, para generar un cambio de hábitos y conductas que favorezcan el desarrollo de ambientes saludables.

Anexo B. Evaluación de la política estatal de Cambio Climático

En el Estado de México, como parte de la actualización del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático, es atender las causas y disminuir los efectos del Cambio Climático mediante acciones de adaptación y mitigación en la región, siendo el instrumento rector de la Política Estatal de Cambio Climático.

El PEACC fue desarrollado con la vinculación de la academia-gobierno y sociedad, con el propósito de formar capacidades de adaptación y mitigación en el Estado, impulsando una economía sostenible y baja en carbono, y como herramienta para dar a conocer los escenarios a corto, mediano y largo plazo en el sector salud y seguridad del territorio entre otros.

Además, se han desarrollado en el Estado diferentes esfuerzos para impulsar la acción climática local; por ejemplo, la elaboración y publicación de sus programas municipales en materia de Cambio Climático, de los cuales es de carácter obligatorio publicarlos conforme a lo que señala la Ley de Cambio Climático del Estado de México, publicada el 19 de diciembre del 2013.

A continuación, se describirán las diferentes evaluaciones, enfocadas a sectores como el público, municipal, vinculación académica, interinstitucional e internacional, figura 1, para poder formular un reporte que pueda ser publicado en el Subsistema de Información Estatal de Cambio Climático, como lo marca la ley en su artículo 44.

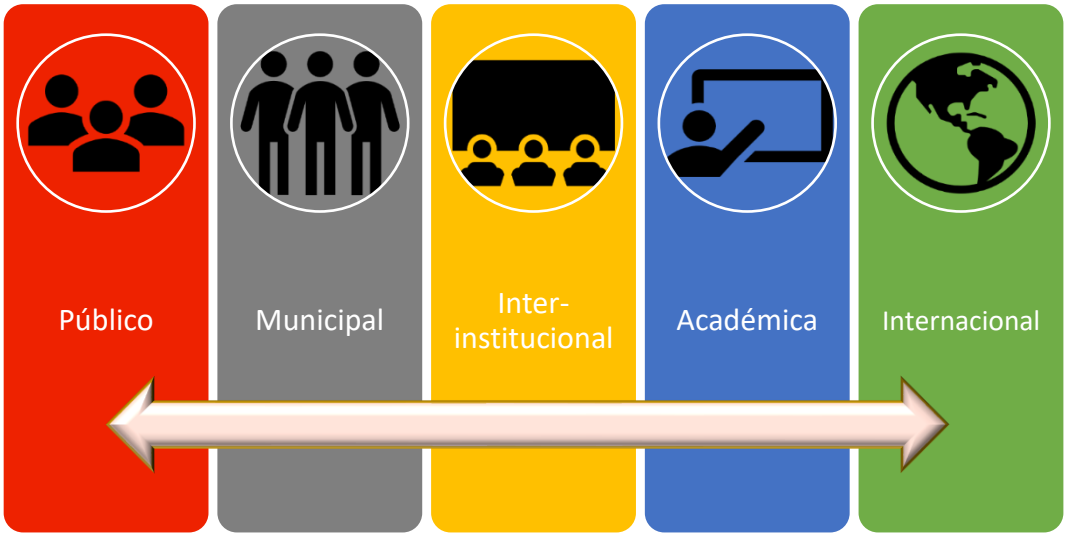


Figura A1 Actores clave para la Evaluación de la Política de Cambio Climático en el Estado de México, fuente: IEECC, 2018.

a) Evaluación al Sector Público

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado de México, es la instancia de consulta, asesoría, coordinación y concertación responsable de formular, dirigir e instrumentar las acciones de las dependencias y entidades de la administración pública estatal en materia de Cambio Climático y tiene como objetivo, fungir como órgano de comunicación entre dependencias para optimizar recursos y maximizar resultados, así como promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático a escala local.

El Plan Estatal de Desarrollo 2017-2023 del Estado de México, está alineado a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030, vinculando las metas de mitigación y de reducción de vulnerabilidad, es por ello por lo que los integrantes de la Comisión Intersecretarial adoptarán la llamada Agenda Climática Estatal, como se menciona en capítulos anteriores, siendo un elemento de análisis y de consulta pública previa.

De acuerdo al artículo 15 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México las Secretarías que conforman la Comisión Intersecretarial son: Secretaría General de Gobierno, que fungirá como su Coordinador General; la Secretaría de Medio Ambiente, que fungirá como su Secretario Técnico; Secretaría de Seguridad; Secretaría de Finanzas; Secretaría de Salud; Secretaría del Trabajo; Secretaría de Educación; Secretaría de Desarrollo Social; Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra; Secretaría del Campo; Secretaría de Desarrollo Económico; Secretaría de Cultura y Turismo; Secretaría de la Contraloría; Secretaría de Movilidad; Secretaría de Justicia y Derechos Humanos. Sin embargo en el marco del Decreto 191 por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México, publicado en el Periódico Oficial Gaceta de Gobierno, el 29 de septiembre de 2020 se crea la Secretaría de la Mujer y se considera parte de la Comisión Intersecretarial

Los indicadores que evaluarán la Agenda Climática serán con base a lo establecido en el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, publicado por el Instituto Nacional de Cambio Climático, como lo describe la tabla 1.

Tabla A1 Indicadores para evaluar las acciones de mitigación y adaptación al Cambio Climático

OBJETIVO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Objetivo 1. Reducir la vulnerabilidad de la población y sectores productivos e incrementar su resiliencia y la resistencia de la infraestructura estratégica	1. Porcentaje de avance en el desarrollo de instrumentos que contribuyan a la reducción de la vulnerabilidad de la población y de los sectores productivos del país	El indicador mide el grado de avance en el desarrollo/actualización/consolidación de los instrumentos diagnósticos de vulnerabilidad y de los sistemas de alerta temprana nacionales y por sectores de la administración pública federal.

OBJETIVO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
	2. Porcentaje de superficie con programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) o programas de desarrollo urbano (PDU) formulados que integran estrategias o criterios de mitigación o adaptación al Cambio Climático.	Porcentaje de la superficie del territorio nacional que cuenta con un programa ordenamiento ecológico o un programa de desarrollo urbano formulado, que integra estrategias y/o criterios de mitigación y/o adaptación al Cambio Climático.
Objetivo 2. Conservar, restaurar y manejar sustentablemente los ecosistemas garantizando sus servicios ambientales para la mitigación y adaptación al Cambio Climático	3. Índice de disminución de la vulnerabilidad mediante infraestructura y acciones para la conservación, restauración y manejo sustentable del capital natural.	El estado de los ecosistemas es pieza clave en el mantenimiento de las actividades socioeconómicas y en la disminución de los efectos negativos de los desastres naturales. La conservación y restauración de los ecosistemas, así como su aprovechamiento sustentable resulta fundamental en el proceso de adaptación. Por tanto, se logra incrementar la resiliencia en la medida en que se reduce la vulnerabilidad al Cambio Climático. Para estimar el aporte del sector ambiental en la reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas y de la población ante fenómenos relacionados con el Cambio Climático, este índice agrupa un conjunto de variables que reflejan las acciones del sector para conservar, restaurar y manejar sustentablemente el capital natural; así como el desarrollo y mejoramiento de la infraestructura relacionada y contribuir a la protección de la población.
Objetivo 3. Reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero para transitar a una economía competitiva y a un desarrollo bajo en emisiones	4. Millones de toneladas anuales de CO_2 equivalente ($MtCO_2e$) mitigadas por el PECC y calculadas con potencial de calentamiento global a 100 y 20 años (PCG100 y PCG20).	Este indicador ofrece la base para monitorear las reducciones provenientes de las acciones comprometidas por la APF en las que es posible calcular con mayor certidumbre la mitigación.
Objetivo 4. Reducir las emisiones de contaminantes climáticos de vida corta propiciando co-beneficios de salud y bienestar	6. Emisiones de metano mitigadas por año	La mitigación de emisiones de metano contabiliza líneas de acción sobre residuos sólidos urbanos, plantas de tratamiento de aguas residuales, biodigestores, quema y venteo de gas del sector de hidrocarburos. Además de tener un impacto significativo sobre el calentamiento global como GEI, el metano es uno de los precursores del ozono troposférico, otro CCVC. El metano tiene una vida atmosférica de aproximadamente 12 años, por lo que su mitigación tiene efectos en el corto plazo. Entre de los CCVC este es el gas que se presenta en mayor cantidad y de ellos es en el que se cuenta con mayor experiencia para realizar estimaciones y mediciones.

OBJETIVO	INDICADOR	DESCRIPCIÓN
	7. Emisiones de carbono negro mitigadas por año	Las emisiones de carbono negro contabilizan líneas de acción relativas a transporte, sector energético y estufas ahorradoras. Estas partículas tienen un periodo de vida corto en la atmósfera, medido en horas o semanas. Existe evidencia de que el potencial de calentamiento global de CN es muy alto e incluso ya se le considera como el segundo contaminante que más contribuye al Cambio Climático, después del CO_2. Además, el BC contribuye a la reducción del albedo y tienen un gran impacto en la salud de la población.
Objetivo 5. Consolidar la política nacional de Cambio Climático mediante instrumentos eficaces y en coordinación con entidades federativas, municipios, Poder Legislativo y sociedad.	8. Porcentaje de avance en el desarrollo del Sistema de Información sobre el Cambio Climático	El indicador mide el grado de avance en el desarrollo y consolidación del Sistema de Información sobre el Cambio Climático.
	9. Porcentaje de avance en el desarrollo del Registro Nacional de Emisiones.	El indicador mide el grado de avance en el desarrollo y operación del Registro Nacional de Emisiones.
	10. Número de convenios suscritos para apoyar el cumplimiento de las metas nacionales de Cambio Climático.	El indicador mide el avance en número de convenios firmados por las entidades federativas y los sectores social y privado para para apoyar el cumplimiento de las metas nacionales de Cambio Climático.

Fuente: Programa Especial de Cambio Climático, 2014-2018.

b) Evaluación al Sector Municipal

Como parte de las metas que tiene el Departamento de Políticas Públicas para el Cambio Climático , en el Programa anual del Instituto de Energía y Cambio Climático, es asesorar a los Servidores Públicos Municipales en la elaboración de sus Inventarios de Emisiones, Programas Municipales de Acción Climática, Atlas de Riesgos de Cambio Climático y Eficiencia Energética; dicha meta está alineada con el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México, en el pilar territorial, dentro del objetivo 3.2.3, que es mejorar la educación ambiental e impulsar la adopción de medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático en los municipios.

Los Programas municipales en materia de Cambio Climático, permitirán evaluar a cada uno de los ayuntamientos de los 125 municipios que conforman el Estado de México; siendo partícipes los principales actores involucrados en la gestión y elaboración de dichos instrumentos. El fundamento legal se encuentra en el artículo 8° de la Ley de Cambio Climático del Estado de México que a la letra dice:

> “Artículo 8.- Corresponde a los Ayuntamientos el ejercicio de las atribuciones siguientes:
> (…)
> II. Formular y expedir el PACMUN, vigilar y evaluar su cumplimiento;
> VIII. Promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y vigilancia de las políticas del Cambio Climático y los PACMUN;
> XVII. Incorporar en el PACMUN los resultados de las evaluaciones y recomendaciones de la Secretaría; (…)”
> Sic.

El Programa municipal se conforma de 10 entregables divididos de la siguiente manera:

1	**Introducción.**
2	Características generales del municipio y contexto jurídico Nacional e Internacional.
3	Herramientas Técnicas para establecer las líneas de acción.
4	Inventario de Emisiones Municipales.
5	Líneas de acción para la mitigación al Cambio Climático
6	Oportunidades de adaptación al Cambio Climático
7	Vulnerabilidad ante el Cambio Climático.
8	Anexos
9	Consulta Pública, aprobación ante Cabildo.
10	Validación y revisión Final del Documento.

Hasta el momento cuatro municipios han publicado sus Programas, siendo Metepec el validado por el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (2017), a raíz de su creación en el 2014:

- Tlalnepantla de Baz, 2012.
- Toluca, 2013.
- Naucalpan de Juárez, 2014.
- Metepec, 2017.

Los Ayuntamientos al elaborar sus Programas, contarán con la posibilidad de focalizar sus áreas de oportunidad conforme a sus necesidades y exigencias socioeconómicas, para con ello establecer líneas de acción específicas en materia de mitigación y adaptación al Cambio Climático, así como estrategias que le faciliten una transición efectiva sustentable.

Es importante mencionar que, a partir de estas acciones, los municipios se verán favorecidos al poder captar recursos tanto internacionales, nacionales y estatales para proyectos específicos en materia de mitigación y/o adaptación ante el Cambio Climático, que deriven de su trabajo de investigación lo cual les permitirá mejorar sus condiciones y vislumbrar de manera tangible el panorama en el que viven y al cual deberán enfrentarse en un futuro no muy lejano.

Asimismo, el impacto que tienen las acciones locales a corto, mediano y largo plazo, es un reflejo del avance y esfuerzos del Estado para combatir las amenazas que representa el Cambio Climático y a la vez es una responsabilidad de valor incalculable el dejar este instrumento como legado hacia futuras administraciones y generaciones.

c) Vinculación interinstitucional

En colaboración con el INECC, se establecieron los lineamientos, derivados de la Evaluación de la Política Nacional de Cambio Climático, actualización 2018, que se hizo a nivel regional, eligiendo al Estado de México, como estado de la región centro.

Los insumos para hacer la evaluación corresponden al área de mitigación (energía eléctrica, transporte y residuos sólidos urbanos); y en materia de adaptación, las capacidades o circunstancias en el orden municipal que inciden en la vulnerabilidad ante los efectos del Cambio Climático.

Como parte de la propuesta para hacer partícipes a los 125 municipios de la entidad, es trabajar con los municipios más vulnerables al Cambio Climático, en un esquema de gobernanza regional, para atender a las problemáticas con un enfoque sociopolítico.

Actualmente existen 20 regiones en la entidad, de las cuales se eligieron conforme a lo reportado en el Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático, en el enfoque de vulnerabilidad a la salud, agrícola y social por temperatura actual, por precipitación, pecuaria y social actual y para el futuro cercano; las siguientes tablas describen los municipios y la categorización vulnerable al Cambio Climático entre alta, media y baja:

Tabla A2. Nivel de Vulnerabilidad por región y municipio al Cambio Climático

REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD	REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD
I AMECAMECA	AMECAMECA	ALTA	**XII TEJUPILCO**	ALMOLOYA DE ALQUISIRAS	MEDIO
	ATLAUTLA	MEDIO		COATEPEC HARINAS	ALTO
	AYAPANGO	BAJO		IXTAPAN DE LA SAL	ALTO
	CHALCO	BAJO		SULTEPEC	ALTO
	COCOTITLÁN	BAJO		TONATICO	BAJO
	ECATZINGO	ALTO		VILLA GUERRERO	ALTO
	JUCHITEPEC	BAJO		ZACUALPAN	ALTO
	OZUMBA	BAJO		AMATEPEC	ALTO
	TEMAMATLA	BAJO		LUVIANOS	ALTO
	TENANGO DEL AIRE	MEDIO		TEJUPILCO	ALTO
	TEPETLIXPA	ALTO		TLATLAYA	ALTO
	TLALMANALCO	BAJO	**XIII TENANCINGO**	ALMOLOYA DEL RÍO	MEDIO
	VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD	ALTO		CALIMAYA	BAJO
II ATLACOMULCO	ACAMBAY	MEDIO		JOQUICINGO	BAJO
	ACULCO	MEDIO		MALINALCO	ALTO
	ATLACOMULCO	BAJO		OCUILAN	ALTO
	CHAPA DE MOTA	MEDIO		RAYÓN	BAJO
	EL ORO	MEDIO		SAN ANTONIO LA ISLA	BAJO
	JILOTEPEC	BAJO		TENANGO DEL VALLE	MEDIO
	JOCOTITLÁN	BAJO		TENANCINGO	MEDIO
	MORELOS	ALTO		ZUMPAHUACAN	MEDIO
	POLOTITLÁN	MEDIO	**XIV TEPOTZOTLÁN**	COYOTEPEC	BAJO
	SAN JOSÉ DEL RINCÓN	ALTO		JALTENCO	MEDIO
	SOYANIQUILPAN DE JUÁREZ	ALTO		MELCHOR OCAMPO	MEDIO

REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD	REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD
	TEMASCALCINGO	ALTO		NEXTLALPAN	MEDIO
	TIMILPAN	MEDIO		TEOLOYUCAN	ALTO
	VILLA DEL CARBÓN	ALTO		TEPOTZOTLÁN	MEDIO
III CHIMALHUACAN	CHICOLOAPAN	MEDIO		TONANITLA	MEDIO
	CHIMALHUACAN	ALTO	**XV TEXCOCO**	ATENCO	MEDIO
	IXTAPALUCA	BAJO		CHICONCUAC	ALTO
	LA PAZ	BAJO		TEXCOCO	MEDIO
IV CUAUTITLÁN IZCALLI	ATIZAPÁN DE ZARAGOZA CUAUTITLÁN IZCALLI	ALTO		TEZOYUCA	ALTO
	CUAUTITLÁN IZCALLI	BAJO	**XVI TLALNEPANTLA**	TLALNEPANTLA DE BAZ	BAJO
	NICOLÁS ROMERO	BAJO	**XVII TOLUCA**	TOLUCA	BAJO
V ECATEPEC	ECATEPEC DE MORELOS	MEDIO		ZINACANTEPEC	BAJO
	TECÁMAC	BAJO	**XVIII TULTITLÁN**	COACALCO DE BERRIOZABAL	BAJO
VI IXTLAHUACA	ALMOLOYA DE JUÁREZ	MEDIO		CUAUTITLÁN	BAJO
	IXTLAHUACA	MEDIO		TULTEPEC	MEDIO
	JIQUIPILCO	ALTO		TULTITLÁN	MEDIO
	OTZOLOTEPEC	ALTO	**XIX VALLE DE BRAVO**	AMANALCO	MEDIO
	SAN FELIPE DEL PROGRESO	ALTO		DONATO GUERRA	ALTO
	TEMOAYA	ALTO		IXTAPAN DEL ORO	MEDIO
VII LERMA	ATIZAPAN	MEDIO		OTZOLOAPAN	ALTO
	CAPULHUAC	ALTO		SAN SIMÓN DE GUERRERO	MEDIO
	LERMA	BAJO		SANTO TOMÁS	ALTO
	OCOYOACAC	BAJO		TEMASCALTEPEC	ALTO
	TEXCALYACAC	MEDIO		TEXCALTITLÁN	ALTO
	TIANQUISTENCO	ALTO		VALLE DE BRAVO	MEDIO

REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD	REGIÓN	MUNICIPIOS	VULNERABILIDAD
	XALATLACO	MEDIO		VILLA DE ALLENDE	ALTO
VIII METEPEC	CHAPULTEPEC	BAJO		VILLA VICTORIA	ALTO
	METEPEC	BAJO		ZACAZONAPAN	BAJO
	MEXICALTZINGO	ALTO	XX ZUMPANGO	APAXCO	MEDIO
	SAN MATEO ATENCO	MEDIO		HUEHUETOCA	BAJO
IX NAUCALPAN	HUIXQUILUCAN	BAJO		HUEYPOXTLA	ALTO
	ISIDRO FABELA	BAJO		TEQUIXQUIAC	ALTO
	JILOTZINGO	BAJO		ZUMPANGO	MEDIO
	NAUCALPAN DE JUÁREZ	MEDIO			
	XONACATLÁN	MEDIO			
X NEZAHUALCOYOTL	NEZAHUALCOYOTL	ALTO			
XI OTUMBA	ACOLMAN	MEDIO			
	AXAPUSCO	BAJO			
	CHIAUTLA	ALTO			
	NOPALTEPEC	BAJO			
	OTUMBA	ALTO			
	PAPALOTLA	ALTO			
	SAN MARTÍN DE LAS PIRÁMIDES	BAJO			
	TEMASCALAPA	ALTO			
	TEPETLAOXTOC	MEDIO			
	TEOTIHUACAN	MEDIO			

Fuente: Elaboración propia con base en el Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático en el Estado de México 2016.

d) Vinculación académica

Como parte de la colaboración científica con otras Universidades Estatales, Nacionales e Internacionales, se tomarán las experiencias con la Universidad de Leeds, Reino Unido, en el proyecto denominado: *México, experiencias, prioridades, necesidades, continuidad y gobernanza multi-nivel (Balderas y Lázao, 2018)*, para la aplicación de encuestas que se emplean

en talleres regionales con mesas de trabajo y videoconferencias, en donde asisten funcionarios públicos, fomentando el diálogo para compartir experiencias en los siguientes temas:

- Riesgos ambientales y/o climáticos.
- Medidas de adaptación y mitigación.
- Áreas de oportunidad en la gobernanza climática.
- Financiamiento.
- Proyectos ambientales.

Los cuestionarios tienen preguntas en donde identifican las principales amenazas e impactos de Cambio Climático, como son:

- Incendios y altas temperaturas.
- Sequías y escasez de agua.
- Plagas agrícolas y forestales.
- Inundaciones y/o deslaves.
- Enfermedades.
- Lluvias torrenciales, granizadas y heladas.
- Huracanes y tormentas tropicales.

Otro Al igual identifican actividades de adaptación ante el Cambio Climático:

- Campañas de salud contra el dengue, Zika, Chikungunya.
- Brigadas contra incendios forestales.
- Educación ambiental en temas de adaptación.
- Evaluación de riesgo, vulnerabilidad y ordenamiento territorial.
- Parques y jardines.
- Programa de ahorro de agua urbana/agropecuaria y agua de lluvia.
- Apoyo a productora para seguros agropecuarios.
- Protección de zonas de infiltración de agua.
- Refugios en caso de huracanes.

Actividades de mitigación del Cambio Climático:

- Instalación de calentadores solares.
- Reforestación.
- Ahorro de energía y eficiencia energética, incluye alumbrado público.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Menor generación de basura, separación y reciclaje.
- Promoción de movilidad no motorizado (bicicleta, caminar, ciclovías, paseos, vía recreativa, banquetas).
- Agricultura orgánica y d menor uso de agroquímicos.
- Conservación de Áreas Naturales Protegidas municipales o Pago por servicios ambientales.
- Educación ambiental en temas de mitigación.
- Control de deforestación y cambio de uso de suelo.
- Producción de energía renovable en el municipio.
- Certificación de industrias en cumplimiento ambiental.
- Biodigestores para biogás de residuos de animales.
- Mejora al transporte público.
- Quema de biogás en rellenos sanitarios.
- Producción forestal maderable sustentable.
- Reglas de construcción sustentable (materiales, energía, agua**).**

Asimismo, se dan a conocer los factores de éxito para el desarrollo de proyectos locales de acción ante el Cambio Climático, siendo los principales:

- Liderazgo del presidente municipal.
- Apoyo de expertos (academia, consultores, gobierno estatal).
- Acceso a un financiamiento.
- El municipio está obligado por Ley a hacerlo.
- El proyecto estaba en el Plan Municipal de Desarrollo.

- Es una oportunidad de desarrollo para la economía local.
- El proyecto generó ahorros para el municipio.
- Capacitación que recibieron funcionarios municipales.
- Otros.

En el desarrollo de los instrumentos de la política climática local, se ponderan avances con base al siguiente listado:

- Programa Municipal en materia de Cambio Climático.
- Estudio de Riesgo y Vulnerabilidad ante el Cambio Climático.
- Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- Identificación de medidas de mitigación.
- Identificación de medidas de adaptación.
- Directorio de contactos para acciones ante Cambio Climático.
- Participación del Municipio en una red Internacional (p.e. CDP Cities).
- Material de educación ambiental, incluyendo Cambio Climático.
- Elaboración de presupuestos para acciones de Cambio Climático.
- Grupos de trabajo de acciones ante el Cambio Climático.

e) Vinculación internacional

La Coalición Under 2 es la principal red de acción climática que reúne a los gobiernos subnacionales del mundo, encabezado por el Estado de California, comprometidos con apoyar los esfuerzos de las naciones y a cumplir los objetivos del Acuerdo de Paris (COP 21), para mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 grados centígrados. Under[2] reúne a más de 200 signatarios y patrocinadores de 43 países que se comprometen a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero para 2050. Juntos representan más de 1,300 millones de personas y un PIB colectivo de 30 billones de dólares, que representa casi el 40% de la economía global.

El Estado de México se adhirió en 2015, y recibió cooperación técnica de California para la creación del Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático (único en su tipo a nivel nacional), así como la transferencia de tecnología para el sistema de verificación vehicular del Estado.

El objetivo general es de mantener el aumento de la temperatura media mundial a menos de 2 grados Celsius y sus iniciativas se cumplen a través de tres flujos de trabajo interconectados:

1. **Rutas para la Descarbonización Profunda:** permita desarrollar planes solidos de reducción de emisiones a medio y largo plazo (2050) de acuerdo con el Acuerdo de Paris.

2. **Ampliar las soluciones de política innovadoras:** replicar y extender las mejores políticas públicas para acelerar la acción climática, y desarrollar nuevas políticas para garantizar la descarbonización total.

3. **Integrar la transparencia y el reporte:** apoyar a los gobiernos para que cuenten con la experiencia y los sistemas necesarios para evaluar sus emisiones con precisión, seguir el progreso y cumplir con los objetivos.

La transparencia de la información se lleva a cabo con:

- Creación de capacidades, ayudando a regiones de países en desarrollo y recientemente empresas a comprender mejor las oportunidades de mitigación a través del monitoreo, reporte y verificación (MRV) de sus emisiones.
- Orientación del The Climate Group (Guía de Acción no estatal y subnacional).
- Divulgación anual, aumentando las publicaciones de objetivos climáticos, políticas y emisiones de gases efecto invernadero.

El llenado de la información es con base a las siguientes preguntas:

1. ¿En qué país se encuentra ubicado?	**2. ¿Se está enfocando a reducciones de algún GEI prioritario en particular?**
3. ¿Cuál es su población?	**4. ¿Cuáles son sus emisiones actuales (total, por sector, por contaminante)?**
5. ¿Cuál es su Producto Interno Bruto (o producción económica	**6. ¿Protección de recursos naturales? (gestión de bosques y zonas silvestres, gestión**

	medida por alguna otra variable económica)?		**agrícola, protección de servicios ecosistémicos, gestión de recursos costeros, sumideros de carbono y secuestración de carbono)**
7.	**¿Cuál es su perfil geográfico, demográfico y económico?**	**8.**	**¿Existe compromisos de monitoreo o reporte (interna/externa, vinculante/no vinculante)?**
9.	**¿Cuáles son sus metas para reducir y evitar emisiones?**	**10.**	**¿Qué metas, normas, políticas, tecnologías, etc. está implementando o planeando en los diversos sectores para su desarrollo sustentable y el logro de sus metas de reducción de GEI?**
11.	**¿Qué reducciones de emisiones desea lograr (porcentaje/toneladas métricas, total/per cápita)? ¿Para qué año? ¿De qué año base lo está midiendo?**	**12.**	**¿Energías renovables, eficiencia energética y almacenamiento de energía?**
13.	**¿Qué otras emisiones están intentando evitar?**	**14.**	**¿Transporte sustentable? (reducción de viajes en vehículos con un solo pasajero, cambios de combustible, eficiencia de combustible, carga/ferrocarril/aviación)**

Fuente: https://www.under2coalition.org/about.

La invitación que hace The Climate Group al Estado de México y a los municipios, es integrar un reporte, para la implementación y financiamiento de acciones municipales ante el Cambio Climático con el programa **CDP Cities,** con el objetivo de fomentar el diálogo y colaboración en la red internacional.

Originalmente conocida como el "Proyecto de Comunicación de Información de Carbono" (en inglés Carbon Disclosure Project) ahora CDP, es una organización internacional sin fines de lucro la cual cuenta con el sistema para compartir y divulgar información ambiental más grande y completo a nivel global. CDP tiene diferentes programas temáticos que cuentan con la participación de más de 6000 empresas, 100 gobiernos regionales y 550 gobiernos locales (ciudades) de todo el mundo los cuales comparten información y experiencias sobre sus programas, iniciativas y acciones ante el Cambio Climático en las plataformas de CDP.

De acuerdo con la PCN (2016), CDP Cities les permite a los usuarios de la plataforma sistematizar su información relativa a diagnósticos, inventarios de emisiones de GEI y análisis de vulnerabilidad, así como aquella información relacionada con las necesidades y acciones de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático. Al generar y reportar información sobre adaptación al Cambio Climático los gobiernos locales avanzan en la identificación y reducción de riesgos para la población local o a los sectores productivos de sus regiones. Por su parte el trabajo realizado en las actividades de mitigación les permite conocer el inventario de emisiones de GEI e identificar las alternativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de forma directa e indirecta (p.e. proyectos de movilidad, transporte público, reforestación, manejo de residuos, etc.).

En resumen, al participar en la red y programa de CDP Cities las ciudades y gobiernos locales contarán con los siguientes beneficios:

- Identificación de riesgos y oportunidades de acción al elaborar e implementar una estrategia de acción ante el Cambio Climático para medir, gestionar y monitorear los riesgos y avances de la implementación de actividades.
- Visibilidad internacional. Al participar en la plataforma la información se incluye en informes globales y en la elaboración de casos de estudio.
- Acciones y soluciones ya implementadas exitosamente en otras partes del mundo.
- Evaluación de la información local para entrar en un proceso de mejora continua de los indicadores de adaptación y mitigación.
- Oportunidades de financiamiento público y privado gracias a la cooperación entre empresas y ciudades a través de iniciativas coordinadas por CDP (p.e. Matchmaking, redes de contacto entre ciudades e inversionistas para el desarrollo de proyectos y actividades).
- La participación en CDP Cities no tiene costo.

Tanto la evaluación al sector público y municipal, y la vinculación interinstitucional, académica e internacional, permitirán dar a conocer un panorama general de la situación a corto, mediano y largo plazo de la política que cuenta el Estado de México en materia de Cambio Climático, asimismo actualizar el Programa Estatal de Cambio Climático, como lo marca la ley, para

llegar a la meta de reducir al año 2050 un 30 por ciento de las emisiones reguladas en este ordenamiento, con respecto a las emitidas en el año 2010; asumiendo la meta aspiracional de reducir al año 2050 un veinte por ciento de emisiones más.



Figura A2. Medios de verificación para la Evaluación de la Política de Cambio Climático en el Estado de México.
Fuente: IEECC, 2018.

Anexo C. Agenda Climática del Estado de México

Para la construcción de la Agenda Climática del Estado de México, se tomará en cuenta la publicación sobre *Elementos mínimos para la elaboración de Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas*, documento publicado por SEMARNAT a través del INECC, el cual establece la relevancia de la construcción de dicha Agenda, describiendo que las dinámicas de participación con representantes de la sociedad civil, expertos y actores clave son importantes a lo largo de todo el proceso. Al inicio, estos ejercicios pueden dar una visión general sobre el tema y conforme avanza el proceso de diseño, permiten identificar posibles investigaciones científico-técnicas que analicen la(s) problemática(s) con mayor profundidad. Finalmente, los ejercicios de participación pública facilitan el proceso de diseño de acciones de mitigación y adaptación al Cambio Climático.

El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático para la construcción de la *"Agenda Climática",* se basará atendiendo a distintas disposiciones, tales como el Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023; el cual a su vez se encuentra alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030; la Agenda Climática será un elemento de análisis que pretende considerar criterios de priorización, responsables, indicadores estratégicos, métricas para medir los avances y los insumos que se puedan considerar.

Asimismo, especialistas en materia de mitigación, adaptación y políticas públicas, sumaron esfuerzos para proponer dentro de la Agenda, la participación de las Secretarías que conforman la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de conformidad con el artículo 15 y 17 fracciones I, II, III y IV de la Ley de Cambio Climático del Estado de México; en las cuales recae la ejecución y cumplimiento de algunas estrategias y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

De acuerdo al artículo 15 de la Ley de Cambio Climático del Estado de México las Secretarías que conforman la Comisión Intersecretarial son:

Miembros de acuerdo con la Ley de Cambio Climático.
Titular del Poder Ejecutivo del Estado
Secretaría General de Gobierno
Secretaría del Medio Ambiente
Secretaría de Seguridad
Secretaría de Finanzas
Secretaría de Salud
Secretaría del Trabajo
Secretaría de Educación
Secretaría de Desarrollo Social
Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra.
Desaparece y se fusiona con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra.
Secretaría del Campo.
Secretaría de Desarrollo Económico
Secretaria de Cultura y Turismo
Desaparece y se fusiona con la Secretaría de Desarrollo Urbano y Obra.
Secretaría de la Contraloría
Secretaría de Movilidad.
Secretario de Justicia y Derechos Humanos.
Secretaría de la Mujer.**

** En el marco del Decreto 191 por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de México, publicado en el Periódico Oficial Gaceta de Gobierno, el 29 de septiembre de 2020 se crea la Secretaría de la Mujer por lo cual se considera parte de la Comisión Intersecretarial.

Dentro de las medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático, expuestas en dicho Programa, se tomarán en cuenta los siguientes sectores, ejes estratégicos, objetivos, líneas de acción y acciones específicas, descritos anteriormente, los cuales se deberán alinear las acciones sectoriales por desarrollar en la Agenda Climática 2017-2023:

En la tabla A3, se describen las siguientes medidas:

a) Adaptación (6 sectores, 28 líneas de acción y 113 acciones específicas).

b) Mitigación (3 sectores, 19 líneas de acción y 71 acciones específicas).

Tabla A3: Oportunidades de Mitigación, Agenda Climática				
SECTOR DE LA AGENDA CLIMÁTICA	**EJE ESTRATÉGICO**	**OBJETIVO DEL EJE ESTRATEGICO**	**LÍNEA DE ACCIÓN**	**ACTIVIDADES ESPECÍFICAS**
ENERGÍA	**M1:** Gestión y manejo de energía.	Reducir las emisiones de gases efecto invernadero.	**M.1.1:** Fortalecer el marco normativo e interinstitucional para fomentar el uso de energías renovables.	**M.1.1.1** Fortalecer, impulsar y divulgar los instrumentos normativos, técnicos y jurídicos relacionados con el manejo, gestión y eficiencia de la energía a nivel estatal, regional y municipal.
				M.1.1.2. Promover el fortalecimiento interinstitucional para coordinar la implementación de acciones que contrarresten las emisiones de GEI en el sector.
				M.1.1.3 Normar y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al estado como una economía de bajo carbono.
				M.1.1.4 Identificar y desarrollar nuevas NOM de eficiencia energética en equipos, aparatos y sistemas.
ENERGÍA	**M2:** Eficiencia energética en el subsector transporte.	Promover la movilidad sustentable con el desarrollo de programas de transporte público y de carga bajo en emisiones contaminantes.	**M.2.1:** Promover la modernización del transporte de carga y el uso de combustibles limpios.	**M.2.1.1** Promover la modernización del transporte de carga, para reducir costos de operación y emisiones e incrementar su competitividad y seguridad.
				M.2.1.2 Reducir las emisiones operando programas dirigidos al transporte limpio.
				M.2.1.3 Impulsar el desarrollo de planes y acciones para la adopción de tecnologías de combustibles limpios en el transporte como el gas LP, gas natural y vehículos híbridos.
				M.2.1.4 Capacitar a transportistas de carga en la conducción eficiente para la reducción del consumo de combustible.
			M.2.2: Promover la modernización y uso del transporte público de baja emisión de contaminantes	**M.2.2.1.** Promover el diseño y uso de transporte masivo, planificado para zonas de mayor tráfico vehicular.
				M.2.2.2. Reordenar rutas para la creación de corredores de transporte público de pasajeros.
				M.2.2.3. Proponer la conversión del transporte público y de carga al uso de combustibles más limpios (gas natural y gas LP), así como promover los vehículos híbridos para las zonas urbanas.
				M.2.2.4. Renovar la flota vehicular de los sistemas de transporte público y de carga.
				M.2.2.5. Promover el uso de transporte escolar en zonas de alta densidad urbana.
				M.2.2.6. Desarrollar un programa estatal de uso masivo de la bicicleta en las principales ciudades de la entidad.

				M.2.2.7. Desarrollar el sistema de transporte público masivo basado en investigación y datos estadísticos con análisis de género para promover la movilidad segura y eficiente de la población.
			M.2.3: Diseñar instrumentos de políticas públicas que promuevan el uso de vehículos de baja emisión de contaminantes	**M.2.3.1** Reforzar el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria de vehículos particulares y de carga que circulan en el Estado de México.
				M.2.3.2 Implementar programas para el retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.
ENERGÍA	**M.3** Impulso a la eficiencia y ahorro de energía en la industria estatal.	Minimizar el impacto por el consumo de energía convencional en los equipos industriales e implementar el uso de tecnologías alternativas.	**M.3.1:** Eficientar el consumo energético de maquinaria y equipo	**M.3.1.1** Promover el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo industrial que consume gran cantidad de energía, así como la sustitución de equipos con mayor eficiencia energética.
				M.3.1.2 Implementar un programa de iluminación eficiente y ahorro de energía en las instalaciones industriales.
				M.3.1.3 Promover acciones de eficiencia energética en los sistemas operados por municipios.
				M.3.1.4 Desplazar el uso de combustibles líquidos (como el combustóleo y diésel), por fuentes menos intensivas en carbono.
			M.3.2: Fomentar el uso y aplicación de energías alternativas en el sector industrial.	M.3.2.1 Desarrollar políticas para incrementar el aprovechamiento de los potenciales de cogeneración eficiente en los sectores de consumo final.
				M.3.2.2 Impulsar a los emprendedores y a las empresas estatales y municipales en el mercado de proveeduría para energías renovables.
				M.3.2.3 Fortalecer e implementar programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores industriales.
				M.3.2.4 Fomentar alternativas tecnológicas para el uso eficiente de combustibles limpios y el control de emisiones contaminantes en hornos ladrilleros y talleres de alfarería.
				M.3.2.5 Vigilar el cumplimiento de la calidad de los combustibles distribuidos y utilizados en la industria ubicada en la entidad.
ENERGÍA	**M4:** Ahorro de energía en los sectores residencial y comercial.	Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores.	**M.4.1:** Fortalecer las prácticas de ahorro de energía eléctrica en los sectores comercial y residencial.	**M.4.1.1** Operar programas para la sustitución de equipos ineficientes en el consumo de electricidad en los sectores residencial y comercial.
				M.4.1.2 Desarrollar programas que incentiven y/o aceleren la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial.

				M.4.1.3 Impulsar la igualdad de género en el aprovechamiento de las energías renovables, ya que la mujer tiene un alto poder de decisión en su consumo, por lo cual es necesario contar con programas e incentivos específicos.
				M.4.1.4 Fortalecer programas de uso de calentadores solares de agua en los sectores residenciales.
			M.4.2: Acrecentar la educación y cultura ambiental para motivar el uso de energía alternativa.	**M.4.2.1** Difundir en centros escolares y de trabajo información sobre ahorro y eficiencia en el consumo de energía.
				M.4.2.2 Identificar, documentar y difundir información relacionada a las mejores prácticas en sistemas de gestión de la energía.
				M.4.2.3 Diseñar y establecer mecanismos de difusión, divulgación y uso de materiales e información relacionada con la eficiencia energética.
			M.4.3: Reducir el uso de leña y carbón en hogares.	**M.4.3.1: Revisar y reactivar los programas destinados al reemplazo de estufas de leña o carbón que se han implementado en el pasado, para reemplazar por estufas eléctricas o de gas.**
RESIDUOS	**M.5:** Gestión integral de residuos sólidos urbanos	Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.	**M.5.1.** Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.	**M.5.1.1.** Desarrollar y aplicar instrumentos normativos en concordancia con el Programa Nacional de Gestión Integral de los Residuos y el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial del Estado de México (PEPGIR) que fomenten la participación social y privada, como son los planes de manejo de inventarios.
				M.5.1.2. Fortalecer, impulsar y divulgar programas, instrumentos normativos y jurídicos relacionados con la separación de basura y el manejo integral sustentable de residuos y su aprovechamiento, principalmente en localidades mayores a 50 mil habitantes.
				M.5.1.3. Impulsar que los sitios de disposición final de residuos promuevan medidas de tratamiento y/o aprovechamiento de los residuos generados, a través del aprovechamiento de biogás, de combustión de la energía u otros medios similares.
				M.5.1.4. Regularizar los sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con las especificaciones establecidas en la normatividad, para mejorar las características de dichos sitios y prevenir mayor emisión.

RESIDUOS			**M.5.2**: Implementar políticas de aprovechamiento y tratamiento integral de los residuos sólidos.	**M.5.2.1**. Implementar sistemas de captura del biogás generado en los rellenos sanitarios y sitios de disposición final, que sean considerados como viables y con ello aprovechar la energía generada para abastecer los servicios públicos.
				M.5.2.2. Promover la instalación de más plantas de acopio y separación de residuos para tratamiento y venta de valorizables, tales como papel, cartón, vidrio, plásticos, textiles y metales principalmente.
				M.5.2.3. Crear centros de acopio para la recopilación de residuos peligrosos o de manejo especial, destinados a empresas especializadas en su manipulación, reutilización, tratamiento y aprovechamiento.
				M.5.2.4. Promover la elaboración y uso de composta a partir de residuos sólidos orgánicos tanto semiurbanos como rurales.
				M.5.2.5. Impulsar la actividad de clasificación y separación de residuos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.
				M.5.2.6. Gestionar la obtención de bonos de carbono a través de Mecanismo de Desarrollo Limpio, por el aprovechamiento de biogás en plantas tratadoras.
				M.5.2.7 Promover una cultura de reciclaje y reducción de residuos entre los diferentes sectores de la sociedad.
				M.5.2.8 Impulsar la actividad de clasificación y separación de residuos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.
				M.5.2.9 Impulsar el saneamiento de tiraderos clandestinos en apego a la normatividad ambiental.
			M.5.3: Incentivar la participación de los sectores público, social y privado en el manejo integral de residuos.	**M.5.3.1.** Fomentar la participación de los sectores públicos, privados y social en la reducción de la generación, el incremento en la separación, el aprovechamiento, el tratamiento y disposición (manejo) de los residuos, incorporando elementos de educación ambiental y perspectiva de género, a través de campañas de divulgación y concientización.
				M.5.3.2. Regularizar el trabajo de los recolectores de residuos sólidos urbanos y rurales y el sector informal en el manejo de los residuos como una actividad fundamental para alcanzar los objetivos de aprovechamiento y reducción de los RSU que llegan a un sitio de disposición final.

RESIDUOS	**M6:** Descargas y tratamiento de aguas residuales.	Reducir las emisiones de metano generadas por las aguas y lodos residuales provenientes de los municipios e industrias y lograr el máximo aprovechamiento del biogás y residuos generados en las diferentes fases de tratamiento.	**M.6.1:** Fortalecer e Implementar políticas de tratamiento de aguas residuales, así como de aprovechamiento del biogás	**M.6.1.1.** Contabilizar el volumen de agua tratada, de lodos y su disposición del sector industrial, e integrarlos a las estadísticas para un mejor registro y con ello tomar las decisiones a partir de las deficiencias o mejoras encontradas.
				M.6.1.2. Fortalecer el cumplimiento del marco legal en la evaluación y expedición de registros de descarga de aguas residuales al alcantarillado.
				M. 6.1.3. Realizar el diagnóstico de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las plantas de manejo estatal.
				M.6.1.4. Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore los sistemas y poblaciones de aguas arriba y aguas abajo.
				M.6.1.5. Incentivar proyectos de cogeneración de energía a partir del biogás producido en el tratamiento de las aguas, para su aprovechamiento y uso en plantas de tratamiento.
			M.6.2: Impulsar el uso de infraestructura que garantice el tratamiento de las aguas residuales.	**M.6.2.1** Promover el uso de baños secos para evitar fugas de aguas negras y su probable contaminación al subsuelo.
				M.6.2.2 Incrementar la capacidad de tratamiento de aguas residuales y modernizar las instalaciones actuales; en particular las ubicadas en el Río Lerma.
USO DE SUELO Y SILVICULTURA/ AGRICULTURA (AFOLU)	**M.7:** Conservación y manejo sustentable de los recursos forestales.	Reducir la emisión de Gases Efecto Invernadero en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.	**M.7.1:** Impulsar políticas públicas que fortalezcan el sector forestal.	**M.7.1.1.** Desarrollar programas de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en zonas forestales.
				M.7.1.2. Desincentivar mediante instrumentos legales y económicos el cambio de uso de suelos en sistemas forestales.
				M.7.1.3. Crear los mecanismos para la implementación, ejecución y seguimiento de un programa estatal integral de manejo forestal sustentable.
				M.7.1.4. Fortalecer los instrumentos técnicos y financieros para expandir el programa de pagos por servicios ambientales hidrológicos a un mayor número de beneficiarios, así como verificar su eficiencia.

				M.7.1.5. Implementar el pago por captura de carbono como una estrategia de desarrollo del sector forestal estatal.
			M.7.2: Promover la sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad.	**M.7.2.1.** Desarrollar y/o actualizar los programas de manejo en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal y verificar su cumplimiento.
	M.8: Gestión de suelos agrícolas.	Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.	**M.8.1:** Fomentar la recuperación de suelos degradados y erosionados de uso agrícola, a través de técnicas sustentables de cultivo.	**M.8.1.1.** Promover entre los productores la adopción de prácticas agrícolas sustentables para el uso eficiente de agua y suelo.
				M.8.1.2. Establecer un programa estatal para fomentar el uso racional de los fertilizantes nitrogenados de acuerdo a los requerimientos específicos de los diferentes cultivos y suelos agrícolas del estado.
				M.8.1.3. Aprovechar los residuos agrícolas y excretas animales para la elaboración de fertilizantes orgánicos.
				M.8.1.4. Incrementar el uso de abonos orgánicos que mejoren la estructura del suelo y disminuyan la salinización por residuos de los excipientes de los fertilizantes inorgánicos y sean una opción para complementar la nutrición de plantas.
	M.9: Control y disminución de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado y manejo de estiércol.	Reducir las emisiones de metano en el subsector pecuario y aumentar la productividad del hato ganadero, al aprovechar eficientemente los alimentos.	**M.9.1:** Implementar nuevos esquemas de manejo alimentario en hatos ganaderos.	**M.9.1.1** Capacitar a productores agropecuarios sobre las alternativas de manejo alimenticio y sanitario del ganado con objeto de incrementar la eficiencia nutricional y reducción de emisiones de metano por fermentación entérica.
				M.9.1.2. Implementar prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado estabulado y de pastoreo.

Fuente: Elaboración propia con base en la Agenda 2030, ONU.

Tabla A4: Oportunidades de Adaptación, Agenda Climática.				
SECTOR	**EJE ESTRATÉGICO**	**OBJETIVO**	**LÍNEA DE ACCIÓN**	**ACCIONES ESPECÍFICAS**
HÍDRICO	**A1:** Manejo eficiente del agua.	Reducir el impacto de los daños causados por la modificación del ciclo hidrológico en los sistemas naturales y antrópicos, siendo indispensable la optimización del recurso.	**A.1.1** Impulsar políticas públicas, encaminadas al manejo sostenible del recurso hídrico y fortalecimiento de infraestructura hidráulica.	**A.1.1.1** Fortalecer la gestión y manejo del agua a nivel de cuencas hidrográficas para mantener la resiliencia de los ecosistemas y asegurar a largo plazo el abasto de agua.
				A.1.1.2. Integrar un programa estatal de monitoreo de calidad del agua y apoyar las acciones y proyectos locales para asegurar su calidad.
				A.1.1.3. Rehabilitar la red hidráulica urbana para evitar fugas de agua potable.
				A.1.1.4. Desarrollar un programa estatal de ahorro de agua en casa-habitación que implique la sustitución de mobiliario obsoleto por equipos ahorradores.
				A.1.1.5. Incentivar los procedimientos para la elaboración de productos con bajos requerimientos de agua y energía.
				A.1.1.6. Mejorar la regulación en el uso de agua para la industria, siendo prioritarias las zonas industriales metropolitanas.
				A.1.1.7. Fortalecer las acciones de recuperación de caudales de ríos y acuíferos con gastos mayores al ecológico.
				A.1.1.8. Desarrollar infraestructura hidráulica bajo estándares internacionales con capacidad y resistencia ante eventos climatológicos extremos.
AGRICULTURA Y GANADERÍA	**A.2.** Manejo sustentable de agroecosistemas.	Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.	**A.2.1:** Fomentar la ejecución de técnicas agrícolas sustentables.	**A.2.1.1.** Promover prácticas agrícolas sustentables para el manejo y conservación del suelo.
				A.2.1.2. Rescatar y difundir aquellas prácticas agrícolas tradicionales que mejoren la resiliencia de los agroecosistemas.
				A.2.1.3. Fomentar el uso de variedades de cultivos, especialmente de maíz, mejor adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas.
				A.2.1.4. Promover la agricultura urbana y periurbana de autoconsumo.

				A.2.1.5 Monitoreo y control de plagas en los diferentes cultivos y su distribución, e introducción de otras asociadas a variables climáticas.
				A.2.1.6. Crear y divulgar campañas fitosanitarias.
				A.2.1.7. Implementar sistemas agrosilvopastoriles, en particular en solares a cargo de mujeres priorizando cultivos para la seguridad alimentaria.
			A.2.2: Promover un sistema de monitoreo y alerta temprana con información agroclimática para disminuir la vulnerabilidad agrícola.	**A.2.2.1** Generar y difundir oportunamente datos agroclimáticos confiables a productores y dependencias involucradas para planificar los ciclos agrícolas ante eventos climáticos adversos.
AGRICULTURA Y GANADERÍA	**A.2.** Manejo sustentable de agroecosistemas.	Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.	**A.2.3:** Diversificar la infraestructura hidroagrícola y el uso de tecnologías.	**A.2.3.1**. Construir y dar mantenimiento a la infraestructura hidráulica de almacenamiento y riego para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.
				A.2.3.2. Ampliar la superficie agrícola bajo riego tecnificado para optimizar el uso de agua.
			A.2.1.4: Fomentar el desarrollo de investigaciones científicas y tecnológicas del sector agropecuario.	**A.2.4.1.** Crear líneas de investigación encaminadas a la preservación de variedades de semillas que por sus características fenológicas tengan un amplio rango de adaptación a eventos climatológicos extremos y plagas.
				A.2.4.2. Fortalecer la investigación de mejores prácticas de irrigación, aprovechamiento, restauración y conservación del suelo.
				A.2.4.3. Establecer sinergias entre grupos de investigación agropecuaria, productores e instituciones públicas y privadas para desarrollar estrategias de adaptación en sistemas productivos.

				A.2.4.4. Identificar las ventajas productivas asociadas al cambio climático local y regional.
AGRICULTURA Y GANADERÍA	**A.2.** Manejo sustentable de agroecosistemas.	Reducir la vulnerabilidad del sector ante eventos que comprometan su productividad a través de técnicas de manejo agrícola sustentable que mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.	**A.2.5:** Promover proyectos productivos agrícolas y ganaderos que propicien la igualdad de género en respeto de los derechos humanos.	**A.2.5.1.** Fomentar el apoyo técnico para desarrollar capacidades de los productores en la promoción y colocación de sus productos.
				A.2.5.2 Ampliar la disponibilidad de la cobertura de seguro para productores afectados por siniestros asociados a variables climáticas.
				A.2.5.3. Fomentar la asociación entre productores con la finalidad de integrar y acceder a créditos que faciliten la adquisición de insumos para el desarrollo de la actividad agrícola.
				A.2.5.4. Difundir y fortalecer proyectos agrícolas sustentables con perspectiva de género.
				A.2.5.5. Fomentar la transversalidad institucional y la generación de políticas, para asignar responsabilidades y competencias a cada uno de los actores participantes.
				A.2.5.6. Garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas realizando acciones para incrementar la participación de las mujeres rurales en proyectos productivos de alimentos básicos.
				A.2.5.7. Fomentar la producción y comercialización de productos que sean elaborados por mujeres en zonas rurales (agrícolas, florícolas, hortícolas, frutícolas, pecuarios, acuícolas).
				A.2.5.8. Fomentar la transversalidad institucional y la generación de políticas, para asignar responsabilidades y competencias a cada uno de los actores participantes.
AGRICULTURA Y GANADERÍA	**A3:** Gestión de zonas ganaderas vulnerables del Estado de México.	Mantener la producción ganadera del estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad del sector.	**A.3.1:** Realizar prácticas sostenibles para la alimentación pecuaria y sistemas silvopastoriles.	**A.3.1.1.** Incentivar el uso de prácticas para la alimentación del ganado que sean eficientes en el uso de los recursos y administren los riesgos asociados al cambio climático.
				A.3.1.2. Promover el manejo integrado de pastizales y sistemas silvopastoriles para disminuir la presión sobre los recursos y mejorar la disponibilidad de forraje para el ganado.

				A3.1.3. Difundir prácticas eficientes de producción y almacenamiento de forraje que preserve su calidad.
			A.3.2: Fortalecer los sistemas de control y vigilancia en hatos ganaderos.	**A.3.2.1** Ampliar e intensificar los sistemas de control y vigilancia de las enfermedades animales para garantizar la detección de brotes.
ECOSISTEMAS FORESTALES	**A4:** Manejo integral de ecosistemas forestales.	Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales.	**A 4.1:** Fomentar la aplicación de programas de protección de superficies naturales y cuencas hidrológicas.	**A.4.1.1** Promover el manejo integrado de los recursos forestales a partir de un enfoque de cuencas hidrográficas.
				A.4.1.2. Desarrollar programas de manejo sustentable para humedales que permitan mantener su cobertura y servicios ambientales.
				A.4.1.3. Revertir la degradación de Áreas Naturales Protegidas mediante la generación de programas como el manejo integral del fuego y el cumplimiento de la reglamentación vigente.
			A.4.2: Abatir la ocurrencia de incendios forestales.	**A 4.2.1.** Prevención y control de incendios forestales en zonas altamente susceptibles a estos eventos en escenarios presentes y futuros.
ECOSISTEMAS FORESTALES	**A5.** Desarrollo de capacidades técnico-científicas para el sector.	Promover el desarrollo del conocimiento de los ecosistemas forestales con respecto a su funcionalidad, biodiversidad, generación de bienes y servicios.	**A 5.1:** Incentivar las capacidades y conocimientos sobre prácticas forestales.	**A. 5.1.1.** Actualizar de manera periódica el inventario forestal estatal.
				A.5.1.2. Desarrollar estudios científicos locales que permitan entender el funcionamiento de los bosques naturales y alterados.
				A.5.1.3. Promover estudios sobre el manejo y aprovechamiento de especies forestal tolerantes condiciones de estrés hídrico.
				A. 5.1.5. Favorecer la transferencia del conocimiento sobre el manejo sustentable de los bosques a las comunidades locales.
				A. 5.1.6. Recolectar información y llevar a cabo un análisis del uso diferenciado por sexo del acceso y control de los recursos forestales y de las desigualdades de género en el Estado de México.
ECOSISTEMAS FORESTALES	**A5.** Desarrollo de capacidades técnico-científicas para el sector forestal.	Promover el desarrollo del conocimiento de los ecosistemas forestales con respecto a su funcionalidad, biodiversidad, generación de bienes y servicios.	**A.5.2** Intensificar los Sistemas Forestales sostenibles en Áreas Naturales Protegidas.	**A. 5.2.1.** Administrar de manera eficiente la superficie de ANP dentro del territorio mexiquense.
				A. 5.2.2. Fomentar acciones de manejo sustentable de ANP mediante la aplicación de proyectos productivos en comunidades y ejidos involucrados.
				A. 5.2.3. Promover criterios de ordenamiento ecológico territorial en zonas forestales dentro y fuera de las ANP.

				A. 5.2.4. Involucrar a los actores económicos y sociales locales en la planeación del manejo de los recursos forestales.
				A. 5.2.5. Introducir esquemas de pago por servicios ambientales para compensar a comunidades y dueños de bosques con lo cual se aseguraría la captación de agua y carbono, así como la protección de la biodiversidad.
				A.5.2.6. Favorecer el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías de uso sustentable en zonas forestales.
ECOSISTEMAS FORESTALES	**A6.** Política pública y recursos financieros	Desarrollar instrumentos de política pública de protección y conservación de ecosistemas forestales.	**A6.1:** Implementar políticas públicas que promuevan el uso racional de los recursos naturales.	**A6.1.1**. Incentivar el ordenamiento de la tenencia de la tierra y derechos de propiedad de terrenos forestales.
				A6.1.2. Fortalecer los instrumentos legales para inhibir la tala ilegal.
				A6.1.3. Implementar campañas de sensibilización ciudadana sobre el uso y aprovechamiento de bosques.
				A6.1.4. Promover la certificación de productos y servicios cuya producción tenga un impacto mínimo en los ecosistemas.
				A6.1.5. Considerar la aplicación de incentivos fiscales para promover la conservación de ecosistemas forestales.
			A6.2: Gestión de financiamiento para la protección y manejo sustentable de los ecosistemas forestales.	**A6.2.1.** Insertar al sector forestal estatal dentro de los mercados regionales de pago por servicios ambientales y búsqueda de fondos en mercados nacionales e internacionales.
				A6.2.2. Vinculación con el sector privado para la creación de cadenas productivas forestales.
				A6.2.3. Crear un fondo estatal para la conservación y restauración de ecosistemas con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático.
ASENTAMIENTOS HUMANOS	**A7:** Asentamientos humanos vulnerables al cambio climático.	Planificar los asentamientos urbanos y rurales, a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial.	**A7.1.** Promover la elaboración e implementación de ordenamientos territoriales urbano-ambientales con la finalidad de disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos.	**A7.1.1.** Aplicar la reglamentación en materia de construcción de viviendas en los municipios que se están integrando al proceso de urbanización de las zonas metropolitanas y centros urbanos del Estado de México que por sus condiciones físico-geográficas sean susceptibles a procesos de remoción de masa e inundación.
				A7.1.2. Planificar el crecimiento de las zonas metropolitanas con criterios de adaptación al cambio climático.
				A7.1.3. Prever y considerar la dinámica demográfica de los asentamientos humanos con el fin de crear estrategias que atiendan la demanda de servicios sin comprometer la seguridad de la población.

				A7.1.4. Reubicar y/o regularizar los asentamientos humanos irregulares que están localizados en zonas de riesgo y son más vulnerables a los efectos del cambio.
				A7.1.5. Actualizar el Atlas Estatal de Riesgo integrando los riesgos asociados a los eventos climáticos, especialmente en asentamientos vulnerables localizados en las áreas urbanas y rurales.
				A7.1.6. Promover observatorios ciudadanos para el monitoreo, evaluación y rendición de cuentas para las acciones de género, hábitat y recursos naturales.
ASENTAMIENTOS HUMANOS	**A7:** Asentamientos humanos vulnerables al cambio climático.	Planificar los asentamientos urbanos y rurales, a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial.	**A7.2** Fortalecer el desarrollo urbano sostenible.	**A7.2.1.** Invertir en obras de infraestructura para evitar las inundaciones en asentamientos urbanos y rurales.
				A7.2.2. Implementar obras de ingeniería para la estabilización de laderas en lugares propensos a eventos de remoción de masa.
				A7.2.3. Implementar cinturones verdes en las ciudades que aumenten la infiltración y retengan el suelo, además de obtener beneficios colaterales como mejora de la calidad del aire, belleza paisajística y promover los servicios ambientales de las zonas urbanas.
				A7.2.4. Construir infraestructura que capte el exceso de agua originada de precipitaciones abundantes con el fin de aprovechar el excedente en actividades donde no sea necesario el uso de agua potable.
				A7.2.5. Promover programas concurrentes de infraestructura y equipamiento de vivienda para hogares con jefatura femenina en municipios prioritarios.
				A7.2.6. Consolidar los programas de infraestructura básica de electricidad con energía alternativa que beneficie a los grupos vulnerables de las zonas de alta marginación.
				A7.2.7. Realizar acciones para que mujeres víctimas de desastres naturales o en situación de vulnerabilidad puedan rehabitar, regularizar o adquirir vivienda.
ASENTAMIENTOS HUMANOS	**A7:** Asentamientos humanos vulnerables al cambio climático.	Planificar los asentamientos urbanos y rurales, a través del ordenamiento del territorio y de otros instrumentos de planeación territorial.	**A7.3:** Promover el uso de sistemas de monitoreo y alerta temprana buscando implementar planes de contingencia ante posibles desastres naturales.	**A7.3.1.** Establecer sistemas de alerta temprana que ayuden a prevenir riesgos ante eventos climatológicos extremos.
				A7.3.2. Desarrollar planes de contingencia ante eventos climatológicos extremos.

				A7.3.3. Informar y conducir a la población hacia el desarrollo de acciones que acrecienten la educación y cultura ambiental orientada a la adaptación y mitigación de los efectos adversos del cambio climático.
				A7.3.4. Capacitar brigadas de protección civil estatal y municipal.
			A7.4 Promover la construcción de edificios con tecnologías amigables con el medio ambiente.	**A7.4.1.** Promover la construcción de edificaciones que incluyan materiales y diseños de ahorro energético.
				A7.4.2. Impulsar el uso de techos verdes para reducir los contaminantes atmosféricos e islas de calor.
				A7.4.3. Instalar medidores de consumo de agua con carácter obligatorio en las áreas urbanas del estado para concientizar a la población sobre el uso racional del vital líquido en sus actividades cotidianas.
PATRIMONIO CULTURAL	**A8:** Prevención de daños al patrimonio cultural por fenómenos de cambio climático.	Salvaguardar el patrimonio cultural del Estado de México, y prevenir su deterioro por fenómenos climáticos.	**A8.1.1:** Ubicar zonas identificadas como patrimonio de la humanidad con la finalidad de elaborar y promover un plan de conservación basado en acciones de adaptación y mitigación al cambio climático.	**A8.1.1.1**. Generar una base de datos interactiva para identificar y localizar geográficamente el patrimonio cultural del Estado de México y ejecutar acciones preventivas de adaptación, acordes a las características de los lugares donde se encuentra el patrimonio.
				A8.1.1.2. Evaluar la situación actual del patrimonio para elaborar reportes y monitoreos periódicos que permitan generar indicadores de deterioro específicos para cada zona y tipo de patrimonio.
				A8.1.1.3. Desarrollar esquemas de orientación, capacitación y financiamiento para la preservación del patrimonio cultural.
				A8.1.1.4. Difundir información entre las organizaciones regionales e instituciones educativas, acerca de las afectaciones al patrimonio originadas de los eventos de cambio climático, con el fin de generar acciones de prevención y conservación, así como para generar valor del patrimonio en los diferentes municipios y regiones.
				A8.1.1.5. Reconocer la importancia del patrimonio cultural y promover su inclusión en las leyes estales y en las que haya lugar con respecto a su relación con el tema de cambio climático.
				A8.1.1.6. Evaluar la eficacia de conocimientos, prácticas y uso de materiales tradicionales a la luz del cambio climático, como base para la elaboración de propuestas de adaptación.

SALUD	**A9:** Promoción de la Salud.	Difundir entre la población información que le permita conocer los impactos del cambio climático sobre la salud humana con el fin de fomentar una cultura de prevención entre la población acerca del cuidado de la salud ante la recurrencia de eventos climáticos extremos.	**A9.1:** Promover y difundir las acciones de protección a la población para disminuir la ocurrencia de enfermedades a consecuencia del Cambio Climático.	**A9.1.1.** Informar a la población sobre medidas preventivas para disminuir el riesgo de contagio por EDA's, IRA's y ETV en el hogar, escuela, centros de trabajo y áreas de uso común a través de campañas de difusión masivas (radio, televisión e internet).
				A9.1.2. Dar a conocer a la población avisos oportunos y a tiempo sobre eventos climáticos extremos severos que puedan afectar la salud para prevenir epidemias o pérdidas humanas y materiales.
				A9.1.3. Promover brigadas de información en las localidades que presentan mayor vulnerabilidad a EDA's IRA's y ETV de acuerdo con la distribución actual y potencial de estas enfermedades en los municipios.
				A9.1.4. Informar sobre el impacto que tiene la exposición a los contaminantes atmosféricos derivados de la emisión de GEI o de actividades productivas o familiares en la salud humana en poblaciones rurales y urbanas.
				A9.1.5. Realizar campañas de difusión masiva (radio, televisión e internet) sobre la calidad del aire y de las afectaciones a la salud, así como de las medidas de cuidado y recomendaciones al presentarse una alta cantidad de contaminantes atmosféricos.
				A9.1.6. Realizar campañas para informar sobre los efectos adversos del humo de leña en la salud de grupos vulnerables como mujeres y niños.
				A9.1.7. Fortalecer los programas de difusión de información para la prevención de cáncer de piel y pulmón a las poblaciones más vulnerables, con énfasis en aquellas con alta exposición a contaminantes o rayos ultravioleta debido a sus actividades laborales.
				A9.1.8 Capacitar al personal de la salud del sector público en temas de cambio climático y su relación con la salud humana.
				A9.1.9 Gestionar el diseño, reproducción y entrega de materiales para la difusión de los temas relativos en materia de cambio climático.
				A9.1.10 Fomentar el conocimiento y su aplicación en materia de salud ambiental y cambio climático, entre el personal de las unidades hospitalarias y los líderes de las comunidades cercanas a estos establecimientos.

SALUD	**A9:** Promoción de la Salud	Difundir entre la población información que le permita conocer los impactos del cambio climático sobre la salud humana con el fin de fomentar una cultura de prevención entre la población acerca del cuidado de la salud ante la recurrencia de eventos climáticos extremos.	**A9.1.2:** Fomentar una vida sana entre la población y en localidades marginadas.	**A9.2.1** Intensificar las campañas de vacunación en grupos vulnerables (niños menores de 5 años y adultos mayores de 60 años) de acuerdo a las temporadas del año y la presencia de enfermedades relacionadas a eventos climáticos.
				A9.2.2. Promover brigadas móviles de salud en localidades de los municipios con índices de marginación alta que carezcan de seguridad social o de infraestructura para la atención médica o alta vulnerabilidad ante la presencia de eventos extremos y a enfermedades asociadas con éstos.
				A9.2.1.3. Capacitar a los grupos vulnerables de las localidades sobre medidas preventivas y manejo efectivo de las enfermedades.
				A9.2.4. Atender en forma oportuna y eficiente los casos de IRA's, EDA's para evitar su propagación en la población.
				A9.2.5. Planear y diseñar estrategias para invertir en la ampliación y equipamiento de las instituciones de salud para cubrir la creciente demanda del servicio de salud.
SALUD	**A10:** Ambiente saludable para la prevención de enfermedades	Difundir e implementar acciones de saneamiento preventivas para evitar la propagación de enfermedades.	**A10.1:** Difundir e implementar acciones de saneamiento preventivas para evitar la propagación de enfermedades.	**A10.1.1** Facilitar la construcción y mantenimiento de fosas sépticas en las zonas rurales marginadas para evitar las condiciones de propagación de virus, bacterias e insectos.
				A10.1.2. Realizar actividades de saneamientos en barrancos y cauces naturales, así como en las redes de alcantarillado permanentemente.
			A10.2: Implementar programas y proyectos que coadyuven al uso de agua de calidad	**A10.2.1.** Promover e incentivar el uso de contenedores adecuados para almacenamiento de agua en forma segura.
				A10.2.2. Vigilar la calidad del agua con base en los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994.
				A10.2.3. Aumentar las fuentes de captación de agua a través de infraestructura que facilite su abasto.
SALUD	**A11:** Control de enfermedades transmitidas por vector (EVT)	Disminuir el riesgo de la población ante la amenaza de un brote de enfermedades trasmitidas por vector, mediante el fortalecimiento de actividades preventivas con apoyo de la población y las autoridades municipales.	**A11.1:** Fortalecer los Planes de Acción y Control Epidemiológico para enfermedades transmitidas por vector.	**A11.1.1.** Ejecutar acciones enmarcadas en el Programa de Acción para la Prevención y Control del Dengue
				A11.1.2 Fortalecer la vigilancia epidemiológica ante la amenaza de brotes de dengue otorgando prioridad en embarazadas y prevención del dengue congénito.
				A11.1.3. Manejo Integrado del vector del dengue, Chikungunya y Zika con base en lo establecido en la NOM-032-SSA2-2010

	A11: Control de enfermedades transmitidas por vector (EVT)	Disminuir el riesgo de la población ante la amenaza de un brote de enfermedades trasmitidas por vector, mediante el fortalecimiento de actividades preventivas con apoyo de la población y las autoridades municipales.	**A11.1.2:** Dar a conocer a la población el grado de vulnerabilidad a la que se encuentran expuestos.	**A11.2.1** Promover en los municipios con una mayor carta epidemiológica por ETV, conforme a lo que reporta el Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático del Estado de México, las acciones de prevención y el uso equipos tecnificados que contribuya a la disminución de los efectos nocivos en la salud a consecuencia del cambio climático.
			A11.1.3: Involucrar a la población para aplicar acciones de adaptación al cambio climático y disminuir el brote de enfermedades.	**A11.1.3.1** Promover la participación social en el desarrollo de actividades preventivas, para generar un cambio de hábitos y conductas que favorezcan el desarrollo de ambientes saludables.
			A11.1.4: Promover la coordinación de acciones estado municipios y la participación social para prevenir las enfermedades transmitidas por vector (EVT).	**A11.1.4.1.** Promover la coordinación entre las Instituciones de Salud, la población y ayuntamientos el desarrollo conjunto de actividades preventivas para las ETV.
				A11.1.4.2. Promover y coordinar con ayuntamientos y otras instituciones jornadas de limpieza durante la época de lluvias para eliminar criaderos de mosquitos Aedes aegypti causante del dengue en las zonas más vulnerables o en aquellas donde las variaciones climáticas estén permitiendo su adaptación.
SALUD	**A12**: Mejoramiento de la calidad del aire.	Desarrollar los mecanismos y acciones para contar con mayor información de calidad y cobertura geográfica sobre la calidad del aire con el fin de monitorear y controlar la presencia de los contaminantes y disminuir sus efectos en la salud humana y la calidad de vida.	**A12.1:** Instrumentar mecanismos orientados a la mejora de la calidad del aire.	**A12.1.1.** Promover mecanismos de difusión e información a los municipios y propietarios de establecimientos, sobre la calidad del aire y de las afectaciones a la salud.
				A12.1.2. Dar a conocer programas o rutas para el uso de transporte de cero emisiones en las zonas urbanas.
				A12.1.3. Aumentar la infraestructura en las zonas urbanas para el transporte en bicicleta que fomenten las actividades físicas de la población.

Elaboración propia con base en la Agenda 2030, ONU.

Con el objeto de evaluar los avances de las acciones sectoriales por desarrollar en la Agenda Climática del Estado de México, se establecerán indicadores descritos en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) 2014-2018, los cuales surgen a partir de un ejercicio de comparación entre los objetivos e indicadores de este mismo, con la Teoría del Cambio de la Política Nacional de Cambio Climático.

La Secretaría del Medio Ambiente del Estado de México, a través de la Unidad de Información, Planeación, Programación y Evaluación, y el Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, serán el vínculo que alinee los indicadores antes mencionados con los lineamientos que establece la Agenda Climática del Estado de México, los cuales se evaluarán por cada una de las Secretarías que forman parte de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático; los indicadores estratégicos deberán ser retomados de sus Programas Sectoriales, así como de los descritos por pilar en el Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023.

Los formatos para la construcción de la Agenda Climática del Estado de México se presentan como una herramienta de información con las denominadas “Tablas de Alineación”:

TABLA DE ALINEACIÓN CON EL PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2017-2023

PLAN ESTATAL DE DESARROLLO 2017-2023			
PILAR	**OBJETIVO**	**ESTRATEGIA**	**LINEA DE ACCIÓN**

TABLA DE ALINEACIÓN SECTORIAL AL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

CONTENIDO DEL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO, PEACC.					ACCIONES SECTORIALES POR DESARROLLAR EN LA AGENDA CLIMÁTICA 2017-2023	PERIODO DE EJECUCIÓN	UNIDAD ADMINISTRATIVA RESPONSABLE
SECTOR	**EJE ESTRATÉGICO**	**OBJETIVO DEL EJE ESTRATÉGICO**	**LÍNEAS DE ACCIÓN**	**ACTIVIDADES ESPECÍFICAS**			

TABLA DE INDICADORES ESTRATÉGICOS

NOMBRE DEL INDICADOR	MÉTODO DE CÁLCULO	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	RESULTADO DEL INDICADOR	PROYECCIÓN AL 2030

La Ley de Cambio Climático del Estado de México en su artículo 25 y en su reglamento 24 menciona que el PEACC deberá contener los siguientes elementos, los cuales se incluirán en la Agenda Climática una vez integrada por las dependencias gubernamentales correspondientes:

a) Objetivos de adaptación y mitigación.

b) Metas a corto, mediano y largo plazo.

c) Grado de prioridad.

d) Recursos asignados.

e) Responsabilidades de las dependencias gubernamentales.

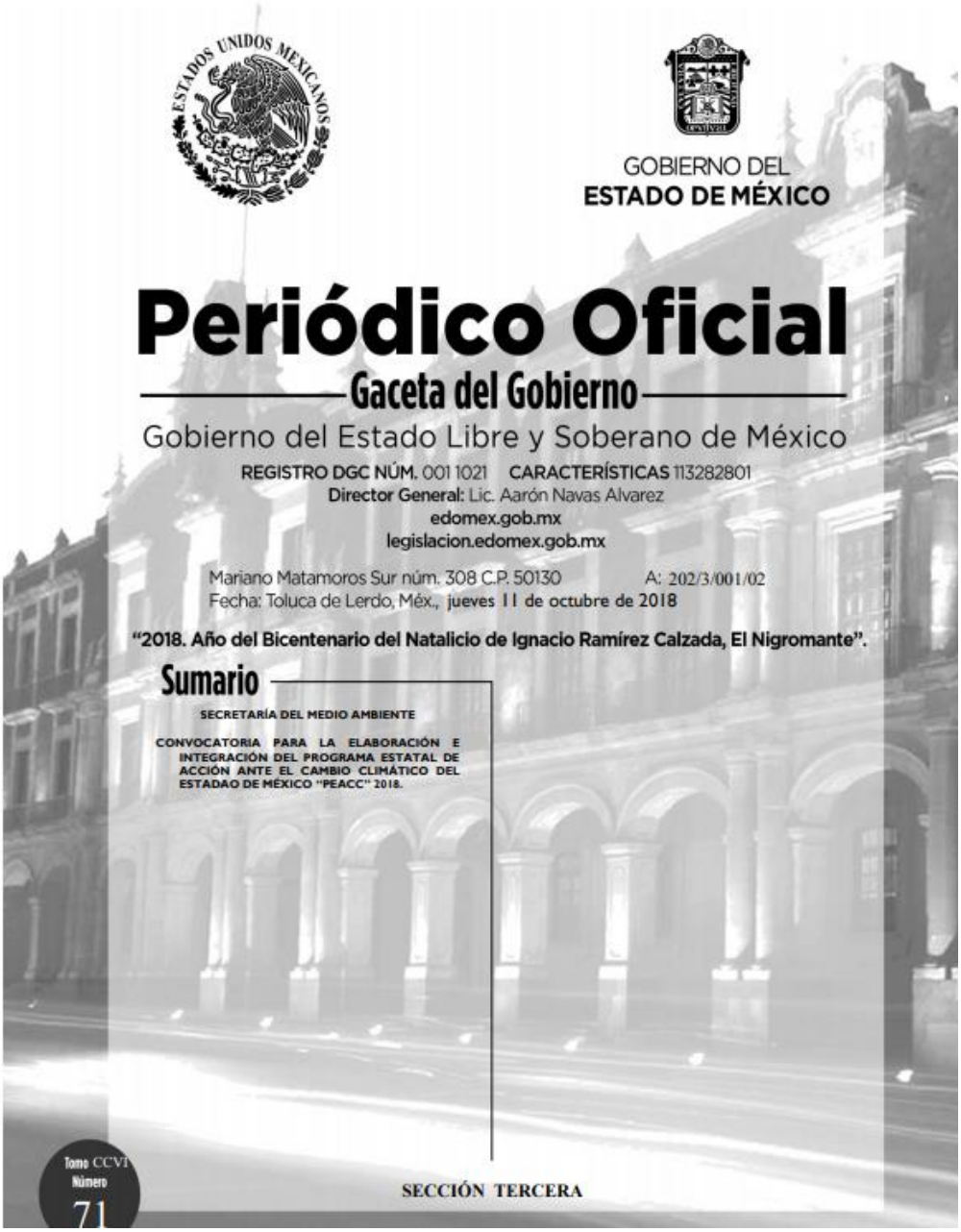
f) En su caso, actores de los sectores social y privado que involucran.

g) Etapas de implementación y los plazos correspondientes.

h) Criterios, procedimientos e indicadores de efectividad para vigilar y evaluar su cumplimiento, así como el impacto de sus acciones.

Anexo D: Resultados de la Consulta Pública

Para dar cumplimiento a lo establecido en los Elementos Mínimos para la elaboración de los Programas de Cambio Climático de las Entidades Federativas, se llevó a cabo la Mesa de Análisis sobre la Consulta Pública del Programa Estatal del Acción ante el Cambio Climático (PEACC) 2018," Dialogo Social Cambio Climático", la cual se publicó en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de México, con número de registro (202/2/001/02).


GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Periódico Oficial

Gaceta del Gobierno

Gobierno del Estado Libre y Soberano de México

REGISTRO DGC NÚM. 001 1021 CARACTERÍSTICAS 113282801
Director General: Lic. Aarón Navas Alvarez
edomex.gob.mx
legislacion.edomex.gob.mx

Mariano Matamoros Sur núm. 308 C.P. 50130 A: 202/3/001/02
Fecha: Toluca de Lerdo, Méx., jueves 11 de octubre de 2018

"2018. Año del Bicentenario del Natalicio de Ignacio Ramírez Calzada, El Nigromante".

Sumario

SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE

CONVOCATORIA PARA LA ELABORACIÓN E INTEGRACIÓN DEL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DEL ESTADAO DE MÉXICO "PEACC" 2018.

Tomo CCVI
Número
71

SECCIÓN TERCERA

Figura A3. Publicación de la Convocatoria para la Consulta Pública del PEACC, en el Periódico Oficial.

Dicha Consulta fue dirigida a los habitantes del Estado de México, grupos y organizaciones sociales y privados, sectores de la población vulnerables al Cambio Climático, así como a representantes de instituciones académicas y centros de investigación.



Fuente: IEECC, 2018

Figura A4. Invitación que se publicó en redes para la Consulta Pública del PEACC.

Las propuestas se recibieron en días y horas hábiles, a través de la plataforma en línea: “Dialogo Social Cambio Climático”, cuyo enlace disponible en el Portal de Gobierno del Estado de México fue la dirección electrónica http://edomex.gob.mx/dialogosocialcambioclimatico/, en sitios oficiales del IEECC y COPLADEM.

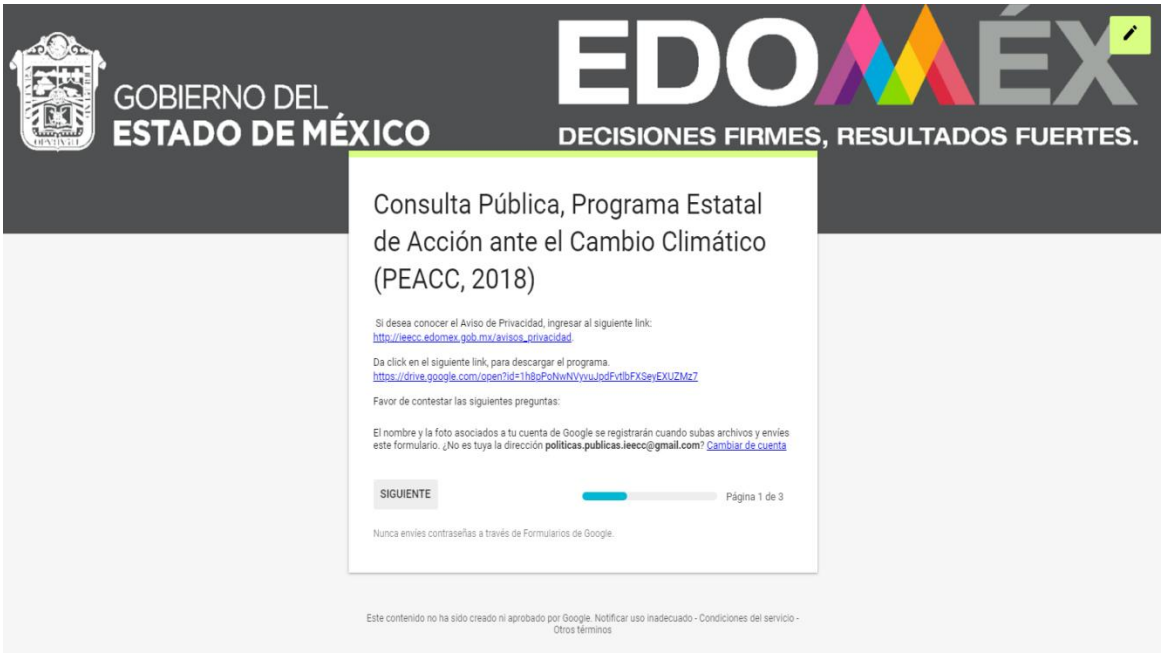


Figura A5. Formulario para la Consulta Pública del PEACC.

Resultados

En la siguiente tabla se resume la participación que tuvo la ciudadanía en la consulta pública:

Tabla A5: Resultados de la Consulta Pública del PEACC.

Categoría	Descripción
Sexo	**Femenino 64 %** **Masculino 36%**
Municipios registrados	**Toluca 46%** **Metepec 29%** **San Antonio la Isla 9%** **Ixtlahuaca, Tenango del Valle, Calimaya y Almoloya de Juárez (4%)**
Ocupación	**Servidores públicos 60% Estudiante 16%** **Empleado 8%** **Comerciante, Profesionista, Emprendedor y Derecho (4%)**
Nivel máximo de estudios	**Licenciatura (64%)** **Primaria (20%)** **Preparatoria o equivalente (12%)** **Otro (4%)**

Como parte de las propuestas que se recibieron en la Consulta Pública, se clasificaron por sectores estratégicos siendo éstos:

• **Energía:** Cambio de luminarias incandescentes por focos led.

• **Residuos:** Difusión y concientización en instituciones educativas sobre el buen manejo de residuos y la reducción en el uso de plásticos, haciendo uso de alternativas ecológicas.

• **Hídrico:** Involucrar a los municipios de Metepec, San Mateo Atenco, y Lerma, para evitar la problemática de la inundación.

• **Agricultura y Ganadería:** Agricultura orgánica, concientización de agricultores y consumidores para promover alimentos sanos, elaboración de biofertilizantes compostas y abonos verdes.

- **Salud:** Mejorar la calidad del aire con el uso de transporte ecológico.

- **Ecosistemas Forestales y Asentamientos Humanos:** Reforestación en el Nevado de Toluca y arborización urbana en espacios públicos.

Las siguientes propuestas se ingresaron conforme a lo publicado en Gaceta de Gobierno, debatiéndose en la mesa de análisis; asimismo se alinearon con el Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023 y la Actualización del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático 2018:

1. Instalación de verificentros en puntos estratégicos de la ciudad.
2. Consolidar las Regiones Ambientales del Estado de México, que ya están por decreto del poder ejecutivo a partir del 8 de octubre del 2018.
3. Sinergia interinstitucional para el cumplimiento de los instrumentos de índole ambiental, con la Agenda Climática del Estado de México.
4. Mitigación al Cambio Climático a través de la técnica fiscal del impuesto predial en el marco de la Agenda 2030.
5. Desarrollo e implementación de un sistema termosolar de alta eficiencia para calentamiento central de agua en unidades habitacionales.
6. Gestionar y otorgar incentivos económicos para la protección, conservación, restauración y fomento de los ecosistemas forestales.

Anexo E. Regiones Ambientales del Estado de México

Conforme al Decreto del Ejecutivo del Estado por el que se establecen las Regiones Ambientales del Estado de México, publicado en Gaceta del Gobierno del Estado de México el 08 de octubre de 2018, que a la letra dice:

"Que conscientes de la problemática ambiental que se presenta en los municipios que integran la entidad, el Gobierno del Estado de México está determinado a consolidar la planeación del desarrollo sustentable y ordenado de la entidad, contribuyendo a minimizar el impacto ambiental generado por el cambio climático, reduciendo los desequilibrios y brindando atención a la problemática ambiental, a través de un enfoque sistémico en la atención al cuidado de la naturaleza, atendiendo a las particularidades geográficas, sociales y culturales de las distintas regiones del territorio, mediante el establecimiento de regiones ambientales, que permitan sentar las bases de coordinación intergubernamental con los 125 municipios mexiquenses.

Que la Secretaría del Medio Ambiente ha efectuado el análisis geográfico, sociodemográfico y ambiental de los municipios de la entidad para el establecimiento de las regiones ambientales, atendiendo las particularidades geográficas, sociales y culturales de las zonas de la entidad." (SIC)

Tabla A6. Regiones Ambientales del Estado de México, 2018.

Región	Nombre de la Región	Municipios que la integran
I. Región Ambiental	"Río Lerma: Brote de Agua"	Almoloya del Río, Atizapán, Capulhuac, Chapultepec, Mexicaltzingo, Ocoyoacac y Texcalyacac.
II. Región Ambiental	"Río Lerma: Subcuenca la Laguna"	Joquicingo, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Tenango del Valle, Tianguistenco, Xalatlaco y Zumpahuacán.
III. Región Ambiental	"Río Lerma: La Rivera"	Calimaya, Metepec, Rayón, San Antonio la Isla y San Mateo Atenco.
IV. Región Ambiental	"Río Verdiguel"	Almoloya de Juárez, Toluca, Villa de Allende, Villa Victoria y Zinacantepec.
V. Región Ambiental	"Ciénegas de Lerma"	Huixquilucan, Isidro Fabela, Jilotzingo, Lerma, Otzolotepec, Temoaya y Xonacatlán.

VI. Región Ambiental	“Manantiales”	Acambay de Ruiz Castañeda, Aculco, Atlacomulco, El Oro, Ixtlahuaca, Jiquipilco, Jocotitlán, Morelos, Polotitlán, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Temascalcingo y Timilpan.
VII. Región Ambiental	“Norte”	Chapa de Mota, Jilotepec, Soyaniquilpan de Juárez y Villa del Carbón.
VIII. Región Ambiental	“Bosques”	Amanalco, Donato Guerra, Ixtapan del Oro, Otzoloapan, Santo Tomás, Valle de Bravo y Zacazonapan.
IX. Región Ambiental	“Minera”	Almoloya de Alquisiras, San Simón de Guerrero, Sultepec, Temascaltepec, Texcaltitlán y Zacualpan.
X. Región Ambiental	“Sur”	Amatepec, Luvianos, Tejupilco y Tlatlaya.
XI. Región Ambiental	“Turística”	Coatepec Harinas, Ixtapan de la Sal, Tonatico y Villa Guerrero.
XII. Región Ambiental	“Casa entre los Árboles”	Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, Nextlalpan, Nicolás Romero y Tepotzotlán.
XIII. Región Ambiental	“Lomas del Valle”	Coacalco de Berriozábal, Coyotepec, Huehuetoca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Teoloyucan, Tultepec y Tultitlán.
XIV. Región Ambiental	“Agua Blanca”	Atizapán de Zaragoza.
XV. Región Ambiental	“Los Remedios”	Naucalpan de Juárez.
XVI. Región Ambiental	“Sierra de Guadalupe”	Tlalnepantla de Baz.
XVII. Región Ambiental	“Cerro del Viento”	Ecatepec de Morelos.
XVIII. Región Ambiental	“Nezahualcóyotl”	Nezahualcóyotl.
XIX. Región Ambiental	“Laguna de Zumpango”	Apaxco, Tequixquiac y Zumpango.
XX. Región Ambiental	“Minas de Tezontle”	Hueypoxtla, Tecámac y Tonanitla.
XXI. Región Ambiental	“Pirámides”	Acolman, Axapusco, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Temascalapa y Teotihuacán.
XXII. Región Ambiental	“Lago de Texcoco”	Atenco, Chiautla, Chicoloapan, Chiconcuac, Chimalhuacán, Papalotla, Tepetlaoxtoc, Texcoco y Tezoyuca.
XXIII. Región Ambiental	“Volcanes”	Amecameca, Atlautla, Ayapango, Cocotitlán, Chalco, Ecatzingo, Ixtapaluca, Juchitepec, La Paz, Ozumba, Temamatla, Tenango del Aire, Tepetlixpa, Tlalmanalco y Valle de Chalco Solidaridad.

El Instituto Estatal de Energía y Cambio Climático, evaluará una estrategia de coordinación regional, para brindar asesorías a servidores públicos y ciudadanía en general, en la elaboración de sus Programas Municipales en materia de Cambio Climático, Atlas de Riesgos ante el Cambio Climático, Inventarios de Gases Efecto Invernadero, eficiencia energética y energías renovables.

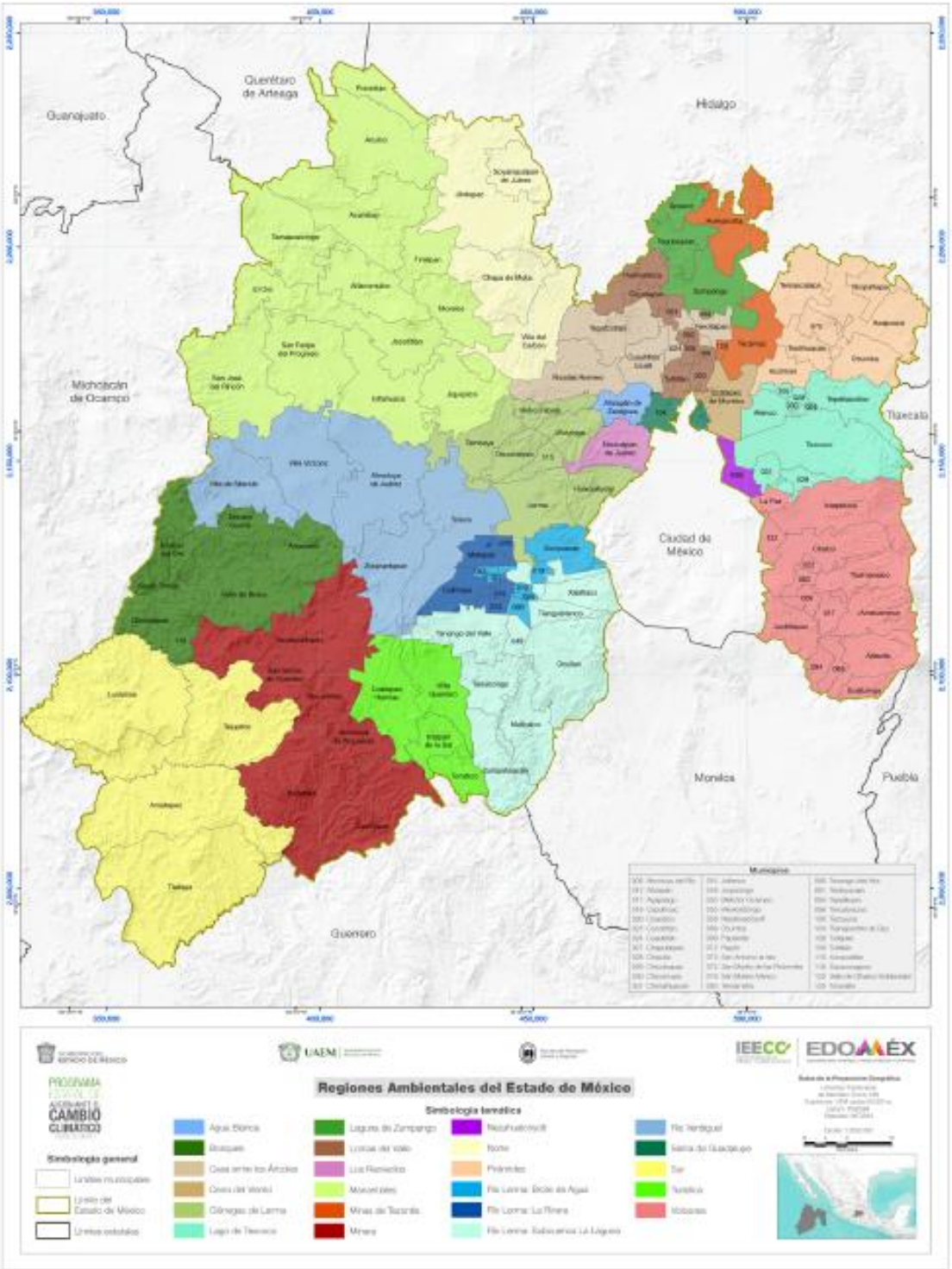


Figura E1. Mapa de las Regiones Ambientales del Estado de México.