



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GOBIERNO QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE

Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México 2013



DIRECTORIO

Dr. Eruviel Ávila Villegas

Gobernador Constitucional del Estado de México

M. en D. Cruz Juvenal Roa Sánchez

Secretario de Medio Ambiente

Dr. Francisco Barnés Regueiro

Presidente de la Comisión Ambiental Megalopolitana

M. en A. Susana Libien Díaz González

Directora General de Prevención y
Control de la Contaminación Atmosférica

C. Ismael Laurrabaquio Guillen

Director General de Prevención y
Control de la Contaminación del Agua, Suelo y Residuos

C. Salvador Díaz Vanegas

Director General de Ordenamiento e Impacto Ambiental

Lic. Víctor Erick González Lugo

Director General de Concertación y Participación Ciudadana

Lic. Félix Pérez Camilo

Coordinador Jurídico

Lic. Jannet Elizabeth Villanueva Zamora

Coordinadora Administrativa

Lic. Omar Salvador Olvera Herreros

Coordinador de Estudios y Proyectos Especiales

Lic. Fidel Rodrigo Velázquez Escalera

Coordinación General de Conservación Ecológica

C. Claudia Patricia Rodiles Hernández

Contraloría Interna

Dr. en D. Jorge Olvera García

Rector de la Universidad Autónoma del Estado de México

M. en E.U. y R. Héctor Campos Alanís

Director de la Facultad de Planeación
Urbana y Regional de la UAEMéx



AGRADECIMIENTOS

El Gobierno del Estado de México agradece y reconoce el apoyo brindado por la Secretaría de Medio Ambiente, a través de la Dirección General de Prevención y Contaminación de la Contaminación Atmosférica (DGPCCA), y la Coordinación de Estudios y Proyectos Especiales (CEPE), en la construcción, gestión y desarrollo del Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático del Estado de México (PEACCEM), especialmente a el Secretario de Medio Ambiente, el M. en D. Cruz Juvenal Roa Sánchez; la Directora General de la DGPCCA, la M. en A. Susana Libien Díaz González, y al Coordinador de la CEPE, el Lic. Omar Salvador Olvera Herreros.

De la misma manera, agradecemos a la Asociación Civil Pronatura México por la consultoría y apoyo técnico aportado en la realización del Inventario Estatal de Gases Efecto Invernadero para el Estado de México, en particular, al equipo de Cambio Climático, dirigido por el Dr. José Antonio Benjamín Ordoñez Díaz.

Agradecemos también la participación académica en la realización del PEACCEM, a la Facultad de Planeación Urbana y Regional (FaPUR) de la Universidad Autónoma del Estado de México, por medio de su Director el M. en E. U. y R. Héctor Campos Alanís, al Centro de Estudios Territoriales Aplicados (CETA-FaPUR), a la M. en C. Patricia Míreles Lezama, Coordinadora de la Unidad de Laboratorio de Ciencias Ambientales, Dr. Gustavo Álvarez Arteaga, Dra. Belina García Fajardo y a la Dra. Estela Orozco Hernández.

Adicionalmente, agradecemos la destacada participación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), por el apoyo en la impartición del taller de Capacitación para la elaboración de Programas Estatales de Acción Climática y en la realización del capítulo de Igualdad de Género y Cambio Climático, en especial, a la Mtra. Dolores Barrientos y su equipo de trabajo.

Así mismo agradecemos al Gobierno Federal por medio de la SEMARNAT y su titular, el Secretario de Medio Ambiente Juan José Guerra Abud, por su apoyo financiero e impulso de los Programas Estatales de Acción Climática, y en específico del PEACCEM.

Un agradecimiento especial el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático por su apoyo en la realización de los talleres técnicos para la elaboración de escenarios de emisiones de gases efecto invernadero y escenarios climáticos, así como por sus comentarios que enriquecieron en gran medida la calidad del presente trabajo, particularmente a la Bióloga Julia Martínez Fernández y su equipo de trabajo: Luis Conde Álvarez, Ana Cecilia Conde Álvarez, Israel Laguna Monroy, Rosa Irma Trejo, María de Lourdes Villers, Alejandro Monterroso Rivas, Gloria Salas Cisneros, Karina Leal, Alfredo Leal, Yusif Salib Nava, José Luis Pérez Damián y Miriam Nava Assad.

Finalmente queremos agradecer la participación del Centro Mario Molina en la revisión técnica del Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero, por medio de sus comentarios también contribuyeron en gran medida a la realización del presente trabajo.



EQUIPO TÉCNICO

COORDINADORES GENERALES DEL PROYECTO: ELABORACIÓN DEL PROGRAMA ESTRATÉGICO ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL ESTADO DE MÉXICO.

PATRICIA MIRELES LEZAMA

ESPECIALISTAS

VULNERABILIDAD

LUIS RICARDO MANZANO SOLIS

DOLORES MAGAÑA LONA

PATRICIA FLORES OLVERA

ARMANDO REYES ENRIQUEZ

ARTURO VILCHIS ONOFRE

MITIGACION

GUSTAVO ALVAREZ ARTEAGA

BELINA GARCIA FAJARDO

PAULA SOFIA MORENO PIÑA

ROSA ESMERALDA GONZALEZ IRINEO

JUAN CARLOS SÁNCHEZ MEZA.

ADAPTACION

GUSTAVO ALVAREZ ARTEAGA

BELINA GARCIA FAJARDO

PAULA SOFIA MORENO PIÑA

ROSA ESMERALDA GONZALEZ IRINEO

ADRIANA ALCANTARA ANGELES

ISIDRO ROGEL FAJARDO

JIMENA PATRICIA PASTOR MIRELES

MARISELA BERENICE PARDO
HERNÁNDEZ.

ASESOR

MA. ESTELA OROZCO HERNÁNDEZ.



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO





CONTENIDO

Índice de figuras	9
Índice de tablas.....	16
RESUMEN EJECUTIVO.....	18
1. GENERALIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	25
1.1 El fenómeno del cambio climático	26
1.2 Cambio climático en el contexto internacional	30
1.3 Cambio climático en el contexto nacional	31
1.4 Panorama general del cambio climático en el Estado de México	34
2. GENERALIDADES DEL ESTADO DE MÉXICO	36
2.1 Localización	37
2.2 Fisiografía	38
2.3 Geología	39
2.4 Edafología	40
2.5 Clima.....	41
2.5.1 Temperatura	42
2.5.2 Precipitación	43
2.6 Recursos naturales	43
2.6.1 Recurso hídrico	43
2.6.2 Biodiversidad	46
2.6.3 Uso actual del suelo.....	47
2.7 Población.....	48
2.7.1 Distribución de la población en zonas metropolitanas	51
2.7.2 Índices de marginación y pobreza.....	52
2.7.3 Educación	53



2.7.4 Salud.....	55
2.8 Economía	56
2.8.1 Infraestructura.....	57
2.8.2 Productividad	58
2.8.3 Servicios y vivienda	59
2.8.4 Desechos.....	60
2.9 Energía eléctrica y combustibles fósiles	67
2.9.1 Producción de energía eléctrica	67
2.9.2 Consumo de energía eléctrica	68
2.9.3 Combustibles fósiles	69
2.9.4 Intensidad energética.....	71
2.9.5 Consumo de energía per cápita	71
3. INVENTARIO ESTATAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.....	73
3.1 Inventario Estatal de GEI.....	75
3.2 Metodología	75
3.3 Desarrollo general	77
3.4 Panorama general	79
3.4.1 Emisiones de GEI por gas	82
3.4.2 Emisiones de gas por sector o categoría.....	86
3.4.3 Tendencia de las emisiones de los GEI para los años 2005 y 2010.....	90
3.4.4 Indicadores relevantes de las emisiones de GEI	91
3.4.5 Comparación nacional.....	92
3.4.6 Análisis de incertidumbre.....	93
3.5 Conclusiones	94
4. VULNERABILIDAD POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MÉXICO	96



4.1 Caracterización del clima observado	97
4.1.1 Clima presente	97
4.1.2 Comportamiento histórico de temperatura y precipitación e indicios de Cambio Climático	99
4.1.3 Vulnerabilidad ante las condiciones climáticas	106
4.1.4 Vector transmisor del dengue	111
4.1.5 Vulnerabilidad vinculada a eventos hidrometeorológicos	112
4.2 Escenarios de clima futuro en el Estado de México	117
4.2.1 Escenarios de temperatura	120
4.2.2 Escenarios de precipitación	129
4.3 Vulnerabilidad estatal ante las condiciones climáticas futuras	132
4.3.1 Vulnerabilidad ante los escenarios de temperatura.....	132
4.3.2. Vulnerabilidad ante los escenarios de precipitación	135
5. OPORTUNIDADES DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	140
5.1 Sector Energía	145
5.1.1 Escenario de referencia	149
5.2 Sector Residuos	160
5.2.1 Residuos sólidos.....	160
5.2.2 Aguas residuales	163
5.3 Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	169
5.4 Agricultura y ganadería	173
6. LÍNEAS DE ACCIÓN PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	178
6.1 Sector hídrico	183
6.2 Agricultura y ganadería	192
6.2.1 Género y Agricultura.....	194



6.3 Ecosistemas forestales 199

 6.3.1 Género y Ecosistemas Forestales 202

6.4 Asentamientos Humanos 205

6.5 Patrimonio Cultural 210

6.6 Salud Humana 215

Conclusiones de los capítulos de mitigación y adaptación..... 225

Referencias..... 234

ANEXOS.....248

 Lista de acrónimos..... 249

 Listas de compuestos químicos..... 251

 Lista de unidades 252

 Glosario..... 253

 Anexo A. Localidades del Estado de México expuestas en zonas susceptibles a inundación y remoción en masa 261

 Anexo C. Estrategias adicionales de Mitigación..... 270

 Anexo D. Estrategias adicionales de Adaptación 276

 Anexo E Distribución de enfermedades diarreico-infecciosas, infecciones respiratorias agudas y dengue. 280

Índice de figuras

Figura 1. 1. Efecto invernadero 27

Figura 1.2 Promedio de temperatura decadal en la superficie de la Tierra 28

Figura 1.3. Pilares de la ENACC 33

Figura 2.1. Mapa de localización del Estado de México..... 37

Figura 2.2. Provincias y sub-provincias fisiográficas del Estado de México 39



Figura 2.3. Geología del Estado de México	40
Figura 2.4 Mapa del clima del Estado de México	42
Figura 2.5 Regiones hidrológicas del Estado de México	44
Figura 2.6 Uso de suelo en el Estado de México	48
Figura 2.7 Proyecciones de la población para el periodo 2010 – 2050.....	49
Figura 2.8 Pirámide poblacional del Estado de México (miles de habitantes).....	50
Figura 2.9 Mapa de las zonas metropolitanas.....	51
Figura 2.10 Grado de marginación por municipio.....	53
Figura 2.11 Zona Industrial Lerma e Industria en la ZMVCT	58
Figura 2.12 Tiradero en Huehueteca.....	61
Figura 2.13 Forma de desechar los RSU, 2010 (%)......	61
Figura 2.14 Tiraderos clandestinos y desecho en barrancos, fotografía de Zumpango.....	62
Figura 2.15 Porcentaje de materiales valorizables recolectados según su tipo, 2010	63
Figura 2.16 Porcentaje de Residuos Peligrosos por tipo	64
Figura 2.17 Porcentaje de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por proceso, 2011 .	65
Figura 2.18 Distribución porcentual de los puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, según tipo de cuerpo receptor, 2010.....	65
Figura 2.19 Canal de desagüe. Planta Lerma	66
Figura 2.20 Contenido del lecho de canales como sedimentos y residuos sólidos urbanos	66
Figura 2.21 Comportamiento anual de la producción, ventas y número de usuarios en la entidad, periodo 2005-2010.....	68
Figura 2.22 Porcentaje de ventas internas de energía eléctrica por sector en la entidad, para el 2010	69
Figura 2.23 Consumo de combustibles por sector en la entidad, 2010.....	70
Figura 2.24 Intensidad energética y PIB, en el año 2005 y 2010	71
Figura 2.25 Consumo de energía per cápita y población, en el 2005 y 2010.....	72
Figura 3.1. Diagrama general de emisiones de GEI para el Estado de México (2010).....	81



Figura 3.2. Contribución porcentual de las categorías en las emisiones de GEI. 82

Figura 3.3. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 83

Figura 3.4. Emisiones de metano (CH₄), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 84

Figura 3.5. Emisiones de óxido nitroso (N₂O), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 85

Figura 3.6. Emisiones de Tetrafluorometano (CF₄) y Hexafluoroetano (C₂F₆), por actividad de producción de metales, en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 86

Figura 3.7. Emisiones del sector Energía Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 87

Figura 3.8. Emisiones del sector Procesos Industriales, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 87

Figura 3.9. Emisiones del sector Agricultura, Gg de CO₂ eq, 2005 y 2010. 88

Figura 3.10. Emisiones del sector USCUSyS, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 89

Figura 3.11. Emisiones del sector Desechos, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010. 90

Figura 3.12. Tendencias de emisiones GEI, 2005 y 2010. 91

Figura 3.13. Índice de emisiones GEI y población en el Estado de México, 2005 y 2010. 91

Figura 3.14. Índice de emisiones y PIB en el Estado de México, 2005 y 2010. 92

Figura 3.15. a) Porcentaje de emisiones GEI del Estado de México con respecto al Inventario Nacional en el 2010, b) Contribución porcentual para los sectores de Agricultura, Energía. Procesos Industriales, USCUSyS y Desechos, con respecto al Inventario Nacional en el 2010. 93

Figura 4.1 Clasificación climática del Estado de México de acuerdo con García (1987)..... 98

Figura 4.2 Diagrama de Termohietas, Estado de México (1950-2010) 99

Figura 4.3. Indicadores de precipitación, estación Chapingo en el periodo 1963-2006.....102

Figura 4.4. Indicadores de precipitación, estación Presa El Tigre en el periodo 1961-2000.....102

Figura 4.5. Indicadores de precipitación, estación Aculco en el periodo 1961-2002.103

Figura 4.6. Indicadores de precipitación, estación Polotitlán en el periodo 1961-1999.....103

Figura 4.7 Comportamiento interanual de temperatura máxima y mínima extremas en estaciones de distintas zonas del Estado de México.....103

Figura 4.8 Periodos secos y húmedos en la estación Temascaltepec (1976 - 1999).....104

Figura 4.9 Periodos secos y húmedos en la estación Presa Colorines (1962-1988).104

Figura 4.10 Periodos secos y húmedos en la estación Palizada (1961-1999).....105



Figura 4.11 Periodos secos y húmedos en la estación San Pedro Nexapa (1968-1987)105

Figura 4.12 Grafica de los periodos secos para los años 2006, 2007, 2008, 2009.....107

Figura 4.13 Regiones de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva para los años 2006, 2007, 2008, 2009108

Figura 4.14 Representación espacial de riesgo de incendios para el Estado de México.110

Figura 4.15 Comportamiento temporal de incendios forestales en el año, de acuerdo al peligro....111

Figura 4.16 Vulnerabilidad al vector de dengue en el Estado de México con base en datos 2002-2011.112

Figura 4.17 Susceptibilidad a inundaciones en el Estado de México.113

Figura 4.18 Días con heladas en el Estado de México, periodo de análisis 1960-2000.....114

Figura 4.19 Número acumulado de días con granizadas en el Estado de México, periodo de análisis 1965-2010.....115

Figura 4.20 Susceptibilidad a procesos de remoción de masa en el Estado de México116

Figura 4.21 Rutas de Concentración Representativa (RCP) empleadas en los MCG para la elaboración de escenarios climáticos118

Figura 4.22 Temperatura media anual en el Estado de México.....120

Figura 4.23 Proyección de la temperatura media para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6121

Figura 4.24 Proyección de la temperatura media para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6122

Figura 4.25 Proyección del cambio en la temperatura media para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....123

Figura 4.26 Temperatura máxima en el Estado de México124

Figura 4.27 Proyección de la temperatura máxima para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6.....125

Figura 4.28 Proyección de la temperatura máxima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....125

Figura 4.29 Proyección del cambio en la temperatura máxima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....126



Figura 4.30 Temperatura mínima en el Estado de México.....127

Figura 4.31 Proyección de la temperatura mínima para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6.....128

Figura 4.32 Proyección de la temperatura mínima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.128

Figura 4.33 Proyección del cambio de la temperatura mínima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....129

Figura 4.34 Precipitación total anual en el presente.130

Figura 4.35 Porcentaje de cambio en la precipitación diaria para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6.....131

Figura 4.36 Porcentaje de cambio en la precipitación diaria para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....131

Figura 4.37 Proyección del cambio de la precipitación diaria para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.....132

Figura 4.38 Municipios del Estado de México con alta y muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.....133

Figura 4.39 Localidades del Estado de México con muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.133

Figura 4.40 Zonas de cultivo de temporal (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.....134

Figura 4.41 Zonas de bosque de coníferas (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.....135

Figura 4.42 Localidades del Estado de México con muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6.....136

Figura 4.43 Zonas de cultivo de temporal (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6.137

Figura 4.44 Zonas urbanas (2008) y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6.....138



Figura 4.45 Zonas urbanas (2008) y localidades con alta marginación (2010) y su ubicación respecto al escenario proyectado de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6139

Figura 5.1 Curva de costos de abatimiento por tonelada de CO₂ eq para las diferentes opciones de mitigación.....142

Figura 5.2. Instituciones vinculadas con las estrategias de mitigación ante el cambio climático....144

Figura 5.3 Tendencia de las emisiones de GEI en el sector industrial y potencial de mitigación ...146

Figura 5.4 Zonas metropolitanas del Valle de Toluca y Cuautitlán-Texcoco.147

Figuras 5.5 Ejemplos de uso de eco-tecnologías en viviendas: uso de paneles solares, lámparas Led y construcción bioclimática en Temoaya y Zinacantepec.148

Figura 5.6 Uso de diferentes combustibles, por un lado gas LP y por el otro, biomasa148

Figura 5.7 Proyecciones de la demanda energética y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación para el periodo 2005-2050152

Figura 5.8 Escenario de mitigación en contraste con el escenario de referencia de las emisiones de GEI para el periodo 2005-2050153

Figura 5.9 Proyección de la demanda de energía en el subsector de transporte y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación.....155

Figura 5.10 Proyección de la demanda de energía en el subsector industrial y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación.....157

Figura 5.11 Proyección de la demanda de energía en el subsector residencial y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación.....158

Figura 5.12 Aguas residuales en el municipio de Lerma163

Figura 5.13 Planta de RECICLAGUA con gran capacidad de tratamiento e instalaciones de CONAGUA164

Figura 5.14 Ecosistema forestal en el Municipio de Lerma169

Figura 5.15 Ecosistemas forestales APFF del Nevado de Toluca; selva baja Ixtapan de la Sal; bosque de encino Zacazonapan170

Figura 5.16 Cultivo de maíz y actividad ganadera.....173

Figura 5.17 Prácticas ganaderas de traspatio.....174

Figura 6.1. Instituciones vinculadas con las estrategias de adaptación ante el cambio climático ...182



Figura 6.2 Sequías y disminución de los cuerpos de agua afectan las actividades humanas, Pánuco.183

Figura 6.3 Balance de los acuíferos del Estado de México en el 2009184

Figura 6.4. Cambios en la capa de hielo del Xinantécatl, años 2000, 2006, 2009 y 2012185

Figura 6.5 Emisiones en diferentes formas187

Figura 6.6 Uso de largas mangueras para abastecer de agua a comunidades y viviendas en medios rurales y encharcamientos por lluvias torrenciales en el Balsas188

Figura 6.7: Prácticas agrícolas en el Estado de México193

Figura 6.8 Factores relacionados con el género, el cambio climático y la seguridad alimentaria: un marco analítico195

Figura 6.9 Incendios Forestales en el Estado de México (2006-2009)200

Figura 6.10 Vegetación Afectada por incendio forestal en el Estado de México201

Figura 6.11. Museos de la ciudad de Toluca213

Figura 6.12 Impactos del cambio y la variabilidad climática en la salud humana.....215

Figura 6.13. Atención a población derechohabiente (%) por las instituciones de salud en el Estado de México (2010).....216

Figura 6.14 Servicios de Salud en el Municipio de Toluca.....216

Figura 6.15 Distribución de casos de dengue clásico por jurisdicción sanitaria en el Estado de México 2008-2013.....217

Figura 6.16 Casos de paratifoidea y salmonelosis por jurisdicción sanitaria en el Estado de México 2008-2012.....218

Figura 6.17 Distribución de casos de infecciones respiratorias en el Estado de México 2008-2013.219

Figura 6.18 Flujo de Financiamiento para Cambio Climático (en miles de millones de USD)229

Figura 6.19 Instituciones de financiamiento230



Índice de tablas

Tabla 1.1 Gases de efecto invernadero considerados por el Protocolo de Kioto	29
Tabla 2.1 Superficie que ocupan los diferentes tipos de suelos en la entidad	41
Tabla 2.2 Almacenamiento de las presas del Estado de México	45
Tabla 2.3 Balance de acuíferos en el Estado de México en hectometros cúbicos (hm ³).....	45
Tabla 2.4 Especies por grupos taxonómicos reportadas en el Estado de México.....	46
Tabla 2.5 Uso de suelo 2010	47
Tabla 2.6 Categoría de las áreas protegidas	47
Tabla 2.7 Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2010	49
Tabla 2.8 Municipios más poblados del Estado de México	52
Tabla 2.9 Sistema educativo del Estado de México ciclo escolar 2010-2011.....	55
Tabla 2.10 Energía eléctrica producida en GW/h por tipo de planta en el Estado de México, 2005-2010	67
Tabla 2.11 Ventas de energía eléctrica (en GW/h) por sector, en el periodo 2005-2010.....	69
Tabla 2.12 Consumo de combustibles en Peta Joules por sector, periodo 2005 y 2010	71
Tabla 3.1. Potencial de Calentamiento Global (Conversión a CO ₂ eq).....	77
Tabla 3.2. Sectores y subsectores que integran el Inventario de GEI, insumos de información y gas emitido a la atmósfera.	78
Tabla 3.3. Total de emisiones en Gg de CO ₂ eq para los años 2005 y 2010.....	80
Tabla 3.4 . Emisiones totales en (Gg de CO ₂ eq), de los Sectores para el Estado de México y lo reportando en la Quinta Comunicación Nacional	93
Tabla 3.5. Análisis de Incertidumbre para el Inventario Estatal de emisiones GEI, 2005 y 2010....	94
Tabla 4.1 Índices de cambio climático del ETCCDI	99
Tabla 4.2 Estaciones seleccionadas para el análisis de indicios de Cambio Climático.....	100
Tabla 4.3. Modelos de Circulación General que se acoplaron para el caso de México.	119
Tabla 5.1 Variedades de pastos en el Estado de México.....	175



Tabla 6.1 Impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos189

Tabla 6.2 Variedad de maíz y variación porcentual para los años 2005, 2010 y 2012.193

Tabla 6.3 Nuevas regiones incluidas en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria PESA 2013195

Tabla 6.4 Tipos de vegetación presentes en el territorio estatal y su grado de afectación ante el cambio climático.....199

Tabla 6.5 Porcentajes de Población Urbana y Rural del Estado de México en 2010205

Tabla 6.6. Total habitantes y porcentaje de población por grupos de edad según las zonas metropolitanas del Estado de México en 2010206

Tabla A.1. Localidades urbanas expuestas a zonas de alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa261

Tabla A.2. Localidades urbanas expuestas a zonas de mediana susceptibilidad a procesos de remoción en masa.263

Tabla A.3. Localidades urbanas expuestas a zonas de alta susceptibilidad a inundación266

Tabla A.4. Localidades urbanas expuestas a zonas de media susceptibilidad a inundación267

Tabla D.1 Distribución de casos de dengue en el Estado de México 2008-2013280

Tabla D.2 Distribución de casos de enfermedades infecciosas y parasitarias en el Estado de México 2008-2013281

Tabla D.3 Distribución de casos de infecciones respiratorias en el Estado de México 2008-2013.282

Tabla D.4 Vulnerabilidad de la población ante el cambio climático en la salud283



RESUMEN EJECUTIVO

La realización del PEACC Estado de México ha sido posible gracias al trabajo coordinado entre la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), las Facultades de Planeación Urbana y Regional (FaPUR), Facultad de Geografía (FG) y Facultad de Química (FQ) de La Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) y la oficina en México del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El documento pretende dotar al estado de un instrumento de planeación que integre, articule y coordine las acciones y políticas públicas en materia de cambio climático en la entidad, promueva la vinculación gobierno-academia-sociedad civil para, en primera instancia entender el cambio climático y las implicaciones que éste tendrá en el mediano y largo plazo sobre la sociedad mexiquense, los sistemas productivos locales y los recursos naturales. En segundo término se proponen los ejes estratégicos y líneas de acción para la mitigación y adaptación del contexto estatal ante el cambio climático. El PEACC reporta los avances logrados por la entidad en la materia, integra la información sobre el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2010, los escenarios climáticos históricos y futuros, así como los escenarios de mitigación y vulnerabilidad en el mediano y largo plazo.

Contribución del Estado de México al cambio climático

De acuerdo al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (Capítulo 3), las emisiones para la entidad, expresadas en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq) en el año de 2005 fueron de 40,628.4 Gg, en tanto que para el 2010 éstas ascendieron a 46,746.8 Gg, lo cual representó un incremento general del 15.08% durante este periodo. Por lo que respecta a las emisiones de 2010, el principal sector emisor es el de Energía con 24,706 Gg (58.24%), siendo la principal fuente de emisión la quema de combustibles fósiles, seguido de Desechos con 12,487.5 Gg (26.71%), Procesos Industriales 3,237.1 Gg (6.92%), Agricultura 3,388.3 Gg (7.25%) y USCUS con 2,937.7 Gg (6.28%). Los GEI emitidos y cuantificados para este año fueron: CO_2 (62.96%), CH_4 (28.45%), N_2O (6.04%), CF_4 (2.34%) y C_2F_6 (0.31%). Dentro de este contexto cabe resaltar la creciente importancia del sector Desechos que refleja la tasa de crecimiento más elevada por sector, influida principalmente por las emisiones de metano en las actividades de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas industriales y domésticas.

De acuerdo a las estimaciones realizadas para la entidad mexiquense, las emisiones por habitante mostraron una tendencia creciente al pasar de 2.8 a 3.0 t de CO_2eq entre 2005 y 2010, por lo que de seguir esta tendencia, en el 2050 la entidad estarían emitiendo aproximadamente 126,232 Gg de CO_2eq .



Ubicando a las emisiones del Estado de México en el contexto nacional, con cifras de la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el estado contribuye con 6.25 % de las emisiones totales nacionales.

Vulnerabilidad por el Cambio Climático en el Estado de México

El estudio de las variables climáticas históricas dentro del marco geográfico estatal (Capítulo 4), permite identificar espacialmente aquellas zonas con mayor vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos y que generalmente están asociadas a desigualdades sociales y de género, así como a una planeación ineficiente de la infraestructura. De forma específica, el Estado de México presenta áreas de mayor susceptibilidad a inundaciones en la porción sur del territorio, así como en las planicies de los valles de Toluca y México. Otro fenómeno importante a considerar son los procesos de remoción en masa que afectan principalmente a las zonas montañosas del estado y cuya importancia radica en que pueden llegar a afectar asentamientos humanos, actividades primarias y zonas de interés para la conservación del ambiente. Las sequías prolongadas también se constituyen como un factor de vulnerabilidad, para los sectores agrícola y forestal; al respecto se identificaron tres regiones con periodos secos mayores a 62 días consecutivos y que se encuentran en la porción suroeste, en el centro sur y al poniente del estado. Como una consecuencia de la temporada de estiaje, cobran especial relevancia los incendios forestales debido a que la entidad mexiquense ocupa uno de los primeros lugares en el país en cuanto a la incidencia de estos eventos. Aunado a lo anterior, también debe destacarse la propagación de enfermedades relacionadas con el clima como el dengue, sobre todo en municipios del sur de la entidad, siendo niños y mujeres los segmentos de población más afectados por este tipo de enfermedades. Otros fenómenos climatológicos importantes son las heladas y granizadas, cuya mayor incidencia coincide con las regiones de mayor vocación agrícola y pecuaria.

Para construir los escenarios de proyección climática en el Estado de México en el futuro cercano (2015-2039) y lejano (2039-2075), se empleó la información disponible en el INECC que corresponde a proyecciones climáticas bajo los diferentes escenarios o Rutas de Concentración Representativa (RCP) (Capítulo 4).

Las proyecciones bajo el escenario RCP.6, representado por condiciones ideales de desarrollo que no afectan significativamente al clima estiman que para el año 2099 podrían darse incrementos en la temperatura media anual de entre 2.8 y 3°C y temperaturas mínimas y máximas mensuales mayores a 3°C con respecto al escenario base del INECC. En lo relativo a la precipitación, la proyección empleada muestra una tendencia de mayor humedad en la zona sur del estado (cuenca del Balsas), con valores mayores a 3 mm/día (dato que deberá ser corroborado en proyecciones futuras, en tanto que para las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco los valores probables se sitúan entre 2 y 3 mm/día, condición que se conserva en el escenario lejano. El comportamiento de los modelos advierte una



tendencia de disminución de la precipitación, en promedio de una décima de milímetro por día en todo el Estado de México para 2099.

Vulnerabilidad estatal ante las condiciones climáticas futuras

Si bien es necesario reconocer la necesidad de realizar estudios para profundizar en el tema de la vulnerabilidad ante el cambio climático en la entidad mexiquense, es posible inferir a través de la información disponible que los cambios en los patrones de temperatura y precipitación proyectados ocasionarán afectaciones para las comunidades humanas y los ecosistemas naturales, en el caso de las primeras, podrían registrarse incrementos en la prevalencia de enfermedades gastrointestinales, dengue, disminución de disponibilidad de agua para comunidades rurales y urbanas, afectaciones a actividades productivas primarias, particularmente a la agricultura de temporal. Tal y como lo ha reconocido el IPCC, estos impactos se distribuyen de manera diferenciada (IPCC, 2001) entre las regiones, generaciones, edades, clases, ingresos, ocupaciones y sexos. Así mismo, se prevé que de las comunidades vegetales asentadas en el territorio estatal, sean los bosques templados de oyamel, pino y encino los más afectados por el incremento de temperatura y que esto se traduzca en su paulatino desplazamiento hacia zonas de mayor altitud o bien tiendan a reducir su cobertura.

Oportunidades de mitigación ante el cambio climático

La ley General de Cambio Climático, publicada en junio de 2012 y posteriormente la Estrategia Nacional de Cambio Climático reconoce la necesidad de implementar acciones en materia de mitigación de GEI que sean encausadas por los diferentes órdenes de gobierno. De esta forma, la estrategia estatal de mitigación de emisiones (Capítulo 5), implica la acción en dos grandes temas: 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 lo son el sector Energía y Desechos. El segundo es el incremento de los almacenes de carbono terrestres en la biomasa vegetal, suelos agrícolas y forestales. La definición de las propuestas de mitigación tuvo como punto de partida la identificación de los diferentes instrumentos normativos y de planeación de la política de cambio climático a nivel federal y estatal. Se detectaron las instancias de gobierno así como los planes y programas existentes con objeto de identificar la transversalidad de las instituciones y el fortalecimiento de los instrumentos de regulación, administración, económicos y sociales en materia de cambio climático.

La naturaleza de las acciones de mitigación propuestas obedece a criterios de factibilidad, priorizando la implementación de aquellas con alto potencial de mitigación y beneficios económicos a corto y mediano plazo, sin dejar de lado la implementación a mediano plazo de otro paquete de acciones que requerirán de la inyección de mayores recursos económicos de fuentes privadas y gubernamentales.



Sector energía

El sector energía emitió 24,706.19 Gg de CO₂ eq, lo que representó el 52.8 % de las emisiones para 2010. Para conocer la proyección de demanda y consumo de energía en el estado, se construyeron los escenarios futuros de emisiones mediante la aplicación software especializado, partiendo de información demográfica y económica de instancias gubernamentales, fuentes de energía utilizada e intensidad energética. Con respecto al escenario de mitigación proyectado, se plantean acciones principalmente en los subsectores de transporte y vivienda urbana. Para el sector industrial las medidas de mitigación se encaminan a incentivar el uso de combustible de mayor rendimiento y con menor índice de emisión contaminante. Bajo el escenario de mitigación propuesto, se estima una reducción de cinco mil millones de Gigajoules, lo que representaría una disminución aproximada del 25 % de las emisiones con respecto al escenario base.

Para el sector Energía se identificaron cuatro ejes estratégicos y ocho líneas de acción relacionados con la gestión y manejo eficiente de la energía en fuentes fijas y móviles, eficiencia de equipos electrodomésticos e industriales, ahorro de energía, así como temas de legislación y educación de la población y actores económicos.

En el sector Residuos, conformado por los residuos sólidos y aguas residuales, segundo en la emisión de GEI, se identificaron dos ejes estratégicos y cinco líneas de acción que contemplan medidas para la gestión integral de residuos sólidos urbanos, aguas residuales, así como implementación de políticas pública, incentivos económicos, investigación y educación para este sector.

En el sector USCUSyS se proponen un eje estratégico y dos líneas de acción tendientes a reducir las emisiones de GEI mediante la conservación de los sumideros de carbono en los sistemas forestales, incrementar el carbono almacenado en sistemas alterados por el cambio de uso mediante prácticas de reforestación y conservación y finalmente, emprender acciones de monitoreo y verificación.

En el sector Agricultura, que contempla tanto las actividades agrícolas como pecuarias, se identificaron dos ejes estratégicos y dos líneas de acción que involucran acciones para la gestión de los suelos agrícolas, manejo de fertilizantes, técnicas de cultivo, control y disminución de emisiones por fermentación entérica y manejo de estiércol.

Adaptación al Cambio Climático

El tema de adaptación ante el cambio climático (Capítulo 6), está ampliamente relacionado con los escenarios de vulnerabilidad presente y futura previamente expuestos en el Capítulo 4. En este apartado se analizan la relación entre las comunidades humanas, sus actividades y los recursos bióticos y abióticos frente a las posibles consecuencias del cambio climático.



Sin duda que el tema del manejo de los recursos hídricos debe ocupar un lugar importante en los planes de adaptación; el sistema hidrológico responde 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 importante 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. Para este sector se identificó un eje estratégico, relacionado con el manejo eficiente del agua de uso habitacional, industrial y agrícola; el manejo integrado de cuencas hidrológicas, ordenamiento territorial, diseño y mantenimiento de infraestructura hidráulica y finalmente educación y participación de la sociedad.

La adaptación de los asentamientos humanos reviste gran importancia de cara a las acciones de adaptación 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 Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT); la primera con una población aproximada de 20 millones de habitantes y la segunda con casi dos millones de habitantes. Las proyecciones prevén que la magnitud de los impactos del cambio climático estará sujeta sobre todo al nivel de vulnerabilidad de la población de bajos ingresos que habita en zonas de riesgo a fenómenos naturales. Las principales medidas de adaptación agrupadas en un eje estratégico y cuatro líneas de acción involucran la elaboración de un atlas de riesgo, el reordenamiento de los asentamientos urbanos y rurales, la dotación de servicios básicos en zonas marginadas, mejora de la movilidad urbana, atención a la salud, y obras de infraestructura.

Para el sector agricultura, las previsiones sugieren que en un escenario intermedio, el incremento de la temperatura pudiera incidir de forma positiva en la productividad de los principales cultivos de la entidad como es el maíz, sin embargo, deberán adoptarse medidas para afrontar las limitantes en la disponibilidad de agua y nutrientes, además de considerar la posible propagación de plagas antes desconocidas en el territorio estatal. En un escenario de futuro lejano, donde la temperatura se incremente entre 2.8 y 3°C de manera generalizada y la precipitación descienda, se prevén condiciones de mayor vulnerabilidad en el sector, sobre todo para los distritos agrícolas de Atlacomulco, Jilotepec, Toluca y Zumpango. Para el sector se identificaron dos ejes estratégicos y siete líneas de acción dirigidas a promover la resiliencia de los suelos agrícolas a través de la implementación de técnicas de conservación de suelos, uso de variedades criollas de maíz resistentes a la sequía, preservación del material genético, diversificación de cultivos, el fomento de la educación ambiental en las comunidades, mayor difusión de información agroclimática entre productores, programas de sanidad vegetal y manejo de recursos hídricos, entre otras.

Para los ecosistemas forestales, los escenarios de cambio climático sugieren que los bosques templados de coníferas y latifoliadas serán de los ecosistemas más impactados ante los cambios de temperatura y precipitación ya que bajo estas condiciones, podría haber alteraciones en los procesos fisiológicos, cambios en la distribución de especies, disminución de la diversidad biológica y



afectar los servicios ambientales que generan. Si bien se prevé el desplazamiento gradual de las masas forestales en busca de condiciones más propicias para su desarrollo, un tema de investigación a futuro, es la capacidad de respuesta de estos sistemas bajo las condiciones actuales de perturbación que merman su resiliencia ante condiciones adversas. Se identificaron tres ejes estratégicos y seis líneas de acción relacionadas con la implementación de acciones para reducir la vulnerabilidad a través de la restauración de hábitats, el manejo integrado de los recursos hídricos, edáficos y bióticos, la prevención y control de incendios, generación de investigación forestal, preservación de germoplasma, administración eficiente de ANP, así como favorecer el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías de uso sustentable.

La adaptación en el sector salud enfrentará retos importantes para cubrir la creciente demanda de servicios de salud preventiva y curativa en las próximas décadas para atenuar el creciente envejecimiento poblacional, el surgimiento y prevalencia de enfermedades como el dengue, aumento de casos por enfermedades diarreicas y respiratorias ante eventos climáticos, por lo que el Sistema de Salud del Estado de México debe considerar los impactos actuales y potenciales del cambio climático sobre la salud de la población. Para el sector se proponen cuatro ejes estratégicos y nueve líneas de acción, las cuales inciden en la promoción de la salud humana a través de campañas de educación preventiva, fomentar acciones que permitan el bienestar físico, mental y social; control epidemiológico de enfermedades de transmisión como el dengue, mejora de la calidad del aire, entre otras.

Patrimonio cultural. En este documento se reconoce la importancia de preservar su patrimonio cultural frente al cambio climático; las afectaciones que pudieran tenerse en este rubro dependen principalmente del tipo de patrimonio y su relación con el entorno inmediato, de la región e intensidad con que se manifiesten los eventos climáticos, se identifican las posibles condiciones de afectación en evidencias arqueológicas conservadas en el suelo, edificios históricos, maderas y otros tipos de materiales orgánicos, que pudieran estar sujetos a inundaciones, invasión de plagas, tempestades, ráfagas de viento, mayores temperaturas, corrosión y erosión. Se identifica un eje estratégico que incluye acciones preventivas de monitoreo, reportes y mitigación; acciones correctivas tendientes a la adaptación al entorno cambiante a través de estrategias globales y regionales, así como planes de acción local y finalmente a la difusión del conocimiento mediante mejores prácticas, investigaciones, soporte público y privado, educación, entrenamiento, fortalecimiento de habilidades y trabajo en redes.

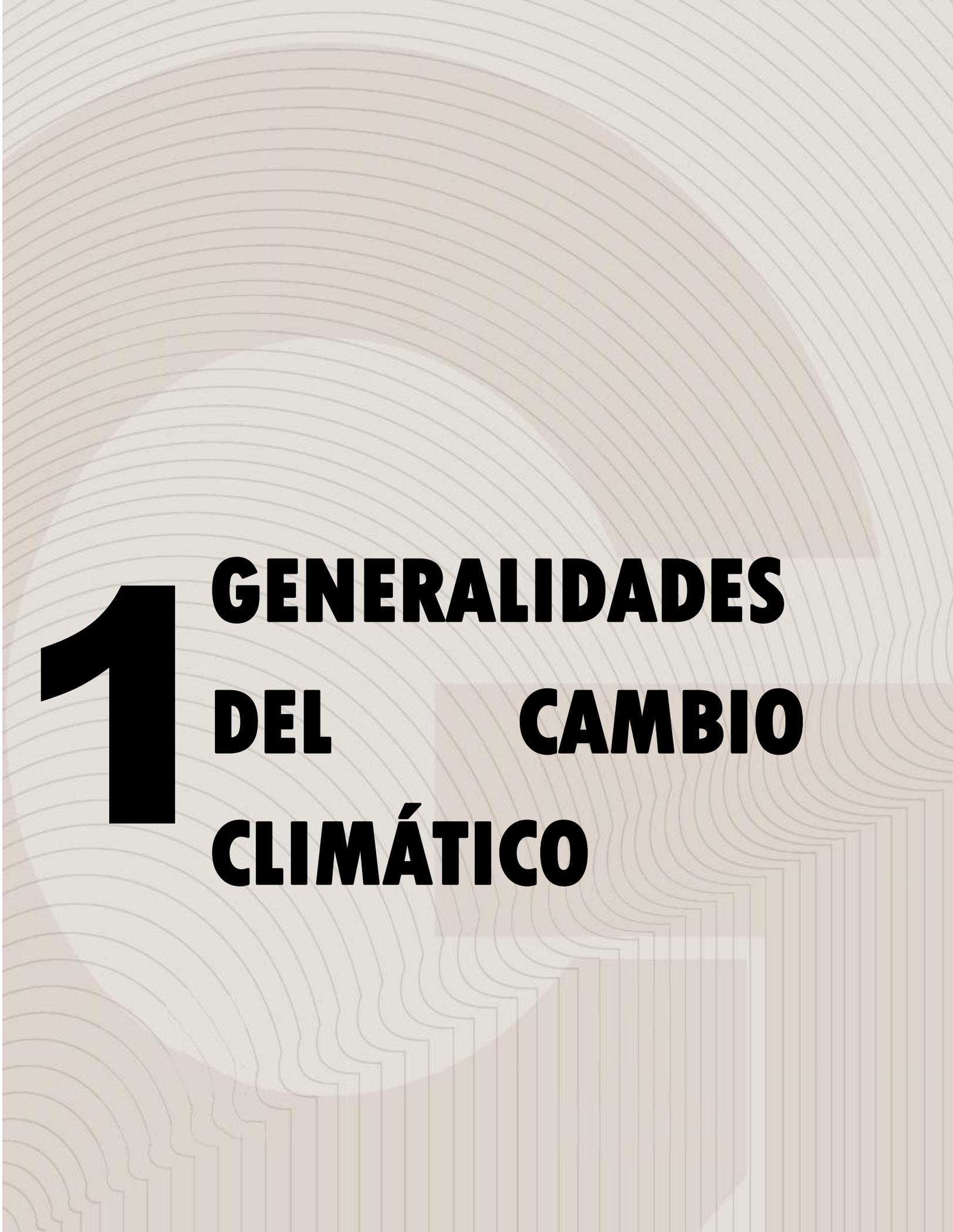
Retos y perspectivas ante el Cambio Climático

La construcción de la agenda estatal de mitigación y adaptación ante el cambio climático deberá ser un ejercicio de perfeccionamiento constante que será enriquecido con la aportación de los diferentes sectores sociales y económicos del estado. Cabe resaltar la inserción en este documento de dos rubros poco trabajados en instrumentos de planeación anteriores como son las cuestiones de género



y preservación del patrimonio cultural. No obstante el avance que representa este documento en materia de planeación ante el cambio climático, por la complejidad y magnitud de este fenómeno en los diferentes ámbitos estatales, es oportuno establecer una agenda de temas que deberán tener especial atención en los instrumentos futuros de planeación y de los cuales se hace una breve descripción por sector:

- Sector hídrico: se recomienda fortalecer la gestión y manejo de los recursos hídricos mediante la integración de los consejos de cuenca en la toma de decisiones, así como fomentar la participación de la población en el cuidado de este recurso.
- Sector agricultura: fomentar el uso de variedades, especialmente de maíz mejor adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas, generar y difundir de manera oportuna información agroclimática confiable que permita planificar los ciclos agrícolas. Fortalecer la actividad académica y de investigación en materia agropecuaria para hacer frente a las demandas futuras de este sector.
- Sector forestal: desarrollo de líneas de investigación aplicada para entender el funcionamiento de los bosques naturales y alterados, incrementar la eficiencia del sector a través manejo integral de bosques.
- Asentamientos humanos: planificar el crecimiento de las zonas metropolitanas con criterios de adaptación al cambio climático; reubicar y/o regularizar los asentamientos humanos irregulares localizados en zonas de riesgo; evaluar la eficacia de conocimientos, prácticas y uso de materiales tradicionales, como alternativas de adaptación.

The background features a large, faint number '1' on the left side, partially overlapping a stylized globe. The globe is composed of concentric, wavy lines representing latitude and longitude, rendered in a light beige color. The overall design is clean and modern, with a focus on the title text.

1 GENERALIDADES 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 (21.0%), argón (0.3%), bióxido 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 (H₂O) y el bióxido de carbono (CO₂).

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 bióxido de carbono (CO₂), 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 (IPCC, 2007). 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 el causante del cambio climático en el planeta.

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 1.2); 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.

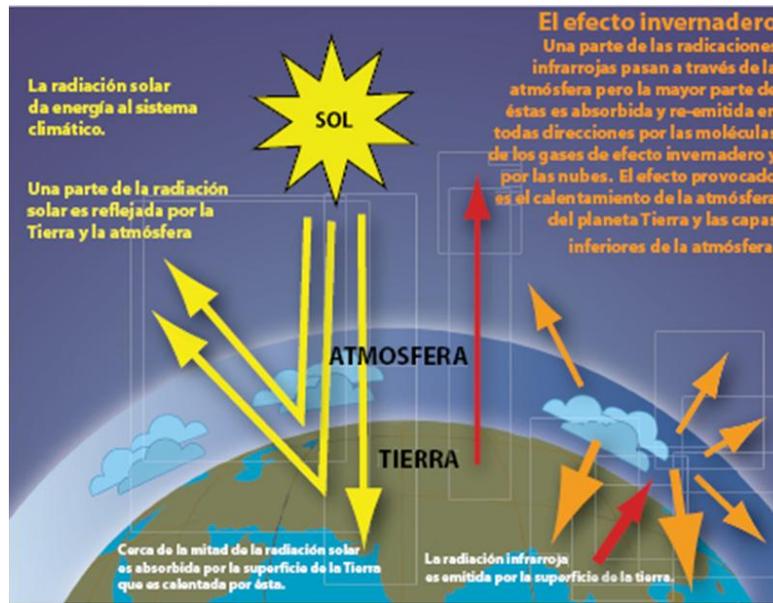


Figura 1. 1. Efecto invernadero

Fuente: IPCC, 2007d

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. Razón por la cual el cambio climático es uno de los problemas ambientales más trascendentales del siglo XXI y uno de los mayores desafíos globales que enfrenta la humanidad (CMNUCC, 2013).

Actualmente existe un 95% de confianza, de que el calentamiento global observado se está desarrollando desde el siglo XX de manera inequívoca y que éste está asociado 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 calientes que cualquier otro periodo desde 1850, probablemente con un incremento de temperatura mayor en los últimos 1400 años (IPCC, 2013). (Figura 1.1)

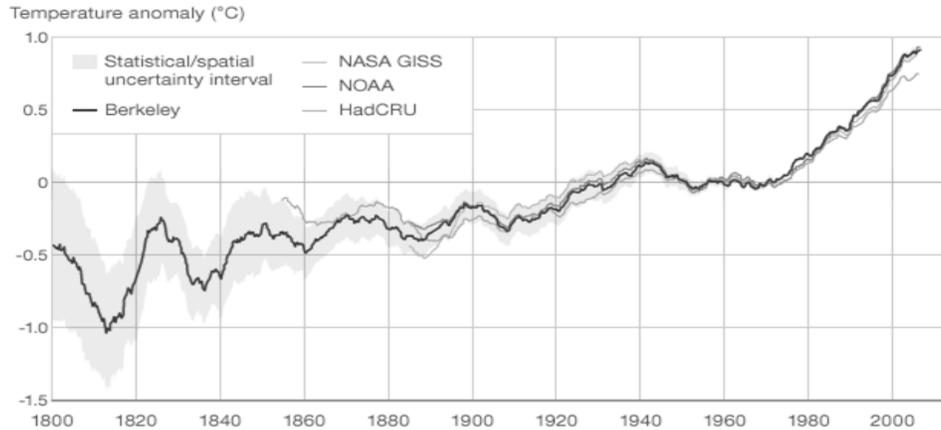


Figura 1.2 Promedio de temperatura decadal en la superficie de la Tierra

Fuente: Berkeley Earth Project, 2011.

Es preciso mencionar que los datos más importantes, enunciados en el Quinto Reporte del IPCC (IPCC, 2013) son los siguientes:

- 0.85°C es lo que ha aumentado la temperatura de la superficie terrestre entre 1880 y 2012.
- 0.19 m subió el nivel del mar entre 1901 y 2010.
- Entre 1.5° y 4.5°C es lo que podría subir la temperatura para el año 2100.
- Entre 26 y 82 cm es el margen de lo que puede subir el nivel del mar en este siglo.

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 transmitidas 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 riesgos incrementales.

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 CO₂, 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.

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 bióxido de carbono (CO₂ e) 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 CO₂e. (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 ₂ e)	GWP-TAR (CO ₂ e)	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 Nítrico	N ₂ O	310	296	120	Uso de fertilizantes, degradación de suelos, algunos usos médicos.
Hidrofluorocarbonos	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-134a	1,300	1,300		
	HFC-152a	140	120		
	HFC-227ea	2,900	3,500		
	HFC-236 fa	6,300	9,400		
Perfluorocarbonos	HFC-4310mee	1,300	1,500	2,600 a 50,000	Refrigerantes industriales, aire acondicionado, producción de aluminio, solventes, aerosoles, producción y uso de halocarbonos.
	CF ₄	6,500	5,700		
	C ₂ F ₆	9,200	11,900		
	C ₄ F ₁₀	7,000	8,600		
Hexafluoruro de Azufre	C ₆ F ₁₄	7,400	9,000	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.
	SF ₆	23,900	22,200		

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.

1.2 Cambio climático en el contexto internacional

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. 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. México fue de los primeros países en ratificar el Protocolo de Montreal, el 31 de marzo de 1988 (UCAI, 2011).

En 1988, la preocupación mundial sobre 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 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC); dicho panel produce 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 y a la fecha ha sido ratificada por 189 países (De Alba, 2004). 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 diecinueve reuniones de la Conferencia de las Partes¹ (COPs). En la COP-3, en 1997, se adopta 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 para abatir los costos de la mitigación

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.



mediante la reducción de emisiones de GEI o la fijación de carbono en otros países, tales 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 (SEMARNAT, 2012).

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 Apropriadas (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.

1.3 Cambio climático en el contexto nacional

En nuestro país se ha realizado diversas actividades para dar cumplimiento a sus compromisos ante la CMNUCC, entre las que se encuentran la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal y la elaboración de las comunicaciones nacionales de México con sus respectivos inventarios de emisiones (Vera, 2011).

México tiene el quinto lugar a nivel mundial en desarrollo de proyectos MDL, mismos que se han desarrollado en las áreas de recuperación de metano, energías renovables, eficiencia energética, procesos industriales y manejo de desechos, entre otros. Para establecer mecanismos de gestión sobre una variable, como la emisión de gases de efecto invernadero, es indispensable contar con procesos oportunos y adecuados de medición de la misma. Como se suele expresar, lo que no se mide no se puede controlar. En este contexto, ha sido prioridad de México la realización y difusión de inventarios nacionales confiables de GEI. La elaboración de estos inventarios responde a los compromisos que como país no desarrollado (No Anexo I) se tienen especificados en la CMNUCC (SEMARNAT, 2012).

El marco jurídico general que proporciona la Convención y su Protocolo, en los últimos años se mostró insuficiente para apoyar las acciones de mitigación y adaptación que México necesitaba emprender. Se puso en marcha entonces un proceso legislativo que desembocaría en una nueva Ley. El 5 de junio de 2012 se firmó el decreto de expedición de la Ley General de Cambio Climático (LGCC) la cual entro en vigor el 10 de octubre de 2012. La expedición de la LGCC representa un avance muy significativo, sobre todo porque imprime 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, y a otras disposiciones jurídicas 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 el PEACC del Estado de México 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, es necesario contar con un 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. Ésta presenta seis pilares fundamentales de la política nacional de cambio climático, que permitirán ser 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). Ver Figura 1.3.

PILARES DE LA POLÍTICA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



Figura 1.2. Pilares de la ENACC

Fuente: ENACC, 2013

Otros instrumentos son el Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC), 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.

Además existe también el Programa Nacional de Cambio Climático (PNCC), como un instrumento de planeación que enmarca la política nacional de cambio climático que emana del Plan Nacional



de Desarrollo. Este instrumento concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la ENACC y considera cuatro componentes para el desarrollo de una política integral para enfrentar el cambio climático: visión de largo plazo, mitigación, adaptación y elementos de política transversal.

1.4 Panorama general del cambio climático en el Estado de México

El Gobierno del Estado de México 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 que tales programas están enfocados a la reducción de contaminantes como el ozono, el 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. Sin embargo fue hasta el año 2009 cuando el Estado de México elaboró una iniciativa formal para el tema de cambio climático, con la finalidad de identificar las actividades y sectores que mayor emisión de GEI generan y optar por establecer medidas de mitigación, así como identificar las zonas más vulnerables de la entidad e implementar líneas de adaptación al fenómeno del cambio climático.

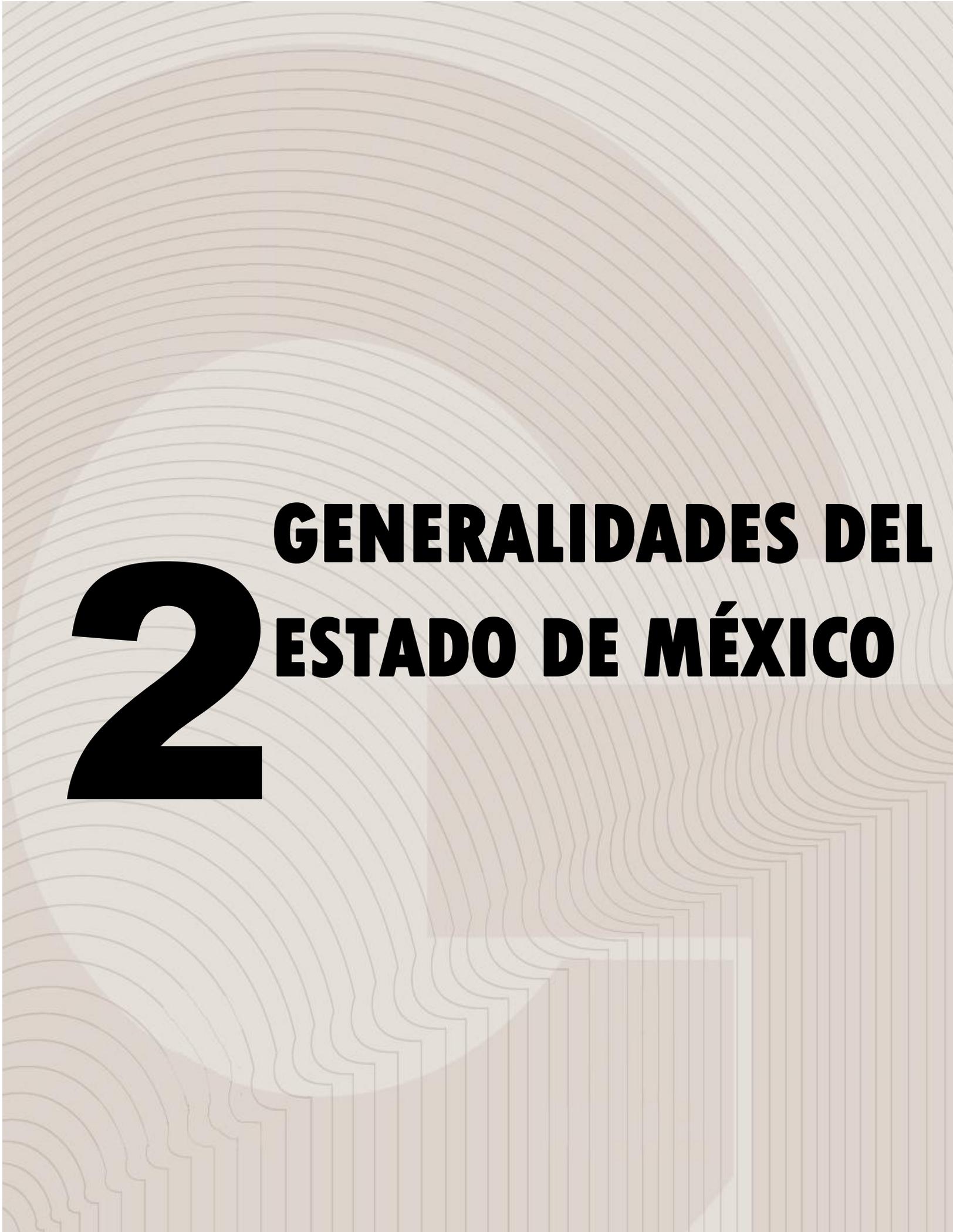
Para continuar con los esfuerzos correspondientes a enfrentar los efectos del cambio climático y mitigar las emisiones estatales de GEI, además de cumplir con el artículo 8º, fracción IV de la LGCC, que establece que las entidades federativas deben "elaborar e instrumentar su programa de cambio climático promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general", el Estado de México elabora el presente documento denominado Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC), en el que se establecen:

- La línea base del inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero (IEEGEI).
- Las acciones de adaptación a los efectos del cambio climático en los principales sectores del Estado de México (agricultura, sector hídrico, asentamientos humanos, salud y recursos naturales) con la inclusión de criterios de igualdad de género y la elaboración de escenarios posibles sobre la vulnerabilidad climática futura del estado para los años 2039, 2075 y 2099.
- Las medidas de mitigación de GEI asumen el compromiso de reducir las emisiones en un 30% al año 2050, con respecto a lo emitido en la entidad en el año 2010, así mismo en éstas se incluyen criterios de igualdad de género.

De manera paralela al PEACC se ha elaborado una iniciativa de Ley Estatal de Cambio Climático, la cual será el instrumento general de gestión del cambio climático en la entidad y que se complementará con medidas específicas para los temas de adaptación y mitigación por medio del



presente documento. Las estrategias propuestas en el PEACC, sirven de base para la elaboración de instrumentos a nivel municipal conocidos como Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN), donde es necesario contar con instrumentos específicos de acción para reducir los efectos del cambio climático a nivel local (como son atlas de riesgos de municipios vulnerables y ordenamientos ecológicos y territoriales).

The background features a series of concentric, light-colored circles that create a ripple effect. A large, bold, black number '2' is positioned on the left side of the page. To the right of the '2', the text 'GENERALIDADES DEL ESTADO DE MÉXICO' is written in a bold, black, sans-serif font, arranged in two lines.

2 GENERALIDADES DEL ESTADO DE MÉXICO



2.1 Localización

El Estado de México se localiza en el centro del país, entre los 18°25' y 20° 17' de latitud norte y los 98°33' y 100°28' longitud oeste. Limita al norte con los estados de Querétaro e Hidalgo, al sur con Morelos y Guerrero, al oeste con Guerrero y Michoacán y al este con Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y el Distrito Federal (Figura 2.1) (SEDAGRO, 2010).



Figura 2.1. Mapa de localización del Estado de México



2.2 Fisiografía

Los límites del Estado de México comprenden áreas que corresponden a dos provincias fisiográficas del país, por un lado la Faja Volcánica Transmexicana, que ocupa la mayor parte de la superficie estatal y por el otro lado la Sierra Madre del Sur, en las porciones sur de la entidad, como se aprecia en la Figura 2.2 (SEDAGRO, 2010).

Así mismo, existen cinco subprovincias fisiográficas las cuales son la Depresión del Balsas, Sierra y Valles Guerrerenses, Mil cumbres, Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo y Lagos y Volcanes de Anáhuac. La subprovincia de la Depresión del Balsas se localiza al suroeste de la entidad, ocupa una superficie de 499, 232 hectáreas que corresponden al 22.2% del territorio estatal y cubre los municipios de Ixtapan del Oro, Santo Tomás, Oztoloapan, 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.

Las Sierras y Valles Guerrerense se localizan al suroeste del estado, cubren una superficie de 101,242 hectáreas que representan el 4.5% del territorio. Abarcan los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonicaco, Zumpahuacán, y parte de Coatepec Harinas, Malinalco, Ocuilan, Tenancingo, Villa Guerrero y Zacualpan.

La subprovincia Mil Cumbres se localiza al oeste del estado, con una superficie de 150,848 hectáreas que representan el 6.7% del territorio. Comprende el municipio de El Oro y parte de Amanalco, Donato Guerra, Jocotitlán, San Felipe del Progreso, Temascalcingo, Temascaltepec, Valle de Bravo, Villa de Allende y Villa Victoria.

Los Llanos y Sierras de Querétaro e Hidalgo se localizan al noroeste del estado, ocupa una superficie de 141, 529 hectáreas que representan el 6.3% del territorio. Los municipios que abarcan son Polotitlán, Soyaniquilpan y parte de Jilotepec, Aculco, Acambay, Chapa de Mota, Apaxco y Huepoxtla.

Los Lagos y Volcanes de Anáhuac se localizan al noroeste y este de la entidad, ocupando una superficie de 1, 357, 144 hectáreas que representan el 60.3% del estado. Abarca 84 municipios en su totalidad y 18 parcialmente.

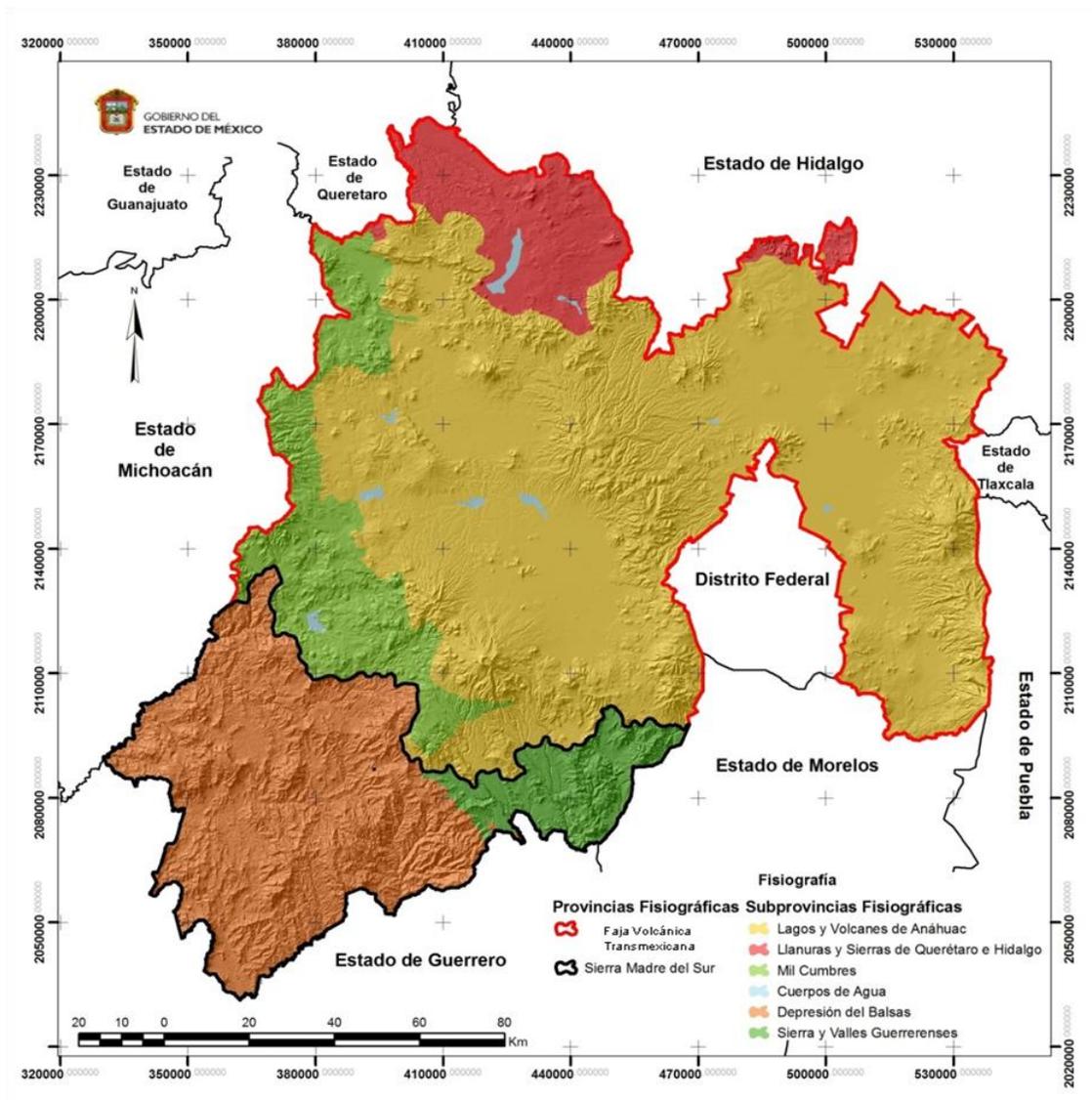


Figura 2.2. Provincias y sub-provincias fisiográficas del Estado de México
Fuente: Base de datos SMAGEM

2.3 Geología

En el Estado de México existe el afloramiento de rocas de dos momentos geológicos el Cenozoico y Mesozoico (Figura 2.3) el cubrimiento superficial las rocas ígneas extrusivas es el que predomina con 1,404,636.6 ha, resultado de la gran actividad vulcanoplástica del estado, las rocas ígneas intrusivas con apenas 7,114.7 ha, las rocas metamórficas ocupan el segundo lugar en cobertura con 292,670.5 ha y las rocas sedimentarias tienen una extensión de 223,191.0 ha, el resto del territorio 305,358.0 ha en zonas selladas por ocupación urbana.

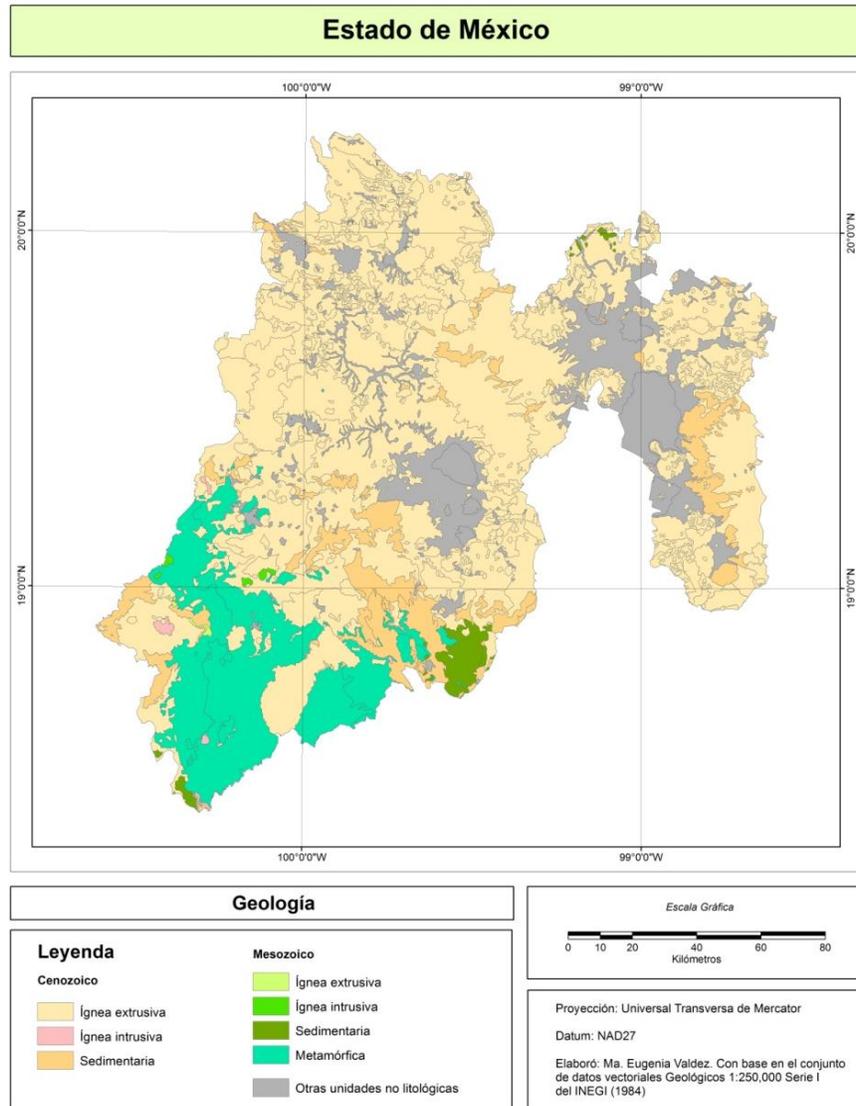


Figura 2.3. Geología del Estado de México

2.4 Edafología

El suelo es un recurso natural no renovable en cronología humana, sobre el que el hombre desarrolla todas sus actividades y es el resultado del intemperismo de las rocas, en diferentes climas y paisajes por lo que en el estado se localizan 17 grupos de suelos (Tabla 2.1) de aquí que el suelo predominante en la entidad es el andosol que se forma a partir de rocas ígneas extrusivas, y su distribución está asociada al paisaje y por ende a su aprovechamiento. Por otro lado, la diversidad de actividades agrícolas pecuarias se debe a la variedad de suelos que existen, siendo los vertisoles y planosoles los grupos con rendimiento mayor a tres toneladas por hectárea de semillas criollas en cultivos de temporal y mayores a cinco toneladas por hectárea en sistema de riego con semillas híbridas en la producción de maíz.

**Tabla 2.1 Superficie que ocupan los diferentes tipos de suelos en la entidad**

Suelo	Hectáreas	Suelo	Hectáreas
Andosol	507,278.1	Luvisol	175,210.6
Arenosol	28,928.0	Feozem	486,895.5
Cambisol	131,614.9	Planosol	103,327.4
Durisol	44,883.5	Regosol	203,349.9
Fluvisol	7,646.7	Solonchak	27,232.6
Gleysol	3,712.7	Umbrisol	10,752.8
Leptosol	171,399.7	Vertisol	226,726.5
Histosol	1,784.3	Suelo urbano	81,354.7

2.5 Clima

Por su latitud geográfica, el Estado de México se ubica en la zona térmica tropical, sin embargo, su variación altitudinal que va desde cerca de los 350 msnm en los límites con el estado de Guerrero (cerca de la Presa Vicente Guerrero), hasta los 5,200 msnm en la parte alta del Popocatepetl, tiene como consecuencia una diversidad climática (Figura 2.4).

El clima predominante es el templado, puesto que cubre 60% de la superficie total de la entidad, propicia las actividades agropecuarias, así como el establecimiento de los principales centros urbanos. Su influencia está asociada con las topoformas: hacia el sur, la Faja Volcánica Transmexicana actúa como divisorio, en la parte occidental, el sistema de sierras que parte del municipio de Santo Tomás y bordea los límites con Michoacán, hasta el municipio de El Oro, actúa como límite físico; hacia el oriente comprende la mayor parte de los municipios estatales, con excepción de Chimalhuacán, Ecatepec, Atenco, Tezoyuca, Tecámac y Nezahualcóyotl, mismos que ocupan 2.33% de la superficie total del estado y se ubican en la única área dominada por clima seco, aunque en realidad representan una franja de transición hacia el clima templado.

El clima cálido se concentra en la parte suroeste, abarcando principalmente los municipios de Tlatlaya, Amatepec, Tejupilco, Tonalico y Zumpahuacán, cubre parcialmente Ixtapan de la Sal, Zacazonapan, Otzoloapan, Sultepec y Villa Guerrero (IGECEM, 2012).

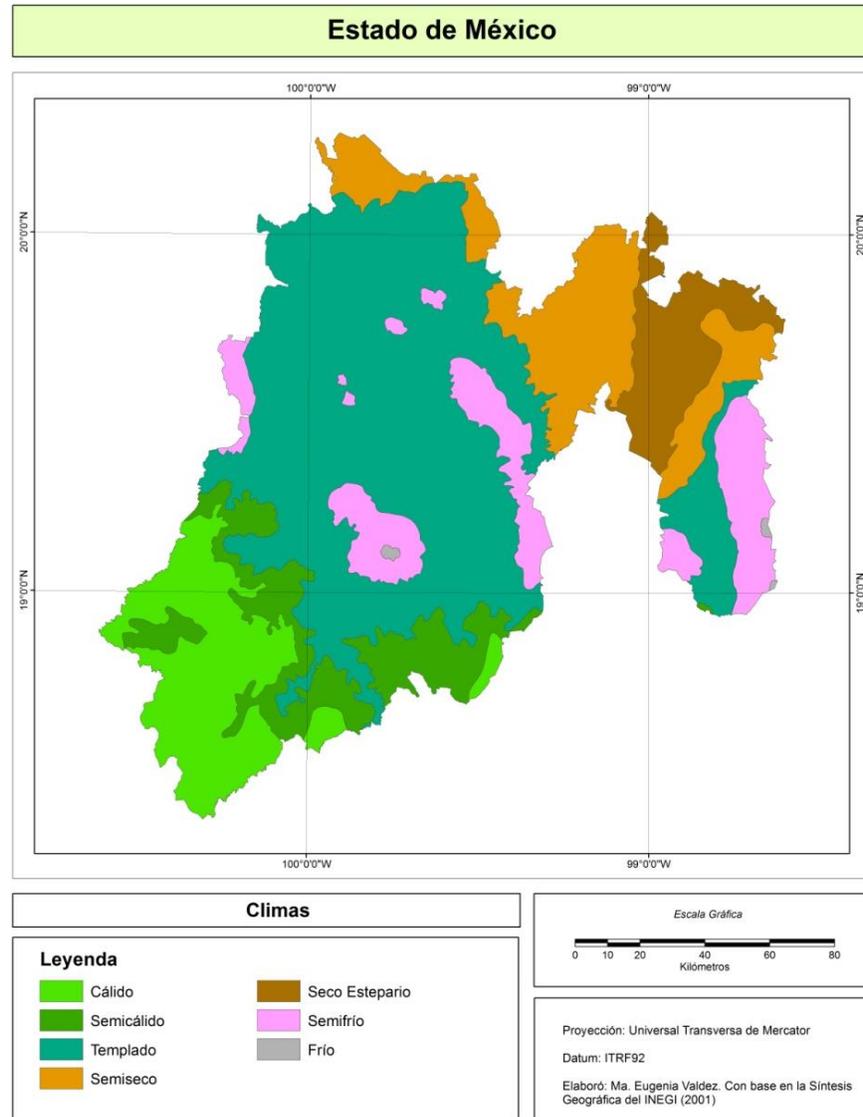


Figura 2.4 Mapa del clima del Estado de México

2.5.1 Temperatura

Las temperaturas están asociadas con el relieve, presentándose las más bajas en las partes de mayor altitud y las más altas en zonas menores a los 1,000 msnm. La parte suroeste del estado presenta temperaturas medias anuales superiores a los 26°C, mientras que los valles de Toluca y Cuautitlán- Texcoco se caracterizan por un promedio que oscila entre 14 y 16°C (IGECEM, 2011).

El promedio anual de días con heladas está ligado a la altitud y a la temperatura media anual, siendo notables en las partes más altas (Nevado de Toluca, Popocatepetl y Sierra de las Cruces) con más de 100 días, caracterizándose las regiones noreste (de 60 a 80 días), noroeste (de 20 a 60 días), los



valles de Toluca y Atlacomulco (de 80 a 100 días) y la sección suroeste de la entidad con ausencia total del fenómeno (IGECEM, 2011).

Durante el invierno en los meses de enero y febrero es cuando se presentan las temperaturas más bajas, en el año 2012 la temperatura más baja registrada fue de -8.3°C , ésta se presentó en el mes de enero y la temperatura más alta que se registró fue en el mes de marzo de 33.5°C . La temperatura media anual es de 13.5°C .

2.5.2 Precipitación

El período de lluvias inicia generalmente durante el mes de mayo, cuando la corriente tropical de los vientos alisios domina sobre la República Mexicana y se incrementa a finales del ciclo (septiembre-octubre) por la incidencia de perturbaciones tropicales en el Océano Pacífico y el Golfo de México, fenómeno que se presenta como nubosidad y precipitación pluvial. Lo anterior es la causa más importante que permite la actividad agrícola de temporal y la recarga de las presas y mantos acuíferos. Dada la variabilidad del relieve, se presentan también lluvias de tipo orográfico-convectivo. En las sierras Nevada y de las Cruces la precipitación es superior a los 1,000 mm anuales, siendo notables también los niveles que alcanza en la Cuenca del Balsas (Valle de Bravo, Tenancingo y Tlatlaya). La región con menor precipitación se localiza en la sección norte y noreste de la entidad, en los límites con el Estado de Hidalgo, predominando las zonas semiseco y seco estepario semiáridas con menos de 600 mm de precipitación media anual (IGECEM, 2011).

El Valle de Toluca se encuentra en el punto medio de los aspectos descritos con un promedio de 800 mm anuales. Las nubes dominantes en el período lluvioso son los cúmulos y cúmulo nimbos, que ocasionan granizadas en las partes más altas (Sierra Nevada, Ajusco y Sierra de las Cruces) y en las planicies.

2.6 Recursos naturales

2.6.1 Recurso hídrico

Los acuíferos tanto superficiales como subterráneos constituyen elementos inherentes de la hidrología. El Estado de México se caracteriza por contar con tres de las regiones hidrográficas más importantes del país, Lerma-Chapala-Santiago (RH12) en la parte centro integrada por 32 municipios; Río Balsas (RH18) en el suroeste compuesta por 33 municipios y Alto Pánuco (RH26) en la parte noroeste conformada por 60 municipios (Figura 2.5).

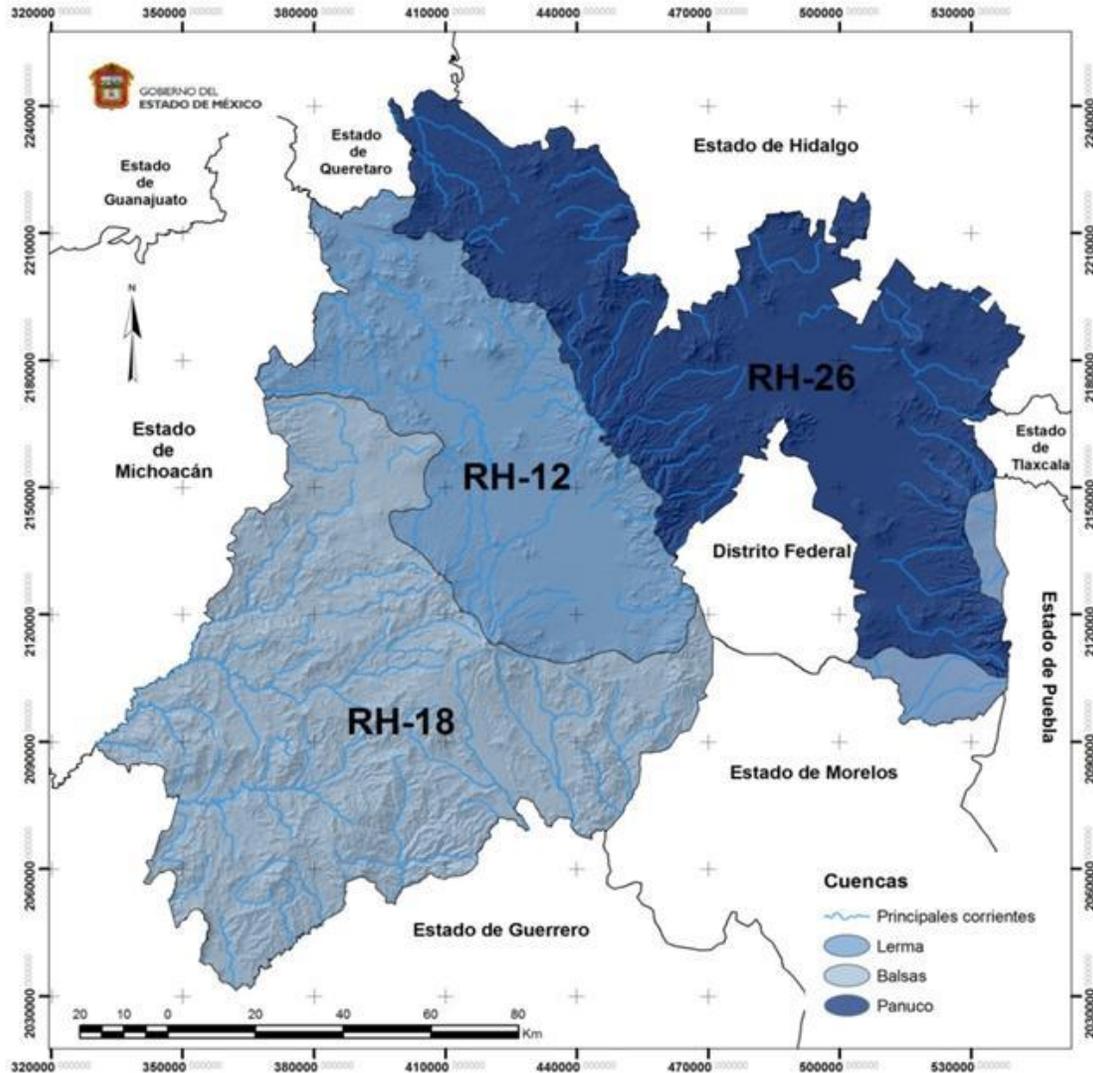


Figura 2.5 Regiones hidrológicas del Estado de México

Fuente: Base de datos SMAGEM

En la Tabla 2.2 se enuncian las presas más importantes del estado y sus volúmenes de almacenamiento para el año 2009, donde es posible observar que la sumatoria arroja poco más del 40 por ciento de la capacidad total de almacenamiento, que está estrechamente ligado con la disposición de agua para las actividades primarias.

**Tabla 2.2 Almacenamiento de las presas del Estado de México**

Cuenca hidrológica	Presas	Capacidad		Llenado de la presa (%)
		Total (millones de m ³)	Almacenamiento (millones de m ³)	
Lerma	José Antonio Alzate	35.312	4.811	13.62
	Ignacio Ramírez	20.499	9.933	48.46
	Tepetitlán	67.623	39.627	58.60
	Fco. Trinidad Fabela	9.927	3.180	32.03
Pánuco	Danxhó	31.046	12.564	40.47
	Huapango	121.300	37.859	31.21
	El molino	7.700	1.182	15.35
	Ñadó	16.800	6.237	37.13
Balsas	Taxhimay	42.700	17.854	41.81
	Villa Victoria	185.731	39.836	21.45
	Valle de Bravo	394.390	202.434	51.33
Total estatal		933.028	375.517	40.24

Fuente: CCVM, 2010

El análisis de 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 2.3).

Tabla 2.3 Balance de acuíferos en el Estado de México en hectometros cúbicos (hm³)

Acuífero	Recarga	Extracciones	Disponibilidad
Zona Metropolitana de la Ciudad de México	512.80	623.80	-111.00
Chalco-Amecameca	79.30	100.30	-21.00
Texcoco	161.00	184.20	-23.20
Cuautitlán-Pachuca	356.70	751.30	-394.60
Villa Victoria-Valle de Bravo	334.90	0.00	334.90
Temascaltepec	100.80	0.00	100.80
Valle de Toluca	336.80	422.40	-85.60
Ixtlahuaca-Atlacomulco	119.00	208.00	-89.00
Polotitlán	46.20	37.80	8.40

Fuente: CCVM, 2010

Uno de los graves problemas en el estado consiste en que poco más del 73% de la población 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 22 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.

Por su ubicación geográfica el origen de las cuencas y la distribución espacial y temporal de los escurrimientos, sólo se aprovecha el 29% del recurso hídrico, de ahí que el Estado de México sea un generador de escurrimientos y fuente de abastecimiento para las entidades vecinas.

2.6.2 Biodiversidad

La ubicación del Estado de México es determinante en la definición 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 Panuco 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 del estado existen al menos 3,524 especies de plantas y 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
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: Ceballos, 2009

2.6.3 Uso actual del suelo

El estado, para el año 2010 de acuerdo con la serie IV del INEGI (Tabla 2.5, Figura 2.6) clasifica el uso de suelo territorio mexiquense en nueve usos diferentes donde 94,992 Ha están ocupadas por zonas urbanas, 18,828 Ha por cuerpos de agua, 10,303 sin vegetación y el resto del territorio por algún tipo de cubierta vegetal.

Tabla 2.5 Uso de suelo 2010

Tipo de Vegetación	Ha
Bosque	625,666.24
Matorral	14,689.56
Pastizal	307,351.92
Agricultura	1,029,083.4
Selva	118,181.4
Cuerpo de agua	18,828.8
Otros tipos de vegetación	14,144.76
Zona urbana	94,992.2
Área sin vegetación	10,303.04
Total	2,233,241.32

Fuente: Con base en la serie IV de INEGI, 2010

En México existe una extensa variedad 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 84 Áreas Naturales Protegidas (Tabla 2.6), es la entidad con el mayor número de ellas en el país, representan aproximadamente el 42% del territorio estatal.

Tabla 2.6 Categoría de las áreas protegidas

Categoría	No.	Hectáreas
Parques Nacionales	10	98,891.92
Parques Estatales	47	577,905.86
Parques Municipales	5	193.73
Reservas Ecológicas Federales	1	17,038.00
Reservas Ecológicas Estatales	10	100,002.79
Áreas de protección de los recursos naturales	1	123,774.98
Áreas de protección de flora y fauna	1	3,023.95
Parques sin decreto	9	1,468.94
Total	84	922,300.17

Fuente: CEPANAF, 2011

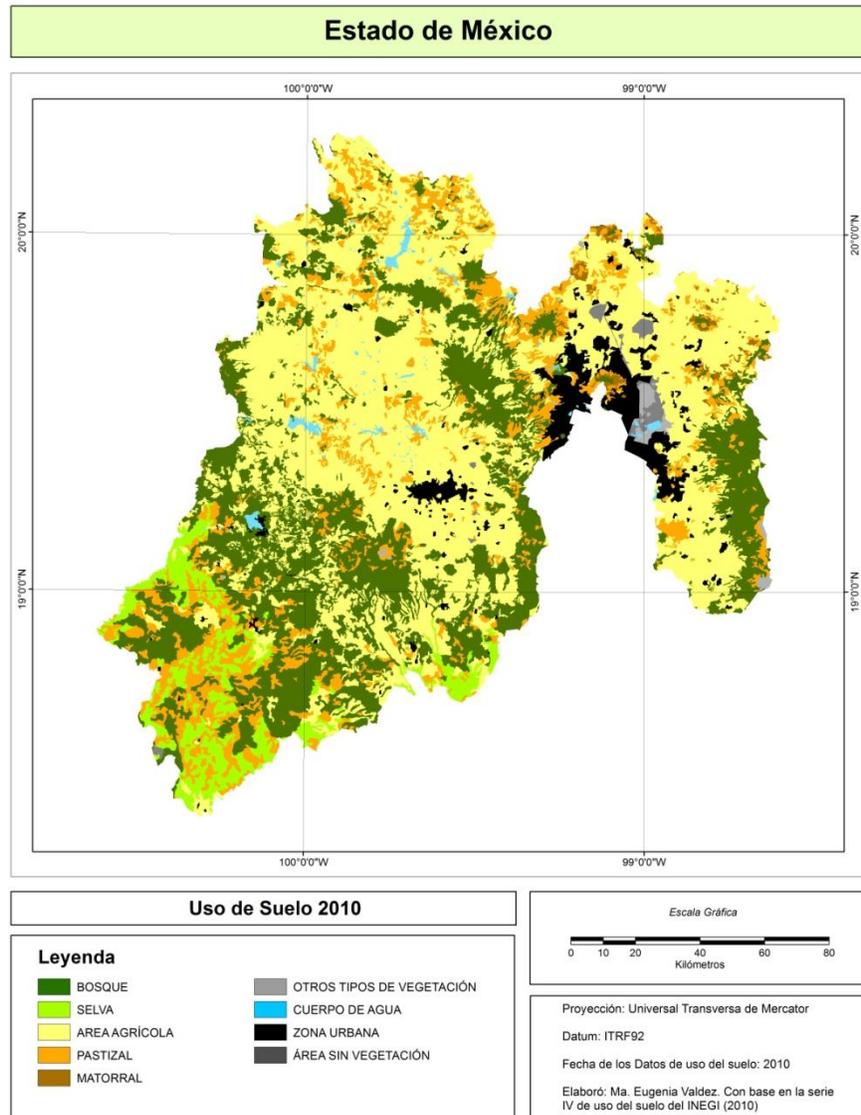


Figura 2.6 Uso de suelo en el Estado de México

2.7 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 alto ritmo de crecimiento demográfico que ha distinguido a la entidad se puede observar en la Tabla 2.7 que desde el año de 1950, representaba apenas el 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 significa un incremento anual de 182 mil habitantes anuales en el quinquenio 2000-2005. Para el 2010, se contabilizaron un total de 15, 175,862 habitantes, con 7, 396,986 hombres y 7, 778,876 mujeres (INEGI, 2011). Para el mismo año, el porcentaje de la población indígena de mujeres fue de 2.8, igual que el de los hombres de 2.8 (INMUJERES, Cálculos a partir del INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010). La tasa de crecimiento anual de la entidad durante el período 2005-2010 fue del 1.6%, por contar con más de 15 millones de habitantes (Tabla 2.7), ésta tiene el segundo lugar en el país con mayor densidad de población después del Distrito Federal, con 679 habitantes por kilómetro cuadrado.

Tabla 2.7 Población total nacional, estatal y tasa de crecimiento promedio anual del periodo 1950-2010

Periodo	Nacional	México	%	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	66,846,833	9,815,795	12.08	2.64
1995	91,158 290	11,707 964	12.84	3.59
2000	97,483,412	13,096,686	13.43	2.27
2005	103,263,388	14,007 495	13.56	1.35
2010	112,336,538	15,175,862	13.51	1.6

Fuente: INEGI, 2011

De acuerdo a las proyecciones de CONAPO (2010) entre el 2010 y 2020 la tasa de crecimiento promedio anual de 1.5%, alcanzando 18.1 millones de habitantes para el 2020; para el 2030, 20.2 millones con 1.1% de crecimiento promedio anual entre el 2020 y 2030; para el 2040, 22.3 millones y para el 2050, 24.5 millones, con una tasa de crecimiento promedio anual del 0.99% (para cada década), ver Figura 2.7.

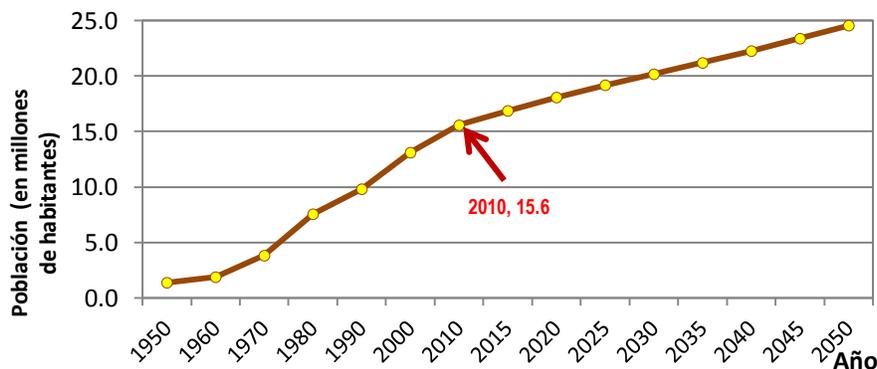


Figura 2.7 Proyecciones de la población para el periodo 2010 – 2050.

Fuente: CONAPO, 2010



Los niveles de fecundidad de las entidades federativas tenderán a converger en el futuro, de tal suerte que las diferencias serían prácticamente nulas. Para el Estado de México se observó que la Tasa General de Fecundidad disminuyó de 2.56 hijos por mujer en 1995 a 2.18 en el año 2000, 1.77 en el 2010 y de 1.65 para el 2020. 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, sólo un hijo a lo largo de su vida reproductiva.

La tasa de natalidad del estado, también muestra una notoria tendencia descendente, pues en 1995 se ubicó en 23.56%, mientras que en 2000 llegó a 20.73%, para el 2005 disminuyó al 18.3% y para el 2010 aumento a 19.6%. Similarmente, la tasa de mortalidad presenta una tendencia ligeramente descendente de 1995 a 2000; en el año 2005 fue de 3.8 por cada mil habitantes, mientras que para el 2010 incrementó a 4.7 por ciento.

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, el Distrito Federal 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 el D.F. 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 del Distrito Federal. 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 de edad con 63.3% del total de la población. En la Figura 2.8 se puede observar que el 52.3% corresponde a la población masculina, mientras que el 48.7% a la población femenina.

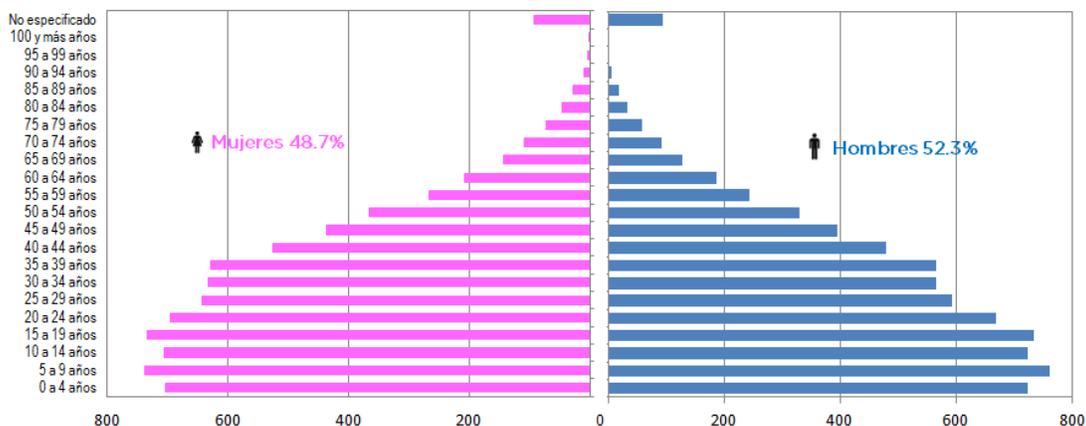


Figura 2.8 Pirámide poblacional del Estado de México (miles de habitantes)

Fuente: INEGI, 2011

En cuanto a la estructura por edades de la población, en el último quinquenio, se aprecian disminuciones en los grupos de edad más bajos, derivadas de las menores tasas actuales de crecimiento, así como por el ensanchamiento consecuente de la parte media de la pirámide, es decir, la que corresponde a la población en edad de trabajar, a lo anterior se suma la esperanza de vida al nacer, que para 2013 es de 72.4 años para los hombres y de 77.5 años para las mujeres (CONAPO, Proyecciones de la Población de México, Estados, Municipios y Localidades 2000-2030). Es decir, las mujeres viven 5.1 más años que los hombres.

2.7.1 Distribución de la población en zonas metropolitanas

La mayoría de los habitantes viven en localidades urbanas siendo éstas el 87% del total y sólo 13% las 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 denominadas como Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán- Texcoco (ZMVCT), Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) y el resto de los municipios (RM) (Figura 2.9).

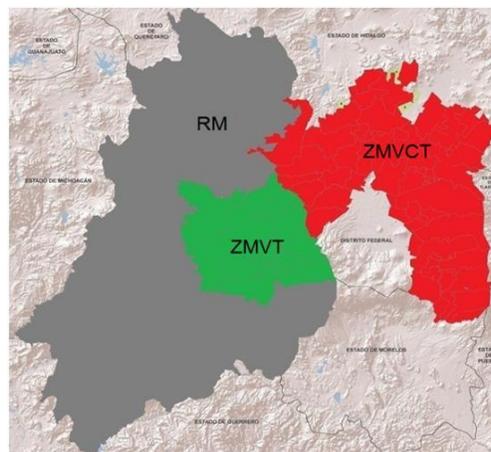


Figura 2.9 Mapa de las zonas metropolitanas

La ZMVCT concentra casi el 74% de los habitantes y sus localidades son principalmente urbanas. Por su parte, la ZMVT alberga en su territorio poco más del 14% de la población del estado, los municipios restantes albergan al 12% de los habitantes, esta zona 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 del estado (Tabla 2.8), nueve pertenecen a la ZMVCT y sólo el municipio de Toluca, capital del estado se ubica en la ZMVT.

**Tabla 2.8 Municipios más poblados del Estado de México**

Núm.	Municipio	Habitantes
1	Ecatepec de Morelos	1, 656, 107
2	Nezahualcóyotl	1, 110, 565
3	Naucalpan de Juárez	833, 779
4	Toluca	819, 561
5	Tlalnepantla de Baz	664, 225
6	Chimalhuacán	614, 453
7	Tultitlán	524, 074
8	Cuautitlán Izcalli	511, 675
9	Atizapán de Zaragoza	489, 937
10	Ixtapaluca	467, 361

Fuente: INEGI, 2011

2.7.2 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 de dos maneras: la pobreza multidimensional extrema, la cual se asocia geográficamente con las zonas rurales y la pobreza multidimensional moderada, que se presenta principalmente en las dos grandes zonas metropolitanas de la entidad.

Con base en información del CONEVAL, en el año 2010, aproximadamente 6.5 millones de mexiquenses vivían en condiciones de pobreza multidimensional, lo que representa el 43% de la población total de la entidad. Bajo estos parámetros, el Estado de México ocupa la decimoséptima posición entre las entidades federativas. Asimismo, se estimaba entonces que más de 11.5 millones de habitantes tenían al menos una carencia social, siendo la más frecuente el acceso a la seguridad social, careciéndola el 58.9% de la población. Éste índice es similar al promedio nacional, el cual se ubica en 60.7%. En términos comparativos, las carencias sociales en el contexto estatal no son significativamente diferentes a las del resto del país. Por su parte, los indicadores de rezago educativo, así como el de calidad y espacios de vivienda, presentan en la entidad un mejor desempeño que la media nacional (GEM, 2011 a).

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 y sus beneficios. Conforme a las definiciones y mediciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO) divide la marginación sobre el territorio en muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto como se puede apreciar en la Figura 2.10, así mismo en promedio el Estado de México tenía en 2010 un índice de marginación bajo en relación con el resto del país.

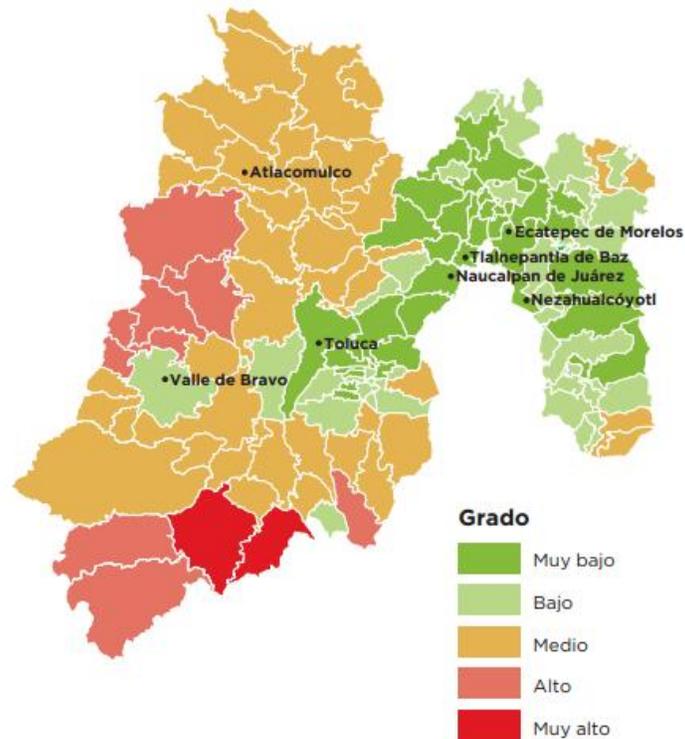


Figura 2.10 Grado de marginación por municipio

Fuente: GEM, 2011

Considerando los componentes que conforman el índice de marginación del CONAPO, la entidad destacó positivamente en indicadores como cobertura de energía eléctrica y viviendas con piso de cemento. Cabe resaltar que el problema de marginación que más afecta a la población es el hacinamiento, ya que el 37.9% de la población vive en esta condición (GEM, 2011 b).

Los municipios con muy alta marginación son Sultepec y Zacualpan y los de alta marginación son Tlatlaya, Amatepec, Zumpahuacan, Ixtapan del Oro, Donato Guerra, Villa de Allende, Villa Victoria, San José del Rincón y San Felipe del Progreso y el resto de los municipios se dividen entre medio, bajo y muy bajo grado de marginación. Más del 65% de los ayuntamientos con niveles de marginación alta y muy alta cuentan con menos de 40 mil habitantes, esta situación se debe a la carencia de infraestructura social que aún padecen estas áreas rurales, siendo menos del 10% de los municipios mexiquenses los que presentan severas carencias de marginación.

2.7.3 Educación

La educación es un proceso por el cual los individuos asimilan, entienden y razonan conocimientos y habilidades que permiten un desarrollo pleno y su integración productiva y cultural en la sociedad. La educación debe contribuir a la formación de una ciudadanía capaz de enfrentar de manera crítica los retos económicos, sociales, políticos y culturales del mundo globalizado en el que vivimos (GEM, 2011 a).



El sistema educativo del Estado de México es el más grande del país y esto se constata al brindar atención a cerca de 4.5 millones de estudiantes en el ciclo escolar 2010-2011, impartiendo educación en los subsistemas de preescolar, primaria, secundaria, media superior, superior, así como la no escolarizada (Tabla 2.9).

La educación preescolar ha experimentado avances significativos en los últimos años, sin embargo, su cobertura aún es baja, ya que de los niños en edad de cursar este nivel escolar, sólo el 71.8% están inscritos. 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 68 mil profesores, es decir, existe una relación de un docente por cada 29 alumnos. La cobertura de este subsistema y su eficiencia terminal son de 97.3 y 94.6% respectivamente. Si bien estos porcentajes pueden considerarse elevados, son inferiores a los registrados en otras entidades.

Respecto a la educación secundaria, es importante destacar el aumento registrado de la eficiencia terminal entre los ciclos escolares 2004-2005 y 2010-2011, que alcanzó un 83.9%. Aunque este porcentaje coloca a la entidad en el décimo lugar entre las entidades federativas, demuestra también una de las problemáticas del sistema educativo mexicano. La educación secundaria es obligatoria, pero tiene una cobertura de 96.3%, donde cinco de cada seis personas que se inscriben logran concluirla (GEM, 2011 a).

Por su parte, el nivel medio superior en la entidad está compuesta por múltiples subsistemas que en conjunto, atienden al 61.2% de la juventud mexiquense. Aunado a su cobertura, sólo tres de cada cinco mexiquenses que comienzan a estudiar este nivel logran graduarse, esto porque los jóvenes abandonan el nivel educativo debido a que la situación económica de su familia no les permite solventar sus estudios, debiendo colaborar en las labores del hogar o participar en alguna actividad económica. Por otro lado, los jóvenes en algunos casos optan por abandonarlo por considerar que cursarlo no les dará mayores oportunidades y buscan ingresar al mercado laboral de manera anticipada, en muchos casos sin éxito.

Finalmente, la escuela superior estatal está integrada por 513 instituciones. En el ciclo escolar 2010-2011 se atendieron a 313 mil 500 estudiantes, de los cuales 296 mil 300 estaban inscritos en licenciaturas. A causa de ello, la enseñanza superior plantea importantes retos para el gobierno estatal, puesto que, actualmente, sólo dos de cada 10 mexiquenses en edad de estudiar este nivel educativo están inscritos. (GEM, 2011 a).

**Tabla 2.9 Sistema educativo del Estado de México ciclo escolar 2010-2011**

	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media Superior	Superior	No Escolarizada	Total
Alumnos	575,709	1,953,149	816,756	514,099	313,479	310,617	4,483,809
Docentes	24,392	68,395	43,590	37,411	32,925	16,390	223,103
Alumnos por docente	24	29	19	14	10	19	20
Escuelas	8,194	7,769	3,611	1,416	513	1,897	23,400
Alumnos por escuela	70	251	226	363	611	164	192
Cobertura	71.8%	97.3%	96.3%	61.2%	21.7%	nd	71.2%
Eficiencia terminal	nd	94.6%	83.9%	60.2%	nd	nd	nd

Fuente: GEM, 2011^a

Un dato importante a considerar es que el promedio de escolaridad en el Estado de México para el 2010 es de 8.9 para las mujeres y 9.3 para los hombres. La tasa de alfabetismo de la población de 15 años y más en el Estado de México para el 2010 es de 93.6 para las mujeres y 96.5 para los hombres. Respecto al rezago educativo se observa una brecha entre mujeres y hombres para el 2010 de 37.6 a 32.9 respectivamente (INMUJERES, Cálculos a partir del INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010).

2.7.4 Salud

La salud no sólo consiste en la ausencia de afectaciones 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 constituir un instrumento de prevención y detección oportuna que fomente estilos de vida saludables.

En el Estado de México, la población derechohabiente a la seguridad social es superior a 8.8 millones, alrededor del 58.1% de la población. 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 entidades 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 a).

Con base en información del CONEVAL (2010), se observa que la cobertura de seguridad social no es homogénea en la entidad, pues existen municipios como Hueyapoxtla, Chiconcuac, Capulhuac,



Tequixquiac, Tepetlixpa, Valle de Chalco Solidaridad, Tezoyuca, Otumba, Atenco, Chiautla y Chimalhuacán, cuyo nivel de cobertura es inferior al 25.0% del promedio estatal.

Para hacer frente a las necesidades de salud en la entidad, en el año 2010 habían 1,786 unidades médicas, de las cuales 1,540 forman parte del sistema de atención para la población abierta. La capacidad de atención se concentra en unidades de consulta externa, pues sólo existen 77 unidades de atención hospitalaria general y 15 unidades de atención especializada. Con base en el Boletín de Información Estadística de la Secretaría de Salud (SS), se observa que los recursos físicos y el material médico del sistema de salud estatal son insuficientes. En términos de consultorios y camas censables, por cada 1,000 habitantes, el nivel de recursos de la entidad es inferior al promedio nacional en más de 35.0%. La comparación es de especial relevancia en cuanto al número de quirófanos disponibles por cada 100,000 habitantes, pues en el Estado de México el valor es de 1.6 y a nivel nacional es de 3.2. Diferencias aún más importantes se observan en el equipo especializado como tomógrafos y mastógrafos (GEM, 2011 a).

2.8 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 un alto nivel de desarrollo logístico, de infraestructura, razón por la cual es un estado propicio para llevarse a cabo casi todas las actividades económicas. Esta situación es ventajosa porque cuenta con el capital humano y los recursos naturales dentro de la misma entidad (GEM, 2011 b).

El Estado de México ocupa el segundo lugar a nivel nacional, por su aportación de \$1,172.5 mil millones en el año 2010 un poco más del 10% anual del Producto Interno Bruto (PIB); de un tamaño similar a la de República de Colombia, si se toma en cuenta como indicador el poder adquisitivo de los mexiquenses, situándose como uno de los motores principales de crecimiento económico del país por debajo del Distrito Federal (DF) y adelante de entidades como Nuevo León, Jalisco y Veracruz (GEM, 2011 b).

El crecimiento de la economía de un Estado depende principalmente de dos factores: la fuerza laboral y la productividad, para la primera el estado cuenta con 6 millones 153 mil personas activas superando a la población total, que hay en los estados de Querétaro, Morelos e Hidalgo, aportando al país un 14% de personas activas de 42 millones 846 mil personas activas que hay a nivel nacional. Y por último en el tema de la productividad la industria manufacturera mexiquense aporta cerca del 16% de la producción total del país.

La tasa de participación económica de las mujeres, representa el 40.3% en comparación al 77.6% de los hombres. La tasa de desocupación se encuentra en 6.3% para las mujeres de 14 años o más en comparación al 5.9% de los hombres (INEGI. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2010). Segundo trimestre, México, 2011).



2.8.1 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 un elemento esencial del proceso de desarrollo económico, el cual contribuye en última instancia a elevar el bienestar de la gente.

Un tema también muy importante en el desarrollo de la economía de un estado es la infraestructura, respecto a la industria el estado cuenta con 64 de 342 desarrollos industriales del país. La actividad empresarial de la entidad la ubica en el segundo lugar a nivel nacional dado el número de parques y zonas industriales en el territorio (85 zonas industriales al 2009), sólo por debajo del Estado de Baja California, concentrando el 16% del total de los desarrollos industriales del país (Figura 2.11)(GEM, 2013).

Los municipios en los que se concentra la mayor parte de la actividad industrial de la entidad son Naucalpan de Juárez, Tlalnepantla de Baz, Ecatepec de Morelos, Toluca, Nezahualcóyotl, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Tultitlán, La Paz y Texcoco, que en conjunto representa 68% del empleo y en su territorio se localiza 59% de las empresas (SMAGEM, 2007). Actualmente el número de establecimientos industriales que la agenda estadística básica del Estado de México menciona al 2011 corresponden al 10.98 % del total nacional.

En general hay 55 diferentes giros en la industria del Estado de México y se reportan 280 empresas registradas en 13 parques industriales y las actividades más comunes en orden de importancia son la industria química (10% de total de empresas), la industria plástica (7%), de servicios (5%), la industria metal-mecánica (5%), la textil (4%), la industria de la confección (4%), las comercializadoras y la industria automotriz, así como la industria de alimentos y bebidas (estas últimas con el 2% de la participación cada una), cabe destacar que una de las asociaciones empresariales más importantes del Estado de México es CANACINTRA. Existen 176 empresas de origen nacional, 11 de origen combinado y 26 de origen extranjero, sin embargo hay 67 empresas de origen no determinado (GEM, 2013).



Figura 2.11 Zona Industrial Lerma e Industria en la ZMVCT

En materia de sistemas de transporte ferroviario, se cuenta con 1,304 km. de vías. La densidad de red carretera se encuentra entre las más altas del país, el porcentaje de la red carretera de cuatro carriles es de 11.1% (decimosegunda posición entre las entidades federativas) y cuenta con 14,149 km. de carretera (GEM, 2011 a). Tocante al sistema de transporte aéreo, la entidad cuenta con un aeropuerto internacional con múltiples destinos nacionales e internacionales y cuenta 4 aeródromos.

Para la distribución de alimentos básicos cuenta con tres centrales de abasto de las 16 que hay en el país (SEDECO, 2010).

En infraestructura hidráulica ésta presenta resultados promedio, ya que la cobertura de agua entubada asciende a 94.0% y la de drenaje a 93.6 por ciento.

2.8.2 Productividad

La productividad total de la mano de obra en el Estado de México es 29% inferior a la registrada a nivel nacional. Este indicador ubica a la entidad en el vigesimocuarto lugar entre las entidades federativas. A nivel sectorial, la productividad del sector agrícola es 19% inferior a la del país, mientras que la del sector industrial se ubica 32% abajo del nivel nacional. El sector inferiormente ubicado es el de servicios, ya que su productividad es inferior al 36 por ciento (GEM, 2011 a).

Los sectores en la entidad con mayor productividad relativa son las industrias del sector secundario, tales como la producción de bebidas y tabaco, de alimentos, la confección de vestidos y la producción de productos metálicos. En estos sectores de alta productividad relativa labora aproximadamente el 11% de la población. Respecto a los servicios, sólo tres sectores registran una productividad significativamente mayor que el promedio nacional: la construcción, el comercio al mayoreo de alimentos y abarrotes, así como la captación, suministro y tratamiento del agua.

Por otra parte, los sectores de baja productividad corresponden esencialmente al sector agrícola y servicios. A pesar de ello, la entidad ocupa el primer lugar en producción de haba verde, chícharo, tuna y manzanilla, con una aportación al volumen de producción nacional del 66, 58, 43 y 66%,



respectivamente; el segundo en avena forrajera, durazno y maíz forrajero con un aporte a la producción nacional del 14, 19 y 12%, respectivamente; el tercero en producción de maíz grano, con una aportación del 8.6% a la producción nacional. Asimismo, las hortalizas aportaron \$2.8 mil millones al valor de la producción agrícola estatal, lo que representa el 13% generado en la entidad; las especies florícolas produjeron un valor de \$5.5 mil millones, que representan el 25% del total estatal. Finalmente, en el sector pecuario, la ovinocultura ocupa el primer lugar en el país con cerca de 1.1 millones de cabezas (GEM, 2011 a).

En lo que respecta al sector servicios, destacan cinco actividades que concentran el 37% de la población laboral. La productividad del comercio al menudeo de abarrotes, la de alimentos y la del comercio al menudeo en general representan el 89, 84 y 83% a nivel nacional. Asimismo, los servicios personales, que comprenden actividades tales como la reparación y el mantenimiento, así como las relacionadas con otras asociaciones y organizaciones, tienen una productividad sólo del 63% a nivel nacional. Dado el número de personas que trabajan en estos sectores, su baja productividad incide negativamente en la producción estatal. Cabe destacar que en los sectores de alta productividad relativa, la entidad ha desarrollado una ventaja respecto al resto del país y, en principio, resultaría atractivo para las empresas de estos ramos que se ubicaran en el territorio estatal. Sin embargo, estas industrias no son necesariamente las que mayor empleo generan; de hecho, únicamente el 11% de la fuerza laboral trabaja en los sectores de alta productividad relativa (GEM, 2011 a).

El porcentaje de la población ocupada que se desempeña como empleadora en el Estado de México para el 2013 es de 1.9 para las mujeres y 4.5 para los hombres. En cuanto al porcentaje de la población ocupada que no recibe remuneración en el Estado de México para el 2013 es de 7.4 para las mujeres y 2.2 para los hombres (Inmujeres, Cálculos con base en Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, 2013. Segundo trimestre.).

2.8.3 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, se estima que 1.96 millones de mexiquenses viven con carencias de calidad y espacios en su vivienda. La carencia de vivienda se concentra de manera importante en los municipios como, Zacualpan, Sultepec, Donato Guerra, Zumpahuacán, Nextlalpan, Ecatingo, San José del Rincón, Sultepec, Atlautla, Villa de Allende y Luvianos. En estos municipios más del 30% de la población habita una vivienda precaria. En términos absolutos, los municipios de Ecatepec de Morelos, Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y Naucalpan de Juárez concentran cada uno más de 100 mil habitantes en esta situación.

De acuerdo con el CONAPO, cerca del 3.9% de los mexiquenses residen en viviendas con pisos de tierra. La región que presenta este problema en mayor grado es la constituida por los municipios de



Ixtapan, Tlatlaya, Amatepec y Zumpahuacan. Respecto a los espacios con los que cuenta la vivienda, es importante mencionar que, bajo los criterios del CONAPO, que establecen una ocupación máxima de dos personas por dormitorio, en más de 110 municipios se presentan porcentajes de población en condiciones de hacinamiento superiores al 30 por ciento.

Adicionalmente a los temas de calidad de los materiales y a los espacios de la vivienda, son los servicios básicos con los que cuentan las zonas residenciales sean los requeridos para propiciar un desarrollo social adecuado. La CONAVI define a una vivienda con carencias, en cuanto al acceso a servicios básicos.

Con base al criterio de la CONAVI, el 15.8% de la población estatal presenta carencia en el acceso a los servicios básicos. Si bien esta proporción es inferior a la media nacional, a nivel regional los indicadores muestran marcados contrastes. Por ejemplo, más de 85 municipios se encuentran por arriba del nivel promedio del indicador y más de la mitad de la población de 25 ayuntamientos presenta estas carencias. Asimismo, en municipios como Tlatlaya, Sultepec, Zacualpan, San Felipe del Progreso, San José del Rincón, Luvianos y Amatepec, tres de cada cuatro de sus habitantes carecen de los servicios básicos.

Con relación a los servicios de agua potable, alcantarillado y electricidad, la cobertura estatal es alta. Por ejemplo, de acuerdo con el CONEVAL, en el año de 2010, el 91.8% de la población contaba con agua entubada y de acuerdo al CONAPO el 96.8% con drenaje. El mayor número de afectados por la falta de estos servicios se encuentra en poblaciones rurales y de difícil acceso. En particular, los municipios de Tejupilco e Ixtapan de la Sal presentan el mayor déficit. Por otra parte, los asentamientos irregulares en la ZMVCT también registran un déficit significativo en los servicios de agua entubada y alcantarillado. Respecto a la cobertura de electricidad, 99.2% de la población cuenta ya con este servicio. De manera general, las poblaciones con déficit se relacionan con los municipios que presentan alta y muy alta marginación.

De acuerdo al PROIGUALDAD 2013-2018, a nivel nacional, 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 42% de las mujeres y por carencias en los servicios básicos al 50.6%.

2.8.4 Desechos

En lo referente a los residuos sólidos urbanos (RSU), se conoce que de los 125 municipios del Estado, 123 cuentan con servicio de recolección (se cubre el 86% de la población) y disposición final (Figura 2.12) y en 16 de ellos existe tratamiento de RSU, los municipios donde se recolectan mayores volúmenes diarios son Naucalpan de Juárez, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán, Ixtapaluca, Nezahualcóyotl, La Paz, Toluca, Zumpango, Texcoco, Tlalnepantla de Baz, Valle de Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Ecatepec y Nicolás Romero (INEGI, 2013 a).



Figura 2.12 Tiradero en Huehueteca

Es necesario distinguir entre aquellos residuos generados y aquellos recolectados, ya que aquellos que no son recolectados son 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 este sentido, se conoce que la cantidad de RSU recolectados diariamente es de 15, 339.45 t contra las 17,298.63 t que se generaron en el año 2010 (SEMARNAT, 2013).

Un factor determinante entre la generación y la recolección es la forma en que son dispuestos los RSU y al respecto, como se muestra en la Figura 2.13, el 90% es mediante recolección domiciliaria y 7% la quema, siendo otras formas de desechar los residuos menos comunes (INEGI, 2010). En este aspecto el 10% que no recurre al servicio público de recolección domiciliaria es por no contar con el servicio o porque éste es ineficiente (frecuencia del servicio), por cuestiones culturales u otras razones que es necesario considerar en las acciones para reducir el volumen de residuos que se quedan sin manejo.

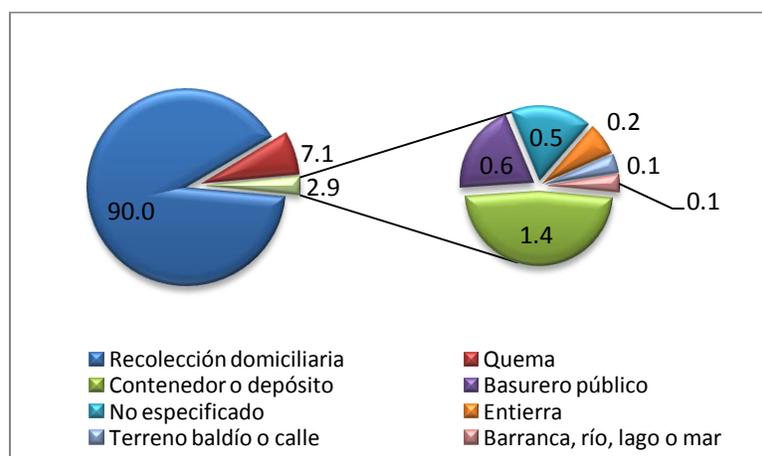


Figura 2.13 Forma de desechar los RSU, 2010 (%)

Fuente: INEGI, 2010

Por otro lado, de la cantidad de RSU recolectados, únicamente el 15% es selectiva y el 85% de manera no selectiva, el porcentaje de recolección selectiva a nivel nacional corresponde al 11% (INEGI, 2013 a), es decir el Estado de México supera al porcentaje nacional, sin embargo es una cantidad que puede representar un área efectiva para la reducciones emisiones de GEI debido a que la separación de RSU promueve el reciclaje y el incremento de la eficiencia de disposición de residuos.

De acuerdo a INEGI (2013 b) y SEMARNAT (2013), en el 2010, la infraestructura o sitios de disposición temporal o permanente (final) de los RSU con que se contaba eran 2,188 vehículos de recolección, 23 estaciones de transferencia, 43 centros de acopio distribuidos en 12 municipios y 79 sitios de disposición final, de los cuales 13 son rellenos sanitarios, 28 sitios controlados y 38 sitios no controlados (Figura 2.14) (incluye tiraderos a cielo abierto). Al respecto, la disposición estimada de RSU en el 2010 correspondió a 3, 651,000 t de residuos (57%) en sitios controlados y 2, 833,000 t de residuos en sitios no controlados con reciclaje.



Figura 2.14 Tiraderos clandestinos y desecho en barrancos, fotografía de Zumpango

Acerca del reciclaje, ya se mencionó que en el 2010 había 43 centros de acopio, que de acuerdo con el INEGI (2013 b), estos recolectan diariamente 6,773 Kg de papel y cartón, 5,720 Kg de PET y 5,606 Kg de fierro, lámina y acero, principalmente, como se muestra en la Figura 2.15, siendo otros residuos recolectados en menor proporción, el total de este volumen anualmente suma 10,902 t, sin contar aquellos residuos que se acopian de manera informal o al interior de las viviendas de manera independiente, conocer estas cantidades brinda un panorama sobre lo que más se acopia y el potencial de valorización o reciclaje de cada tipo de residuo.

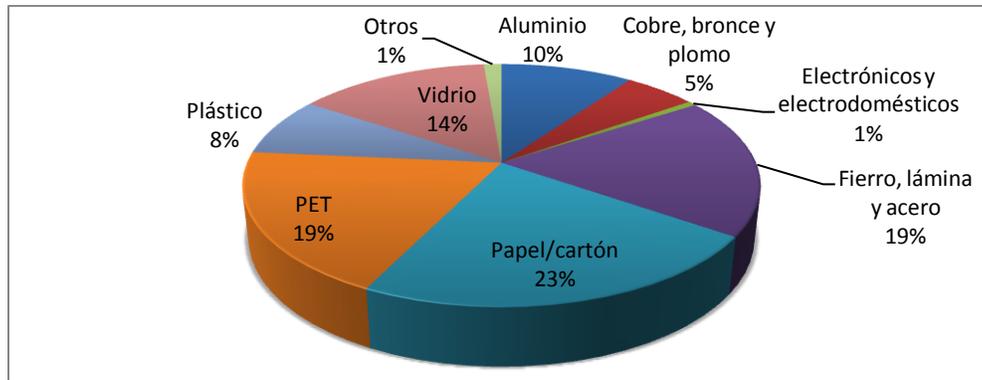


Figura 2.15 Porcentaje de materiales valorizables recolectados según su tipo, 2010

Fuente: INEGI, 2013 c

En lo que respecta a residuos peligrosos (RP) y de manejo especial (RME), que de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, se incluyen residuos de materiales de construcción, salud, generados en actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, transporte, del tratamiento de aguas residuales.

Al respecto existen 3,958 empresas generadoras de Residuos Peligrosos registradas en el Padrón de Generadores de SEMARNAT, se estima que al año 2013 pueden generar 41,037.13 t de residuos peligrosos, de los cuales las actividades o sectores que más generarían son el químico (30%). Como se muestra en la Figura 2.16, por tipo de residuo los de mayor generación son con 13,772.91 t los sólidos (telas, pieles o asbesto, de mantenimiento automotriz, con metales pesados, tortas de filtrado y otros), 5,468.83 t de lodos (aceitosos, galvanoplastia, procesos de pinturas, templado de metales, tratamiento de aguas residuales y otros), 4,170.68 t de aceite (dieléctricos, lubricantes, hidráulicos, solubles, templado metales y otros), 3,401.09 t de escorias, 1,943.67 t de residuos biológico-infecciosos (cultivos y cepas, objetos punzocortantes, patológicos, no anatómicos y sangre), 1,767.04 t de líquidos de proceso, 1,123.20 t de solventes, 380.40 t de sustancias corrosivas, 14.65 t de breas (las cuales no figuran en unidades de porcentaje) y 8,994.66 de otros RP (Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, 2013).

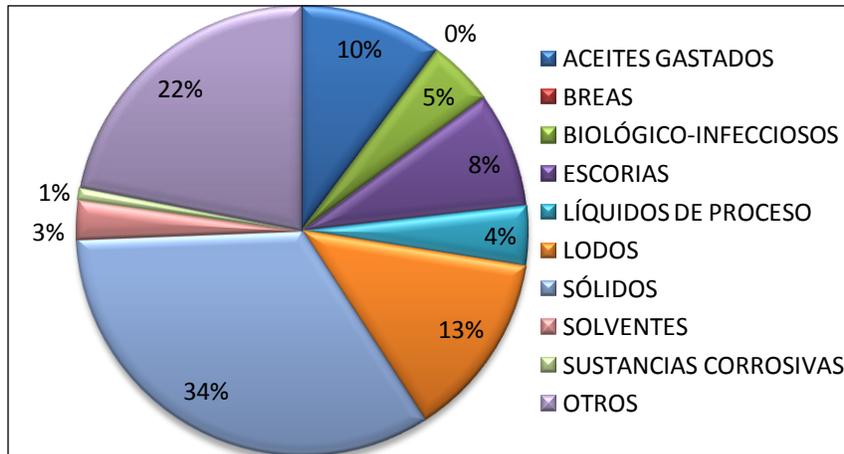


Figura 2.16 Porcentaje de Residuos Peligrosos por tipo

Fuente: Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas. 2013

A nivel de entidad federativa, la infraestructura autorizada para la recolección y transportación de RP fue de 246 toneladas, que cubren el 32.7% del total y para el reciclaje la capacidad instalada autorizada fue de 202, 280 t (14.6%) de acuerdo con la SEMARNAT (2013 b).

Así mismo, otro tipo de desechos 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 m³/s, equivalente al 46.5% del total de las aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales, estimado en 210 m³/s. Así mismo, el agua residual generada en el estado fue de 26,169 l/s (equivalente a 26.17 m³/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, 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.

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 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, existen diferentes, pero en la entidad, son principalmente mediante lodos activados, tratamiento dual y las lagunas de estabilización, que en conjunto tratan el 95% de las aguas residuales (de 6,493.9 l/s totales), el resto tuvo otro tipo de tratamiento.

Existen 330 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales, con una capacidad instalada de 3,665 l/s y una 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 2.17). 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. Así mismo otras plantas que no especificaron el tipo de tratamiento son tres y tratan 6.8 l/s.

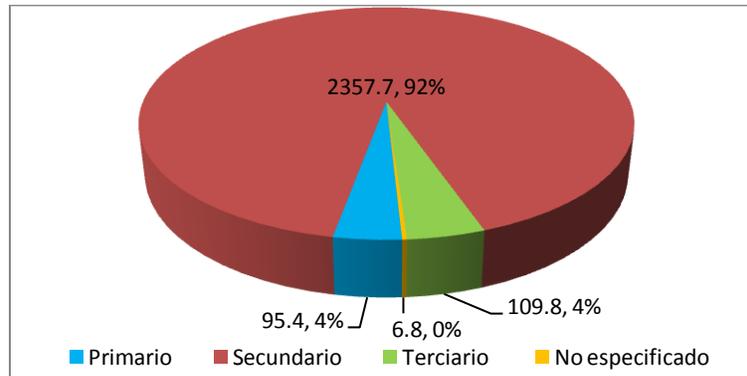


Figura 2.17 Porcentaje de tratamiento de aguas residuales de origen industrial por proceso, 2011
Fuente: CONAGUA, 2012.

En lo que se refiere a la descarga de aguas sin tratamiento en la Figura 2.18 muestra que, en 2010 y de acuerdo a 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 2.19).

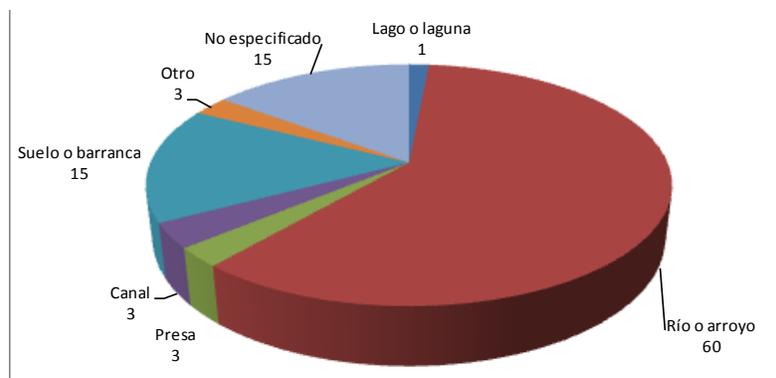


Figura 2.18 Distribución porcentual de los puntos de descarga de aguas residuales municipales sin tratamiento, según tipo de cuerpo receptor, 2010
Fuente: INEGI, 2013 c

Siete municipios concentran 42% del total de puntos de descargas de aguas residuales, siete municipios concentran 42% del total de puntos de descargas de aguas residuales sin tratamiento en

ríos y arroyos de la entidad: Naucalpan de Juárez, Cuautitlán Izcalli, Nezahualcóyotl, Ixtapaluca, Cuautitlán, Capulhuac y Atlacomulco.



Figura 2.19 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 estos 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 2.20).



Figura 2.20 Contenido del lecho de canales como sedimentos y residuos sólidos urbanos

Respecto a la infraestructura empleada para el 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 una 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 un sistema para el manejo de los mismos.



2.9 Energía eléctrica y combustibles fósiles

2.9.1 Producción de energía eléctrica

En el entorno internacional, el uso de la energía primaria y secundaria para generación de electricidad varía de una región a otra, así como de la disponibilidad de recursos económicamente competitivos. La utilización de dichas fuentes depende de las restricciones imperantes por la volatilidad en los precios de los energéticos, la disponibilidad de los combustibles, el impacto social, así como por la normatividad ambiental. 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).

La producción de electricidad en la entidad ascendió a 6,871 Gigawatts por hora (GW/h) en el 2010, 11.3% más que el año anterior y tuvo un crecimiento promedio anual de 4% para el periodo de 2005 a 2010 (Tabla 2.10). La producción total de energía eléctrica del estado aporta alrededor del 3.2% respecto del total nacional.

Tabla 2.10 Energía eléctrica producida en GW/h por tipo de planta en el Estado de México, 2005-2010

Tipo de planta	2005		2006		2007		2008		2009	2010
	LyFC	CFE	Ly FC	CFE	LyF C	CFE	LyF C	CFE	CFE	CFE
Hidroeléctrica	39	97	39	43	40	74	42	14	28	110
Termoeléctrica	665	4,742	584	5,131	1,489	4,511	1,616	4,930	6,064	6,761
Vapor	565	1,523	476	1,327	377	1,170	467	1,610	2,009	2,237
Ciclo combinado	-	3,218	-	3,804	-	3,341	-	3,320	4,055	3,331
Turbogas	100	-	108	-	1,112	-	1,150	-	-	1,193
Total	5,543		5,796		6,114.3		6,602		6,092	6,871

Fuente: INEGI, 2006-2010

En México, a partir del 2009 la Comisión Federal de Electricidad es la empresa que se encarga de la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país. Actualmente atiende a 25.3 millones de personas.

De las 177 centrales generadoras de energía del país (incluye a los generadores independientes), la entidad cuenta con 25 centrales generadoras distribuidas en 10 municipios mexiquenses; de las cuales 12 son hidroeléctricas y 13 son termoeléctricas. Dichas centrales cuentan con una capacidad efectiva de 1,751 Megawatt por hora (MW/h).



2.9.2 Consumo de energía eléctrica

Por el lado del consumo, durante el 2010, se tuvieron ahorros importantes en energía eléctrica derivados del Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2007-2012 (PRONASE). En el plan de expansión se incluyen nuevas categorías tecnológicas como las de ciclo combinado con eficiencia de conversión mejorada y, las nuevas tecnologías de generación distribuida. De igual manera, se están considerando nuevas tecnologías de generación limpia, como los ciclos combinados y las carboeléctricas con captura y secuestro de carbono para enfrentar los desafíos del cambio climático (SENER, 2010).

Como reflejo de la recesión económica de 2009, el consumo nacional de energía eléctrica decreció en 0.8% respecto a 2008. Los sectores que redujeron en mayor magnitud su consumo fueron la gran industria y la empresa mediana, seguidos por el sector comercial que registró una ligera disminución de alrededor de un punto porcentual. Por el contrario, el sector residencial mantuvo un dinamismo importante al registrar un incremento superior al 3% (SENER, 2010).

En 2010, se registró un consumo nacional de energía eléctrica de 213,970 GWh, (Figura 2.21) lo que representó un aumento del 3.6% respecto al año anterior. Éste incremento derivó del comportamiento de las ventas internas, con un crecimiento de 3.8% con relación al año anterior. El Estado de México es la entidad federativa que consume la mayor cantidad de energía eléctrica del país. En 2010, el volumen de venta fue de 16,090 GW/h, lo que representó 7.5% del total nacional. El número de usuarios conectados al servicio de electricidad alcanzó los 3.5 millones para ese año.

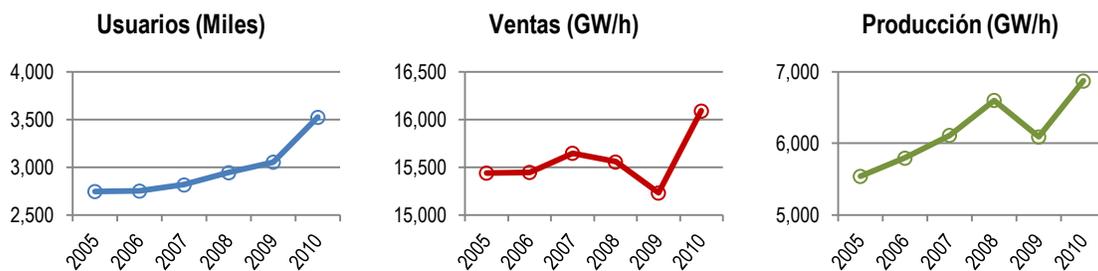


Figura 2.21 Comportamiento anual de la producción, ventas y número de usuarios en la entidad, periodo 2005-2010

Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2010

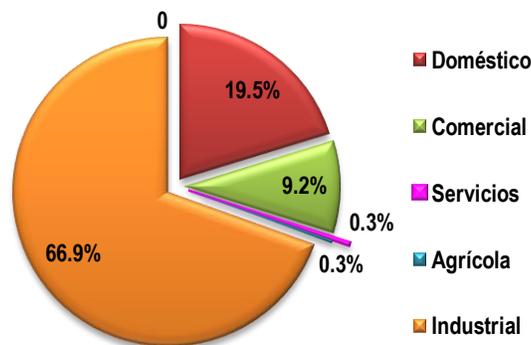
Las ventas de energía eléctrica en el país, se agrupan en los siguientes sectores: industrial, comercial, residencial, servicios y bombeo agrícola (Tabla 2.11); en la entidad el 0.6% del consumo corresponde a los servicios y al sector agrícola con el 0.3% cada uno, el 9.2% al comercial, el 19.5% al residencial y el 66.9% al industrial. Así mismo, entre el 2005 y 2010 el crecimiento en la demanda ascendió a 4.2% con respecto al total vendido.

**Tabla 2.11 Ventas de energía eléctrica (en GW/h) por sector, en el periodo 2005-2010**

Sector	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Industrial	10,391	10,491	10,649	10,522	10,454	10,767
Doméstico	2,843	2,790	2,797	2,885	2,718	3,134
Servicios	1,159	1,140	1,155	1,094	1,061	1,143
Comercial	1,001	989	1,005	1,016	957	994
Agrícola	48	38	43	40	42	51
Total	15,442	15,449	15,649	15,557	15,233	16,090

Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2010

Como se puede observar en la Figura 2.22, el sector industrial se caracteriza por su alto consumo y por los extensos patrones de horarios de demanda. Así mismo, en el periodo de 2005-2010, los sectores residencial, comercial, servicios y bombeo agrícola, también tuvieron un incremento anual de consumo.

**Figura 2.22 Porcentaje de ventas internas de energía eléctrica por sector en la entidad, para el 2010**

Fuente: CFE. Estadísticas de ventas 2010

2.9.3 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).

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, así mismo se utilizaron otras fuentes de información como la proporcionada por la industria de la región a través del instrumento de Cédula de Operación Anual (COA-FEDERAL) y Cédula de Operación Integral (COI-ESTATAL).

Para ilustrar lo anterior, en la (Figura 2.23) se presenta el consumo energético en la entidad por sector y tipo de combustible que incluyen: carbón, leña, y coque; los petrolíferos, que comprenden: gas LP, gasolinas, turbosina, diesel y combustóleo; y por último el gas seco. Del total consumido en el 2010 (402.1 Petajoules), el sector con mayor participación fue el transporte con 34.1%, seguido del sector industrial con 24.0%, residencial con el 19.0%, la generación de electricidad con el 18.3% y el resto, 2.9%, 1.6% y 0.2% a los sectores comercial, autogeneración y agrícola.

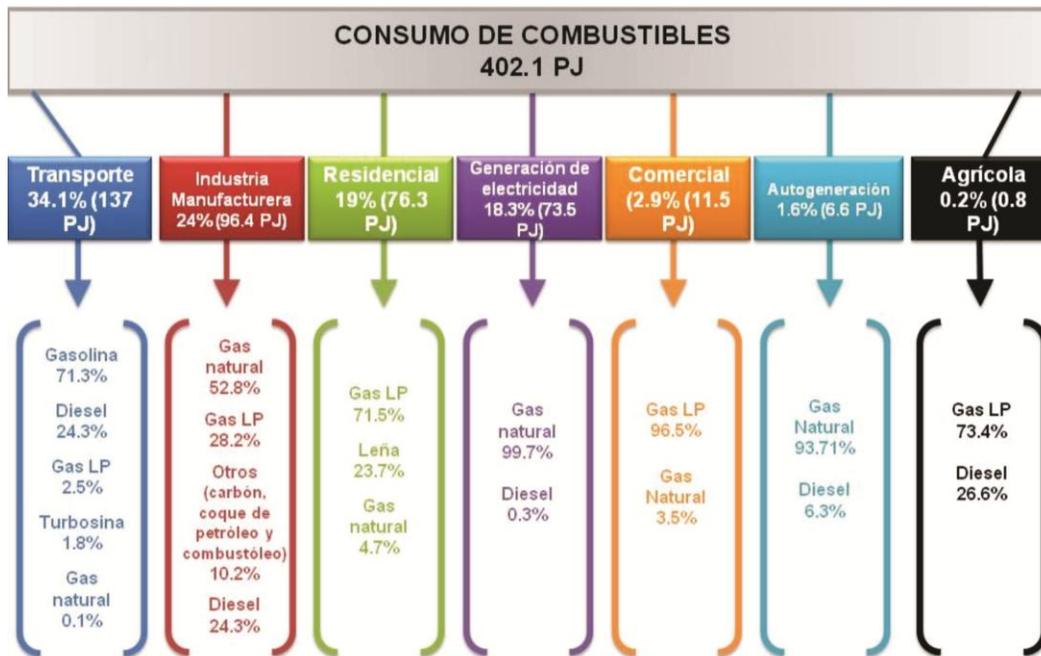


Figura 2.23 Consumo de combustibles por sector en la entidad, 2010.

Fuente: Elaboración con base en datos de SENER, ASERCA, SIE, SEMARNAT y SMAGEM

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 a las mujeres rurales, indígenas y campesinas para detener la deforestación y la desertificación (PROIGUALDAD 2013-2018).

La demanda de petrolíferos, que es la principal fuente de energía a nivel mundial, en la entidad creció en el 2010, 1.7% respecto al 2005. Esto se relaciona con el crecimiento en el consumo de energía de los sectores residencial (13%) y transporte (15.5%) (Tabla 2.12). A su vez, el crecimiento en el consumo del sector transporte se asoció al incremento del parque vehicular emplacado en la entidad.



Tabla 2.12 Consumo de combustibles en Peta Joules por sector, periodo 2005 y 2010

Sector energía	2005	2010
Generación de electricidad	85.3	73.5
Industria manufacturera	110.6	96.4
Autogeneración	0.002	6.6
Transporte	118.6	137.0
Comercial	12.3	11.5
Residencial	67.6	76.3
Agricultura	0.9	0.8
Total	395.4	402.1

Fuente: Elaboración con base en datos de SENER, ASERCA, SIE, SEMARNAT y SMAGEM

2.9.4 Intensidad energética

En 2010 la intensidad energética, es decir, la cantidad de energía requerida para producir un peso de Producto Interno Bruto (PIB) a precios de 2003, fue de 469.7 kJ por peso de PIB producido. Con respecto al 2005 hubo un decremento del 11.8% en este rubro. Como se puede observar en la Figura 2.24, el producto interno bruto tuvo un incremento de 7.8% en el 2010 con respecto al año anterior, mientras que en el 2009 decreció con el 5.8% debido a la recesión económica del país en ese año. Este comportamiento puede asumirse a las necesidades y actividades propias de la entidad que se han ido incrementado en el transcurso del periodo.

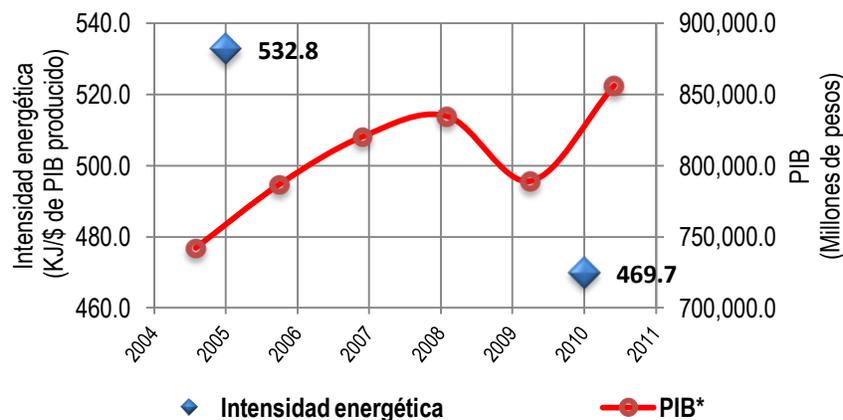


Figura 2.24 Intensidad energética y PIB, en el año 2005 y 2010

Fuente: Secretaría de Finanzas. Producto Interno Bruto Municipal, México, 2012

2.9.5 Consumo de energía per cápita

El consumo de energía per cápita fue 26.5 GJ por habitante en el 2010, 5.5% menor con respecto al 2005. En ese periodo, la población de la entidad pasó de 14.1 a 15.2 millones de habitantes, lo que representó un crecimiento del 7.6 por ciento.



Al respecto la Figura 2.25 muestra una clara 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 una 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 de la entidad se asienta dos tercios de la población estatal, cuenta con una importante actividad económica y dinámica urbana, y un parque vehicular que consiste en más de dos millones de vehículos.

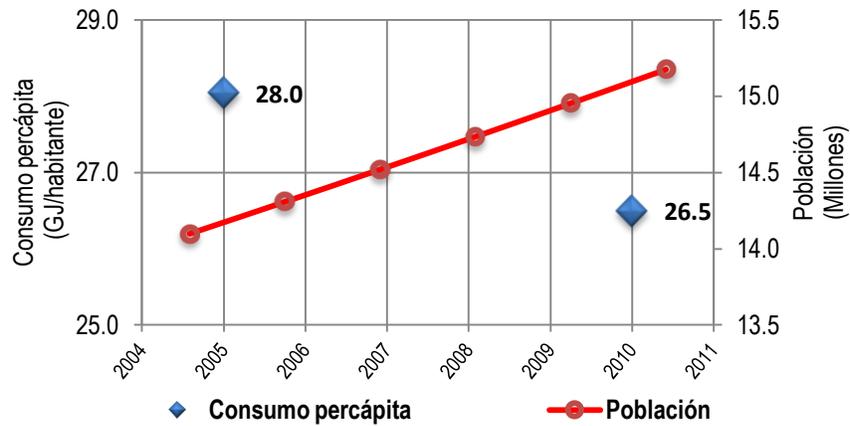


Figura 2.25 Consumo de energía per cápita y población, en el 2005 y 2010

Fuente: INEGI, 2005-2010.

3

**INVENTARIO
ESTATAL DE
GASES DE EFECTO
INVERNADERO**



Los gases efecto invernadero (GEI), son aquellos gases en la atmósfera emitidos por causas naturales (composición química en las capas de la atmósfera, ciclos del agua, carbono y nitrógeno, ciclos orbitales y radiación solar) y por causas antrópicas, que absorben y emiten radiación infrarroja por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Los principales GEI son: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃). Sin embargo, existen GEI emitidos solamente por las actividades humanas como los halofluorocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro. El último informe del IPCC reporta que el 95% de las emisiones de GEI son de origen antrópico (AR5, 2013), las cuales aumentaron en los últimos años. Esto se ha relacionado con un incremento en la temperatura global conocido como calentamiento global y al cambio climático. Se espera que la temperatura no sobrepasará los 4°C hacia finales de siglo XXI y agravie los eventos extremos en escenarios climatológicos (precipitaciones, sequías y ondas de calor) y de emisiones (concentraciones GEI en 10, 20 y 40 años) (IPCC, 2007 d).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en la Conferencia de la Partes, publicó el Protocolo de Kioto (aprobado en 1997 y en vigor desde 2005), un acuerdo internacional para reducir las emisiones de GEI que contribuyen al calentamiento global. México está considerado dentro de los países llamados No-anexo 1, lo que significa que de acuerdo al artículo 4, párrafo 1, debe de “elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, Inventarios Nacionales de las emisiones antrópicas, las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes” (CMNUCC,2003).

En México, se cuenta con la Estrategia Nacional de Cambio Climático publicada en el 2013, la cual señala que la Ley General de Cambio Climático tiene instrumentos políticos, como el PEACC, teniendo como componente clave el Inventario de emisiones de GEI, (ENACC, 2013), sus principales características son:

- Identificar posibles medidas para la reducción de emisiones a considerarse en los programas de gestión de la calidad del aire.
- Estimar la calidad del aire futura a través de modelación y datos sobre distribución espacial y temporal de las emisiones.
- Determinar tendencias en los niveles de emisiones.
- Determinar los efectos de las medidas de control en las tasas de emisiones de una región.
- Apoyar el establecimiento de programas de intercambio de emisiones.
- Dar a conocer el reporte de emisiones de las fuentes.
- Como estado, se tiene un compromiso Internacional y Nacional, para integrar inventarios de emisiones GEI periódicamente.



3.1 Inventario Estatal de GEI

La importancia de realizar un Inventario de emisiones en el Estado de México responde a la relevancia del contexto estatal en las fuentes clave de emisiones y sumideros de carbono, debido a que en el Estado de México habitan aproximadamente 15.5 millones de personas (CONAPO, 2010), cuenta con el 10.2% de la flota vehicular del país (INEGI, 2010 b), además produce 4% del PIB agropecuario a nivel nacional (Barrera, 2013) y alberga 25% de flora y fauna nacional. Por ello, el objetivo en la entidad es desarrollar un Inventario Estatal de emisiones GEI, con base a los años 2005 y 2010 y a partir de éste actualizarlos cada cuatro años, (LGCC, 2012), implicando los siguientes beneficios:

- Evaluación y planeación del Desarrollo Económico Estatal.
- Información para abordar problemas del Medio Ambiente.
- Complementar datos que puedan ser útiles para otros fines (Registro de emisiones).
- Evaluar opciones de mitigación y adaptación para la reducción de GEI.
- Proporcionar la base para los esquemas de comercio de emisiones (bonos de carbono).
- Identificar las principales fuentes y sumideros de GEI, para tomar decisiones políticas, mejor fundamentadas.

Dichas acciones serán encabezadas por el Gobierno del Estado de México a través de la Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica perteneciente a la Secretaría de Medio Ambiente (SMAGEM), en colaboración con PRONATURA México A.C. y el asesoramiento del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Federal (SEMARNAT), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Centro Mario Molina.

El SMAGEM en el 2009 publicó una Iniciativa ante el Cambio Climático, donde se propuso impulsar líneas de acción para la adaptación y mitigación ante el Cambio Climático, en el apartado de Inventario se hizo referencia a las emisiones de fuentes fijas, móviles y naturales presentes en la entidad. Lo anterior dio pauta a que se realizara dicho Inventario con la metodología de las directrices del IPCC 1996, el Manual de las Buenas Prácticas, manejo de incertidumbre, datos de actividad, factores de emisión, árboles de decisión y análisis FODA.

3.2 Metodología

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático, al igual que las Guías de Buenas Prácticas describen las cinco categorías o sectores que deben ser consideradas para el Inventario de emisiones GEI, las cuales son: Energía, Procesos Industriales, Agricultura, Uso de suelo, Cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSyS) y Desechos. En el Anexo A del Protocolo de Kioto, informa sobre los seis GEI incluidos para el inventario: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso



(N₂O), halofluorocarbonos, perfluorocarbonos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), (IPCC, 1996a). La Guía de Buenas Prácticas define los parámetros requeridos para determinar la calidad de un inventario, de manera general, estos parámetros se refieren a:

- Completo: en los gases efecto invernadero, actividades y territorio considerado.
- Preciso: en el uso de la información disponible y referenciada.
- Transparente: en las fuentes de datos y métodos aplicados.
- Consistente: a lo largo de las series temporales, en el uso de los factores de emisión y métodos para una misma categoría.
- Comparable: en el uso de metodologías comunes.
- Exhaustivo: cobertura geográfica completa de fuentes y sumideros, asimismo haciendo notar si una fuente clave tuvo datos insuficientes.

De acuerdo con la metodología, la fórmula básica para estimar una emisión o absorción de una fuente específica es:

$$\text{Estimación de la emisión} = (\text{Datos de actividad})(\text{Factor de emisión})$$

Dónde:

Datos de actividad: describen la magnitud anual de una actividad.

Factor de emisión: la masa de los GEI emitidos por unidad de actividad.

La unidad de medida que se reporta es Gigagramos (Gg) de *CO₂ equivalente*, para que las expresiones de GEI de cada fuente puedan ser comparables e integradas en el total de emisiones del inventario. Para homogenizar dicha unidad, es necesario multiplicar las emisiones por el potencial de calentamiento global correspondiente al tipo de gas.

El potencial de calentamiento global del CO₂ es el efecto de calentamiento integrado a lo largo del tiempo, que produce una liberación instantánea de 1 kg de gas efecto invernadero, de ésta forma se pueden tener en cuenta los efectos radiactivos de cada gas, así como sus diferentes periodos de permanencia en la atmósfera, (Tabla 3.1).

**Tabla 3.1. Potencial de Calentamiento Global (Conversión a CO₂ eq)**

GEI	Tiempo de vida	Potencial de Calentamiento Global (100 años)
CO ₂	Variable	1
CH ₄	12+/-3	21
N ₂ O	120	310
CF ₄	50,000	6,500
C ₂ F ₆	10,000	9,200
SF ₆	3,200	23,900

Fuente: Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 2012.

3.3 Desarrollo general

El proceso para elaborar el inventario de GEI del Estado de México se efectuó en las siguientes etapas:

- 1) *Inicio*: se integró un grupo de especialistas de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, para la construcción de un plan de trabajo y la definición sobre la metodología a emplear.
- 2) *Desarrollo*: la metodología fue la sugerida por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 1996b) y las Guías de las Buenas Prácticas, construyendo árboles de decisión para cada subsector y sirviendo como apoyo para definir el nivel metodológico de complejidad básico Tier 1 y 2, los cuales usan valores predeterminados globales para las reservas de carbono. Los datos de actividad fueron adquiridos y consultados por fuentes institucionales, asimismo, los factores de emisión fueron los establecidos por el IPCC 1996, algunos estudios de caso y los empleados en Inventarios Estatales 2010.
- 3) *Generación del Informe*: se realizó un estudio cuantitativo y cualitativo de las emisiones por cada sector y subsector, analizando los datos de actividad, las fuentes de información, las hojas de cálculo y los manejos de incertidumbre.
- 4) *Revisión, Edición y Publicación*: el documento técnico finalizado, con base al formato del Manual de Identidad Institucional para el Estado de México, fue enviado al INECC y el Centro Mario Molina para las revisiones correspondientes, siendo el actual capítulo constituido al Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático.

En la Tabla 3.2 se muestran las categorías de los sectores y subsectores o actividades para el Inventario Estatal, asimismo los insumos de información y los GEI que se emiten en cada actividad.

Tabla 3.2. Sectores y subsectores que integran el Inventario de GEI, insumos de información y gas emitido a la atmósfera.

SECTOR	SUBSECTOR O ACTIVIDAD	INSUMOS DE INFORMACIÓN	GAS EMITIDO
ENERGÍA 	Industria generadora de energía	Consumo de combustibles fósiles (gas natural y diesel)	CO ₂ , N ₂ O, CH ₄ , CO, COVNM y NO _x
	Manufactura e industria de la construcción.	Consumo de combustibles fósiles (gas natural, gas LP, diesel, combustóleo, coque de petróleo y carbón)	
	Transporte	Consumo de combustibles fósiles (gasolina, diesel, gas natural y gas LP)	
	Otros : Residencial, Comercial y Agrícola	Consumo de combustibles fósiles (gas natural, gas LP, diesel y leña)	
PROCESOS INDUSTRIALES 	Productos minerales	Producción de: cemento, cal, vidrio, asfalto. Consumo de: piedra caliza y carbonato de sodio	CO ₂ , SO ₂ , COVNM y NO _x
	Industria Química	Producción de: cemento, cal, vidrio, asfalto Consumo de: piedra caliza y carbonato de sodio	COVNM
	Producción de Metales	Producción de: acero y aluminio.	CO ₂ , SO ₂ , CO, NO _x , COVNM, CF ₄ , y C ₂ F ₆ .
	Otras Industrias	Producción de: papel y alimentos y bebidas	SO ₂ , CO, NO _x y COVNM
AGRICULTURA 	Fermentación Entérica	Cabezas de ganado Bovino, Ovino, Caprino, Porcino y Aves de corral	CH ₄
	Manejo de estiércol		CH ₄ , CO ₂
	Suelos Agrícolas	Emissiones directas (fertilizantes nitrogenados) e indirectas (cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno, biomasa seca)	N ₂ O
	Quema de residuos agrícolas	Emisión de GEI por biomasa quemada y emisión de N ₂ O por manejo de excretas. Cereales y leguminosas	CH ₄ , N ₂ O
USCUSS	Cambios en bosques y otros reservorios leñosos	Cambio en la superficie bajo manejo y aprovechamiento forestal maderable.	CO ₂
	Conversión de bosques y pastizales	Cambio en el uso de la tierra	CO ₂

	<p>Abandono de tierras manejadas</p>	<p>Abandono de tierras y revegetación</p>	<p>CO₂</p>
<p>DESECHOS</p>	<p>Disposición de residuos sólidos Urbanos</p>	<p>Toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) en sitios controlados y no controlados. Cantidad de RSU que se genera en el DF, pero se dispone en el Estado de México.</p>	<p>CH₄</p>
	<p>Aguas residuales domésticas</p>	<p>Datos de la carga orgánica total (DQO) del Inventario Nacional de Plantas de tratamiento de aguas municipales.</p>	<p>CH₄</p>
	<p>Aguas residuales industria-les</p>	<p>Datos de DQO de las COI's de los años 2005 y 2010, así como COA's de los años 2005 y 2008</p>	<p>CH₄</p>
	<p>Excreta humana</p>	<p>Consumo de proteína per cápita.</p>	<p>N₂O</p>
	<p>Incineración</p>	<p>Residuos del sector salud, el dato es de número de camas de hospitales en el Estado de México, y con un factor de correlación de kg de residuos peligrosos per cápita por cada cama de hospital.</p>	<p>CO₂</p>

Fuente: Manual de las Buenas Prácticas del IPCC, 1996.

3.4 Panorama general

Las emisiones de GEI en el Estado de México para el 2005 y 2010 (Tabla 3.3), se estimaron en Gigagramos (Gg) de CO₂ eq, para los gases enunciados en el Anexo A del Protocolo de Kioto. Dichas emisiones fueron de 40,628.43 Gg en el 2005, y 46,756.79 Gg de CO₂ eq para el 2010, teniendo un incremento general del 15.08% con respecto al año base 2005 para los sectores estudiados de acuerdo a las directrices del IPCC.



Tabla 3.3. Total de emisiones en Gg de CO₂ eq para los años 2005 y 2010

SECTOR O CATEGORÍA	Gg CO ₂ eq	
	2005	2010
ENERGIA	23,946.45	24,706.19
PROCESOS INDUSTRIALES	1,266.98	3,237.06
AGRICULTURA	3,368.10	3,388.28
USCUSyS	2,871.23	2,937.72
DESECHOS	9,175.67	12,487.54
TOTAL	40,628.43	46,756.79

En la Figura 3.1, se resume la contribución porcentual por categoría de emisión (lado izquierdo) y por gas (lado derecho), en el 2010.

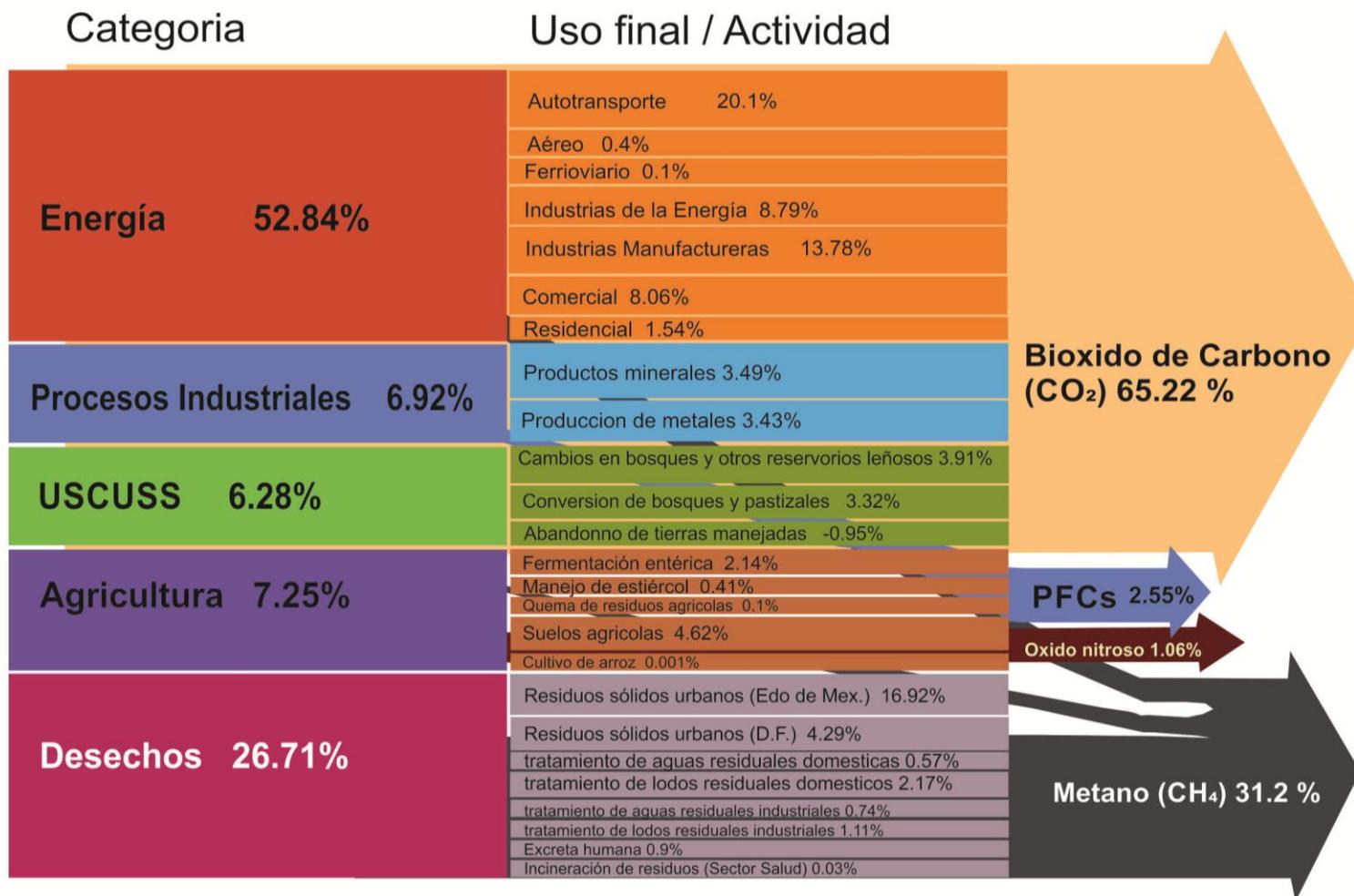


Figura 3.1. Diagrama general de emisiones de GEI para el Estado de México (2010).

Fuente: Elaboración propia con los datos del Inventario Estatal de GEI

En la Figura 3.2, se muestran los porcentajes de emisiones en los años 2005 y 2010, para los sectores estudiados, donde el sector Energía emitió en el 2010 un 52.84%, Desechos 26.71%, Agricultura 7.25%, Procesos Industriales 6.92% y USCUSyS 6.28% de las emisiones.

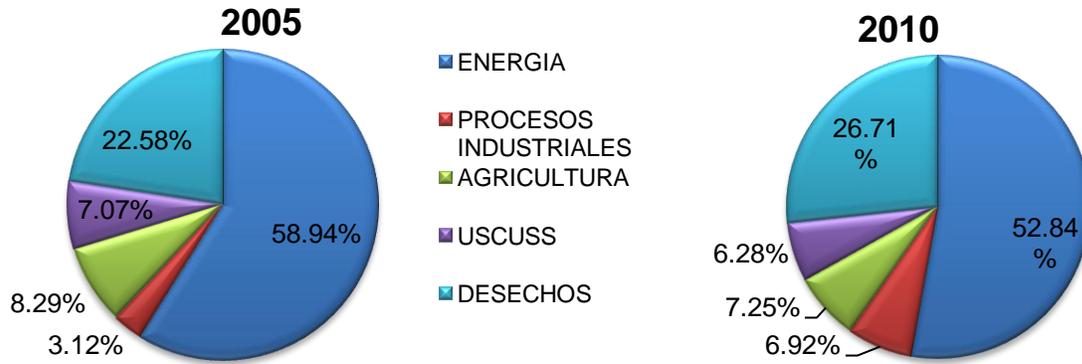


Figura 3.2. Contribución porcentual de las categorías en las emisiones de GEI.

3.4.1 Emisiones de GEI por gas

Las emisiones de los gases CO₂, CH₄, N₂O, CF₄ y C₂F₆, en las actividades correspondientes, se describen a continuación.

DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

El CO₂, aumentó un 6.01%, de 27,771 Gg de CO₂ eq (2005) a 29,439 Gg de CO₂ eq (2010), donde se observa que las principales actividades que contribuyeron fueron: Transporte, 32.40%, Industria Manufacturera, 21.82% e Industrias generadoras de Energía, 13.94%. (Figura 3.3)

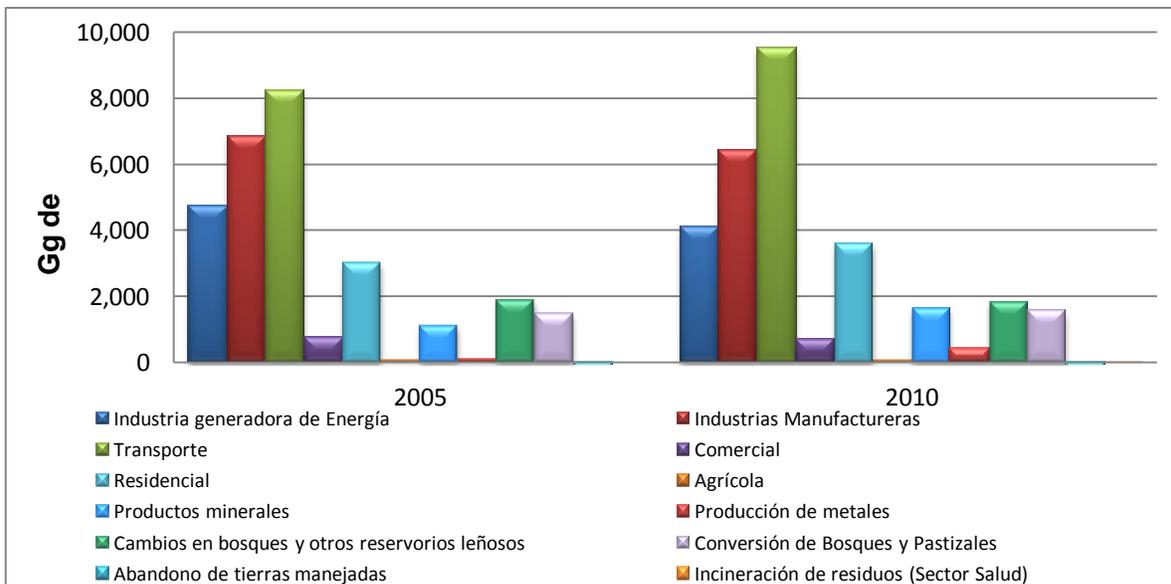




Figura 3.3. Emisiones de dióxido de carbono (CO₂), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

Las emisiones del transporte aumentaron un 15.95%, analizando lo relacionado en el 2005, el 80.6% de los vehículos registrados, realizaron su verificación vehicular, mientras que en el 2010 sólo el 50.38%, además que la flota vehicular entre el 2005 y 2010 aumento el 119%, (INEGI, 2010b), considerando el uso de autos particulares que fueron reemplacados en el Estado de México, siendo del Distrito Federal; también el consumo de combustible creció de 78,157.86 TJ en el 2005 a 97,700.45 TJ en el 2010, lo que representa un aumento del 25%, concurriendo que el principal combustible consumido es la gasolina con un 71.3% en el 2010 (SENER, 2010).

METANO (CH₄)

Las emisiones de CH₄, presentadas en la Figura 3.4, tuvieron un aumento del 33%, 9,975 Gg de CO₂eq (2005) y 13,300 Gg de CO₂ eq (2010). Las actividades emisoras en el 2010, fueron los residuos sólidos urbanos del Estado de México con un 59.47%, los residuos sólidos urbanos del Distrito Federal, 15.06% y el tratamiento de lodos residuales domésticos, 7.63%, concerniendo al sector de Desechos.

Lo anterior se explica a partir de que una fracción de los desechos generados en el D.F, son destinados para su disposición final en el Estado de México y ambas entidades concentran una población estacional y flotante considerablemente alta, en particular, las actividades humanas que se llevan a cabo diariamente, principalmente en la Zona Metropolitana del Valle de México, generan una gran cantidad de desechos y tratamiento de todo tipo; las plantas tratadoras de agua para uso doméstico especialmente, aumentaron en la entidad de 9 a 19 unidades, durante el 2005 y 2010, generando lodos residuales, los cuales emiten el gas contaminante (CONAGUA, 2010).

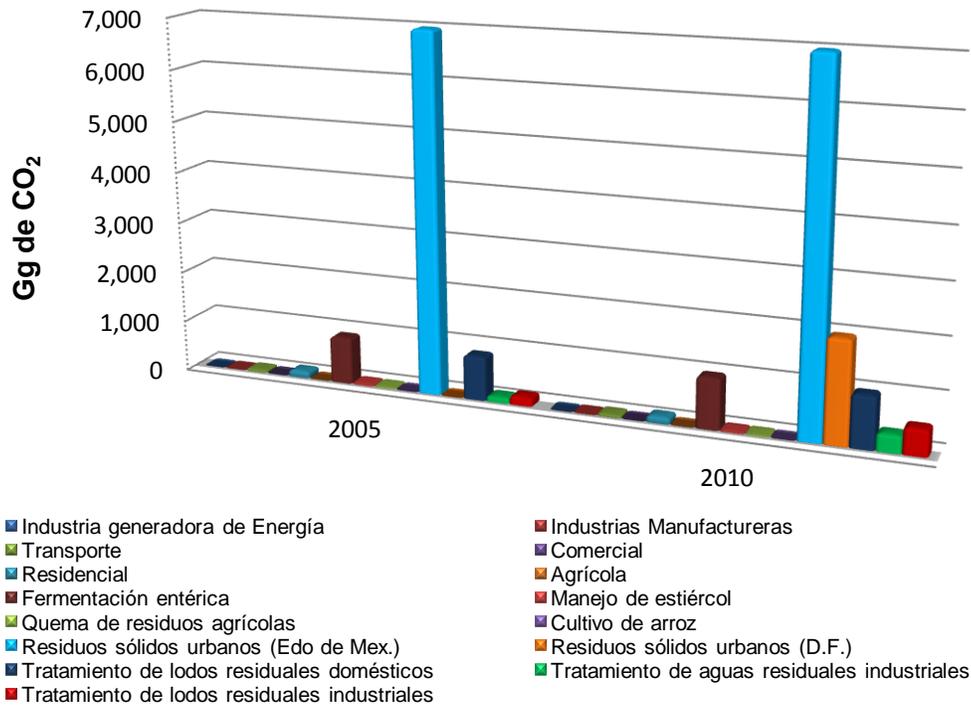


Figura 3.4. Emisiones de metano (CH₄), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

OXIDO NITROSO (N₂O)

Las emisiones del N₂O, no aumentaron significativamente, 2,823.10 Gg de CO₂ eq (2005) y 2,822.51 Gg de CO₂ eq (2010) (Figura 3.5), las cuales se originan de las actividades del sector agricultura: directas e indirectas generadas durante del manejo de los campos agrícolas (derivadas de las adiciones de nitrógeno al suelo) con un 76.45%, la excreta humana del sector desechos 14.72% y el manejo de estiércol de excretas de animales durante el almacenamiento y tratamiento 5.64%.

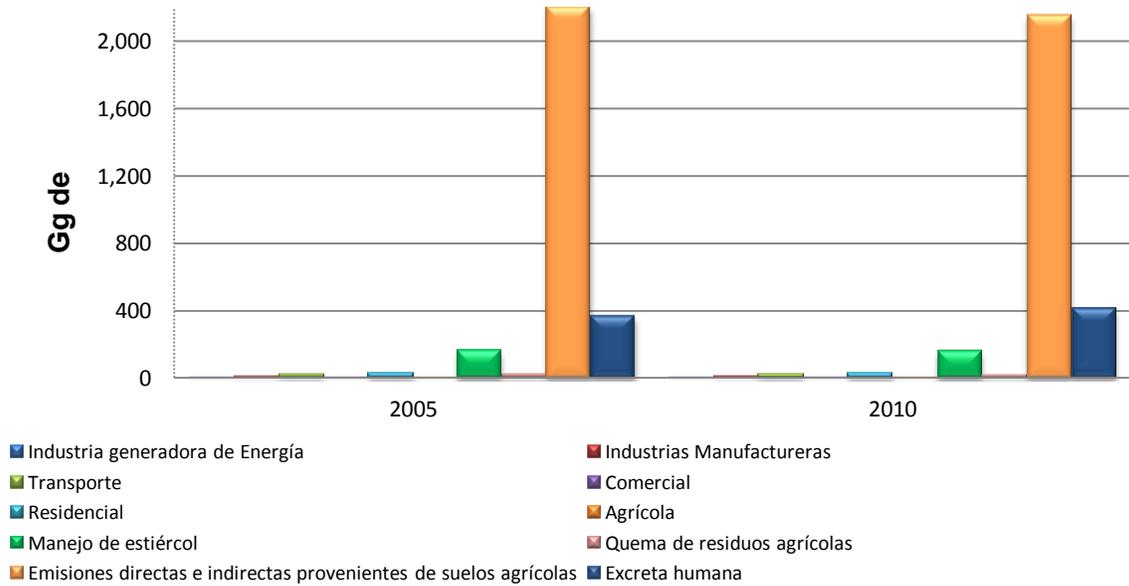


Figura 3.5. Emisiones de óxido nítrico (N₂O), por actividad en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

Las emisiones directas de óxido nítrico son las derivadas de la gestión de campos agrícolas, de acuerdo a las directrices de 1996 del IPCC, las cuales involucran los cultivos fijadores de nitrógeno y los residuos agrícolas; las emisiones de manera indirecta son originadas por los fenómenos de volatilización y lixiviación de compuestos de nitrógeno derivados de fertilizantes sintéticos y abonos.

PERFLUOROCARBONOS (PFC)

Con respecto al sector Procesos Industriales, los gases emisores fueron los perfluorocarbonos (PFCs), en particular los compuestos de Tetrafluorometano (CF₄) y Hexafluoroetano (C₂F₆). En la Figura 3.6 se presentan los CF₄ y los C₂F₆, y se observa un aumento considerablemente de 57.70 Gg de CO₂ eq (2005) a 1,193.8 Gg de CO₂ eq (2010), emitidos por la industria del aluminio y acero, donde el CF₄, en el 2010 tuvo un 87.47% de las emisiones. El incremento de emisión fue de 20.68 veces para ambos gases, lo anterior es reflejado en el aumento de producción y la demanda en el registro de emisiones en dichas empresas.

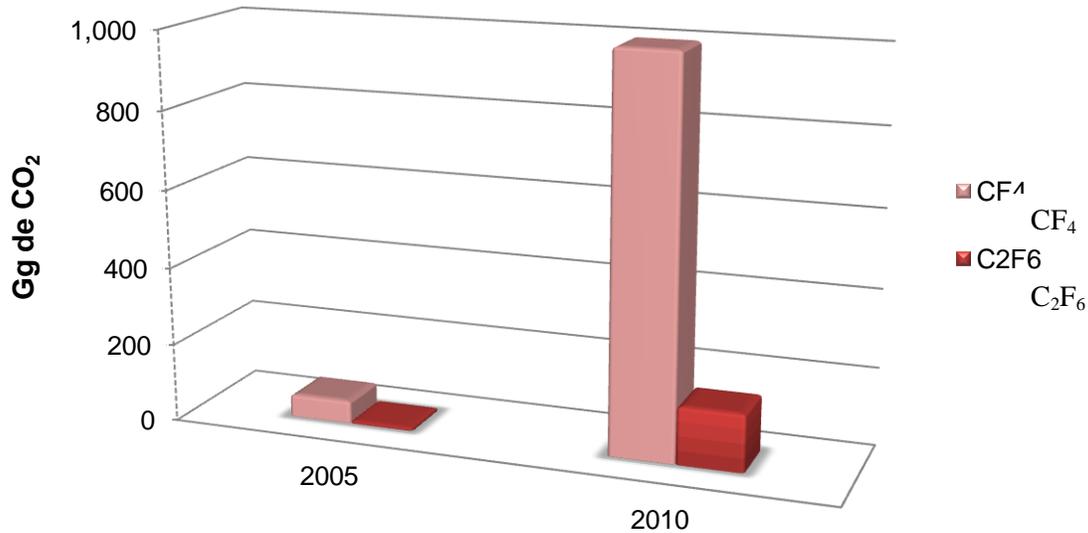


Figura 3.6. Emisiones de Tetrafluorometano (CF₄) y Hexafluoroetano (C₂F₆), por actividad de producción de metales, en Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

3.4.2 Emisiones de gas por sector o categoría

ENERGÍA

El sector que más emite GEI es el Energético, donde se incluyen las emisiones de: Industrias generadoras de Energía, Industrias Manufactureras, Transporte, Comercial, Residencial y Agrícola, en el 2005 emitió 23, 946.40 Gg de CO₂ y 24,706.20 Gg de CO₂ eq en el 2010.

En la Figura 3.7, se observa que las emisiones aumentaron un 3.17% referente al gas CO₂, en el 2010 el transporte es la actividad que mayor emite con un 38.61%, seguido de la industria manufacturera con 26% y la industria generadora de energía con 16.61%.

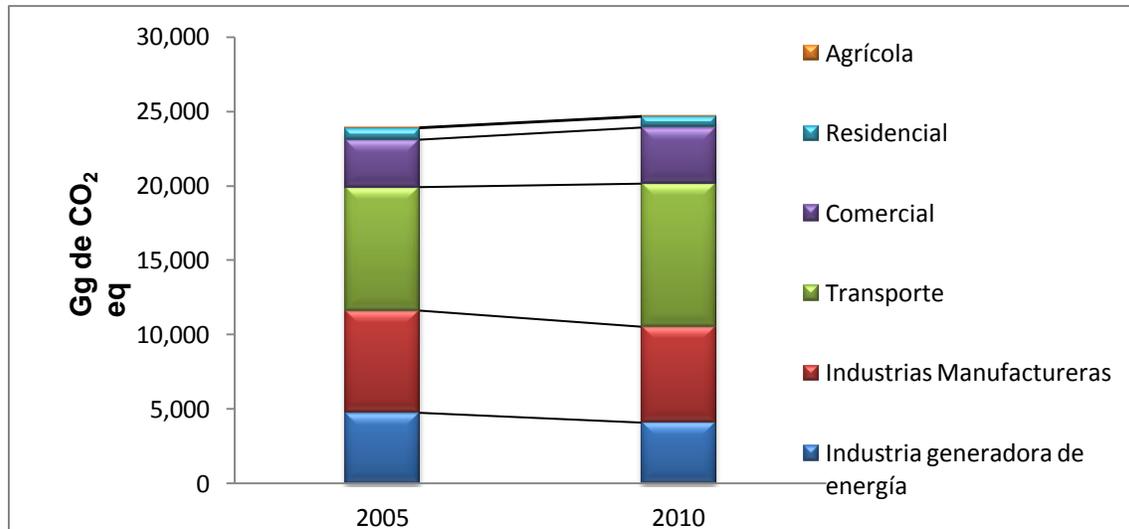


Figura 3.7. Emisiones del sector Energía Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

PROCESOS INDUSTRIALES

Las emisiones del sector Procesos Industriales, fueron contabilizadas en relación a las industrias de papel, cal, cemento, aluminio y acero, para el 2005 fueron 1,266.98 Gg de CO₂ eq y en el 2010, 3,231.06 Gg de CO₂ eq. La actividad con mayores emisiones en el 2010 fue la de producción de metales con 1,605.33 Gg de CO₂ eq, como se observa en la Figura 3.8; es decir hubo un aumento de producción y registro de las emisiones en la manufactura del aluminio y acero, igualando el porcentaje en emisión para la producción de minerales de 1,631.73 Gg de CO₂ eq.

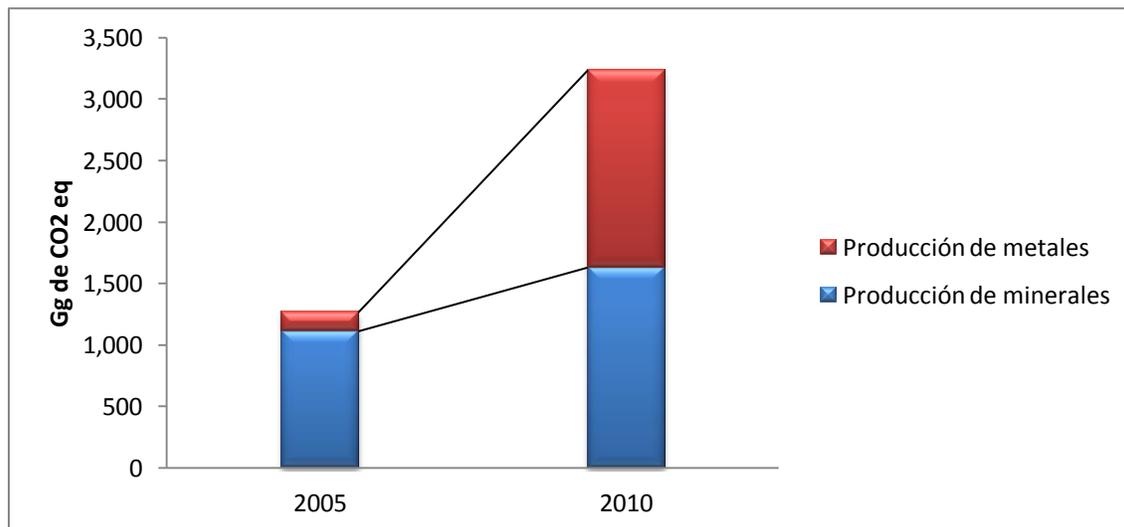


Figura 3.8. Emisiones del sector Procesos Industriales, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.



AGRICULTURA

El sector Agricultura, en el Estado de México, se integra por 2, 235,100 ha, de las cuales 890,170 ha son cultivadas y representan el 39.82%. De manera general, en el 2010 emitió 3,388.28 Gg de CO₂eq, aumentando un 0.6% con respecto a 2005. Las actividades con mayor emisión de GEI a la atmósfera fueron: las directas e indirectas provenientes de suelos agrícolas con un 63.96% y la fermentación entérica con 29.48% (Figura 3.9).

El rumiante que mayor emite CH₄ es el bovino lechero; en el Estado de México aumentó el hato ganadero un 60.9%, entre el 2005 y 2010 (SIACON, 2012). Las emisiones en la fermentación entérica, aumentaron un 8.35%, siendo la segunda en aporte de emisiones para el sector Agricultura (Figura 3.9.)

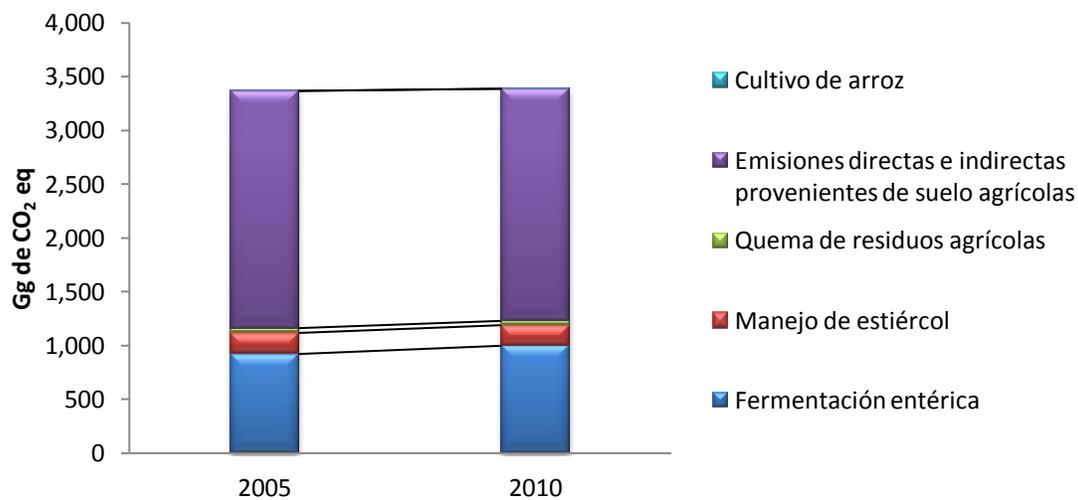


Figura 3.9. Emisiones del sector Agricultura, Gg de CO₂ eq, 2005 y 2010.

USCUSyS

En el Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura emitió 2,937.72 Gg de CO₂ eq en el 2010 y tuvo un aumento del 2.32% en las emisiones de CO₂ como se muestra en la Figura 3.10. De acuerdo con los resultados obtenidos en el Inventario Forestal del Estado de México (2010), la cobertura vegetal ocupa 1, 087, 812 ha, donde el crecimiento anual por tipo de vegetación, densidad promedio y contenido de carbono de las especies o tipos de vegetación, se reflejaron en un 62.19% en el cambio de bosques y otros reservorios leñosos, 52.92% en la conversión de bosques y pastizales y un -15.10% en el abandono de tierras manejadas.

Las emisiones de CO₂ que se dan en el cambio de uso de suelo forestal y otros reservorios leñosos es debido a una baja en la producción forestal maderable, es decir, el volumen de madera aprovechada muestra una tendencia a estar disminuyendo, la producción forestal reportada por



fuentes oficiales puede no representar del todo la realidad de la cosecha forestal maderable, pues no se considera el aprovechamiento informal (el cual puede ser legal o ilegal), el aprovechamiento de plantaciones forestales comerciales y la extracción en sistemas agroforestales (Caballero, 2010).

Los principales factores que propician el abandono de tierras se deben a la pérdida de la rentabilidad de las actividades, el sobrepastoreo y la deforestación que destruyen la cubierta vegetal e incrementa la erosión del suelo, a la degradación de tierras por prácticas de manejo intensivas, los drenajes inapropiados de los sistemas de irrigación que provocan la salinización de los suelos, que conllevan a fuertes procesos de desertificación de suelos (UNESCO, 2013).

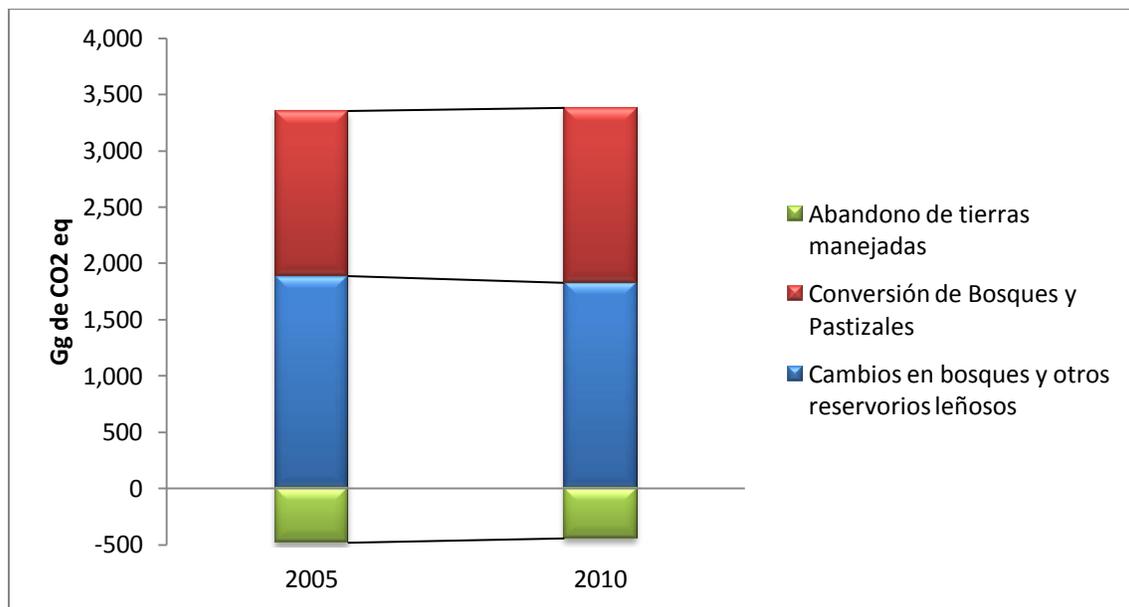


Figura 3.10. Emisiones del sector USCUSyS, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

DESECHOS

El sector desechos mostró un incremento del 36.09% en sus emisiones generales para el año 2010 con respecto a 2005, emitiendo 12, 487.54 Gg de CO₂eq, (ver Figura 3.11). Las actividades responsables fueron: los residuos sólidos urbanos generados en el Estado de México, destinados para su disposición final en basureros estatales representaron el 63.34% de las emisiones, y los provenientes del Distrito Federal un 16.04%, los procesos de tratamientos de aguas y lodos para uso doméstico 10.27% y los tratamientos de aguas y lodos para uso industrial 6.92%.

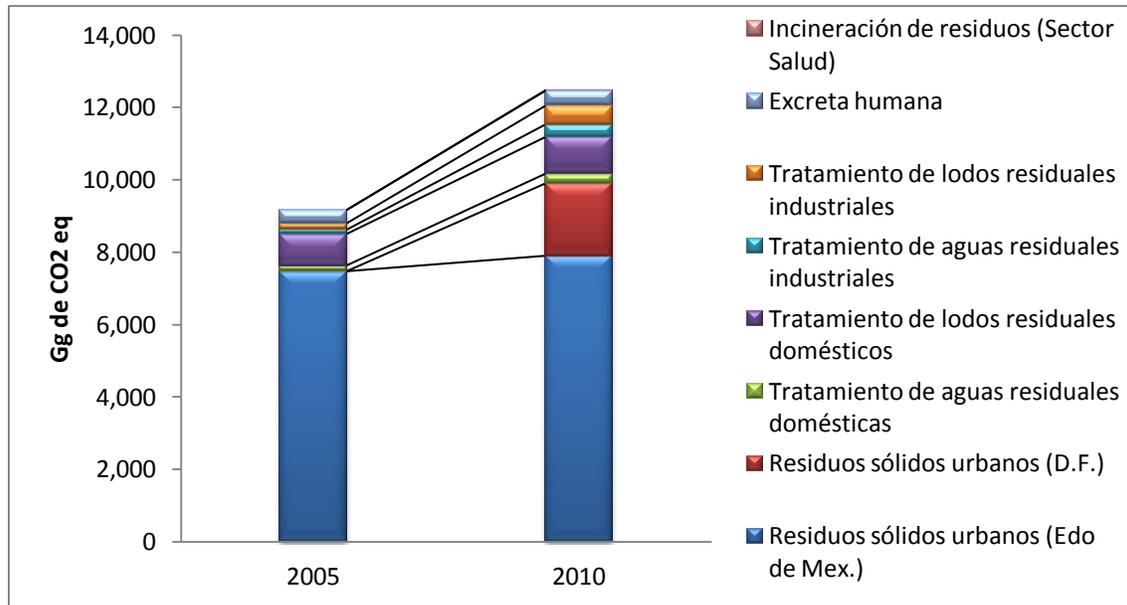


Figura 3.11. Emisiones del sector Desechos, Gg de CO₂eq, 2005 y 2010.

El hecho de contar con más de 15 millones de habitantes y sólo poseer el 1.1% del territorio nacional hace al Estado de México el más poblado del país y el segundo con la mayor densidad poblacional después del Distrito Federal, donde el 94.4% de las viviendas particulares cuenta con agua entubada y el 94.2% con drenaje (INEGI, 2010 c). Actualmente, gran parte de los municipios rurales limitan el manejo de sus residuos sólidos a los elementos básicos: generación, recolección y disposición final; en algunos casos se realiza adicionalmente el barrido manual en calles de la cabecera municipal (GEM, 2009 a).

3.4.3 Tendencia de las emisiones de los GEI para los años 2005 y 2010

Las tendencias en las emisiones son un reflejo de las variaciones en la producción y el consumo de combustibles fósiles, así como en las actividades de los sectores en estudio (Energía, Agricultura, USCUSyS, Procesos Industriales y Desechos).

El Estado de México en los años 2005 y 2010 tuvo carencias sociales de rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, carencia por calidad y espacios de la vivienda (CONEVAL, 2010). Asimismo, se registró un aumento en el porcentaje de población con un ingreso inferior a la línea de bienestar. Las actividades productivas tuvieron menor control, siendo un factor importante en el aumento en las emisiones totales de GEI para los sectores de procesos industriales y desechos, como se muestra en la siguiente Figura 3.12.

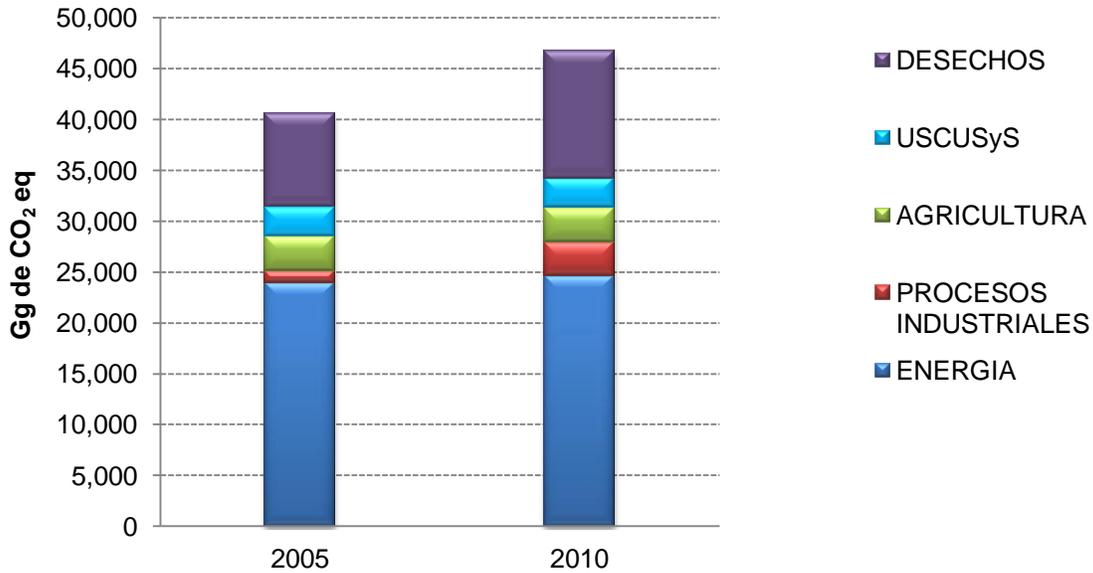


Figura 3.12. Tendencias de emisiones GEI, 2005 y 2010.

3.4.4 Indicadores relevantes de las emisiones de GEI

De acuerdo a las proyecciones por Entidad Federativa para el 2030 (Figura 3.13), la tasa de crecimiento poblacional anual para el Estado de México será de 1.94% (CONAPO, 2010), lo que significa que para el 2050, habrá 26.4 millones de habitantes y las emisiones tendrán una tasa de crecimiento anual de 2.51%. Por lo que para el 2050, si no hay mitigación de los GEI, habrá emisiones estimadas de 126, 232 Gg de CO₂ eq. En el 2005 las emisiones eran menores a la media poblacional y en el 2010-las emisiones rebasan dicho dato estadístico.

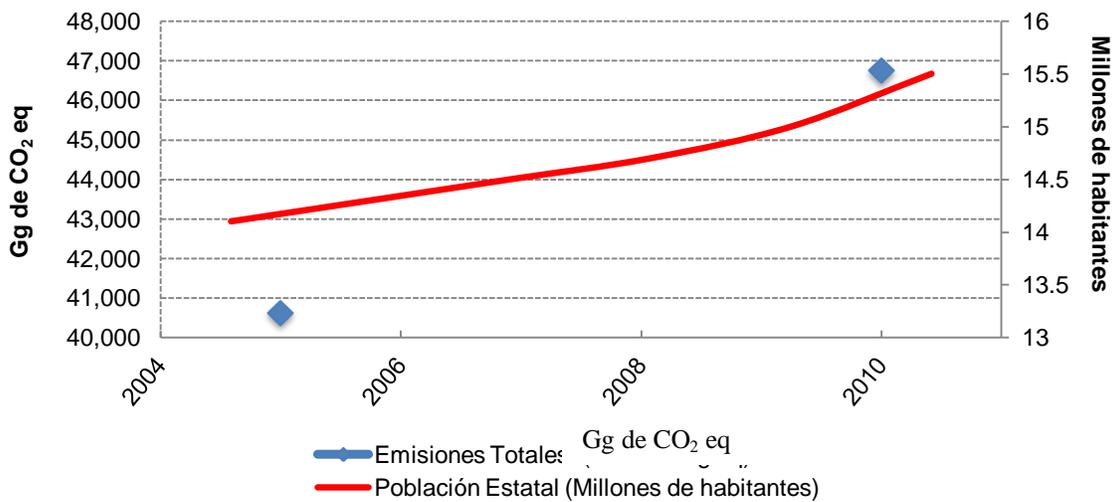


Figura 3.13. Índice de emisiones GEI y población en el Estado de México, 2005 y 2010.



Entre 2005 y 2010, el PIB del Estado de México (Figura 3.14), creció en promedio a una tasa anual de 2.56% (IGECEM, 2012), en tanto que las emisiones de GEI aumentaron 2.51% y la población estatal presentó una tasa de crecimiento poblacional del 1.94%, es decir que las emisiones han crecido un poco menor que la economía, pero mayor que la población. También es posible observar que los individuos que habitan la entidad han incrementado sus emisiones de GEI, principalmente en los sectores de desechos (residuos sólidos urbanos) y energía (transporte). Las emisiones por habitante en el estado durante el 2005, fueron de 2.8 t CO₂eq y para el 2010, aumentaron a 3 t CO₂eq (equivalencia, 1 tonelada= 0.001Gg), mientras que a nivel nacional, las emisiones per cápita fueron de 3.8 t CO₂ (Banco Mundial, 2010).

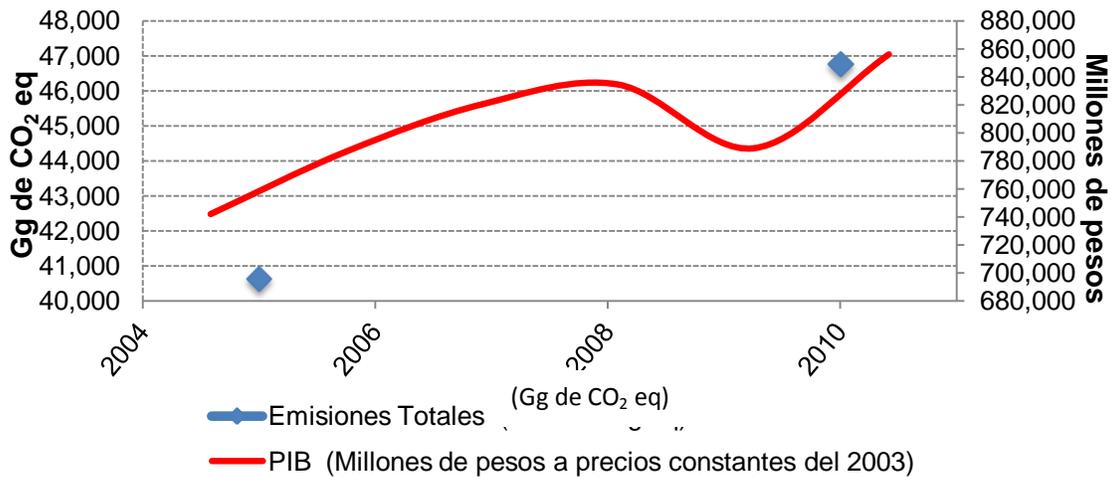


Figura 3.14. Índice de emisiones y PIB en el Estado de México, 2005 y 2010.

3.4.5 Comparación nacional

Ubicando las emisiones del Estado de México en el contexto nacional de acuerdo a la Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Tabla 3.4), el Estado contribuye con un 6.25% Gg de CO₂eq de emisiones totales, donde el sector desechos aporta un 28.30% (Figura 3.15), lo que representa una cifra que debe ser atendida, ya que los residuos sólidos urbanos para el 2010 se incrementaron en 38%, distribuyéndose en 6,484 y 1,643 mil toneladas para el Estado de México y DF respectivamente (INEGI, 2010 d).

Tabla 3.4 . Emisiones totales en (Gg de CO₂eq), de los Sectores para el Estado de México y lo reportando en la Quinta Comunicación Nacional

SECTOR	Gg CO ₂ eq		
	Estado de México	México	%
		QUINTA COMUNICACIÓN	
	2010	2010	
ENERGIA	24,706.19	503,817.60	4.90
PROCESOS INDUSTRIALES	3,237.06	61,226.90	5.29
AGRICULTURA	3,388.28	92,184.40	3.68
USCUSyS	2,937.72	46,892.40	6.26
DESECHOS	12,487.54	44,130.80	28.30
TOTAL	46,756.79	748,252.10	6.25



Figura 3.15. a) Porcentaje de emisiones GEI del Estado de México con respecto al Inventario Nacional en el 2010, b) Contribución porcentual para los sectores de Agricultura, Energía, Procesos Industriales, USCUSyS y Desechos, con respecto al Inventario Nacional en el 2010.

3.4.6 Análisis de incertidumbre

Las estimaciones de la incertidumbre son un 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 por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro y orientar las decisiones sobre elección de la metodología.



De acuerdo a lo mencionado por el IPCC (1996) y basándose en las recomendaciones del análisis del sector energético a nivel nacional para el año 2006, se procedió a estimar los valores de incertidumbre, en las hojas de cálculo establecidas (Tabla 3.5).

El sector USCUSyS, por su complejidad en las fuentes y recopilación de datos (series de tiempo, mapas, datos de actividad) tiene un 22% de incertidumbre. En promedio, el inventario tiene una incertidumbre de 13.05%, lo que lo hace confiable, preciso, completo, transparente y comparable.

Tabla 3.5. Análisis de Incertidumbre para el Inventario Estatal de emisiones GEI, 2005 y 2010.

SECTOR	% de Incertidumbre
ENERGIA	3.19%
PROCESOS INDUSTRIALES	16.02%
AGRICULTURA	17,19%
USCUSyS	22.04%
DESECHOS	10.94%

3.5 Conclusiones

En el Estado de México, las emisiones de gases efecto invernadero de los sectores estudiados, fueron de 40,628.43 Gg de CO₂eq en el 2005 y para el 2010, 46, 756.79 Gg de CO₂eq, teniendo un incremento del 15.08% con respecto al año base 2005.

Durante el 2010, los gases efecto invernadero emitidos y cuantificados en el Inventario, fueron: CO₂ (62.96%), CH₄ (28.45%), N₂O (6.04%), CF₄ (2.34%) y C₂F₆ (0.31%).

El sector energético, fue el emisor principal de CO₂ con un 52.84%, donde el subsector transporte e industrias manufactureras predominan como fuentes clave de emisión.

El sector Desechos tuvo un incremento de emisiones del 36.09%, comparado con el 2005, principalmente por las emisiones de metano en las actividades de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas industriales y domésticas.

El sector Agricultura en el 2010, emitió 7.25% del total de las emisiones, teniendo como categorías o actividades clave: las emisiones directas e indirectas de suelos agrícolas y la fermentación entérica.

Dentro de las emisiones de los procesos industriales, en la industria del aluminio y acero, fue importante tener un registro de las mismas, ya que los perfluorocarbonos, CF₄ y C₂F₆ (que tienen un tiempo de vida de 10,000 y 9,200 años como potencial de calentamiento global en 100 años), son de los gases más tóxicos y permanentes en la atmósfera, emitiendo 3,237.06 Gg de CO₂eq, en el 2010.



El sector USCUSyS, en la conversión de árboles a pastizales, incrementó la emisión de CO₂ en los años de estudio un 5.98%, disminuyendo la absorción del mismo.

El crecimiento de las emisiones GEI en el Estado de México ha crecido ligeramente menor a su economía, 2.56% anual y las emisiones 2.51%.

La tasa de crecimiento poblacional en el 2010 fue 1.94%, siendo menor a la de emisiones, 2.51%, lo que explica que las emisiones por habitante incrementaron.

El Estado de México, con base a la Quinta Comunicación Nacional, publicada en el 2012, contribuye en el 2010 con un 6.25%, atendiendo principalmente las emisiones del sector desechos.

4

VULNERABILIDAD POR EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MÉXICO



4.1 Caracterización del clima observado

4.1.1 Clima presente

La caracterización climática del Estado de México se realizó con datos emitidos por el INEGI, así como con la base de datos climáticos de CLICOM dispuestos en sus valores diarios para su integración a la aplicación Rclimdex diseñada por Zhang y Yang en 2003 y el Grupo de Expertos en Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés) en el que participan organizaciones mundiales expertas en el estudio del clima global, además de los datos provistos en las normales climatológicas de la CONAGUA y la representación dinámica de temperatura y precipitación mensual propuesta por Arthur Strahler (1989).

La red climatológica del Estado de México cuenta con 347 estaciones que registran ocho variables, siendo las de temperatura media, mínima y máxima, y la precipitación diaria de las que existe mayor número de registros. Así, se estructuró la base de datos exclusivamente para el cálculo de índices de cambio climático, con 71 estaciones distribuidas a lo largo de todo el territorio estatal, considerando que éstas contarán con suficiente número de años, entre 1960 y 2000, y cumplieran satisfactoriamente con pruebas de homogeneidad, además de una secuencia aceptable en los registros para el análisis de tendencias e indicios de cambio climático.

El territorio del Estado de México se encuentra circunscrito en una amplia gama de cualidades físico – geográficas que se manifiesta, entre otras razones en los climas presentes y sus variaciones regionales (Figura 4.1), como se ha descrito en apartados anteriores. Recapitulando, el Estado se encuentra influenciado por la Zona de Convergencia Intertropical y los vientos alisios del Golfo de México, cuenta en un 70% aproximadamente con clima templado subhúmedo con régimen pluviométrico de lluvias en verano que corresponde a la cuenca alta del río Lerma desde el centro hasta las zonas norte y noroeste; bordean a esta zona climas semicálidos subhúmedos al sur y cálidos subhúmedos en el sureste; una porción al norte del Distrito Federal presenta clima semiseco templado, hacia el este en colindancia con los estados de Puebla y Tlaxcala se localiza en la porción alta de los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl clima frío subhúmedo al igual que en la parte alta del Nevado de Toluca, lo anterior de acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García para las condiciones de México.

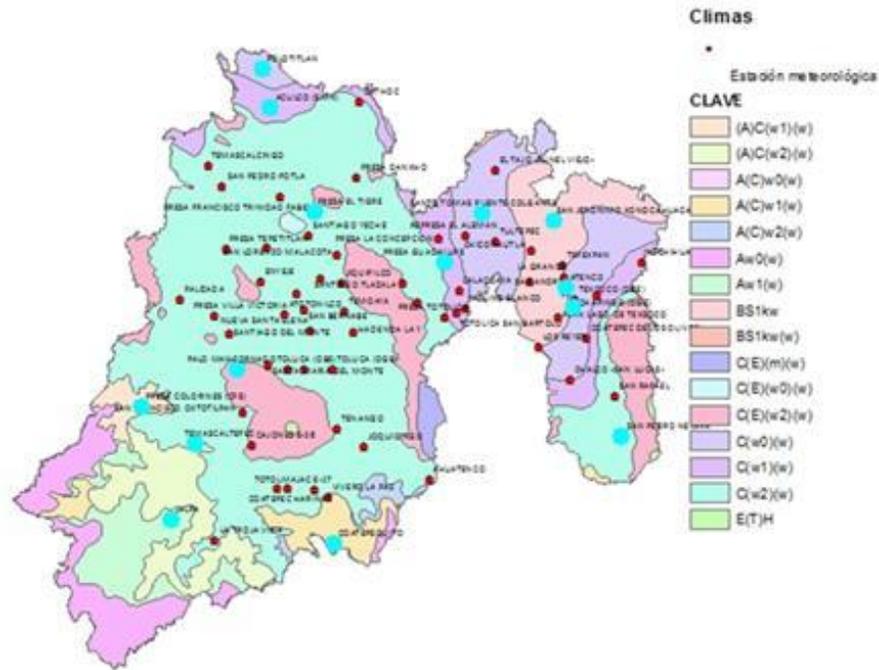


Figura 4.1 Clasificación climática del Estado de México de acuerdo con García (1987)

Fuente: elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013)

Con base en el diagrama de termohietas que se muestra en la Figura 4.2, construido con las normales climatológicas (1950 – 2010) de CONAGUA de 10 estaciones seleccionadas por su ubicación en los diferentes climas presentes y descritos anteriormente, la precipitación media mensual fluctúa entre los 10 y 270 mm, presentándose las mínimas entre 8 y 15 mm en los meses de enero y febrero y las máximas entre los 120 y 275 mm en los meses de junio y julio, en algunos casos con presencia de canícula.

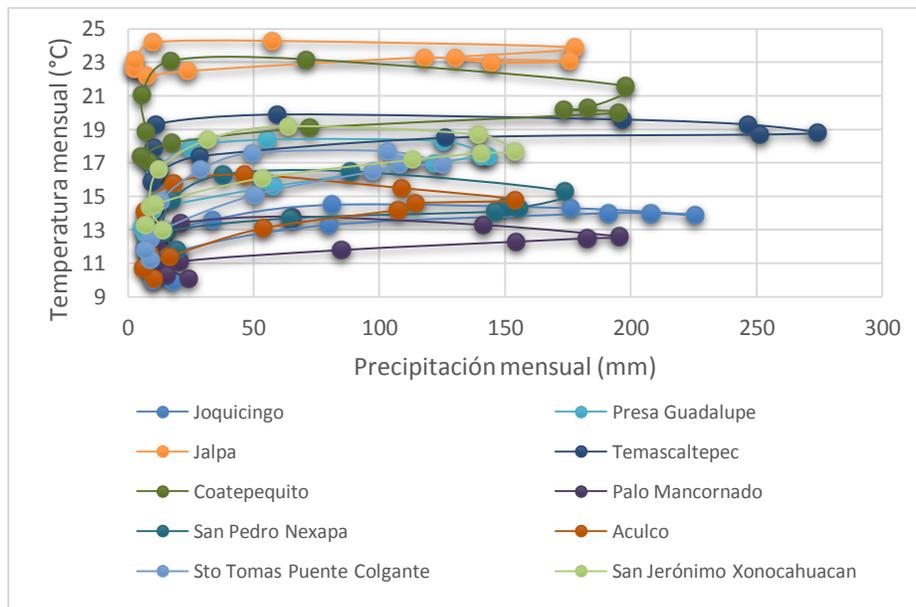


Figura 4.2 Diagrama de Termohietas, Estado de México (1950-2010)

La temporada de lluvias está completamente definida en los meses de verano, por lo que la diferenciación local climática se circunscribe al régimen de humedad principalmente, predominando en ese sentido los subhúmedos intermedios (w_1) en consecuencia de la abundante presencia de los climas templados. En términos generales, las mayores precipitaciones se presentan en la zona centro, sur y suroeste y van de los 800 mm a los 1800 mm anuales; la zona norte presenta menores láminas de 500 a 800 mm anuales, incluyendo una pequeña porción en el sureste.

4.1.2 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 ETCCDI los cuales fueron diseñados con el propósito de identificar el comportamiento climático en diferentes regiones del planeta. Los indicadores se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Índices de cambio climático del ETCCDI

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 diario 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
Rnmm	Días con lluvia mayor a nn	WSDI	Duración de periodos cálidos
Rx1day	Precipitación máxima en 1 día	Tmin	Temperatura mínima
		Tmax	Temperatura máxima

Es oportuno destacar que subjetivamente 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 Puebla, Tlaxcala, Morelos, Michoacán, Querétaro, Distrito Federal e Hidalgo.

Así mismo, es sustancial aclarar que 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 4.2, donde se identifican además algunas variables físico – geográficas que en conjunto logran explicar la dinámica de escurrimientos y su impacto y que serán consideradas en el tema de vulnerabilidad.

Tabla 4.2 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(C) _{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 órtico	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-Volcano-clástico	Feozem haplífico	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 dístico	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 haplífico	Agricultura de riego (incluye riego eventual)
15073 Presa Guadalupe	C(w ₁)(w)	Cuerpos de agua permanentes.	Ígnea Extrusiva-Volcano Clástico	Vertisol pélico	Cuerpo de agua
15069 Polotitlán	C(w ₀)(w)	Rampa acumulativa con procesos de sedimentación	Ígnea Extrusiva-Volcano 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 haplífico	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 Xonocahuacán	BS1kw	Llanura lacustre endorreica y/o llano volcánico	Ígnea Extrusiva-Volcano Clástico	Feozem haplífico	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

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 (w₀), y húmedos intermedios (w₁); sin embargo, el régimen de humedad reconocido como el más seco de los subhúmedos (w₂) 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 Rx1day y Rx5day respectivamente. La primera gráfica (Figura 4.3) muestra la estación Chapingo característica de los climas C (w₁) y la segunda, la estación Presa El Tigre (Figura 4.4), representante de los climas C (w₂). En ambas (Figuras 4.3 y 4.4) están representados los indicadores PRCTOT, Rx1day y Rx5day.

De las estaciones seleccionadas para la caracterización climática, la correspondiente a la 15002 Aculco con clima C (w₁), muestra una ligera tendencia al incremento en la precipitación total anual; no obstante, no se identifica la misma tendencia en Rx1day y Rx5day (Figura 4.5).



Por otro lado, en la estación 15069 Polotitlán con clima C (w₀) se reconoce la presencia mínimos de precipitación total anual en los años 1961, 1982, 1988 y 1999, que no impactan a las precipitaciones Rx1day y Rx5day (Figura 4.6).

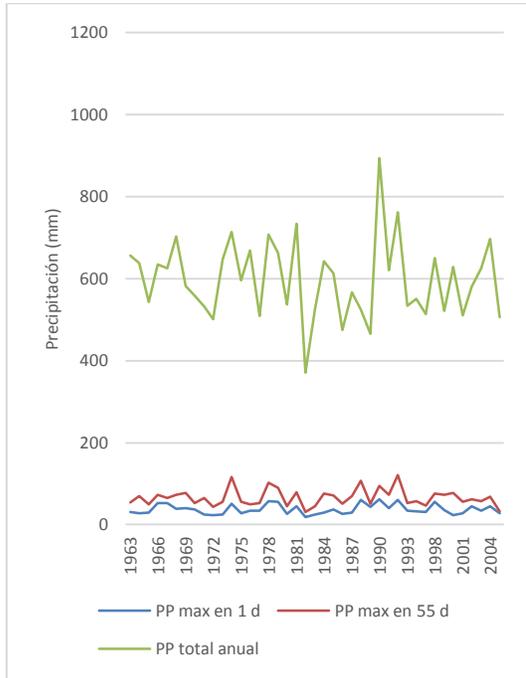


Figura 4.3. Indicadores de precipitación, estación Chapingo en el periodo 1963-2006.

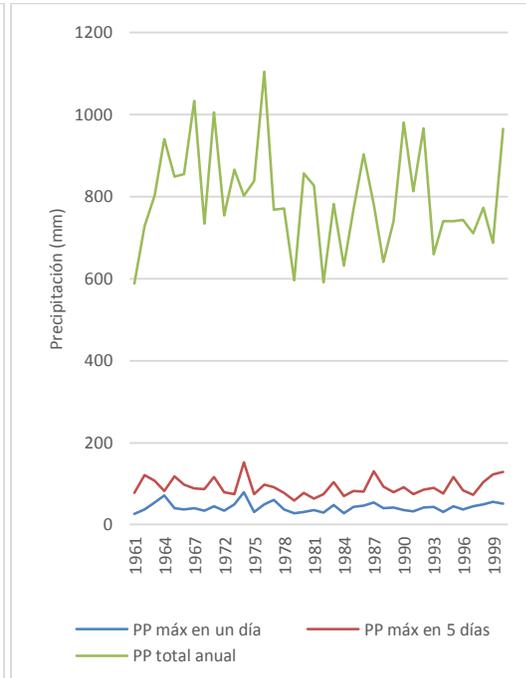


Figura 4.4. Indicadores de precipitación, estación Presa El Tigre en el periodo 1961-2000.

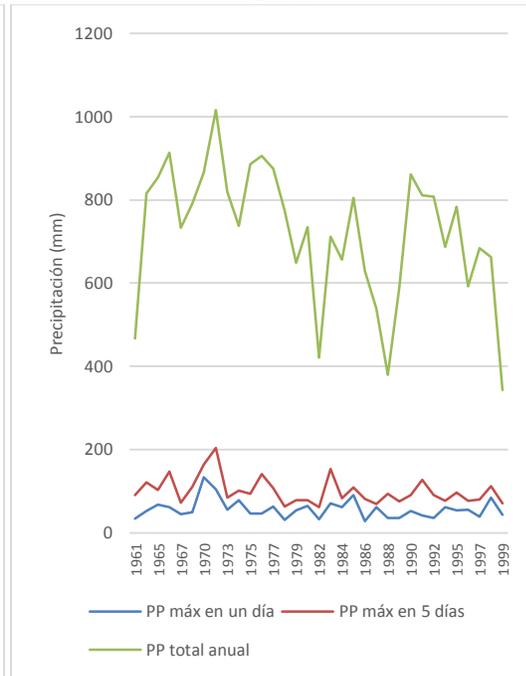
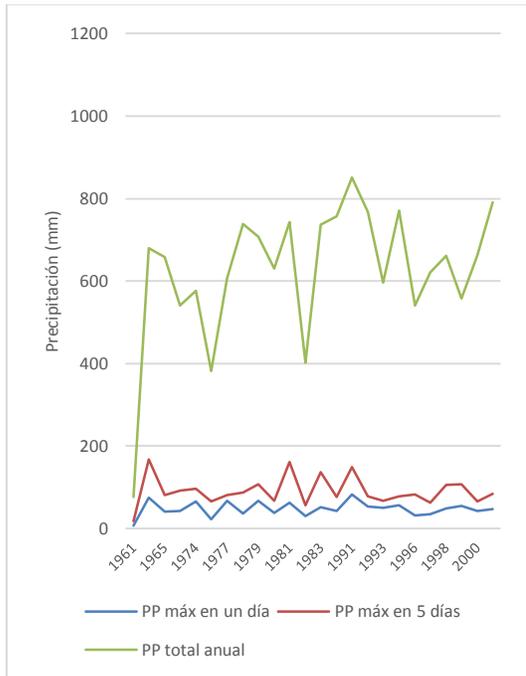




Figura 4.5. Indicadores de precipitación, estación Aculco en el periodo 1961-2002.

Figura 4.6. Indicadores de precipitación, estación Polotitlán en el periodo 1961-1999.

Las temperaturas medias mensuales en general se sitúan entre los 8 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 4.7).

Para el caso de la temperaturas extremas en las zonas en los valles del centro y norte las máximas extremas oscilan entre los 24 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 4.7).

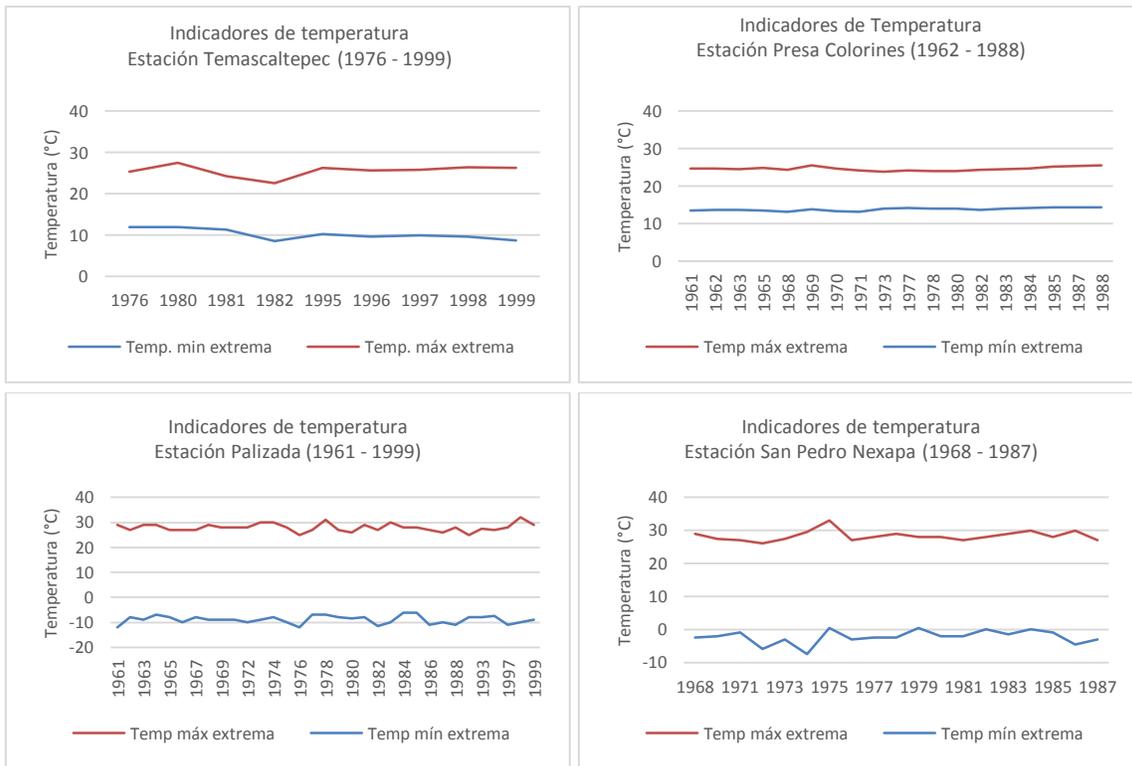


Figura 4.7 Comportamiento interanual de temperatura máxima y mínima extremas en estaciones de distintas zonas del Estado de México.

Desde el punto de vista temporal, en la Figura 4.7 se aprecia que la temperatura mínima extrema en el caso de Temascaltepec expresa una ligera tendencia a la disminución, así mismo 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 4.8) 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.

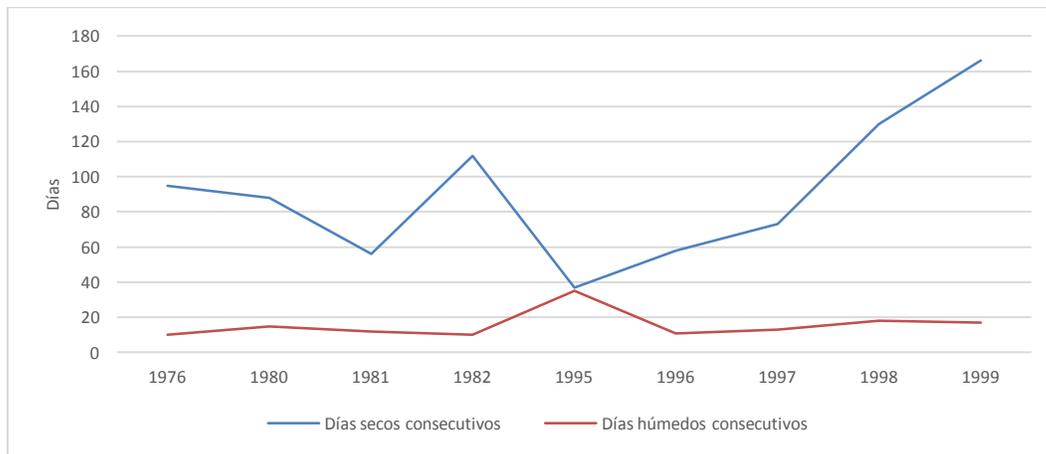


Figura 4.8 Periodos secos y húmedos en la estación Temascaltepec (1976 - 1999)

En cuanto a la estación Presa Colorines (Figura 4.9), 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.

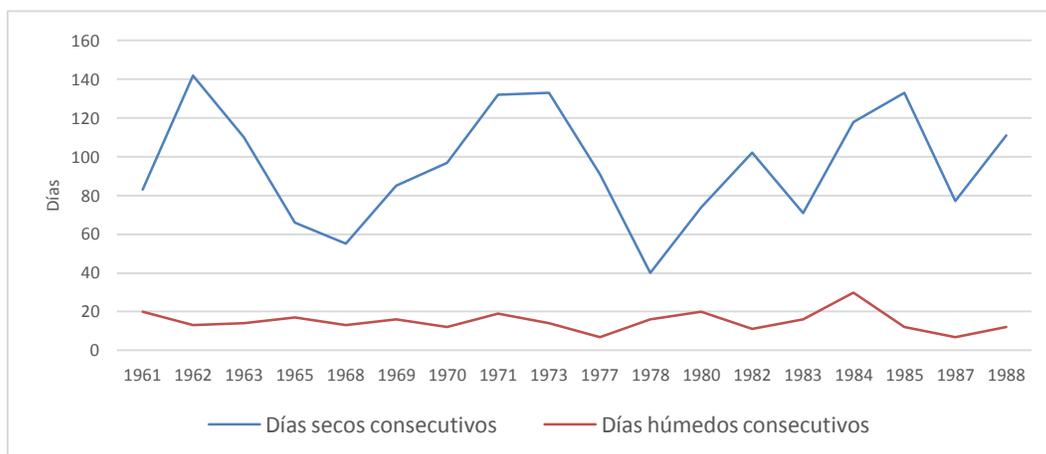


Figura 4.9 Periodos secos y húmedos en la estación Presa Colorines (1962-1988).

El balance de los periodos secos más abruptos se notan en la estación Palizada (Figura 4.10) 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.

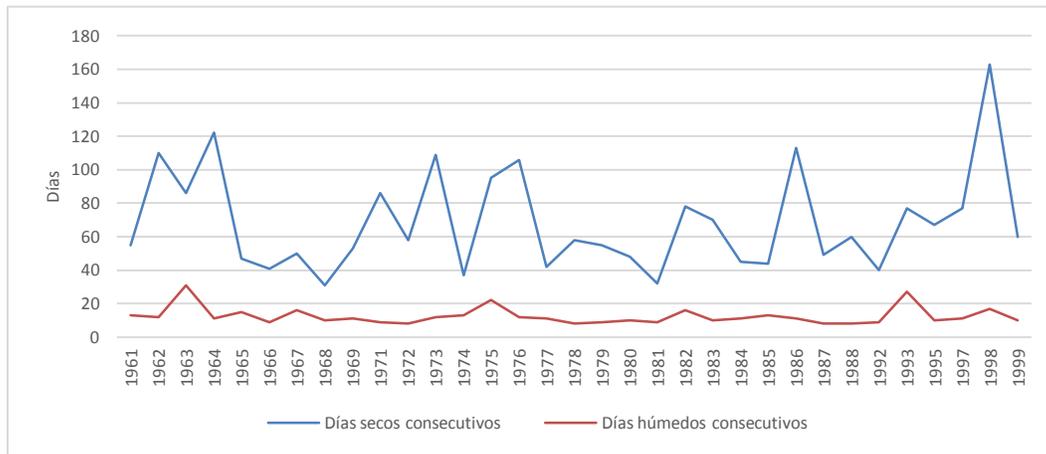


Figura 4.10 Periodos secos y húmedos en la estación Palizada (1961-1999)

Nuevamente se observan oscilaciones marcadas y cíclicas en los periodos secos en la estación San Pedro Nexapa (Figura 4.11), 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.

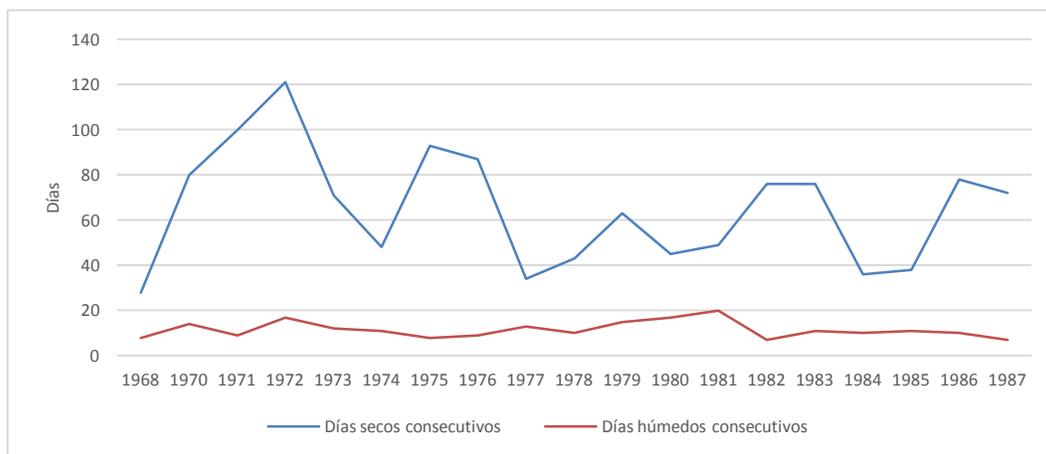


Figura 4.11 Periodos secos y húmedos en la estación San Pedro Nexapa (1968-1987)

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.

4.1.3 Vulnerabilidad ante las condiciones climáticas

La vulnerabilidad 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 nuevo, dada su percepción como consecuencia, entre otros aspectos, del cambio climático, 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 unos efectos del cambio climático, se habla de la incidencia de factores que la han posicionado en ese *status quo* que están 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, el PROIGUALDAD (2013-2018) establece que la vulnerabilidad que enfrentan las mujeres ante los riesgos de desastres difieren en función de los roles que desempeñan y los espacios en que se desarrollan. Se señala que 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 acarrearán una carga adicional.

En términos generales, la vulnerabilidad se aborda bajo dos líneas. La primera tiene que ver 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 espaciales y temporales, que ofrezcan fundamento para el planteamiento de estrategias de mitigación (Sánchez, 2009).

Sequías

Existen variados puntos de vista respecto a la conceptualización de la sequía determinados por el motivo de estudio: 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.

No obstante el fin de la cuantificación de la sequía, varios métodos están supeditados al balance hídrico de la región de interés como lo propone el *índice de severidad de la sequía de Palmer (PDSI)*, y en consecuencia de 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 “Objective quantification of drought severity and duration”, (1999).

El CNS para el Estado de México fue determinado para la realización en el 2012 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 con base a los incendios forestales ocurridos en el periodo (Magaña, 2012).

Así, los días consecutivos con déficit de precipitación efectiva estandarizada, a lo que en lo sucesivo se referirá como 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 4.12 muestra los periodos secos de los años citados, así mismo la Figura 4.13 muestra su representación espacial.



Figura 4.12 Grafica de los periodos secos para los años 2006, 2007, 2008, 2009

Fuente: Magaña (2012)

Es destacable que los años 2006 y 2008 se observaron periodos más largos de días secos, sensiblemente mayores a los dados 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 percibe 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. Así mismo, centros de periodos secos largos se encuentran diseminados, reconociéndose en las Sierras locales de Valle de Bravo y Temascaltepec.

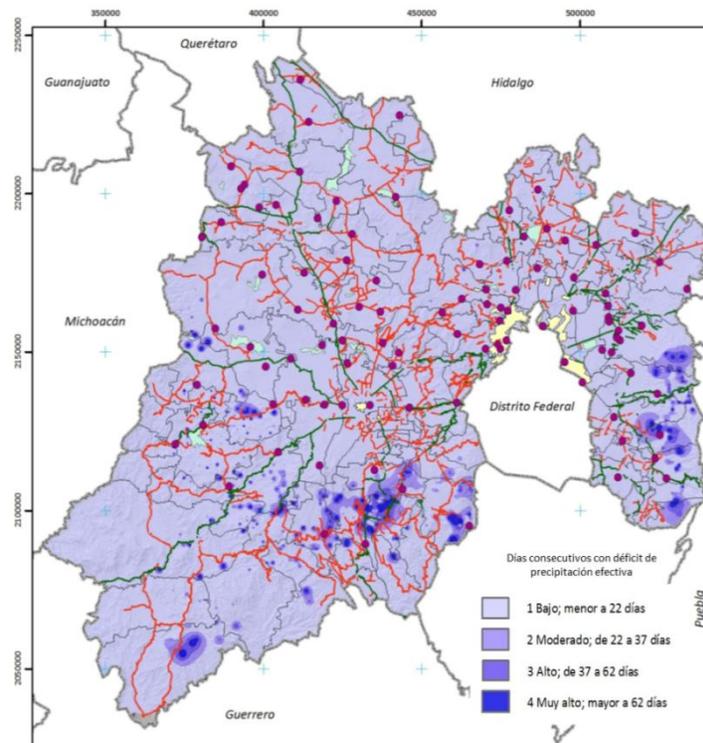


Figura 4.13 Regiones de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva para los años 2006, 2007, 2008, 2009

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; lo anterior en independencia de contar con la aportación de los puntos de calor a nivel nacional ofrecidos por la CONABIO y



Servicio Meteorológico Nacional, dado 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

El área forestal del Estado de México que para el 2010 según estudios del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) contaba con 740 981 hectáreas incluyendo la selva baja caducifolia y subcaducifolia, se encuentra bajo la presión de las políticas de aprovechamiento, del cambio de uso del suelo, de la tala ilegal, de las plagas y de los 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, tales son: CNS, pendiente, orientación de laderas, cercanía a vialidades, altitud, cobertura vegetal y carga de combustible, resultando la zonificación que aparece en la Figura 4.14, de aquí se destaca a las áreas de bosque de la región sur y suroeste estatal con mayor peligro 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.

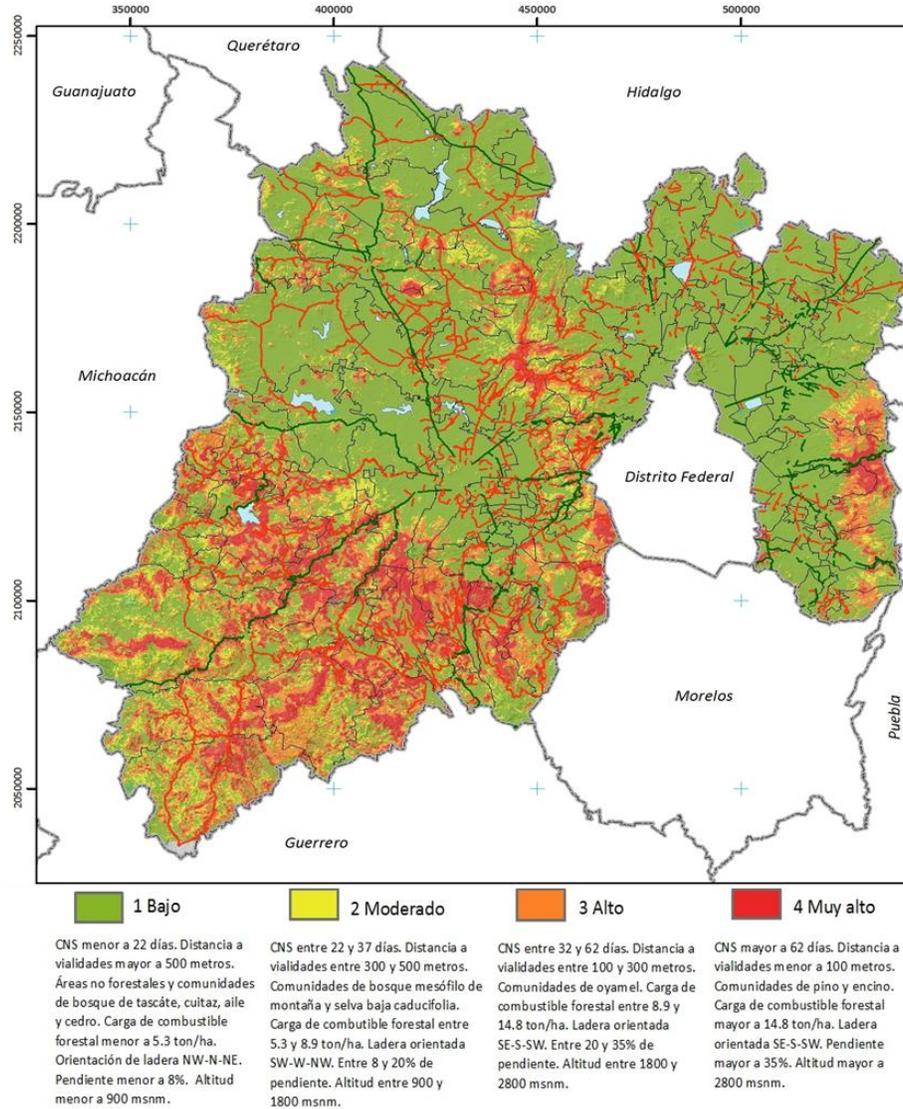


Figura 4.14 Representación espacial de riesgo de incendios para el Estado de México.

Fuente: Magaña 2012

Finalmente, el mes con más alto peligro de incendio forestal es abril (Figura 4.15) enfatizándose éste en los últimos días que es coincidente con la presencia de periodos largos de días consecutivos con déficit de precipitación efectiva.

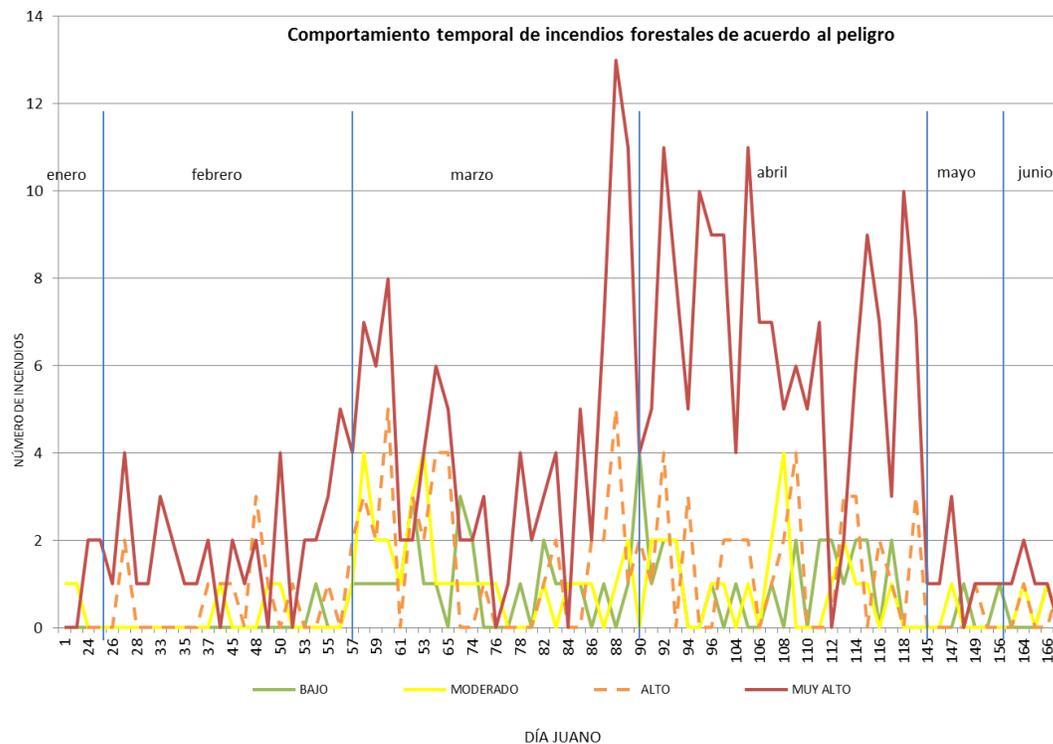


Figura 4.15 Comportamiento temporal de incendios forestales en el año, de acuerdo al peligro

4.1.4 Vector transmisor del dengue

El dengue es una enfermedad relacionada con el clima, la cual está tomando realce en el Estado de México. Este tema ha sido abordado por autores como Nuncio (2010), quien destaca la ocurrencia de esta afectación entre 2000 y 2005 en municipios del sur de la entidad, específicamente, Temascaltepec, Luvianos, Tejupilco, Amatepec y Tlatlaya. Según la autora (Nuncio, 2010) los meses en que se reportaron más casos en estos municipios fueron julio, agosto y mayo. Nuncio (2010) llega a la conclusión de que el vector transmisor del dengue se ha expandido a zonas donde antes no tenía presencia y que el clima ha sido un factor determinante para su ciclo de vida.

Velázquez (2013: 46) también aborda el tema del dengue en la entidad, e indica que éste se ha convertido en un padecimiento endémico-reemergente en el Estado de México y que se presenta durante todos los meses del año. Este autor (Velázquez, 2013) considera que la ubicación geográfica de los municipios de Tejupilco, Tenancingo y Valle de Bravo, su topografía y las condiciones climáticas son aptas para la reproducción del vector transmisor del dengue. Finalmente, Ruíz (2012) destaca que en el periodo 2002-2011 las jurisdicciones sanitarias de Tejupilco y Tenancingo (al sur del estado) han reportado un 55% y 35% de casos de la entidad, respectivamente.

Los análisis previos de los tres autores (Nuncio, 2010; Ruíz, 2012; Velázquez, 2013) coinciden con el análisis espacial elaborado por Ruíz en 2012 (Figura 4.16) respecto a la vulnerabilidad al vector

Aedes aegypti, el mosquito transmisor del dengue, en el Estado de México, donde consideró las variables ambientales precipitación, temperatura máxima, temperatura mínima, elevación del terreno y distancia a corrientes de agua, de los sitios del Estado de México en los que se reportaron casos de dengue entre 2002 y 2011.

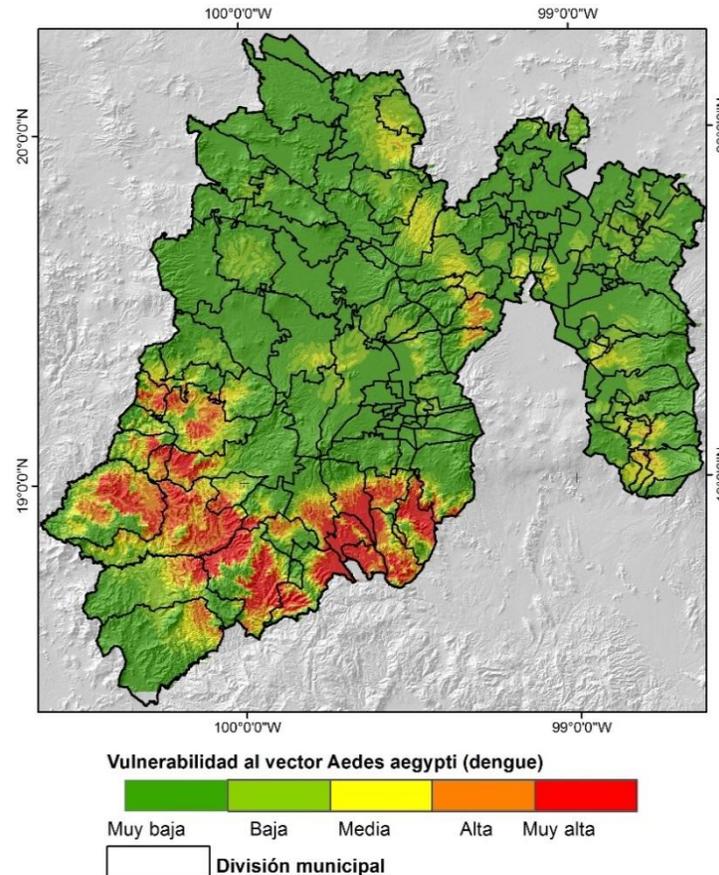


Figura 4.16 Vulnerabilidad al vector de dengue en el Estado de México con base en datos 2002-2011.

Fuente: Ruíz (2012).

Además de los estudios sobre las variables climatológicas que influyen sobre la distribución del vector, se encuentran los de índole social los cuales confirman que los niños y las mujeres son los dos grupos más vulnerables a contraer el dengue, debido principalmente a que esta enfermedad se adquiere en las inmediaciones de la vivienda donde precisamente mujeres y niños pasan más tiempo (Whiteford, 1997).

4.1.5 Vulnerabilidad vinculada a eventos hidrometeorológicos

Inundaciones

Una inundación se considera como la ocupación de agua en zonas que habitualmente están libres de ésta, cuyas causas pueden ser por exceso de precipitación, derivada de tormentas tropicales y

huracanes, lo que originan avenidas, o bien cuando el terreno no puede absorber o almacenar todo el agua que cae y sube el nivel de los ríos; ruptura de presas, cuando superan los niveles de almacenamiento, durante la época de lluvias.

Las inundaciones que se han presentado en el Estado de México, han sido resultado de eventos de precipitación extrema ocurridos en el territorio, en los que la cantidad respecto al tiempo de agua que precipita sobrepasa las condiciones de drenaje, tanto natural como urbano, así como de infiltración del terreno, por lo que el agua tiende a acumularse generalmente en las partes bajas y planas del terreno.

El Estado de México presenta una alta susceptibilidad a inundaciones en las porciones centro, norte, oriente y sur, correspondientes a la planicie de Toluca, y al sur sureste del municipio de Tenancingo (Figura 4.17). En el caso de la planicie de Toluca, corresponden a llanuras lacustres y eólicas, en particular en un relieve de tipo llanura endorreica y/o llano volcánico susceptible a procesos estacionales a inundaciones; así como llanuras lacustres con desarrollo acumulativo, conformado por materiales de tipo aluvial y lacustre, así como también rampas acumulativo-erosivas, con procesos de sedimentación. Además son zonas donde la precipitación en 24 horas oscila entre los 24 y 60 mm, todas estas características es la que hacen del valle una zona de alta susceptibilidad a inundaciones.

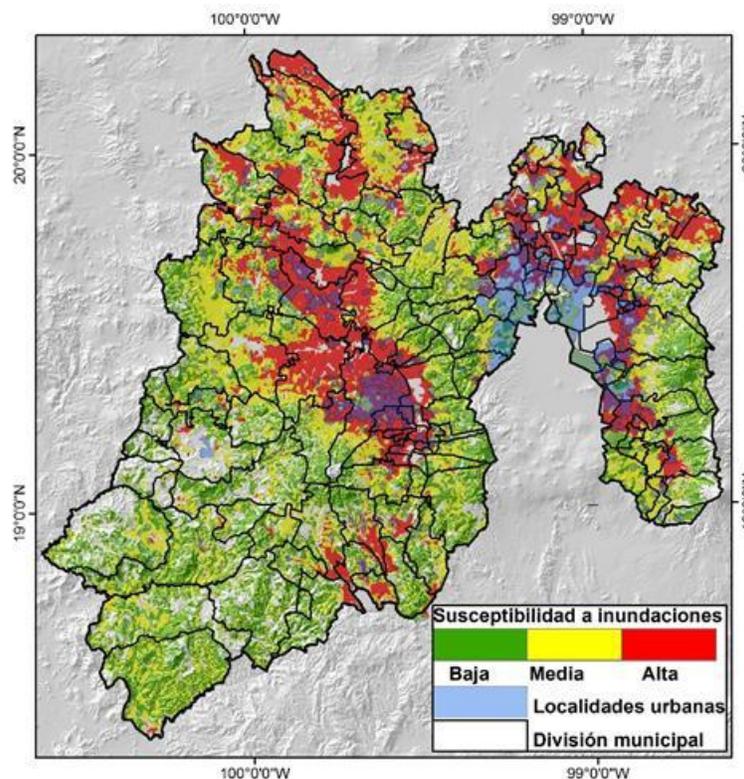


Figura 4.17 Susceptibilidad a inundaciones en el Estado de México.

Fuente: INECC (2013) e INEGI (2010)

Heladas y granizadas

La pérdida de cultivos por heladas y/o granizadas es una limitante en los terrenos de cultivo del Estado de México. Cada año se pierden toneladas de los principales cultivos en el estado debido a estos eventos, sin embargo, ante la alta aleatoriedad de su ocurrencia, las medidas preventivas suelen ser poco efectivas.

Respecto a las heladas, se retoma el indicador de cambio climático denominado días con heladas, que se presenta de manera espacial para el estado en la Figura 4.18, donde se puede apreciar que la cuenca del Río Lerma y Panuco son históricamente las más susceptibles a este tipo de hidrometeoro. Es importante destacar que las regiones mencionadas donde ocurren las heladas, son aquellas con mayor vocación agrícola y pecuaria.

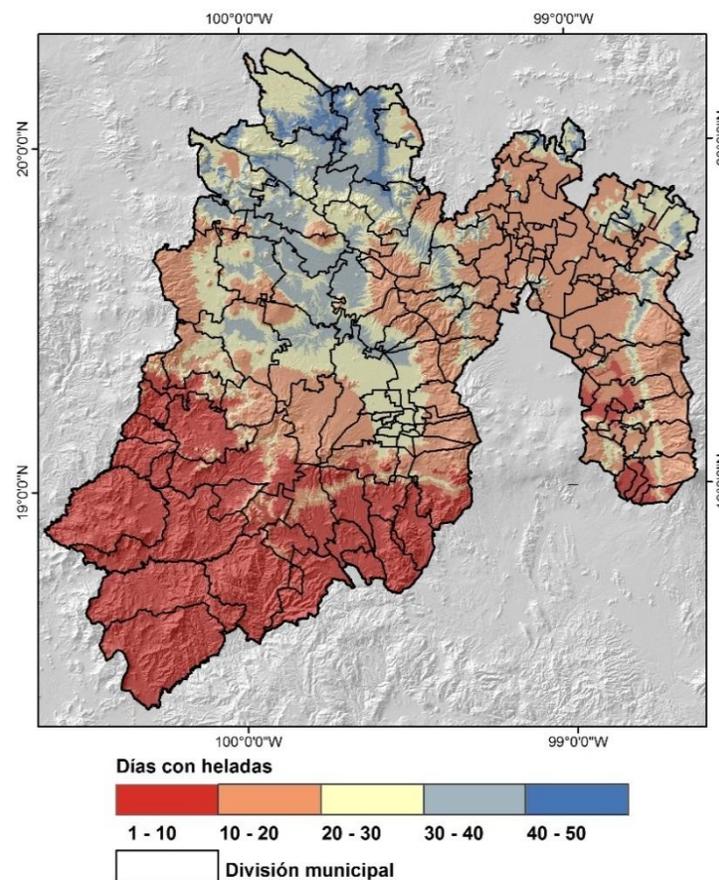


Figura 4.18 Días con heladas en el Estado de México, periodo de análisis 1960-2000.

Fuente: Elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013).

En cuanto a la ocurrencia de granizadas en el territorio estatal, la Figura 4.19 muestra el número acumulado de días en los que se registró este tipo de eventos entre los años 1965 y 2010. Destaca el hecho de la mayor cantidad de granizadas ocurre en las grandes elevaciones, destacando los volcanes que se encuentran en la entidad, con más de 1,000 eventos y hasta 3,500 de ellos en las

cimas de los mismos. Le siguen en orden de magnitud las laderas de estos cuerpos montañosos con entre 250 y 1,000 eventos de este tipo, pero las zonas que pueden llegar a ser de especial interés son los pies de montaña y los valles entre las grandes elevaciones, como es el caso de las localidades ubicadas en las cercanías de los volcanes Xinantécatl, Popocatepetl e Iztaccihuatl, donde se han registrado hasta 250 granizadas acumuladas, así como el Valle de Toluca y la porción territorial que se desarrolla desde este valle hacia el noroeste de la entidad, donde se tiene la presencia acumulada de al menos 100 granizadas, se debe de considerar los daños que un sólo evento puede llegar a provocar en las actividades productivas o en los bienes de la población, ya sea a manera de pérdida de cosechas o en el derribo de infraestructura en viviendas, respectivamente.

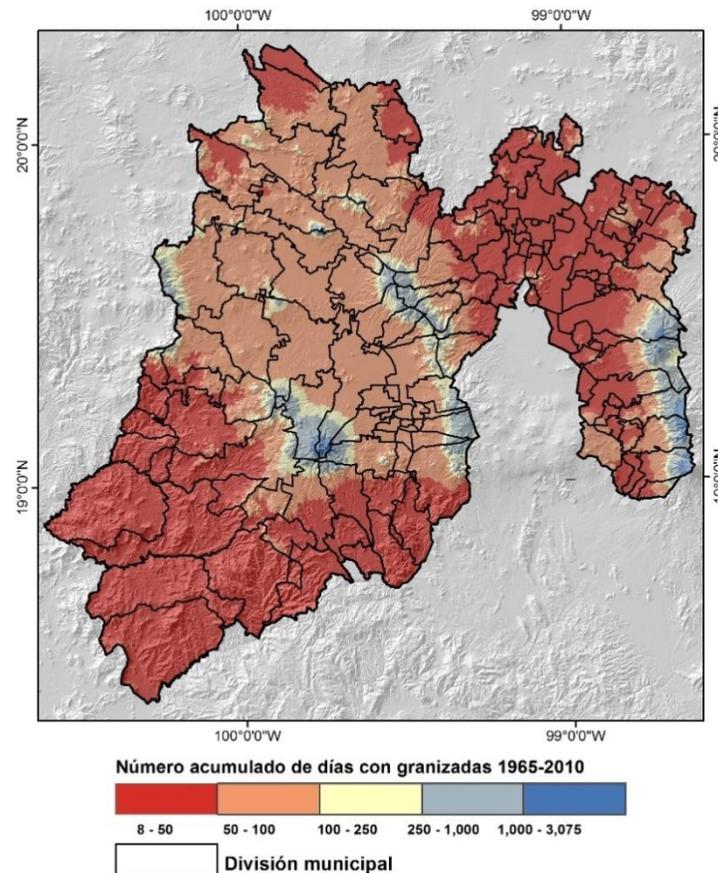


Figura 4.19 Número acumulado de días con granizadas en el Estado de México, periodo de análisis 1965-2010.

Fuente: Elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013).

Procesos de Remoción en Masa

Son resultado de la influencia directa de la gravedad y de factores internos y externos, así como factores disparadores o detonantes: sismos, intensas lluvias, actividad volcánica y explosiones (Crozier, 1986). También son producto de la influencia de las actividades humanas, al desestabilizar

la ladera: cortes de ladera, deforestación, agricultura (Alcántara Ayala, 2004); o bien, de la interrelación de factores naturales y antrópicos.

Las zonas con alta susceptibilidad corresponden a sitios con pendientes de más de 35° , conformados por materiales vulcanoclásticos poco consolidados, donde se presentan precipitaciones en 24 horas en un promedio de 24 a 83 mm, como son el caso de los volcanes de Toluca, San Antonio, Jocotitlán, Sierras de Angangueo, Las Cruces y Nevada y norte de Acambay. Para el caso del sur de Estado, destacan los municipios de Temascaltepec, Texcaltitlán, San Simón de Guerrero, Sultepec, Coatepec Harinas, Villa Guerrero, Zacualpan, Ocuilán (Figura 4.20). En las Tablas A.1 y A.2 del Anexo A, se listan las 133 localidades expuestas a este proceso, con un total de habitantes de 2,606,025.

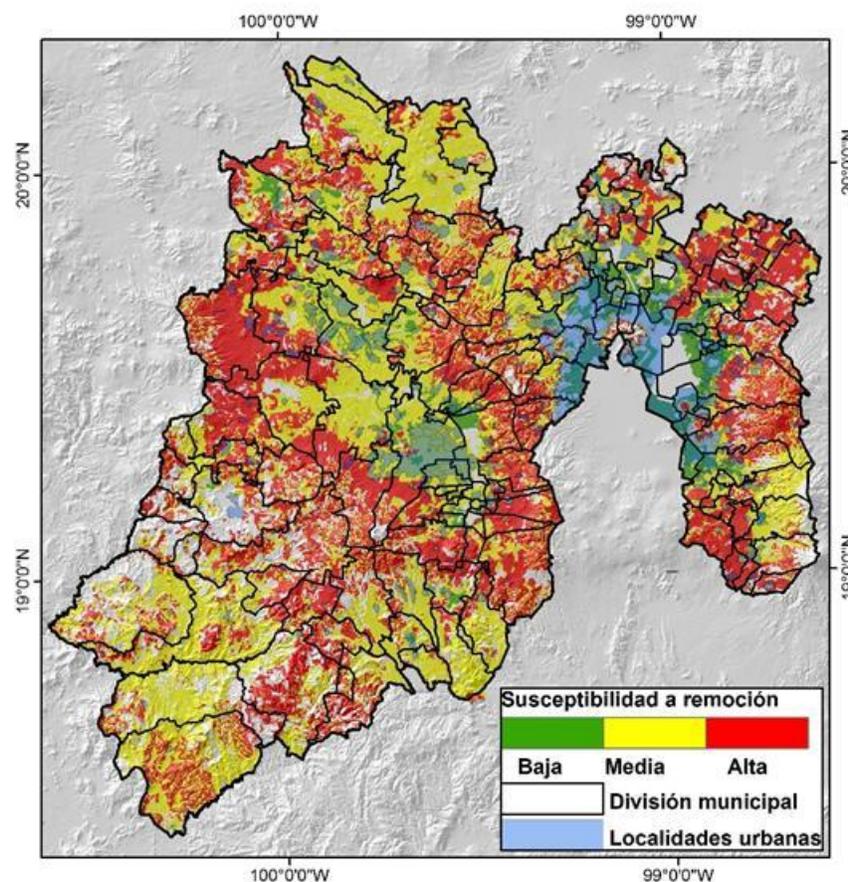


Figura 4.20 Susceptibilidad a procesos de remoción de masa en el Estado de México

Las zonas con una mediana susceptibilidad se localizan en una morfología de rampas acumulativo-erosivas, localizadas en los volcanes de Toluca, San Antonio, Jocotitlán, sierras de Angangueo, Las Cruces y Nevada y norte de Acambay, con un promedio de precipitación en 24 horas de entre 27 y 41 mm. En el sur del estado se ubican en el sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur, las



localidades que están expuestas son 227, con un total de población de 6,121,097 (Tablas A.3 Y A.4 del Anexo A).

4.2 Escenarios de clima futuro en el Estado de México

De acuerdo con Instituto Nacional de Ecología *et al.* (2008: 74), un escenario climático es *una posible y normalmente simplificada representación del clima a futuro, basado en un consistente conjunto de relaciones climáticas que fueron construidas para uso exclusivo con el fin de investigar las consecuencias potenciales del cambio climático antrópico, casi siempre para la creación de modelos de impacto.*

Para la creación de escenarios climáticos se emplean, como alternativa convencional entre los expertos en la materia, los Modelos de Circulación General (MCG), ya que éstos han mostrado ser adecuados a las necesidades de incertidumbre que implica el análisis del clima futuro. En la actualidad existen diversos MCG, desarrollados por instituciones de vanguardia tecnológica en diversos países, sobre todo en países de amplio desarrollo científico, con adecuado sustento económico, tecnológico, humano y de infraestructura. Así por ejemplo, el proyecto Climate Explorer (Real Instituto Meteorológico de Holanda, 2013) pone a disposición de cualquiera interesado en la materia, información de 48 MCG.

Ahora bien, cada uno de estos modelos se corre bajo distintas condiciones de posible desarrollo de los principales agentes que influyen en el cambio climático, a saber, cambio de uso del suelo, población, PIB, consumo primario de energía, consumo de petróleo, uso de energía, emisiones de contaminantes, entre otros, considerados como forzantes radiativos. El forzamiento radiativo es el cambio en las irradiancias netas (entrantes menos salientes (expresado en W/m^2)) en la tropopausa debido a un cambio en un conductor externo del cambio climático. A la integración de estos componentes en un sólo aspecto se le denomina Ruta de Concentración Representativa o RCP (Representative Concentration Pathway). Las distintas combinaciones que pueden darse entre los principales agentes dan como resultado distintas rutas de concentración, las cuales se expresan mediante cuatro escenarios básicos (Figura 4.21).

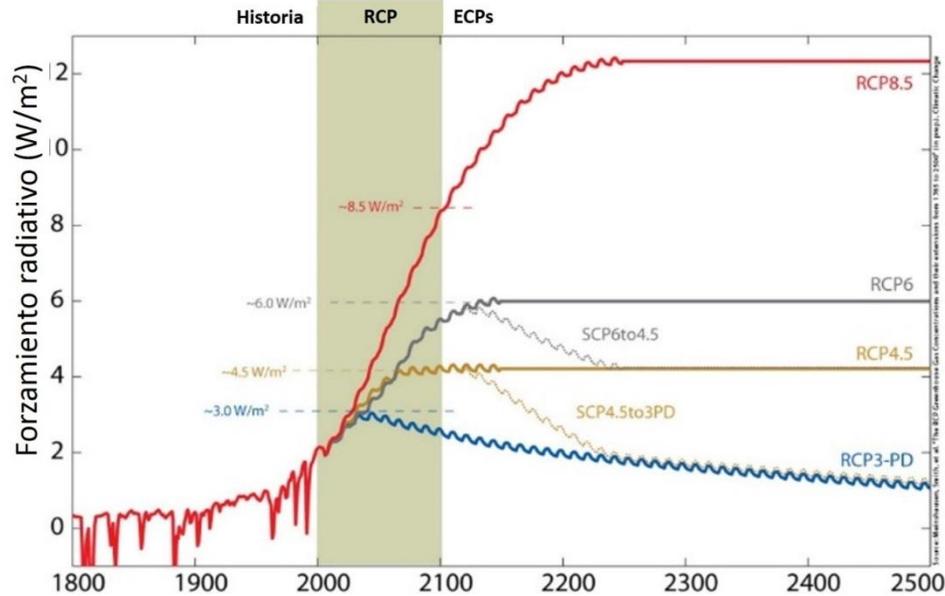


Figura 4.21 Rutas de Concentración Representativa (RCP) empleadas en los MCG para la elaboración de escenarios climáticos

Fuente: Meinshausen *et al.* (2013)

El primero de ellos se denomina RCP2.6, e indica un pico en el forzamiento radiativo en aproximadamente 3 W/m^2 antes del 2100, para luego descender a 2.6 W/m^2 en el 2100. Este primer escenario representa condiciones ideales de desarrollo que no afectan demasiado al clima. Después se tiene el RCP4.5, que trata sobre una estabilización que no sobrepase los 4.5 W/m^2 y con continuidad de dicha estabilización posterior al 2100. El tercero es el escenario RCP6, que considera una estabilización sostenida en 6 W/m^2 al llegar al 2100, manteniéndose en ese umbral o con tendencia a disminuir. Finalmente se tiene el escenario RCP8.5 considerado como más drástico, que implica un crecimiento constante del forzante radiativo que llega a los 8.5 W/m^2 en el 2100 y con posibilidad de continuar incrementándose, lo que puede conducir al peor escenario posible para el clima.

La combinación de MCG y RCP da como resultado un extenso número de posibles escenarios, por lo que se debe tener precaución en analizar todas las opciones, ya que ni uno de ellos tiene la certeza de ser el óptimo, ya sea por la naturaleza misma de la incertidumbre que encierran los escenarios mismos o por las distintas posibilidades que existen en el desarrollo futuro de un territorio.

Para realizar el análisis de la vulnerabilidad ante escenarios probables de cambio climático en el Estado de México, se emplearon los escenarios disponibles a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (Cavazos *et al.* 2013), mismos que fueron elaborados en colaboración con el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C. (CICESE), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA-



UNAM) y bajo el auspicio del fondo del Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Estos escenarios tienen cobertura nacional y corresponden a la Quinta Comunicación Nacional en el tema, que, para el caso de México, serán utilizados en el Quinto Reporte de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

En términos generales, la información disponible mediante el INECC corresponde a proyecciones climáticas bajo los escenarios radiativos RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5, para lo cual realizaron un análisis regional del periodo histórico y de las proyecciones de 14 modelos de circulación global (MCG) a futuro cercano (2015-2039) y futuro lejano (2075-2099), los cuales fueron acoplados mediante el Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados Fase 5, (CMIP5, por sus siglas en inglés). Al mismo tiempo consideraron un escenario base (1961-2000) para realizar comparaciones entre las variables climáticas observadas (históricas) y las proyectadas (futuras) (Cavazos *et al.* 2013).

Vale la pena mencionar que los Modelos de Circulación General Acoplados (Tabla 4.3) son programas de cómputo que reproducen la dinámica atmosférica en diferentes escalas incluyendo los efectos del océano y los continentes, con los cuales se realizan simulaciones bajo diferentes condiciones radiativas, incluidas las de cambio climático mediante escenarios, como los RCP, con las cuales se generan las proyecciones a futuro (Cavazos *et al.* 2013).

Tabla 4.3. Modelos de Circulación General que se acoplaron para el caso de México.

1.-Max Plank Institute (MPI-ESM-LR)	6.-Beijing Climate Center (BCC-CSM1-1)	12.-Met Office Hadley (MOHC)
2.-Institute for Numerical Mathematics (INM)	7.-Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL-cm5a-Ir)	13.-Meteorological Research Institute (MRI-CGCM3)
3.-Norwegian Climate Center (NorESM1)	8.-NASA Goddard Institute for Space Studies (GISS-E2-R)	14.- Australian Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO-MK3-6)
4.-Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (CanESM2)	9 y 10.-Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC.-esm-chem y MIROC-esm)	
5.-Centre National de Recherches Meteorologiques (CNRM-CM5)	11.-Atmosphere and Ocean Research Institute (MIROC5)	

Fuente: Cavazos *et al.* (2013).

En el marco de estos escenarios de proyecciones climáticas es que se hace el análisis para el caso del Estado de México, específicamente para los futuros cercano (2015-2039) y lejano (2075-2099) con condiciones de RCP6, puesto que es el más representativo de un país en vías de desarrollo, como lo es México, donde los patrones de producción están más guiados por la producción de

riqueza en el corto plazo para satisfacer las necesidades básicas de la población, que por la administración y conservación de los recursos naturales.

Es pertinente aclarar que los escenarios del INECC (Cavazos et al., 2013) que se exponen en el presente documento se componen por una malla con resolución espacial de 0.5° de longitud por 0.5° de latitud (cuadros de aproximadamente 54.7 km por lado), por lo que es indispensable tener precaución en la lectura de las figuras con los datos proyectados y las variaciones identificadas, ya que éstas corresponden a una estimación de condiciones medias para todo un cuadro de dicha malla (Figuras 4.29 a 4.37 para temperatura y 4.40 a 4.42 para precipitación, así como todas las figuras del apartado 4.3). Si bien se reconoce que esta resolución de malla no es la óptima para desarrollar análisis territoriales a detalle, el INECC la estima como suficiente para realizar análisis regionales, sobre todo si se considera la complejidad técnica que implicaría generar modelos confiables con una resolución más fina desde su origen o el notable incremento de incertidumbre que acompañaría al intento de mejorar la resolución de sus imágenes ya disponibles.

4.2.1 Escenarios de temperatura

La temperatura media anual en el clima observado expresa los valores más altos en el sur del Estado de México (con valores de hasta 23 °C), que coincide con la porción de la Cuenca del Balsas en el territorio estatal, mientras en las porciones estatales de las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco la temperatura es más baja (15 a 20 °C), alcanzan su mínima expresión en las cimas de los volcanes Xinantecalt, Iztaccihuatl y Popocatepetl, con medias anuales de 1 °C o menos (Figura 4.22).

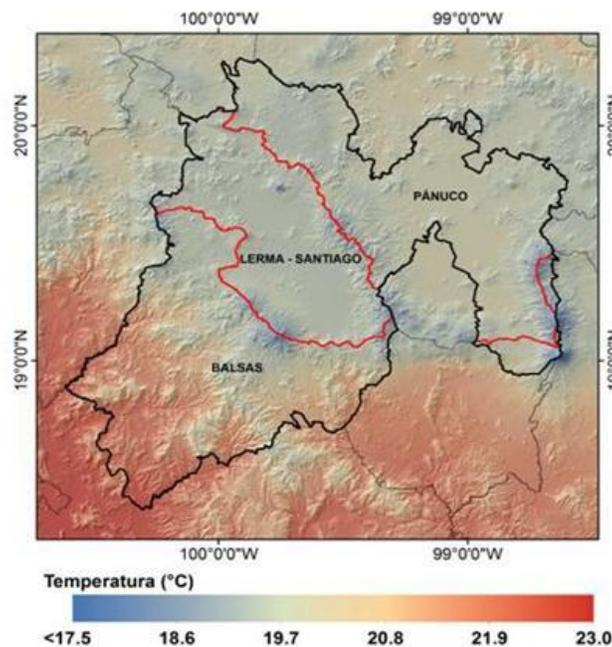


Figura 4.22 Temperatura media anual en el Estado de México

Fuente: Elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013).

Un escenario de futuro cercano con RCP6 no expone grandes variaciones en los valores de temperatura media, ya que por ejemplo, en promedio, las probables temperaturas en el sur del estado se ubicarían entre 19 y 23°C, en la cuenca del Balsas. En la cuenca del Lerma-Santiago se expresaría una posibilidad de temperatura media anual alrededor de los 16 °C, y en la del Pánuco se tendrían temperaturas que oscilarían los 16 °C (Figura 4.23).

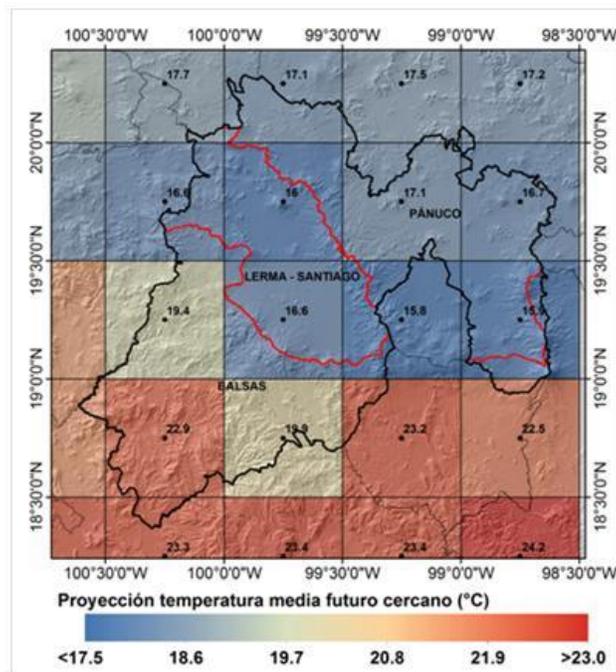


Figura 4.23 Proyección de la temperatura media para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RCP6

Sin embargo, en el largo plazo, bajo el análisis del escenario lejano con RCP6, las temperaturas medias anuales tendrían variaciones importantes, con tendencia a incrementar sus valores en las tres cuencas del Estado de México. Es así que se tiene probabilidad de que ocurran temperaturas de hasta 24.7°C en la cuenca del Balsas, de 18.4 °C en la cuenca Lerma-Santiago, y hasta de 19 °C en la cuenca del Pánuco (Figura 4.24).

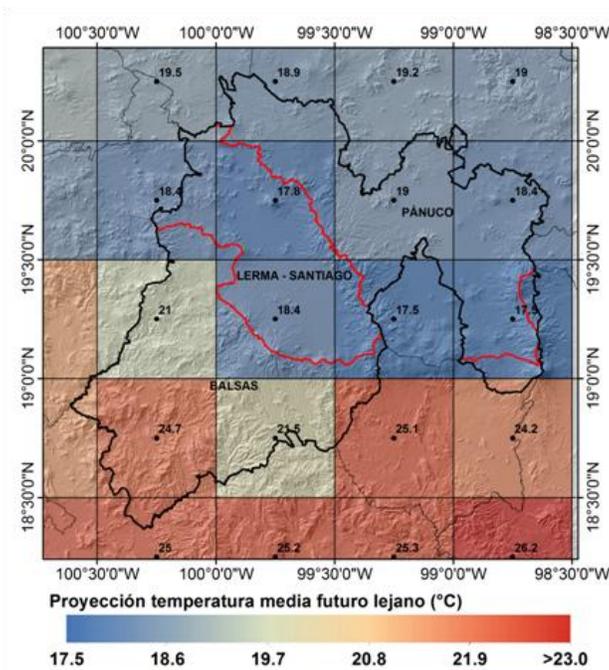


Figura 4.24 Proyección de la temperatura media para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6

En términos generales, para el año 2099 bajo un escenario RCP6 y respecto al escenario base de temperatura media que el INECC (Cavazos *et al.*, 2013) derivó de los datos de la Unidad de Investigación Climática (CRU, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Anglia Oriental, Inglaterra, podrían ocurrir incrementos en la temperatura media anual en las tres cuencas que atraviesan el Estado de México, con los incrementos menores en la cuenca del Balsas de alrededor de 2.8 °C y con mayor incremento en las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco, con un promedio de incremento de 3° C (Figura 4.25).

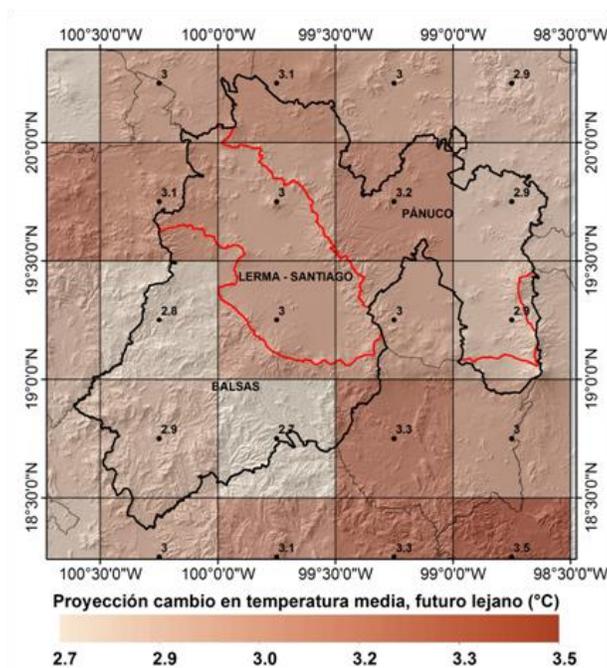


Figura 4.25 Proyección del cambio en la temperatura media para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

La temperatura máxima anual en el clima observado

La temperatura máxima en el clima observado (Figura 4.26), expone que el sur del estado es la más cálida, en lo que corresponde a la cuenca del Balsas, donde se han registrado temperaturas de hasta 42.5°C, mientras que las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco han registrado como máximo 31.5 y 36°C, respectivamente. En el estado, los valores más bajos de la temperatura máxima están por arriba de los 16°C en las tres cuencas mencionadas. Si se promedian por cuenca los valores de temperatura máxima, estos quedan como sigue: 32.7°C para la cuenca del Balsas, 27.4°C para la del Lerma-Santiago y 29.3°C en la cuenca del Pánuco.

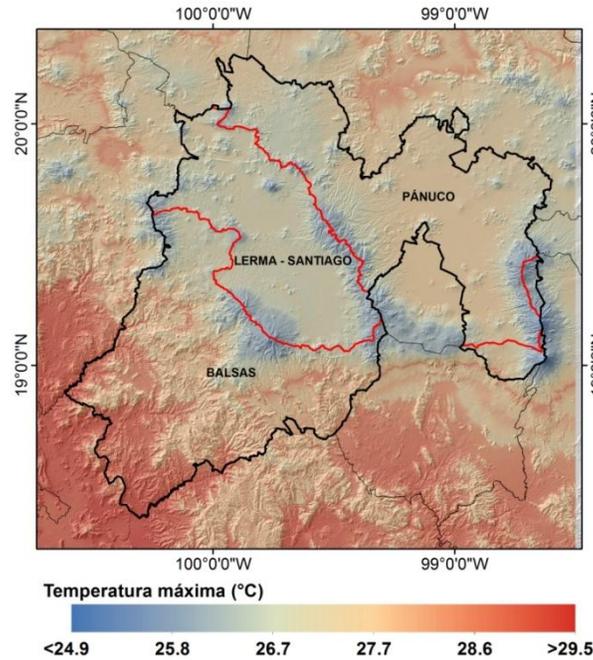


Figura 4.26 Temperatura máxima en el Estado de México

Fuente: elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013).

Respecto a la temperatura máxima con el escenario RCP6, en el Estado de México se tiene la probabilidad de que en un futuro cercano se presenten temperaturas de hasta 27.9 °C en los municipios ubicados dentro de la cuenca del Balsas al sur de la entidad, mientras que existe la posibilidad de que en el valle de Toluca se presenten temperaturas máximas de entre 23 y 24 °C, dentro de la cuenca Lerma-Santiago, mientras que en la cuenca del Pánuco podrían ocurrir temperaturas de hasta 25 °C (Figura 4.27).

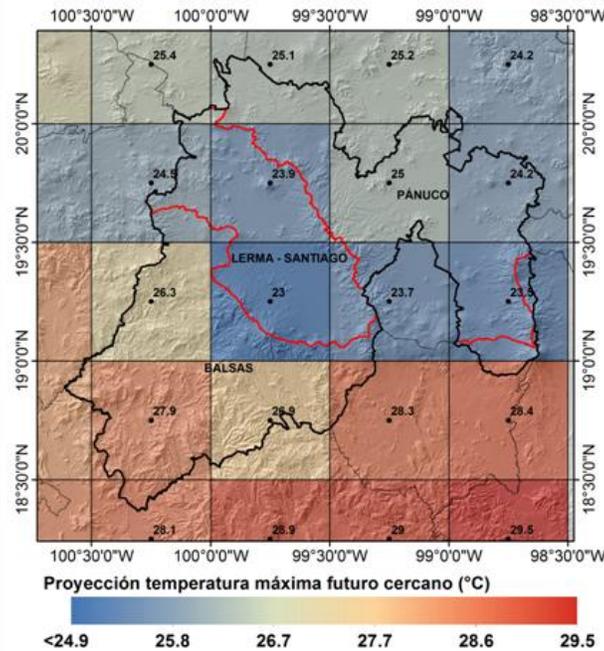


Figura 4.27 Proyección de la temperatura máxima para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6

Considerando un umbral de tiempo mayor, es decir un escenario lejano, y un RCP6, en el Estado de México podrían ocurrir temperaturas máximas medias mensuales de 29 °C en la cuenca del Balsas, 25 °C en la Lerma-Santiago y de 27 °C en la Pánuco (Figura 4.28).

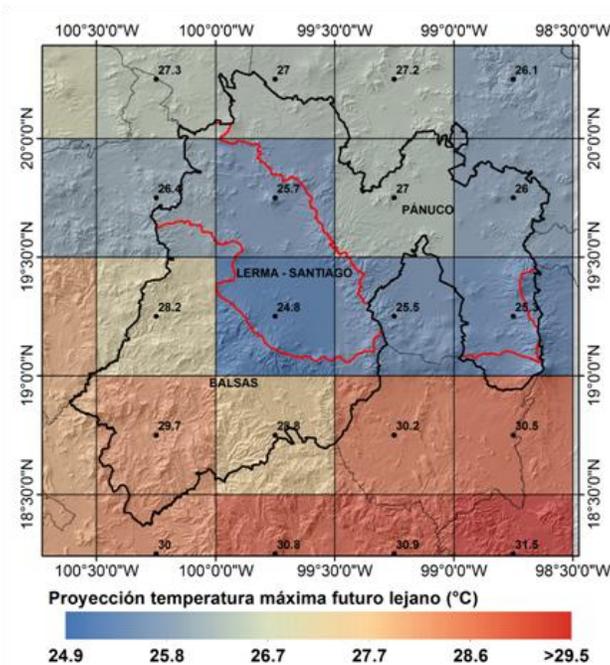


Figura 4.28 Proyección de la temperatura máxima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

Los valores anteriores se podrían traducir en un incremento de las temperaturas máximas mensuales mayores a 3 °C para todo el Estado de México (Figura 4.29) bajo un escenario lejano, con un RCP6 y respecto al escenario base de temperatura media del INECC (Cavazos *et al.*, 2013).

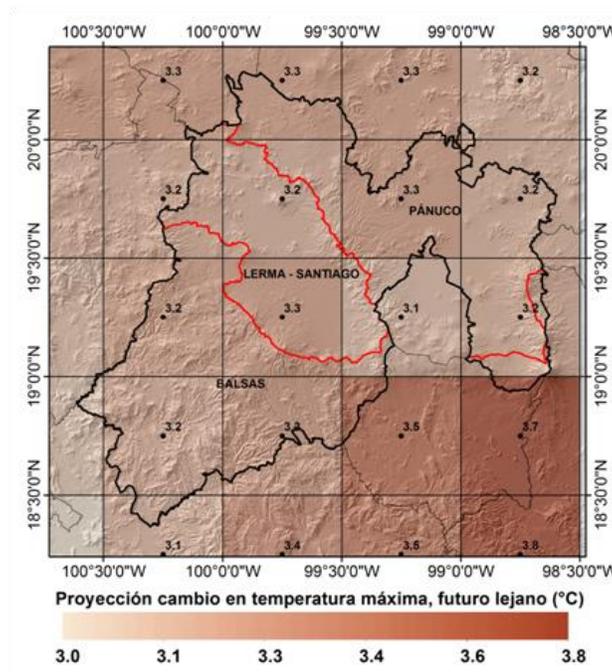


Figura 4.29 Proyección del cambio en la temperatura máxima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6

La temperatura mínima anual en el clima observado

En lo que respecta a la temperatura mínima anual en el clima observado (Figura 4.30), las temperaturas más bajas se presentan en las cumbres y laderas de los volcanes ubicados en el estado (Xinantécal, Popocatepetl e Iztaccihuatl), así como en los cuerpos montañosos con elevación similar a ellos, siendo en el caso de las tres cuencas bajo análisis por debajo de los 0°C. Al promediar por cuenca los valores de temperatura media, la cuenca del Balsas expresa una temperatura mínima de 3.7°C, mientras que las cuencas Lerma-Santiago y Pánuco, indican valores de -3.8 y -4.4°C, respectivamente. Vale la pena resaltar que existen zonas del territorio estatal donde los valores mínimos de temperatura oscilan los 11°C (cuenca del Balsas).

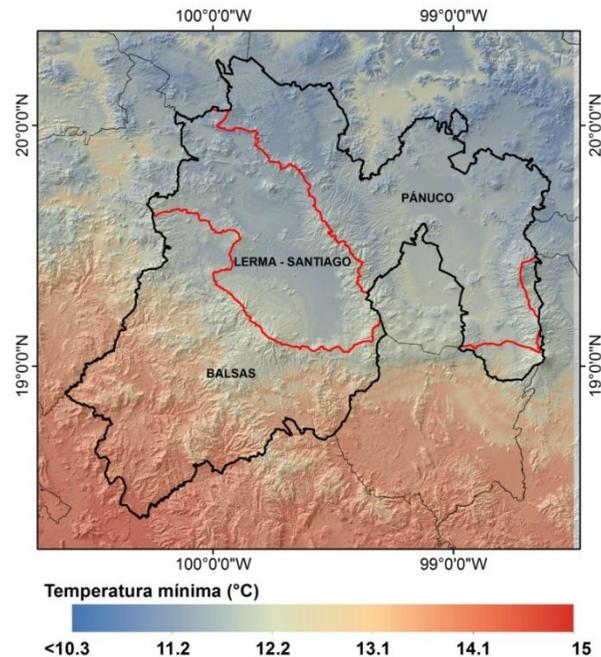


Figura 4.30 Temperatura mínima en el Estado de México

Fuente: elaboración con base en datos diarios del CLICOM (CICESE, 2013).

Si se considera el escenario base del INECC (Cavazos *et al.*, 2013), se tiene que las probabilidades para la temperatura mínima media mensual presentan tendencias similares a las de la temperatura máxima bajo un escenario RCP6, ya que tanto en el futuro cercano como en el lejano incrementan en todas las cuencas que atraviesan el estado (Figuras 4.31, 4.32 y 4.33). Tal es el caso de la cuenca del Balsas, donde se tienen temperaturas de alrededor de 15 °C para el futuro cercano y de 16 °C para el lejano, derivando en un posible incremento de alrededor de 3 °C al 2099. En el caso de la cuenca Lerma-Santiago los valores se encuentran alrededor de los 9 y 10 °C para los futuros cercano y lejano, respectivamente, lo que implicaría un posible incremento de hasta 2.7 °C en la temperatura mínima. Finalmente, la cuenca del Pánuco presenta un patrón similar con temperaturas de alrededor de los 10 °C para el futuro cercano y de 11 °C para el lejano, implicando la probabilidad de experimentar un incremento de 2.5 °C en dicha zona respecto al escenario base de temperatura media del INECC (Cavazos *et al.*, 2013).

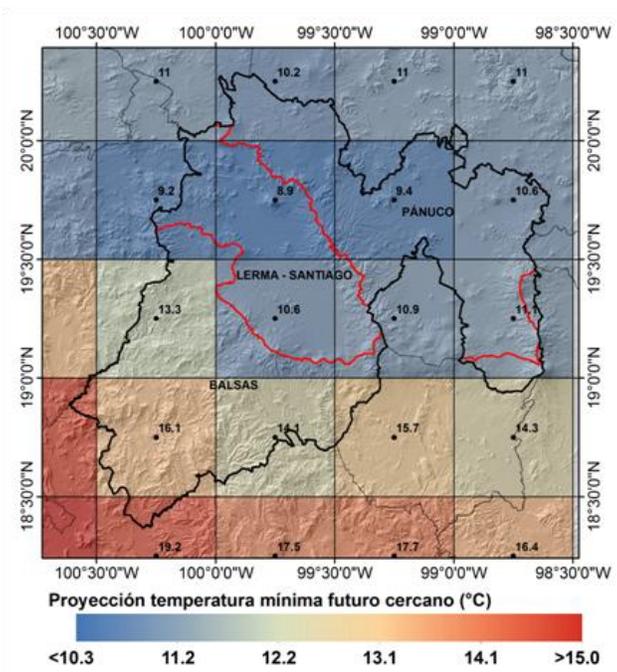


Figura 4.31 Proyección de la temperatura mínima para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6.

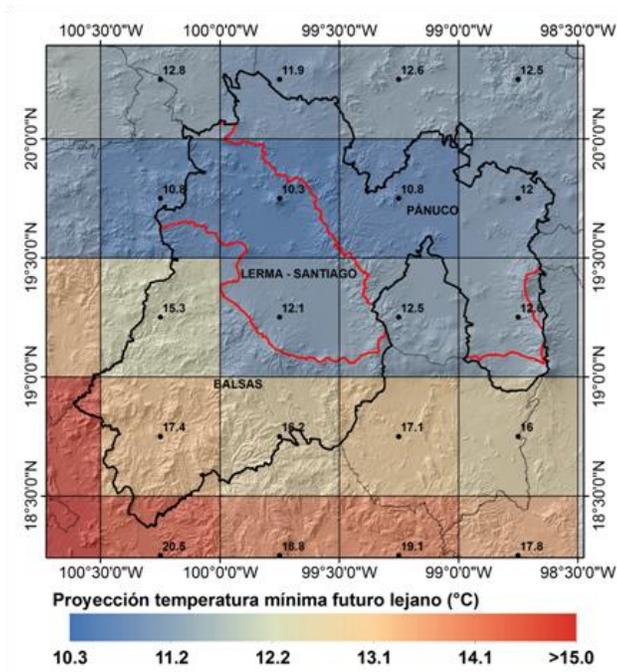


Figura 4.32 Proyección de la temperatura mínima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

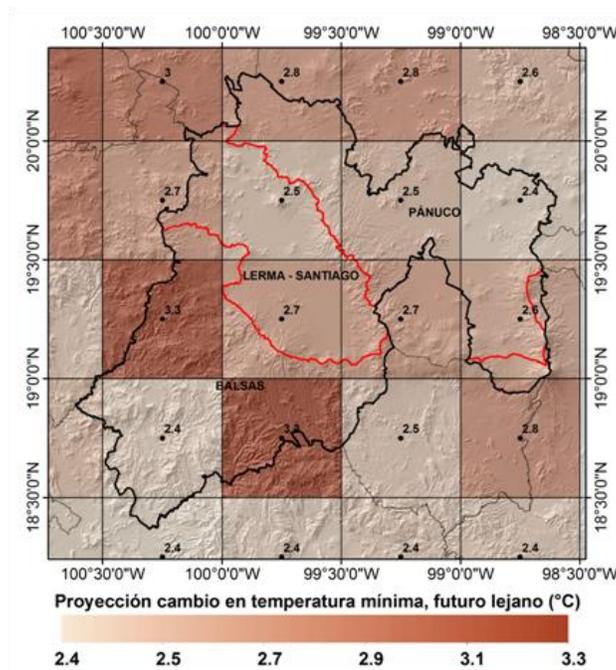


Figura 4.33 Proyección del cambio de la temperatura mínima para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

4.2.2 Escenarios de precipitación

En lo relativo a la precipitación diaria promedio, al parecer las probables tendencias se comportan de forma inversa a la temperatura, es decir, en lugar de incrementar los valores, éstos disminuyen. A continuación se analiza esta situación.

En primer término se tiene la distribución espacial de la precipitación total anual en el Estado de México (Figura 4.34), la cual expresa que los mayores valores se dan en las laderas de las zonas montañosas del estado, así como en el sur de la entidad, específicamente en la zona de la cuenca del Balsas, disminuyendo el valor de la lluvia hacia la porción central del estado, en la cuenca Lerma-Santiago y hacia la cuenca del Pánuco, sobre todo en las zonas planas de estas porciones territoriales.

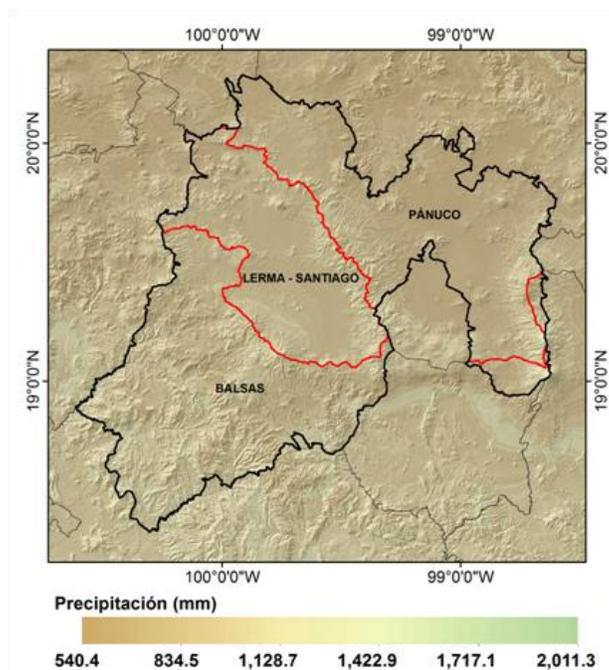


Figura 4.34 Precipitación total anual en el presente.

De esta forma, para el escenario cercano con RCP6 se aprecia que proporcionalmente la zona sur del estado es la que menos disminución de precipitación diaria presentaría, con reducciones probables de entre el 3% y 4% en la cuenca del Balsas (Figura 4.35). Por otra parte, las cuencas del Lerma-Santiago y Pánuco presentan reducciones probables por encima del 6% y de hasta 9% (Figura 4.35). Cabe destacar que este comportamiento se conserva en el escenario lejano (Figura 4.36), lo que implica que existe la posibilidad de que se alcance un nivel de estabilización, bajo un escenario de forzante RCP6 para el Estado de México, y que, si se analiza el cambio total respecto al escenario base de temperatura media del INECC (Cavazos *et al.*, 2013), se puede inferir una probable tendencia de disminución de la precipitación que pudiera ser irreversible en este escenario, puesto que la Figura 4.37 expone que la precipitación por día disminuye en promedio uná décima de milímetro al día en todo el Estado de México al 2099.



Figura 4.35 Porcentaje de cambio en la precipitación diaria para el futuro cercano (FC) bajo el escenario RPC6.

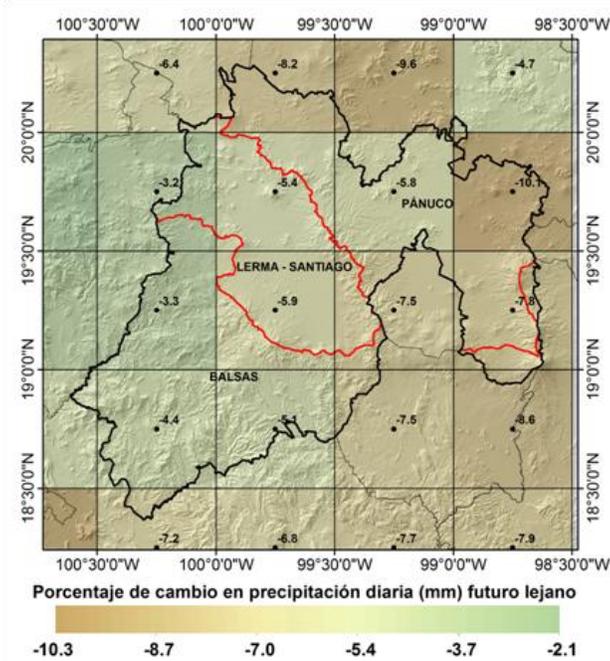


Figura 4.36 Porcentaje de cambio en la precipitación diaria para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

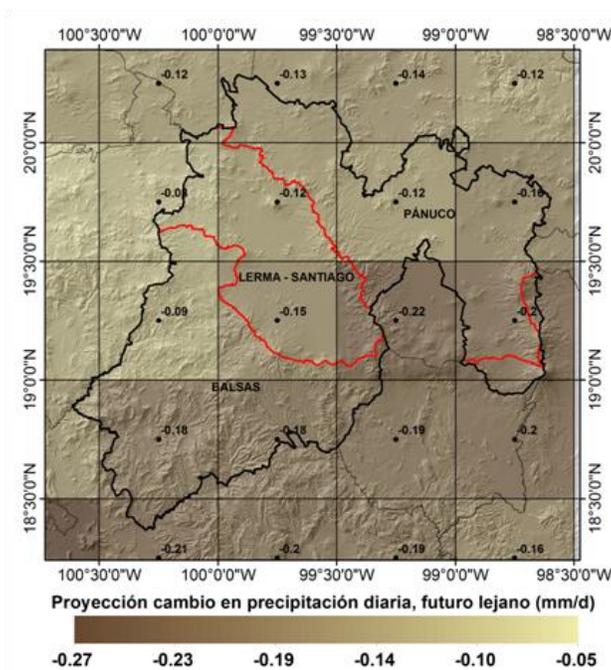


Figura 4.37 Proyección del cambio de la precipitación diaria para el futuro lejano (FL) bajo el escenario RPC6.

4.3 Vulnerabilidad estatal ante las condiciones climáticas futuras

4.3.1 Vulnerabilidad ante los escenarios de temperatura

Ante la probabilidad de incremento en las temperaturas media, máxima y mínima en las cuencas que atraviesan el Estado de México para los futuros cercano y lejano, se hace indispensable identificar quiénes pueden ser vulnerables a estos incrementos en la entidad y la manera en que pueden verse afectados. En este sentido, a continuación se presenta un análisis exploratorio de vulnerabilidad ante el clima futuro probable, aclarando que es necesario realizar estudios para profundizar en este tipo de análisis, considerando escalas espaciales y temporales que proporcionen información más detallada del contrastante territorio estatal.

La Figura 4.38 expone que los municipios con alta y muy alta marginación en el 2010 se ubican principalmente en la porción sur de la cuenca del Balsas, así como en la porción oeste del estado, entre las cuencas Balsas y Lerma-Santiago, y que no tienen presencia en la cuenca del Pánuco. Sin embargo, la población de estos municipios no es la única con este nivel de marginación, ya que si se analiza la alta marginación a nivel de localidad para el 2010 (Figura 4.39), se tiene que hay localidades con alta marginación en las tres cuencas que atraviesan el Estado de México.

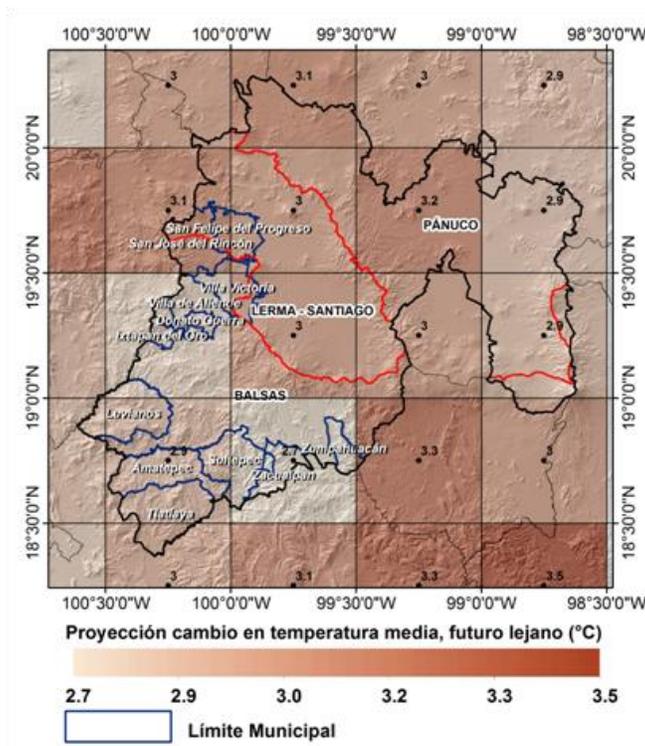


Figura 4.38 Municipios del Estado de México con alta y muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

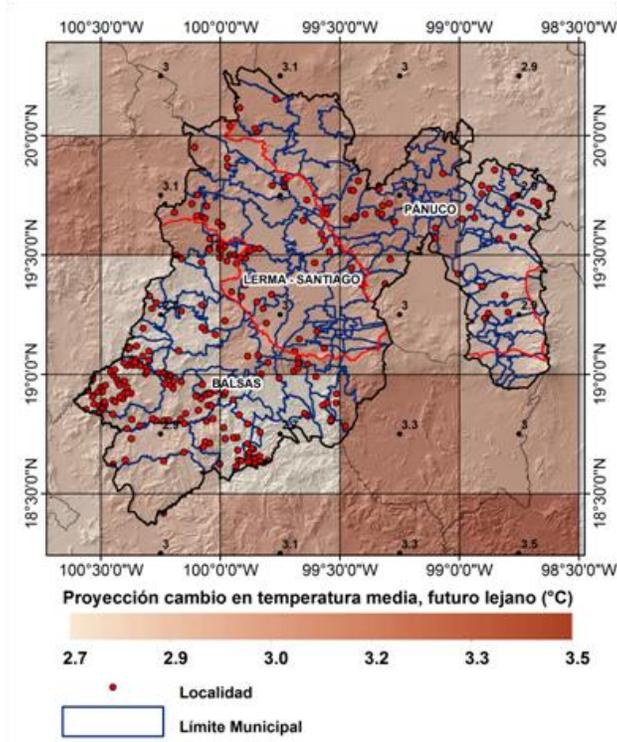


Figura 4.39 Localidades del Estado de México con muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

En estos poblados, un incremento en la temperatura entre 2 y 3 °C podría implicar que las afectaciones a la salud humana podrían continuar y agravarse. Así por ejemplo, se estarían dando las condiciones para que el vector del dengue mantenga su presencia en el sur del Estado de México y que inclusive se expanda a zonas del estado en donde el probable incremento de temperatura propicie las condiciones para su desarrollo.

Por otro lado, la distribución de las zonas de cultivos de temporal actuales respecto a los incrementos de temperatura que podrían tener las cuencas del Estado de México (Figura 4.40) implicarían un cambio en las condiciones de desarrollo de los cultivos que típicamente se siembran en la entidad, así como un incremento de la demanda de agua para su óptimo desarrollo. En la actualidad, la cuenca con mayor superficie de cultivo de temporal es la Lerma-Santiago, le sigue la cuenca Pánuco, mientras que la cuenca del Balsas es la que tiene menor proporción de este tipo de cultivos.

En cuanto a las afectaciones a los cultivos por heladas o granizadas, la escala temporal de la información disponible en el INECC (Cavazos *et al.*, 2013) no proporciona suficientes elementos para identificar eventos aislados de este tipo más allá de valores medios mensuales.

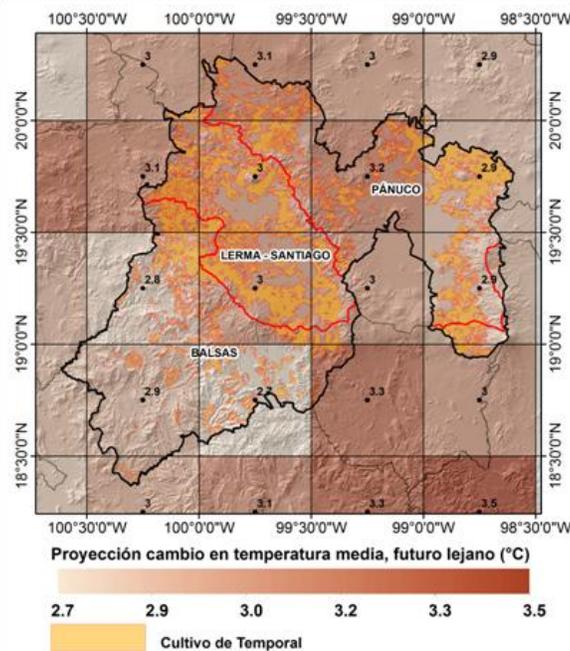


Figura 4.40 Zonas de cultivo de temporal (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

En relación con la distribución de especies vegetales (Figura 4.41), uno de los tipos de vegetación más importante en las áreas naturales del estado es el bosque de coníferas, mismo que se distribuye básicamente las zonas de parteaguas de las tres cuencas del estado, donde las proyecciones de temperatura media anual indican un incremento por encima de los 3 °C. La afectación probable en

estas especies vegetales podría traducirse en su desplazamiento natural ante el incremento de las temperaturas media, mínima y media, ya que es probable que se vean afectadas las condiciones climáticas en las que actualmente se ubican, por lo que tenderían a expandirse a zonas donde la temperatura sea óptima para su desarrollo, normalmente ubicadas en una elevación mayor sobre las zonas de parteaguas mencionadas. Este desplazamiento a su vez podría afectar a todas las comunidades vegetales y animales asociadas el bosque de coníferas.

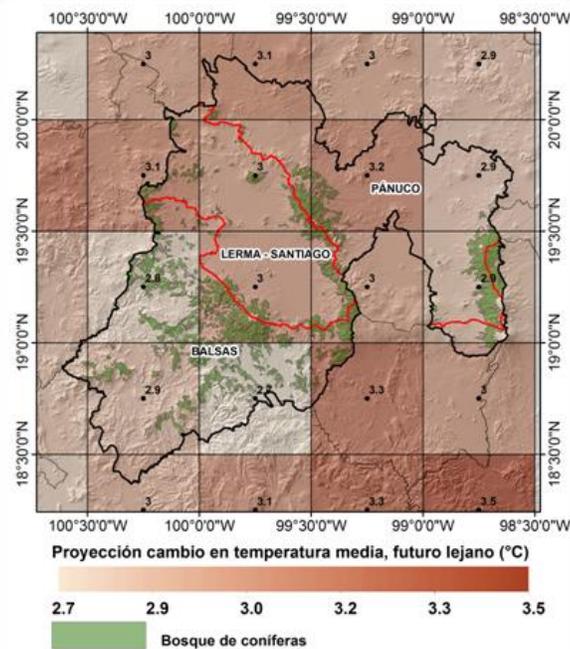


Figura 4.41 Zonas de bosque de coníferas (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de temperatura en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

Además, hay que tener en cuenta que los incrementos en las temperaturas y la ausencia de lluvias influirían directamente en la ocurrencia de incendios forestales más frecuentes y de mayor magnitud.

4.3.2. Vulnerabilidad ante los escenarios de precipitación

Desde el punto de vista de la precipitación, y específicamente a su disminución por día, las afectaciones podrían traducirse en disminución de la disponibilidad superficial de agua y del agua que se infiltra en el subsuelo para la recarga de acuíferos, siendo las localidades más marginadas las que tendrían problemas para atender este tipo de situaciones. De forma específica en el Estado de México, las localidades donde los valores de precipitación tienen mayor disminución se ubican principalmente en el sur del estado, dentro de la cuenca del Balsas y en el oriente del mismo, sobre la cuenca del Pánuco (Figura 4.42).

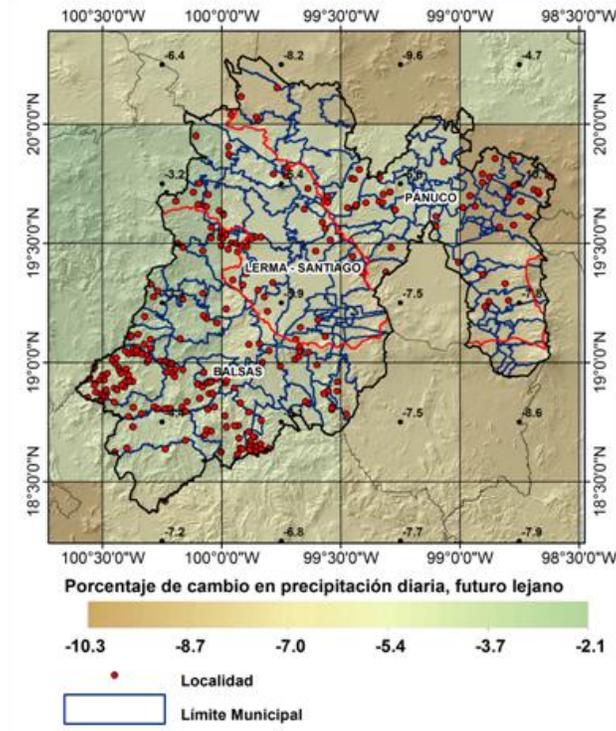


Figura 4.42 Localidades del Estado de México con muy alta marginación en el 2010 y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

A su vez, y desde el punto de vista de la salud, la reducción de la disponibilidad de agua se podría traducir, básicamente en el incremento de incidencia de enfermedades gastrointestinales provocadas por el consumo directo e indirecto de agua contaminada o por la falta de higiene personal ante la escasez del recurso.

Por otra parte, al considerar que la temperatura puede tender a incrementar y la precipitación a disminuir, se aprecian indicios de un escenario poco favorable para la actividad agrícola de temporal (Figura 4.43), la cual demandaría un incremento en el agua para compensar con riego la ausencia natural de líquido, la búsqueda de cultivos alternativos o, en el escenario más drástico, el cambio de actividad económica de la población dedicada a la agricultura.

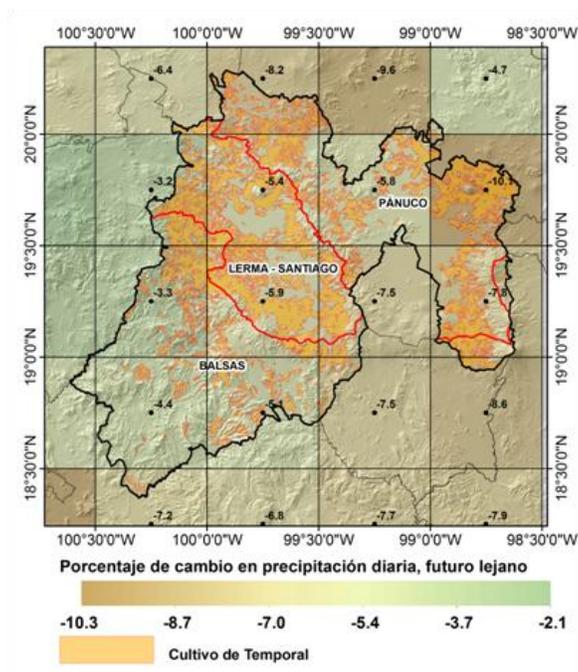


Figura 4.43 Zonas de cultivo de temporal (2008) en el Estado de México y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6.

En cuanto a las zonas urbanas (Figura 4.44), es un hecho que en la actualidad ante una mayor urbanización de un territorio, incrementa su demanda de agua para cubrir las necesidades básicas de la población. Si esta relación se mantiene en el futuro lejano, las cuencas del Pánuco y Lerma-Santiago en el Estado de México, tendrían que planificar la gestión de sus zonas urbanas ante la posibilidad de la disminución del volumen de agua de lluvia; a la vez que los municipios ubicados en la cuenca del Balsas tendrían que prever que la urbanización podría demandar un aumento en el consumo de agua, por lo que tendrían que tomar medidas preventivas para no caer en escenarios de escasez hídrica.

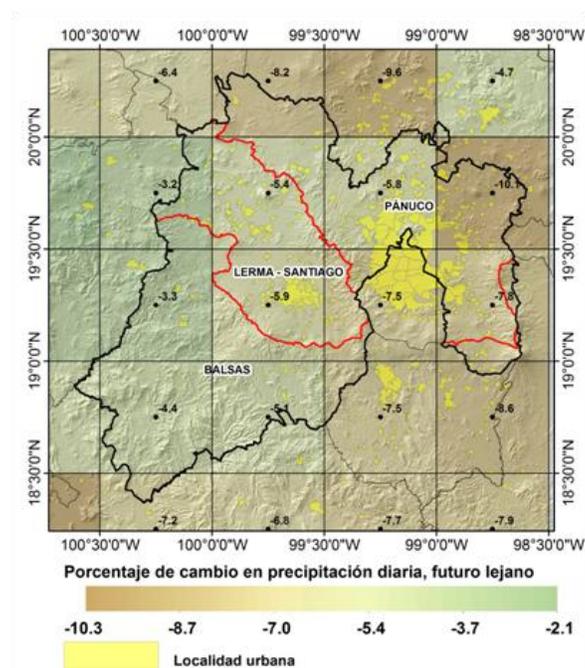


Figura 4.44 Zonas urbanas (2008) y su ubicación respecto a los escenarios de cambio de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6

Finalmente, y con relación a la ocurrencia de inundaciones y procesos de remoción en masa en el Estado de México bajo escenario de futuro lejano, se tiene que si bien las precipitaciones pueden tender a disminuir, éstas aún podrían incidir en la ocurrencia de este tipo de fenómenos en las zonas mencionadas en el apartado 4.1.3, siendo las localidades más marginadas del sur del estado y las zonas urbanas con amplias conglomeraciones de población, las que podrían resultar más afectadas (Figura 4.45).

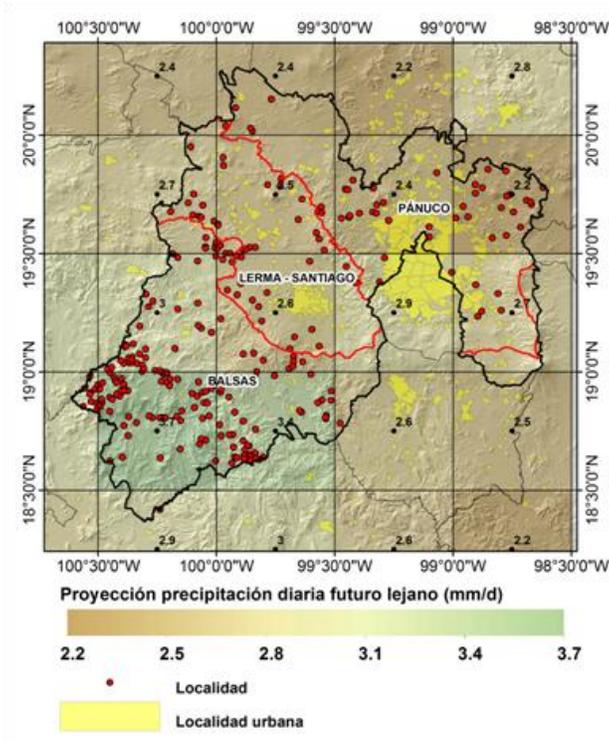


Figura 4.45 Zonas urbanas (2008) y localidades con alta marginación (2010) y su ubicación respecto al escenario proyectado de precipitación en un futuro lejano (2099) y con RCP6

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 ha quedado registrada dentro del Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017 como uno de los rubros de atención prioritaria, fundamentando su atención en tres vertientes:

- Elaboración de propuestas para el control de emisiones originadas por la actividad económica de la entidad.
- Manejo sustentable de los residuos industriales y residenciales.
- Diseño de una política ambiental con visión municipalista que reconozca la importancia de los gobiernos locales en esta materia.

Teniendo como referente la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC, 2013) que establece las metas de reducir en 30% las emisiones con respecto a la línea base del 2020 y alcanzar el 50% de las emisiones del año 2000 al 2050, el Estado de México impulsa acciones conducentes para contribuir al logro de esta meta y para ello 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 46,756.79 Gg de CO₂ eq (Ver capítulo 3) en 2010, siendo los sectores con mayor contribución a las emisiones, el de energía (53%), desechos (26.5%), agricultura (7.2 %), procesos industriales (6.9%) y finalmente, uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (USCUSyS) (6.1 %).

La Estrategia Estatal de Mitigación de Emisiones de GEI implica necesariamente actuar en dos direcciones: la primera, en el sentido de reducir las emisiones de GEI en cada uno de los sectores mencionados, priorizando la implementación de medidas en aquellos con mayor crecimiento e impacto y en la segunda, incrementando los reservorios de carbono tanto en los ecosistemas forestales como en suelos agrícolas de la entidad. Tomando como referentes a la LGCC y la ENACC, instrumentos que mandatan y coordinan la política nacional en materia de cambio climático (Figura5.1), las acciones de mitigación propuestas en este documento deberán situarse en los siguientes rubros:

- Acciones con 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, p. ej. acciones de eficiencia energética y cogeneración, aprovechamiento de biogás y vehículos eficientes.
- Acciones con menor potencial de mitigación y beneficios económicos más modestos en comparación con el rubro anterior, cuyos alcances son más significativos en el mediano plazo

dado la gradualidad de su implementación; p. ej. 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 cobeneficios, lo que las hace atractivas aun cuando su costo es elevado, p. ej. 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 a su costo de implementación y potencial de abatimiento por tonelada de CO₂ eq. (ENACC, 2012), con lo cual, se fortalecen considerablemente los criterios técnico-científicos que permitirán la adecuada selección de medidas de mitigación para cada sector.

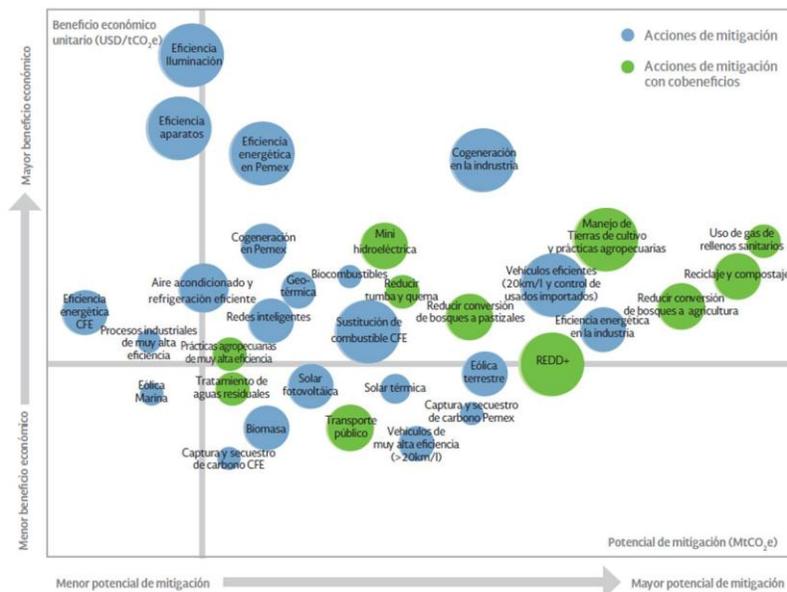


Figura 5.1 Curva de costos de abatimiento por tonelada de CO₂ eq para las diferentes opciones de mitigación

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 del PEACC Estado de México 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 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 por instituciones de la misma jurisdicción, algunas de las cuales son parte de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del Estado, establecida en el año 2013, sus objetivos abarcan (aun cuando no se expresa de manera directa) 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 participes en la toma de decisiones, razón por la que se consideraron en la construcción del esquema.

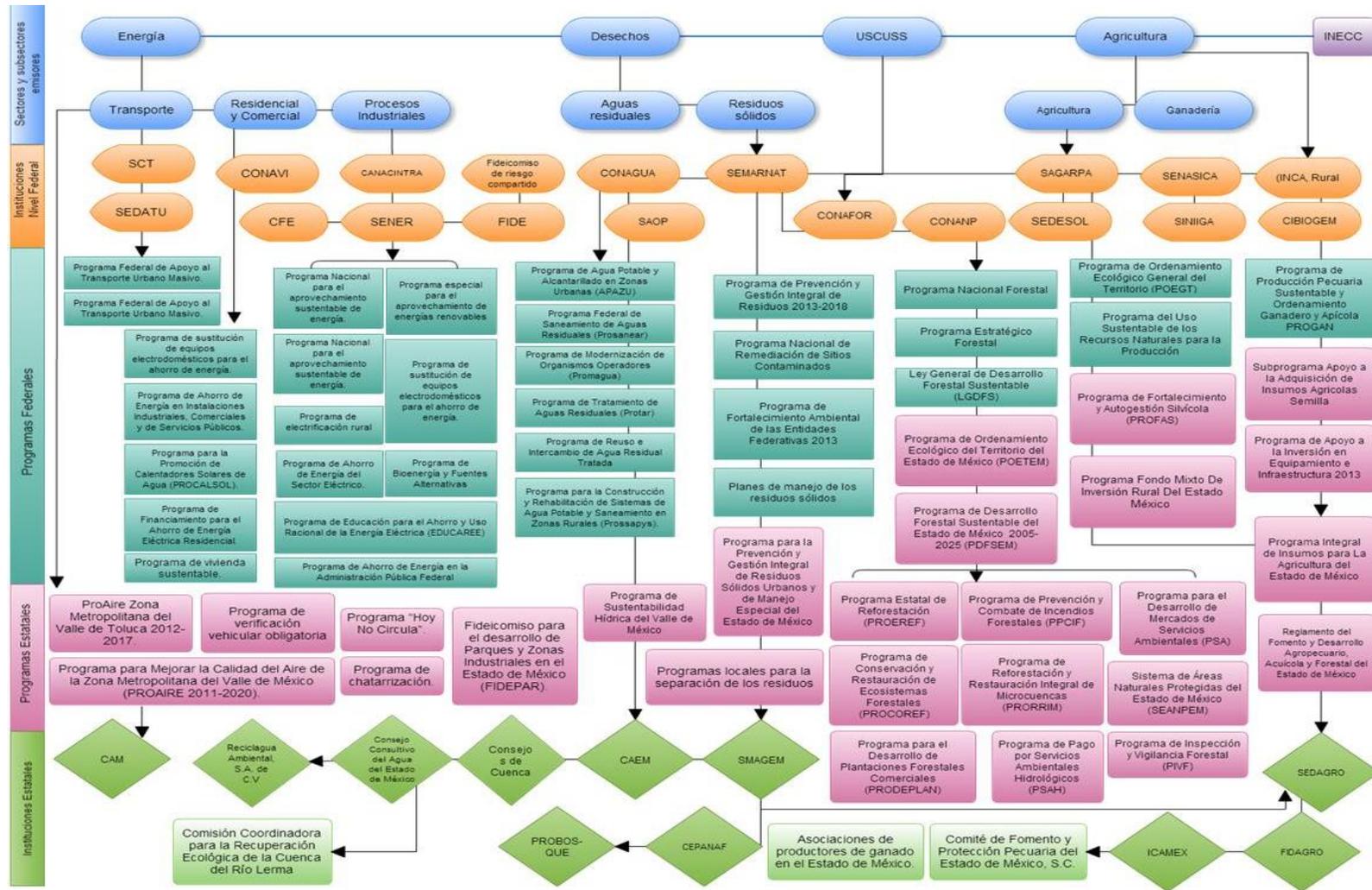


Figura 5.2. Instituciones vinculadas con las estrategias de mitigación ante el cambio climático



5.1 Sector Energía

El cambio climático como paradigma ambiental sujeto a las variables de población, tecnología y economía, ha contribuido a transformar la visión con que las sociedades actuales abordan el tema del uso y manejo de los recursos naturales, particularmente aquellos que generan energía como los combustibles fósiles. Desde el descubrimiento del fuego hasta nuestros días los avances sociales y tecnológicos han estado ligados a la gestión y manejo de la energía. En gran medida, México es un país con una población basada en la economía del petróleo, producción primaria e industrialización y es así que el Estado de México es una de las entidades que mayor consumo de energía hace debido principalmente a su conformación demográfica, grado de industrialización y movilidad urbana.

De acuerdo al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero para el año 2010, el sector de energía emitió 24,706.19 Gg de CO₂ eq., que representa el 52.8 % de las emisiones totales del estado, siendo el sector que mayor aporte de emisiones tiene, de esta cifra el 20.1 % corresponde a las provenientes del autotransporte, 13.8 % de la industria manufacturera, 8.8 % de la industria de la energía, 8.1 % del uso comercial, 1.5 % del uso residencial y 0.5% del transporte aéreo y ferroviario, siendo el principal gas de efecto invernadero (GEI), el dióxido de carbono. Así mismo, el principal combustible que se usa es el gas natural seguido de la gasolina.

En cuanto a la actividad industrial en la entidad mexiquense, ésta queda conformada por empresas transformadoras en el ramo de productos minerales, industria química, metálica y otros (producción de papel, alimentos y bebidas). Las emisiones totales de CO₂ eq en éste sector fueron de 1,266.9 Gg y 3,231.06 Gg para los años 2005 y 2010 respectivamente, lo que significa que en este periodo hubo un incremento de 1,964.16 Gg, influenciado principalmente por la producción de aluminio y cemento (Figura 5.3).

Este aspecto de las actividades económicas es de gran importancia debido a que, por años el sector empresarial del Estado de México ha apoyado el desarrollo económico del país, basta mencionar que entre 2003 y 2009, el Estado de México contribuyó en promedio con el 9.5 % del PIB nacional (Secretaría de Desarrollo Económico, 2010). Al ser 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 que no implementar medidas para reducir las emisiones. En la Figura 5.3, se aprecia un estimado de la emisión de GEI a futuro contra la reducción (el número negativo significa la cantidad reducida, la positiva el incremento), siendo evidente el contraste.

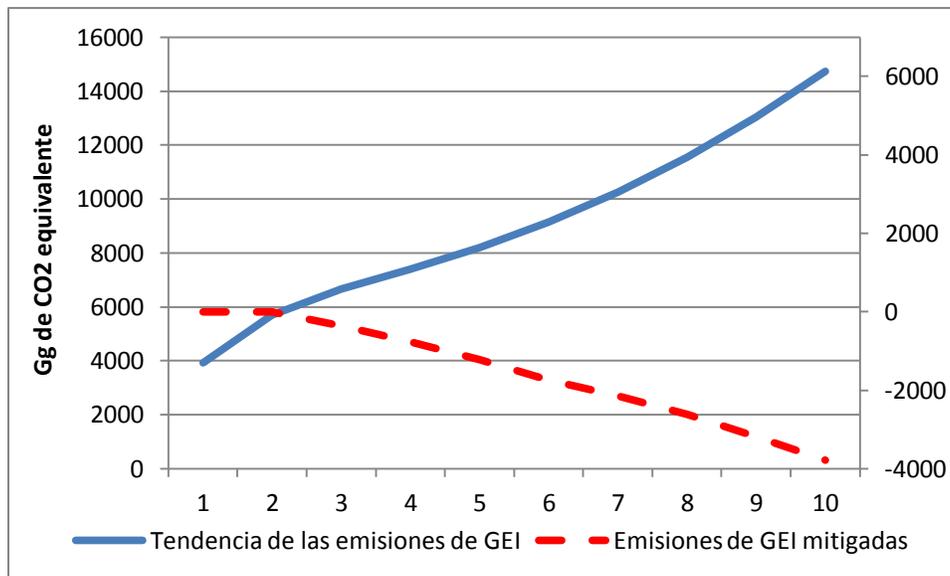


Figura 5.3 Tendencia de las emisiones de GEI en el sector industrial y potencial de mitigación

Fuente: Elaboración con base en LEAP

De manera general, el sector empresarial ha desarrollado proyectos de eficiencia energética y tecnológica, e incluso algunas de las empresas se han registrado en programas voluntarios para reducir las emisiones de GEI; uno de éstos es el Programa GEI México, el cual tiene cobertura nacional en temas como la contabilidad y reporte de GEI y promoción de proyectos de reducción de emisiones.

Desde hace más de 20 años, se han instrumentado medidas para mitigar emisiones de gases GEI provenientes tanto del transporte como de la industria, la cercanía con el Distrito Federal ha permitido el desarrollo de acciones conjuntas para mejorar la calidad del aire a través de diferentes programas como es el “Programa para Mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México” (PROAIRE), que utiliza información proveniente de la Red Automática de Monitoreo Atmosférico (RAMA), en las diferentes estaciones de la entidad, que es infraestructura para la medición, registro y procesamiento de los datos de calidad del aire y los parámetros meteorológicos básicos que influyen en la dispersión, transporte, transformación y deposición de los contaminantes del aire. Es importante considerar la información por zonas metropolitanas en cuanto a las emisiones debido a que ambas concentran más de la mitad de la población (Figura 5.4)

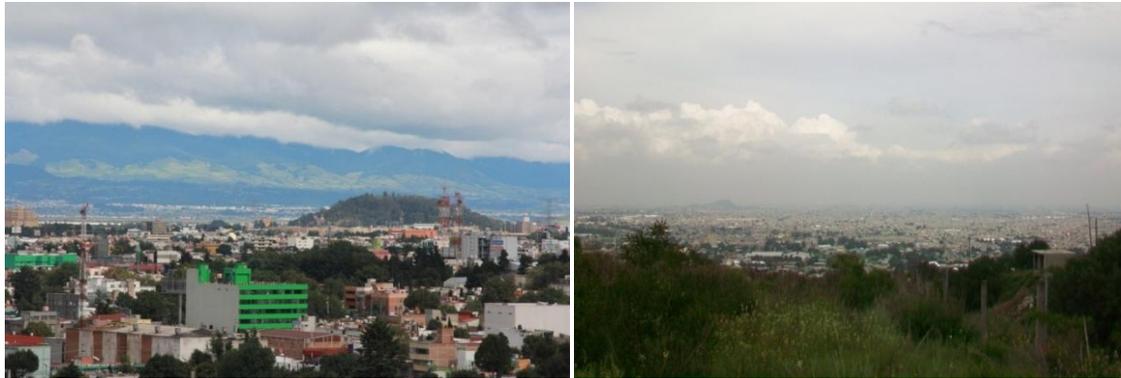


Figura 5.4 Zonas metropolitanas del Valle de Toluca y Cuautitlán-Texcoco.

Otro aspecto importante es lo que respecta a las alternativas de generación de energía. Se encuentran la energía eólica, energía solar y el cambio de combustible a gas natural para la generación termoeléctrica, sin embargo, las condiciones del medio físico del territorio estatal no son muy favorables en el desarrollo de energía eólica. En la energía hidroeléctrica, el esquema de transferencia de agua a la Ciudad de México consume grandes cantidades de energía, siendo necesario explorar esquemas de reducción y uso energético eficiente, así como de la infraestructura necesaria para conducirla, evitando fugas o mayor consumo durante su conducción. En el sector empresarial los proyectos de potabilización, reuso y tratamiento de aguas, representan una gran oportunidad de generación de energía en tanto que la emisión de GEI se reduce.

De acuerdo con la publicación denominada “Prospectiva de energías renovables 2012-2026” de la Secretaría de Energía, se estiman los diferentes potenciales de generación de energía renovable y con lo que respecta a la entidad, el potencial de generación de biogás a partir de rellenos sanitarios, es de entre 50 y 110 MW de energía eléctrica y de entre 110 y 225 MW de energía térmica calculando que se generan anualmente entre 2, 500,000 y 5, 000,000 t de residuos. Así mismo, existe potencial para que el sector agropecuario, particularmente el aprovechamiento de excretas de ganado porcino pueda generar entre 30,000 y 60,000 toneladas anuales de metano con un potencial de generación eléctrica de 20 a 40 MW, considerando la existencia de entre 1,000 y 2,000 cabezas de ganado. En segundo lugar, el aprovechamiento de excretas bovinas lecheras podría generar 200,000 toneladas anuales de metano con un potencial de generación de energía eléctrica de 120 a 180 MW, tomando como referencia una población de 300 y 400 cabezas de ganado bovino (SENER, 2012).

Por otra parte, el aprovechamiento solar tiene gran potencial en las viviendas (Figura 5.5) a través de calentadores de agua, cuyo precio de adquisición e instalación ha estado disminuyendo, aunque actualmente significa una inversión inicial superior a la necesaria para instalaciones de gas LP, pero con un retorno de la 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 eco-tecnologías o tecnologías que reducen la cantidad de energía y agua en el uso diario, 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 eficientes de leña (Figura 5.6).



Figuras 5.5 Ejemplos de uso de eco-tecnologías en viviendas: uso de paneles solares, lámparas Led y construcción bioclimática en Temoaya y Zinacantepec.



Figura 5.6 Uso de diferentes combustibles, por un lado gas LP y por el otro, biomasa

En cuanto al uso de combustóleo, carbón y su cambio por gas natural, el potencial de esta reconversión deberá darse a través de procesos más eficientes, que junto con los programas de auditorías ambientales, industria limpia, GEI México y la aplicación de los incentivos e impuestos ambientales, así como la internalización de los costos y la externalización en el valor agregado de los productos, sea más productivo y competitivo en los planes de negocio; es necesario este proceso en el cambio de combustibles fósiles por fuentes alternativas como en el caso de biocombustibles, que aún es incipiente en el estado pese a campañas como por ejemplo la de recolección de aceite vegetal, a partir del cual se elabora biodiesel o en su caso bioturbotina, aunque esta actividad no asegura que el biocombustible generado sea para uso en la entidad.

Otra alternativa con cobeneficios adicionales se tiene al realizar la mezcla de combustibles como diesel y biocombustibles; así, por ejemplo, al usar biodiesel en lugar de derivados del petróleo, se



reduce no sólo en un 15.7% la emisión de GEI, sino también la emisión de partículas (PM), de hidrocarburos (HC) y de monóxido de carbono (CO), todo esto debido a que el biodiesel contiene 11 % en peso más de oxígeno que el diesel (SEMARNAT *et al.* 2008).

En el uso eficiente de la energía, el diagnóstico, prospectiva y vigilancia tecnológica sobre la conducción, manejo y abastecimiento de combustibles a través de ductos o unidades móviles, es de gran importancia para prevenir y corregir las fugas, derrames y tomas clandestinas, por ello, es relevante considerar las acciones que PEMEX plantea como una empresa independiente, en la que es necesario que exista colaboración con la entidad para lograr la reducción de emisiones en lo que confiere a este aspecto, esto es válido también para aspectos de eficiencia energética de la Comisión Federal de Electricidad (transmisión y distribución), ya que la pérdida de cada tres puntos porcentuales equivalen a la producción anual de una planta generadora de 1,000 MW y emisiones de 1,270,000 t CO₂eq (SEMARNAT e INECC, 2012).

Los aspectos que se relacionan con el sector energético son complejos debido a que a nivel internacional y nacional se viven cambios y transiciones político-económicas y culturales que van definiendo nuevas alternativas sobre la generación y uso de los recursos energéticos y que cuestionan el modo tradicional de explotación de los recursos y la economía basada en el combustible fósil. Todo lo anterior engloba un marco que está por definirse en la medida en que la tecnología e investigación marquen los derroteros de la transición energética en el futuro inmediato, con amplia repercusión en las capacidades estatales y municipales que se guían en una política en constante cambio y renovación.

5.1.1 Escenario de referencia

Es necesario que para el planteamiento de estrategias y acciones de mitigación se considere el comportamiento futuro de la demanda de combustibles y la proyección de emisiones, partiendo del Inventario Estatal de GEI, por lo cual se recurrió al uso del software denominado LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System), desarrollado por el Instituto del Ambiente de Estocolmo, herramienta que sirve para el análisis de políticas y medidas de mitigación ante el cambio climático.

Para conocer las tendencias en la demanda y consumo energético en el Estado de México se construyeron los escenarios futuros de emisiones, enfocándose en el sector Energía ya que es el principal emisor de GEI a nivel estatal (Capítulo 3) que contribuye con el 53% de las emisiones totales de la entidad. Si bien, el diseño de escenarios conlleva márgenes de incertidumbre considerables, su principal aporte es identificar las tendencias a futuro en cuanto al comportamiento de los diferentes sectores y emisiones relacionadas con los componentes sociales y económicos estatales, lo cual constituye una herramienta sumamente valiosa en la toma de decisiones sobre las estrategias a seguir para la mitigación de GEI. La construcción de escenarios se realizó considerando un año base que al igual que el Inventario corresponde al 2005.



Las ramas del sector energético que mayor consumo y emisión de GEI generan son el transporte, la industria y el residencial, los cuales fueron considerados en los escenarios y en las medidas de mitigación. Con respecto a otros sectores y subsectores como agricultura y comercio, éstos no fueron considerados en el análisis y simulación de escenarios debido a que el consumo de energía y emisiones son menores, aunque esto no significa que no sean importantes en la toma de decisiones para el diseño de alternativas de mitigación.

La información que se utilizó para la estructura del árbol se dividió en dos partes: por un lado la información básica que corresponde a la población total; su tasa de crecimiento (1.4%); el número de viviendas (3,100,599 viviendas); número de habitantes por vivienda (4.31 personas); el Producto Interno Bruto (PIB de 72,411,570 miles de dólares a precios de 2003); la tasa de crecimiento económico (estimado en 2.5%); el año final de urbanización, todo esto para el año 2005 y 2010.

Otro grupo de variables consideradas fueron el porcentaje de viviendas urbanas y rurales de la entidad (88% y 12% respectivamente); su acceso a la electricidad; el tipo de tecnologías (aparatos electrodomésticos) de mayor uso en la población; las fuentes de energías usadas; la aportación al PIB de cada subsector industrial y la principal fuente de energía que utilizan; la flota vehicular por tipo de transporte (automóviles particulares, motocicletas, autobuses, transporte de carga y tren suburbano); el número de usuarios promedio por vehículo y kilómetros promedio recorridos. Todas las variables mencionadas se acompañaron de la intensidad energética para determinar el consumo de energía para el periodo 2005 - 2050 y la construcción de escenarios para observar el subsector que requerirá de medidas de mitigación para reducir el consumo y/o emisión de GEI.

Las fuentes de las que se obtuvo la información que alimentó a los escenarios tendenciales fueron las siguientes:

- Secretaría de Energía (SENER): consumo de energía, intensidad energética y tendencias del uso de energía.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI): variables sociales (población y vivienda) resumidas en el ITER para los años 2005 y 2010; así como el número de vehículos por tipo y el aporte al PIB por tipo de industria en el Estado de México (Censo económico 2004 y 2009)
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE): Intensidades energéticas de los electrodomésticos.
- IGCEM y Secretaría de Finanzas del Estado de México: Variables económicas relacionadas con el PIB estatal (disponibles en el documento “Producto Interno Municipal”)
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT): usuarios del tren suburbano en el Estado de México y características del transporte en sus diferentes líneas.

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 existe el número de usuarios por tipo de transporte), además de que algunas cifras no tienen relación y correspondencia, como ejemplo se cita que el número de unidades de camiones para pasajeros para el 2005 era de 8,419, en tanto que para años anteriores y posteriores este número rebasa las 40 mil unidades.
- Adicionalmente, es necesario realizar estimaciones e inferir valores no disponibles, de tal manera que se generaliza la información en lugar de detallarla, lo cual incide sobre la precisión de los escenarios.

Con respecto al escenario de mitigación generado con las reservas mencionadas, se plantean acciones principalmente en el subsector de transporte debido a que es el de mayor emisión de GEI de acuerdo con el Inventario Estatal para 2010 y en el escenario base se muestra que es el de mayor consumo de combustibles, asimismo, se considera el subsector de vivienda urbana ya que el 88% de la población se encuentra en esta categoría. Por el contrario, en la categoría de vivienda rural, el porcentaje de la población es del 12% y su consumo es mínimo debido a que no toda la población rural tiene accesos al servicio de electricidad o posee aparatos electrodomésticos de alto consumo.

Por lo que respecta al sector industrial, es menor la cantidad de medidas de mitigación que pueden ser consideradas debido a que no hay tanta inherencia en los procesos productivos del subsector, por lo que las acciones de mitigación se encaminan a incentivar el uso de combustibles de mayor rendimiento y con menor índice de emisión contaminante, lo que de manera general implica el cambio de productos derivados del petróleo por otros combustibles como el gas natural. De esta manera, en la Figura 5.7 se puede apreciar el contraste entre el escenario de referencia (proyección de la demanda de energía con base a la tendencia entre 2005 y 2010) y el escenario de mitigación (reducción de la demanda final de energéticos con la aplicación de medidas de mitigación) en el periodo 2005-2050, siendo la reducción al 2050 de cerca de cinco mil millones de Gigajoules.

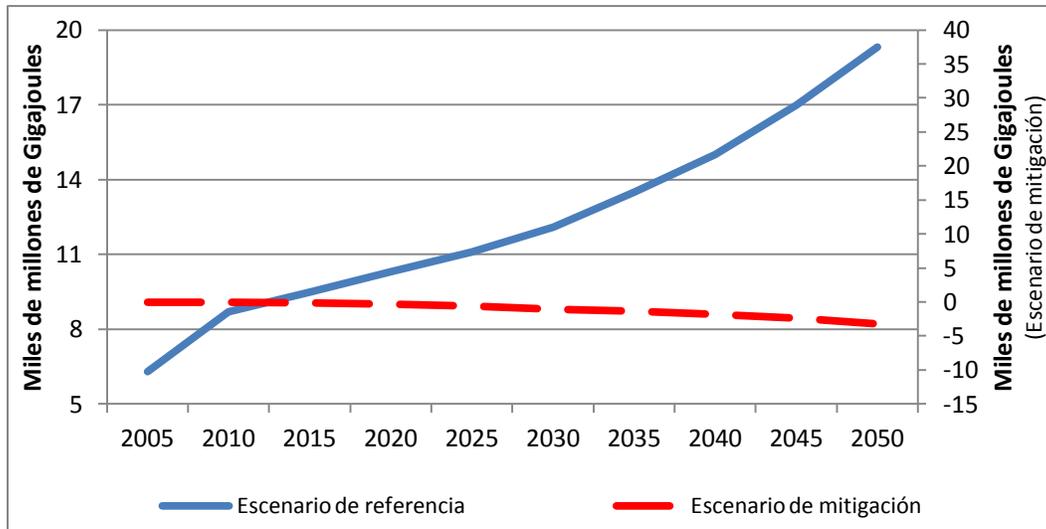


Figura 5.7 Proyecciones de la demanda energética y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación para el periodo 2005-2050

Fuente: Elaborado con base en LEAP

De entre los diferentes subsectores considerados, la categoría de vehículos particulares tiene mayor demanda, donde el transporte masivo juega un papel fundamental en la reducción de emisiones, dado que más del 50% del transporte está concesionado a particulares. De igual forma, la industria presenta alta demanda, mientras que las categorías del subsector vivienda tienen la menor participación en cuanto a demanda de energía. Por lo que respecta al tipo de combustible, los de mayor demanda son los productos derivados del petróleo, asociada principalmente con el consumo de gasolina y diesel en el transporte. El segundo combustible de mayor demanda será el gas natural propiciado por el cambio de combustibles en las actividades del subsector de industria. Cabe señalar que otras fuentes de energía que tendrán menor demanda son la electricidad, la biomasa (incluida el uso de leña) y las renovables como la energía solar.

En resumen, las acciones de mitigación propuestas tienen un efecto significativo en la reducción de emisiones y en la demanda energética del sector Energía que presenta las mayores emisiones a nivel estatal, proyectándose una reducción de aproximadamente 25%, para el 2050. La aplicación de estas acciones, junto con otras complementarias para el resto de los sectores emisores, puede tener una influencia positiva en la mitigación de GEI. Cabe aclarar que los escenarios propuestos deben considerarse como tendencias, basados en proyecciones y supuestos factibles, donde es indispensable la participación de la población y las instituciones públicas y privadas, resaltando la necesidad de contar con datos estadísticos de mayor precisión y detalle para mejorar las proyecciones y escenarios.

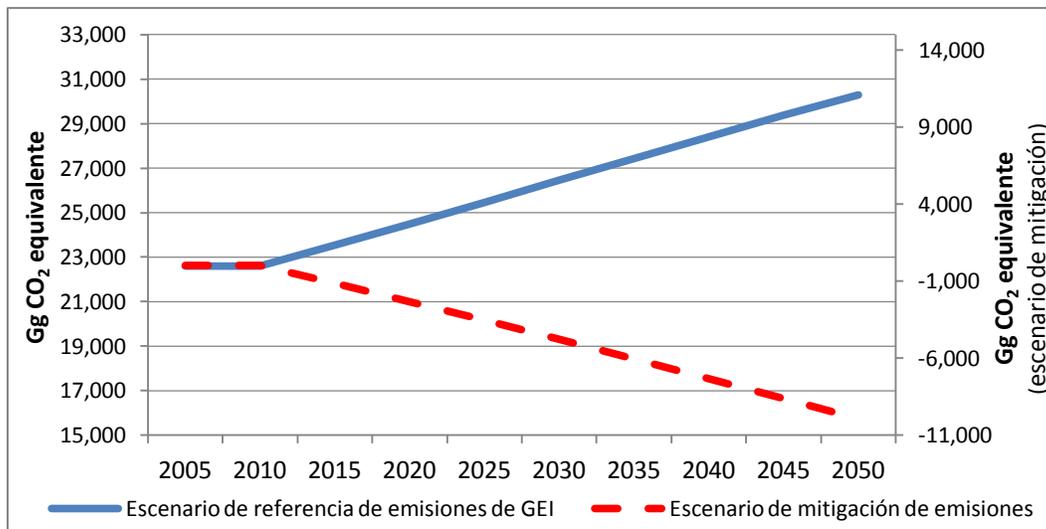


Figura 5.8 Escenario de mitigación en contraste con el escenario de referencia de las emisiones de GEI para el periodo 2005-2050

Fuente: Elaborado con base en LEAP

En la Figura 5.8 se puede apreciar lo comentado anteriormente, ya que la reducción de emisiones de GEI con la aplicación de medidas de mitigación en el sector corresponde a cerca de 11 mil Gg de CO₂ eq. menos que las emitidas en el año 2010. Por lo que la relación entre el consumo energético y la reducción de GEI es muy estrecha y significativa para alcanzar las metas de mitigación.



Estrategias y líneas de acción para el sector Energía

EJE ESTRATÉGICO M1: Gestión y manejo de energía

Objetivo: Reducir las emisiones de gases efecto invernadero.

Línea de acción M1.1: Legislación, políticas e instituciones

- 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.
- Promover el fortalecimiento interinstitucional para coordinar la implementación de acciones que contrarresten las emisiones de GEI en el sector.

EJE ESTRATÉGICO M2: Eficiencia energética en el subsector transporte

Objetivo: Promover el uso de prácticas que minimicen el consumo de combustibles en vehículos particulares, de transporte público y de carga.

Línea de acción M2.1: Tecnología y Mantenimiento automotriz

- Promover la adquisición y uso de vehículos con motores de tecnologías más eficientes en el consumo de combustibles y menor emisión de GEI.
- Sustituir de forma gradual el parque vehicular obsoleto de dependencias públicas estatales.
- Establecer los mecanismos de un programa de detección y retiro de vehículos ostensiblemente contaminantes.

Línea de acción M2.2: Planeación urbana de Transporte público y carga

- Promover el diseño y uso de transporte masivo (Mexibus) planificado para zonas de mayor tráfico vehicular.
- Reordenar rutas para la creación de corredores de transporte público de pasajeros.
- 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.
- Renovar la flota vehicular de los sistemas de transporte público y de carga.
- Promover el uso de transporte escolar en zonas de alta densidad urbana.
- Desarrollar un programa estatal de uso masivo de la bicicleta en las principales ciudades de la entidad.
- 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

Línea de acción M2.3: Verificación

- Reforzar el Programa de Verificación Vehicular Obligatoria de vehículos particulares y de carga que circulan en el Estado de México.



Impacto esperado

- Reducir las emisiones de GEI, ante el aumento en el consumo de energía fósil por parte del transporte.
- Aumentar el empleo en transporte público al tener mayor demanda de usuarios para reducir la flota vehicular de automóviles particulares que emiten mayor cantidad de GEI por el número de unidades que circulan en la entidad.

Los supuestos considerados para reducir la demanda energética en el subsector de transporte, se basan en la ampliación de la red y número de trenes suburbanos que incrementen la eficiencia y el número de usuarios, así mismo se considera mayor uso de transporte colectivo, lo que reduciría el uso de vehículos particulares.

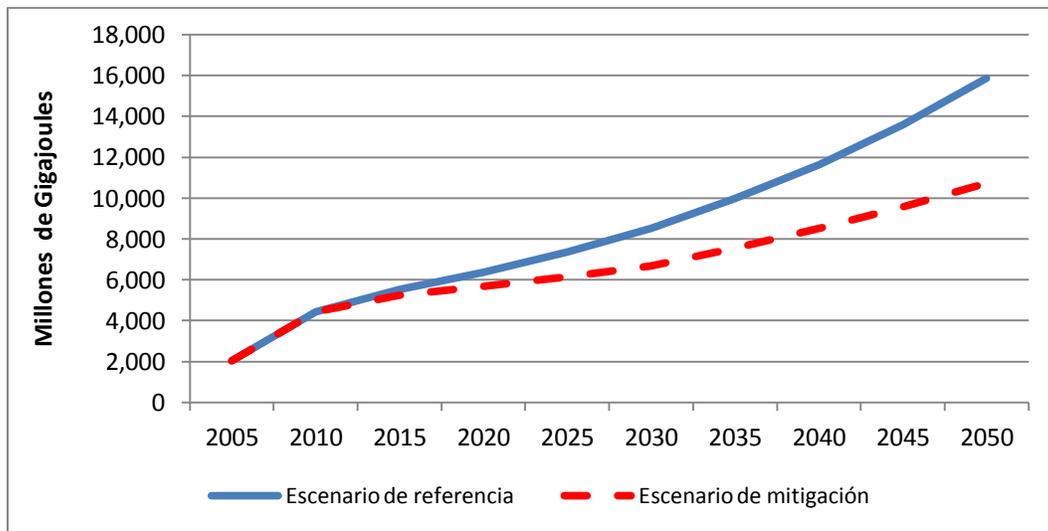


Figura 5.9 Proyección de la demanda de energía en el subsector de transporte y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación

Fuente: Elaborado con base en LEAP

En la figura 5.9 se aprecia la reducción del consumo energético en cerca de 6 mil millones de Gj con respecto a la tendencia (escenario de referencia) en el año 2050.

Movilidad urbana con equidad

El estudio: Gender Equality Initiatives in Transportation Policy: A Review of the Literature (Yael Hasson and Marianna Polevoy, July 2011), muestra que los patrones de movilidad y transporte de mujeres y hombres son diferentes, debido a la desigualdad de género en el hogar y el mercado de trabajo, la estructura urbana, y otros factores.

En todos los países europeos, menos mujeres que hombres viajan en coche privado, mientras que la mayoría de los que utilizan el transporte público son mujeres. En comparación con los



hombres, las mujeres tienen más viajes por día, pero viajan a distancias más cortas. Esto se debe a que las mujeres trabajan más cerca de casa, tienen más probabilidades de ser empleadas a tiempo parcial, y son más propensas a trabajar en empleos de baja remuneración. Los viajes de las mujeres se caracterizan por "el encadenamiento viaje" lo cual se refiere a viajes que son resultado de tareas de cuidado de las mujeres y puede incluir paradas en los establecimientos de salud, acompañar a los niños a la escuela, visitas de los padres, etc.

En el Estado de México se carece de información que dé cuenta del patrón de uso diferenciado del transporte y esta es fundamental para definir medidas que contribuyan por un lado a mejorar la movilidad, y por el otro a reducir la emisión de GEI

EJE ESTRATÉGICO M3: Impulso a la eficiencia y ahorro de energía en la industria estatal.

Objetivo: Minimizar las fugas de energía en los equipos industriales y trascender al uso de tecnologías alternativas

Línea de acción M3.1: Eficiencia de equipo

- Promover la sustitución de maquinaria y equipo industrial obsoletos que consumen gran cantidad de energía por nuevos con mayor eficiencia.
- Implementar un programa de iluminación eficiente en las instalaciones industriales.

Línea de acción M3.2: Tecnologías y mantenimiento industrial

- Fomentar alternativas tecnológicas para el uso eficiente de combustibles limpios y el control de emisiones contaminantes de hornos ladrilleros y talleres de alfarería.
- Promover el mantenimiento de maquinaria y equipo industrial para reducir las pérdidas de energía en la generación y distribución de calor.

Impacto esperado

- Optimizar el uso de energía eléctrica en grandes, medianas y pequeñas empresas, a fines de reducir las emisiones provenientes en este subsector.

Los escenarios de tendencia y mitigación, en el subsector industrial, se muestran en la Figura 5.10, donde se aprecia la reducción del consumo energético en la industria al aplicarse las medidas de mitigación propuestas anteriormente. Donde está previsto el cambio de combustible fósil a otros más eficientes donde se puede promover el uso de energía solar, aunque es incierto el crecimiento y desarrollo de este subsector, por lo que únicamente se considera que su incremento esté asociado al crecimiento del PIB.

El escenario de mitigación se proyecta en una reducción de cerca de 1,200 millones de GJ de consumo energético al año 2050, con la aplicación de las medidas de mitigación en el sector industrial.

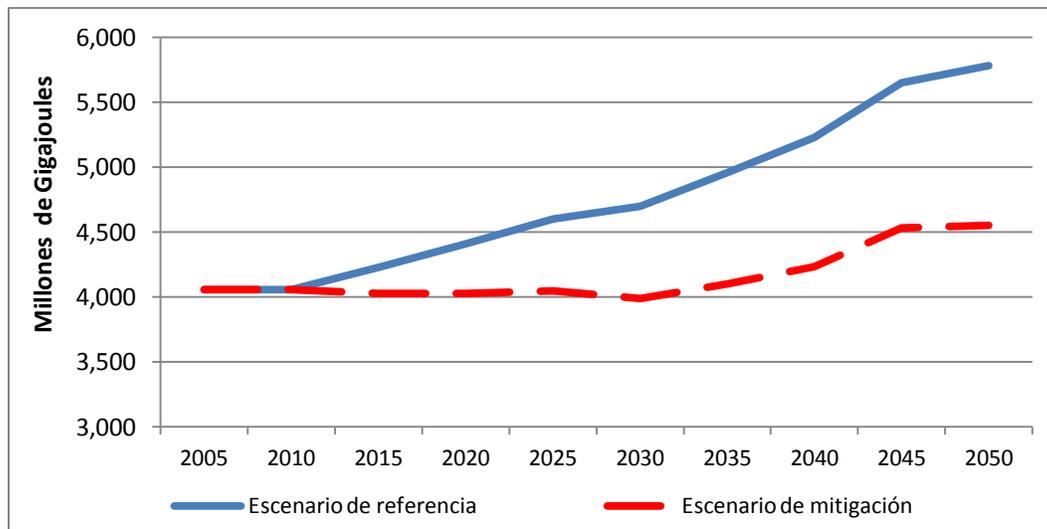


Figura 5.10 Proyección de la demanda de energía en el subsector industrial y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación

Fuente: Elaborado con base en LEAP

EJE ESTRATÉGICO M4: Ahorro de energía en los sectores residencial y comercial.

Objetivo: Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores.

Línea de acción M4.1: Electrodomésticos eficientes y prácticas de ahorro de energía eléctrica

- Sustituir aparatos electrodomésticos que consumen altas cantidades de energía por nuevos con mayor eficiencia.
- Promover estrategias de uso de energías sustentables y eficiencia energética en zonas habitacionales.
- Promover estrategias de uso de energías sustentables y eficiencia energética en zonas habitacionales, basadas en criterios de equidad social y de género, tomando en cuenta los patrones de consumo de hogares rurales, urbanos, en pobreza extrema y con jefatura femenina.
- Impulsar la igualdad de género en el aprovechamiento de las energías renovables, ya que las mujeres tiene un alto poder de decisión en su consumo, por lo cual es necesario contar con programas e incentivos específicos.
- Fomentar la utilización de la energía solar térmica, incluyendo su aprovechamiento para el calentamiento de agua en el sector residencial.

Línea de acción M4.2: Educación ambiental

- Difundir en centros escolares y de trabajo información sobre ahorro y eficiencia en el consumo de energía.

Impacto esperado

- Disminuir el consumo energético en el hogar, con la consecuente reducción de emisiones de



GEL.

- Poseer infraestructura que aproveche las condiciones ambientales y climáticas, alcanzando con ello mayor eficiencia energética.

El escenario tendencial para este subsector se muestra a continuación en la Figura 5.11, donde se aprecia la reducción del consumo energético en la vivienda de aplicarse las medidas de mitigación ya propuestas.

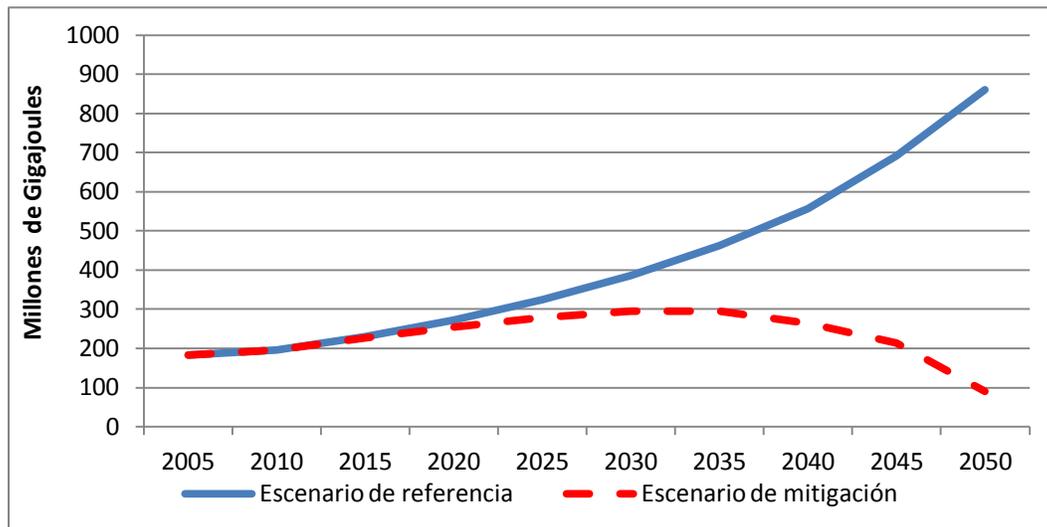


Figura 5.11 Proyección de la demanda de energía en el subsector residencial y reducción lograda mediante la aplicación de medidas de mitigación

Fuente: Elaborado con base en LEAP

De manera particular y reiterando, las acciones se orientan a la sustitución de focos incandescentes por lámparas LED de bajo consumo, sobretodo en la vivienda urbana ya que en la rural se prevé que es difícil la adquisición de este tipo de tecnologías, además de que se estima que la vivienda urbana incremente y la rural disminuya. Otra medida considerada fue el uso de aparatos electrodomésticos con mayor eficiencia energética que sustituyan a aquellos que requieren de mayor energía y emiten mayor cantidad de gases, como es el caso de los refrigeradores, principalmente.

De esta manera se proyecta la reducción de aproximadamente 750 millones de Gj al año 2050 con la aplicación de las medidas de mitigación ya mencionadas (Figura 5.11).

Retos y oportunidades de mitigación para el sector energía

Retos

- Los datos obtenidos (actividad industrial) no están completos, no hay censos completos en la mayoría de los casos, de tal forma que la información no es confiable completamente.



- Los acuerdos voluntarios de industrias no son obligatorios por lo que varias de ellas pueden retirarse y no cumplir.
- La emisión de gases no es contabilizada mediante los registros, al no ser una obligación.
- Desarrollo de planes integrales de movilidad.

Oportunidades

- Impulso a las nuevas tecnologías que promueven eficiencia energética.
- Certificación de eficiencia energética en las empresas del Estado.
- Desarrollo de diagnósticos energéticos de los sectores que más utilizan grandes cantidades de energía.
- Desarrollo de nuevas investigaciones para promover la eficiencia de los equipos industriales.
- Construcción de escenarios de la demanda de servicios de energía eléctrica y de vivienda.
- Fomentar la formación de recursos humanos para que proporcionen asistencia técnica a empresas que deseen transitar al uso de nuevas tecnologías.
- Crear direcciones institucionales encargadas de recabar datos que puedan ser de utilidad para próximas actualizaciones del PEACC.

Normatividad y Políticas Públicas Existentes:

- Código para la biodiversidad del Estado de México.
- Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de México
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica.
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México
- Constitución Política del Estado Libre y Soberano de México
- Plan Estatal de Desarrollo Urbano 2011-2017.
- Programa Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- Reglamento de la LGEEPA para la Prevención y Control de la Contaminación Generada por los Vehículos Automotores que circulan por el Distrito Federal y los Municipios de su Zona
- NTEA-002-SMA-DS-2009, que regula la exploración, explotación y transporte de minerales no concesionables en el Estado de México.



5.2 Sector Residuos

El sector residuos está conformado por dos subsectores: residuos sólidos y aguas residuales cuyo principal GEI emitido es el metano. De acuerdo al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero, este sector es el segundo en importancia por contribuir con el 26.51% de las emisiones totales de GEI para 2010, traducido en 12,487.33 Gg de CO₂eq. De esta cifra, cerca del 80% del total proviene de la generación y disposición de residuos sólidos y el 20% 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 activa de la población como generadora, del gobierno como gestor de las acciones e incluso del sector privado como promotor, financiador y vinculator 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

Los resultados arrojados por el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el año 2010, puntualizan la generación de 6, 484,000 t anuales de desechos sólidos urbanos procedentes del servicio de colecta del Estado de México, más 1, 642,500 t (20% del total) de desechos sólidos provenientes del Distrito Federal para su disposición final en sitios de confinamiento del Estado de México, que en total suman 9,913.26 Gg de CO₂eq (472.06 Gg de metano). Con respecto a las emisiones generadas en el año 2005 se tiene un total de 7,482.09 Gg de CO₂eq, lo que significa una alta probabilidad de aumento en las emisiones para los próximos años de mantenerse esta tendencia de crecimiento. Aunado a lo anterior se adicionan las emisiones procedentes de la incineración de residuos peligrosos biológico-infecciosos generados en el sector Salud, que se estiman en 12.26 Gg de CO₂, (7470 t de residuos generados anualmente). Así el total de emisiones de los residuos sólidos conjuntan 9,925.52 Gg de CO₂eq.

La composición de los residuos sólidos que en su mayoría es de origen orgánico es importante para determinar el potencial de generación de biogás que se podría utilizar en el aprovechamiento de RSU para reducir las emisiones de metano. De manera general, se sabe que una tonelada de RSU con un contenido de materia orgánica del 50% genera aproximadamente 200 m³ de biogás (Unión Europea *et al.* 2010) y 1 m³ de biogás puede generar hasta seis horas de luz equivalente a un foco de 60 watts (SEDESOL, 2005). En tal sentido, la composición promedio de los residuos sólidos en el estado contiene 41% de materia orgánica.

En cuanto a los sitios de disposición final, bajo un escenario ideal, se prevería la sustitución de éstos por rellenos sanitarios donde las condiciones de operación y manejo son más controladas y es más



factible el aprovechamiento de las emisiones de metano. No obstante, la mejora en el manejo de RSU implicaría la disminución de los residuos que son destinados a un sitio de disposición final.

El fin 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, reciclamiento y compostaje, esto 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, 2001).

El papel y cartón son de los productos que más se acopia y a nivel nacional 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 en el estado. Además, se destaca que por cada tonelada de papel reciclado se ahorran 2.5 m³ 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 la 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), es importante conocer la generación y disposición de ellos debido a que son fuente emisora no sólo de GEI, sino de contaminantes que provocan daños más severos al ambiente y la salud humana que los residuos sólidos urbanos si no se manejan adecuadamente. Un ejemplo de ello son los desechos biológico-infecciosos u hospitalarios que son generalmente incinerados causando emisiones, éstas se incluyen en el Inventario Estatal. Otro ejemplo es el caso del 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 se puede convertir 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 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 jardín. 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 un 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 los mismos, además de separar los materiales reciclables (GTZ, 2003).

La reinsertión de los desechos 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 desechos 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 Mexicana 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 desechos.

De acuerdo con SEMARNAT e INECC (2012), las acciones que se plantean en este sector son acciones inmediatas con alto potencial de mitigación que brindan beneficios económicos, además los cobeneficios (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 CO₂ eq en el caso de aguas y 10 euros en la quema de gas. Al respecto, se puede comentar que hay diferentes proyectos en la entidad que han sido registrados 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 y Tlalnepantla (ambos operados por la empresa PROACTIVA), lo cual representan una oportunidad para alcanzar la reducción de emisiones en este sector, además de los proyectos participantes que son lo que a continuación se mencionan (SEMARNAT, 2008):

Proyectos registrados en el MDL

- “Recuperación de biogás para energía en Ecatepec” (con reducción de emisiones de 209,353 kt de CO₂ eq/año)
- “Recuperación de gas para energía en Tultitlán” (con reducción de emisiones de 41,681 kt de CO₂ eq/año).

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 CO₂ eq/año.
- Rincón Verde, con 315,143 de kt CO₂ eq/año.
- Conversión de biogás a energía en Tlalnepantla con 50,838 de kt CO₂ eq/año.

5.2.2 Aguas residuales

El Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el año 2010, estima que las aguas residuales emitieron 268.17 Gg de CO₂ eq (Figura 5.12), mientras que los lodos residuales aportaron 1,014.51 Gg de CO₂ eq. En suma, el tratamiento de aguas y lodos residuales del sector doméstico-comercial aportaron un total de 1,282.68 Gg de CO₂ eq). En resumen, el 79% de las emisiones provienen de los lodos residuales y 21% del tratamiento de aguas de origen doméstico.



Figura 5.12 Aguas residuales en el municipio de Lerma

Los valores calculados para la emisión de aguas y lodos residuales industriales fueron de 863.94 Gg de CO₂ eq, de los cuales el 40% procede de las aguas residuales y 60% de los lodos residuales. Esto indica que la mayor emisión de GEI proviene de los lodos residuales de origen doméstico, siguiéndoles los de origen industrial. Aunado a esto, se incorpora el valor estimado de las emisiones procedentes del excremento humano que fue calculado para el 2010 en 1.34 Gg de óxido nitroso equivalente a 415.4 Gg de CO₂. Por tanto, el total de emisiones de las aguas residuales es de 2,562.02Gg de CO₂ eq.

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 (Figura 5.13). Los sistemas primarios de tratamiento son los más sencillos en la limpieza del agua y tienen la función de preparar el agua, 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)



Figura 5.13 Planta de RECICLAGUA con gran capacidad de tratamiento e instalaciones de CONAGUA

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 embargo cuando se agregan al agua tratada, sales de hierro o de aluminio como coagulantes tiene el efecto secundario de 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, el cual, dado 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 dado que la mayor parte de las aguas utilizan tratamientos secundarios. Así mismo,



existe potencial de generación de biogás en los mataderos y procesadoras de carne, ya que producen grandes cantidades de desechos 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 constituyen el sector de residuos, para los cuales conforman cada uno ejes estratégicos compuestos por acciones de mitigación de gases de efecto invernadero agrupadas en líneas de acción, con el fin de reducir y/o controlar las emisiones de las fuentes generadoras, 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. También se presentan las instituciones y programas relacionados con el cumplimiento de dichas acciones.



Estrategias y líneas de acción para el sector residuos

EJE ESTRATÉGICO M5: Gestión integral de residuos sólidos urbanos

Objetivo: Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.

Línea de acción M5.1: Legislación y políticas

- 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.
- 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.
- 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.
- Regularizar los sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con las especificaciones establecida en la normatividad, para mejorar las características de dichos sitios y prevenir mayor emisión.

Línea de acción M5.2: Aprovechamiento y generación

- 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.
- 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.
- 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.
- Promover la elaboración y uso de composta a partir de residuos sólidos orgánicos tanto semiurbanos como rurales.
- Impulsar la actividad de clasificación y separación de desechos desde los hogares hasta los centros de almacenamiento.
- Gestionar la obtención de bonos de carbono a través de mecanismo MDL, por el aprovechamiento de biogás en plantas tratadoras.

Línea de acción M5.3: Participación y Recolección

- 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.
- Regularizar el trabajo de los pepenadores y el sector informal en el manejo de los residuos como una actividad fundamental para alcanzar los objetivos de aprovechamiento y reducción de residuos que llegan a un sitio de disposición final.



Impacto esperado

Reducción en la emisión no controlada de metano a través de su aprovechamiento. Así mismo se espera una mayor gestión de residuos sólidos urbanos que generen empleos y recuperación de materiales de desechos y generación de energía con menor efecto de calentamiento de la atmósfera.

EJE ESTRATÉGICO M6: Descargas y tratamiento de aguas residuales

Objetivo: 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.

Línea de acción M6.1: Política, Tratamiento y Aprovechamiento

- 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 toma de decisiones a partir de las deficiencias o mejoras encontradas.
- Fortalecer el cumplimiento del marco legal en la evaluación y expedición de registros de descarga de aguas residuales al alcantarillado.
- Realizar el diagnóstico de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las plantas de manejo estatal.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore los sistemas y poblaciones de aguas arriba y aguas abajo.
- Incentivar proyectos de cogeneración a partir del biogás producido en el tratamiento de las aguas, para su aprovechamiento y uso en las instalaciones de la planta de tratamiento.

Línea de acción M6.2: Infraestructura y mantenimiento

- Promover el uso de baños secos para evitar fugas de aguas negras y su probable contaminación al subsuelo.

Impacto esperado

- Mejora en el tratamiento de agua residual reflejada en mayor cantidad de agua tratada y reducción de emisiones de metano aprovechables en la generación de energía eléctrica.

Retos y oportunidades de mitigación para el sector Residuos

Retos

- La información que existe en torno a los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos es limitada, por lo que es necesario generar esquemas para obtenerla en lo referente a la generación, tratamiento, acopio, composición y disposición final para poder proponer acciones de mitigación, más específicas al respecto.
- Existen lugares de acopio de residuos sólidos urbanos informales en los que su actividad no queda registrada y por ende el número de desechos recolectados permanece como desconocido, el mismo caso sucede con sitios de disposición irregulares, donde no hay control



de los residuos que entran y salen.

Oportunidades

- El estado es uno de los mayores generadores de residuos, esto le confiere un gran potencial en la producción de biogás, así mismo del tratamiento de aguas residuales.
- Es una de las entidades donde mayor infraestructura existe para el reciclaje y recuperación de papel y cartón, así como de infraestructura para recolección transporte de RP.
- Existen diferentes trabajos de investigación académica respecto al manejo gestión integral de residuos sólidos urbanos, así mismo como de tratamientos eficientes de aguas residuales, para el aprovechamiento y estabilización de lodos residuales.

Normatividad y Políticas Públicas Existentes relacionadas con el sector:

- Ley del Agua para el Estado de México y Municipios
- Plan de Desarrollo Estatal 2011-2017
- NTEA-001-SEGEM-AE-2003
- NTEA-003-SEGEM-DS-2004.
- NTEA-006-SMA-RS-2006
- NTEA-007-007SMA-DS-2006
- NTEA-010- SMA-RS-2008
- NTEA-011- SMA-RS-2008
- NTEA-013- SMA-RS-2011

5.3 Uso de Suelo Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

Los bosques son reservorios importantes de carbono, 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. Este eje plantea líneas de acción clave a desarrollarse dentro del sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSyS) con la finalidad de impulsar prácticas que reduzcan emisiones de GEI, 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 5.14).



Figura 5.14 Ecosistema forestal en el Municipio de Lerma

Considerando los resultados del inventario forestal del Estado de México, la superficie bajo cubierta forestal es de 1, 087,812 ha, lo que representa el 48% de la superficie estatal. La participación del sector USCUSyS con respecto a las emisiones totales es del 6.15% ocasionadas por los cambios de biomasa en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa, la conversión de bosques a pastizales y tierras de cultivo, el abandono de tierras cultivadas y el cambio de contenido de carbono de suelos minerales (Figura 5.15). De acuerdo al inventario estatal de emisiones de GEI 2010, las emisiones de CO₂eq para este sector son de 2, 896.8 Gg, siendo el subsector de cambio de bosques y otros reservorios de biomasa leñosa el principal emisor con 1,826.8Gg, seguido de la conversión de bosques y pastizales (1513.6) en tanto que el abandono de tierras manejadas logró una captura de 433.6 Gg.



Figura 5.15 Ecosistemas forestales APFF del Nevado de Toluca; selva baja Ixtapan de la Sal; bosque de encino Zacazonapan

Estimaciones realizadas por el gobierno estatal para este sector indican que la entidad tiene un alto potencial para implementar acciones de mitigación tendientes a conservar e incrementar los reservorios de carbono en bosques a través de programas vinculadas con diferentes dependencias. Partiendo de la concepción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático se proponen las siguientes medidas de mitigación para el sector USCUSyS en el Estado de México.



Estrategias y líneas de acción para el sector USCUSyS

EJE ESTRATEGICO M7: Conservación y manejo sustentable de los recursos forestales

Objetivo: Reducir la emisión de GEI en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su conservación y manejo sustentable.

Línea de acción M7.1: Promoción de servicios ambientales

- Consolidar del programa estatal de ordenamiento ecológico y verificar su aplicación en los planes de desarrollo
- Desincentivar mediante instrumentos legales y económicos el cambio de uso de suelos en sistemas forestales.
- Crear los mecanismos para la implementación, ejecución y seguimiento de un programa estatal integral de manejo forestal sustentable.
- 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.
- Implementar el pago por captura de carbono como una estrategia de desarrollo del sector forestal estatal

Línea de acción 7.2: Conservación y protección de Áreas Naturales Protegidas

- Consolidar los programas de manejo en Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal

Impacto esperado

- Lograr reducciones significativas en las emisiones de GEI provenientes de este sector, a la vez que se generen las condiciones adecuadas para la preservación o restauración de las funciones ecológicas de los sistemas forestales.

Retos y oportunidades de mitigación para el sector

Retos

- Es escasa la disponibilidad de información histórica del sector, requiriendo por tanto consolidar las áreas de manejo y gestión de la información sectorial.
- Actualmente es reducida la superficie forestal bajo manejo técnico, es necesario incrementarla a través del aumento de la inversión, la integración de programas sectoriales y capacitación de usufructuarios del recurso.
- El escaso control sobre el mercado negro de productos maderables y no maderables, así como la creciente importación de estos productos, disminuye la rentabilidad del sector y desincentiva la producción.

Oportunidades

- La entidad ya cuenta con esquemas administrativos y operativos para el sector forestal.
- Existen beneficios colaterales reales con la implementación de las medidas de mitigación, éstos pueden ser la conservación de la biodiversidad, prestación de servicios ambientales, mayor rentabilidad del sector y creación de fuentes de empleo mejor remuneradas.



Normatividad y Políticas Públicas Existentes relacionadas con el sector:

- Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Áreas Naturales Protegidas.
- Programa de Desarrollo Forestal Sustentable del Estado de México 2005-025. Gobierno del Estado.
- NTEA-005-SMA-RN-2005, que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del Estado de México.
- NTEA-009-SMA-RN-2008 que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el uso, conservación y restauración de suelos en áreas naturales protegidas del Estado de México.

5.4 Agricultura y ganadería

El sector Agricultura, de acuerdo a la metodología IPCC, contempla dos subsectores o categorías: pecuario y agrícola (Figura 5.16) los cuales de acuerdo con el Inventario Estatal de emisiones de GEI emitió 3,388 Gg de CO₂ eq (7.25%) del total de emisiones para el Estado de México en el año de 2010; siendo a la vez un sector con posibilidades de mitigar hasta un 30% de las emisiones totales de GEI en el mundo (FAO, 2013), de ahí la importancia de incluirlo en los planes de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático.



En términos administrativos, el sector agrícola en el Estado de México, se encuentra dividido en ocho regiones, que juntas suman una superficie total de 1,029,083.40 ha (INEGI, 2010) donde se cultivan desde los frutos y cereales típicos de las zonas cálido – subhúmedas, hasta aquellos de zonas con climas templados, incluyendo la actividad florícola que ocupa el primer lugar de producción a nivel Nacional. Los municipios del sur del Estado como Villa Guerrero, Tenancingo, Coatepec Harinas y Valle de Bravo, se caracterizan por producir flor de corte, mientras que en Atlacomulco y Texcoco predomina el cultivo de plantas de maceta (SAGARPA, 2012).

Figura 5.16 Cultivo de maíz y actividad ganadera.

En las zonas agrícolas la aplicación de fertilizantes y la incorporación de residuos de cultivos nitrogenados son la principal fuente de emisión de GEI con 2,157.94 Gg de CO₂ eq, referidas en el Inventario Estatal como emisiones indirectas y directas.

En el subsector pecuario, procesos como la fermentación entérica de rumiantes y el manejo del estiércol son las fuentes con mayor emisión de metano (CH₄) y nitratos (N₂O). Cabe mencionar que a nivel nacional se prevé que ésta categoría presente una tasa media anual de crecimiento de 1.4% para el periodo de 2011-2020, (SAGARPA, 2011).

Para caso específico del Estado de México en el año 2010 se tuvo un hato de 2,503,877 cabezas de ganado, que generaron 998,93 Gg de CO₂ eq por fermentación entérica en la emisión de metano y

190,96 Gg de CO₂ eq provenientes del manejo de estiércol (principalmente por metano y nitrato). Las acciones de mitigación en la primera actividad se relacionan con la alimentación del ganado, específicamente con la calidad y contenido energético (Carmona, 2005). Para la segunda, corresponden los sistemas de manejo, que pueden ser entre otros, recolección diaria, praderas y pastizales, almacenamiento sólido y sistemas líquidos, el aprovechamiento de los extractos líquidos después de su compostaje, tiene mayores beneficios ambientales comparado con el tradicional “secado al aire libre” (Figura 5.17) (Capulín, 2001).



Figura 5.17 Prácticas ganaderas de traspatio

En los sistemas silvopastoriles se hace uso de árboles que con sus frutos, hojas y leños proporcionan nutrientes al ganado y que son una buena opción para complementar la alimentación tradicional de pastos y forrajes, ejemplo de arbóreas forrajeras incluidas en la alimentación del ganado son las 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 oportunidad de los productores de disminuir costos y contar con una fuente de alimento en diversas estaciones del año (Olivares, 2011) y referente a la alimentación, minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero.

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., conocida como flor de muerto o cempasúchil (Pacheco y Ríos, 2013) y distribuida en territorio mexiquense principalmente en zonas de selva baja caducifolia (CONABIO, 1987), en el sur del Estado, que han demostrado disminución en la emisión de gases efecto invernadero al ser incluidas dentro de la alimentación del ganado, principalmente bovino.

Este tipo de especies se complementan en la alimentación del ganado con pastos y forrajes, mismas que para el Estado de México se tienen las siguientes variedades según la región climática Ver Tabla 5.1. La forma más aprovechable es cuando el pasto es verde sin embargo cuando se tienen excedentes se recomienda el ensilaje o henificado, para usarlo en periodos de escasez.

**Tabla 5.1 Variedades de pastos en el Estado de México.**

Tipo de sistema	Especies y variedades	Beneficios
Praderas para la zona templada	<i>Lolium perenne</i> : Yatzin-1, (T), Americano, Barvestra y Respect <i>Festuca arundinacea</i> : Cajum, Martin y Dovey <i>Dactylis glomerata</i> . Embassador, Potomac y Justus	Es el cultivo forrajero más adecuado para la explotación en pastoreo de ovinos y bovinos en la zona templada. En terrenos susceptibles a erosión controla la pérdida de suelo y mejora la retención de humedad Establecimiento lento y buena producción e forraje de buena calidad.
Praderas para la zona subtropical	<i>Panicum máximum</i> : Tanzania y Mombaza, <i>Andropogon gayannus</i> : Llanero, Llanerito o Tun-Tun <i>Brachiaria brizantha</i> : Insurgente, <i>brachiaria hidribo</i> : Mulato	Es el cultivo forrajero más adecuado para la producción extensiva de carne y leche en la región sur del Estado de México. Alta rusticidad y amplia adaptación a diferentes tipos de suelo, incluyendo los de baja fertilidad no aptos para la agricultura. Mejora los rendimientos de leche y carne por animal/hectárea En terrenos susceptibles a erosión controla la pérdida de suelo y mejora la retención de humedad.

Fuente: Muñoz et al., 2007. ICAMEX

A continuación se presentan los ejes estratégicos y líneas de acción en materia de mitigación para el sector agricultura.



Estrategias y líneas de acción para el sector agricultura

EJE ESTRATÉGICO M8: Gestión de suelos agrícolas.

Objetivo: Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.

Línea de acción M8.1: Técnicas de cultivo y fertilización

- Promover entre los productores la adopción de prácticas agrícolas sustentables para el uso eficiente de agua y suelo.
- 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.
- Aprovechar los residuos agrícolas y excretas animales para la elaboración de fertilizantes orgánicos.
- 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.

Impacto esperado

- Menor uso de fertilizantes inorgánicos y con ello la reducción de emisiones de nitrato a la atmósfera, así como prevenir la contaminación de mantos freáticos.
- Reducción de emisiones de metano generadas mediante el proceso de digestión del ganado.

EJE ESTRATÉGICO M9: Control y disminución de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado y manejo de estiércol

Objetivo: Reducir las emisiones de metano en el subsector pecuario y aumentar la productividad del hato ganadero, al aprovechar eficientemente los alimentos.

Línea de acción M9.1: Manejo del ganado

- 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.
- Implementación de prácticas pecuarias de alta eficiencia en el manejo del ganado estabulado y de pastoreo.

Impacto esperado

- Menor emisión de CH₄ al mejorar las dietas y alimentación del ganado.
- Mayor calidad de los alimentos destinados al ganado y con ello promover la salud animal y mejorar la producción de carne y leche.



Retos y oportunidades de mitigación para el sector Agricultura

Retos

- La información que existe acerca del sector agricultura es limitada, por lo que es necesario tener información disponible el tamaño de la población y sus tasas de crecimiento con objeto de poder ser utilizados en el desarrollo de otros documentos oficiales.
- Las acciones que se realicen en este tema deben apuntar a la erradicación de la pobreza y a la promoción de la igualdad entre mujeres y hombres, sobre todo en términos de acceso a la tierra y a los beneficios que ello conlleva.

Oportunidades

- Mediante la aplicación de buenas prácticas agrícolas y pecuarias es posible incrementar los sumideros de carbono en los suelos agrícolas
- Promover la investigación de las especies ganaderas en el contexto de cambio climático para mejorarlas y que sus emisiones de GEI sean menores.

Políticas Públicas Existentes relacionadas con el sector:

- Código para la Biodiversidad del Estado de México.
- Ley de Desarrollo Social del Estado de México.
- Reglamento del Fomento y Desarrollo Agropecuario, Acuícola y Forestal del Estado de México.

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). Asimismo, 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.”

La entidad mexiquense es el estado más poblado del país; alberga dos grandes zonas metropolitanas, la ZMCT y ZMVT, zonas de crecimiento industrial, comunidades con altos niveles de marginación y pobreza, áreas naturales protegidas y sistemas forestales e hídricos importantes en la región, afectados por la degradación y la sobreexplotación. Por ello, la adaptación requiere la preparación más adecuada 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?, y 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 un 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 PECC 2009-2012, la ENACC y la “Adaptación al Cambio Climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones” 2012, de la Comisión Intersecretarial, las estrategias para adaptación por sectores permite ser un instrumento que facilite la coordinación de acciones de forma 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 ENCC 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 SHCP y SF, así mismo, 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 las regidurías municipales encargadas del manejo de los recursos naturales y de otras que pudieran participar 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.

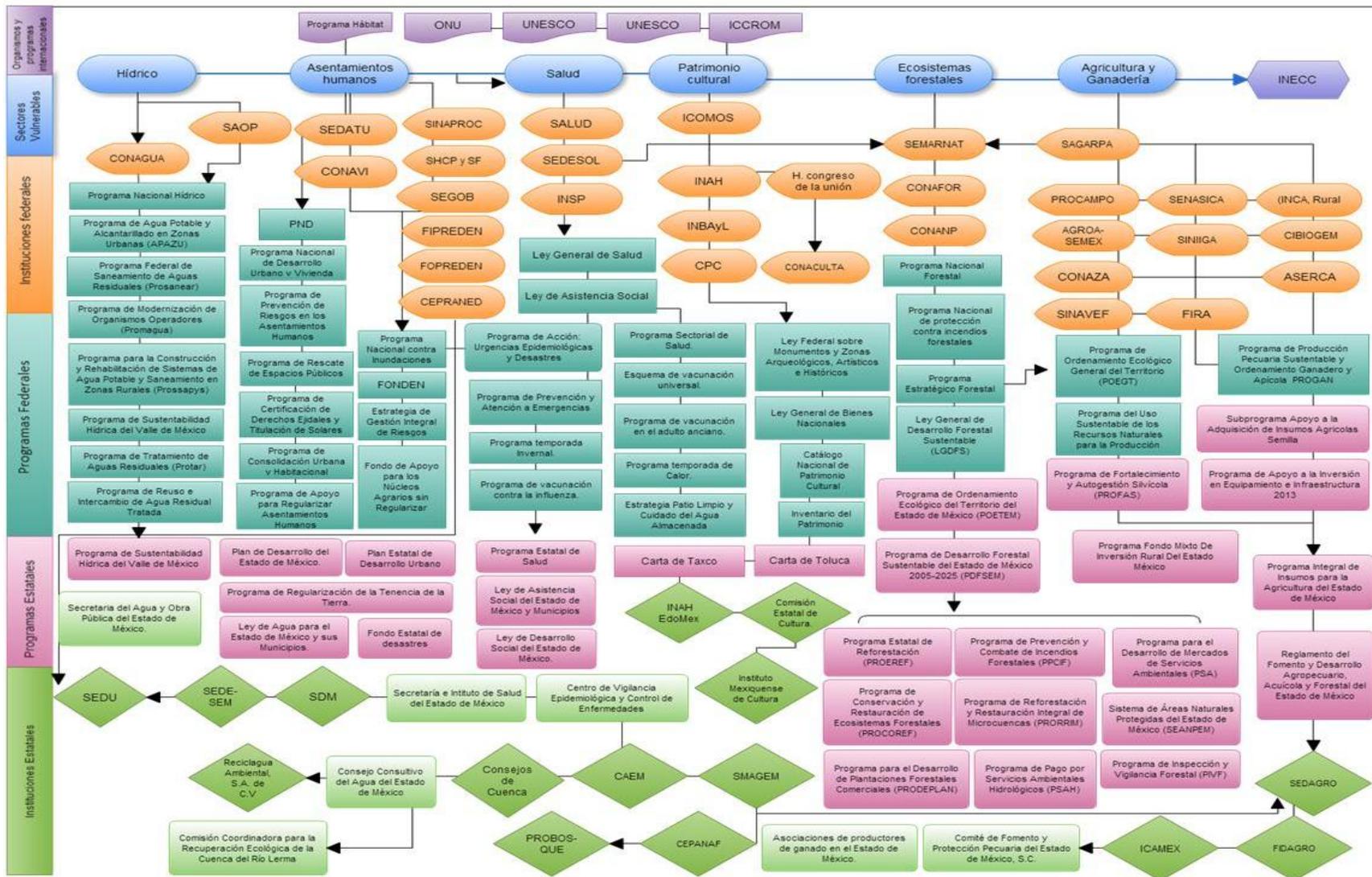


Figura 6.1. Instituciones vinculadas con las estrategias de adaptación ante el cambio climático

6.1 Sector hídrico

En cuanto a la temática hídrica, todo lo vivo depende del ciclo hidrológico y por ende de la disponibilidad de agua así como de la cantidad y calidad, para llevar a cabo no sólo las funciones vitales, sino las actividades productivas. Por esto, 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, y significativamente, a actividades humanas como la deforestación, la urbanización, y el uso en exceso de las reservas de agua. Por lo que, 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 muy relacionada con la capacidad de infiltración del agua en el suelo y sequías. Asimismo 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 6.2.).



Figura 6.2 Sequías y disminución de los cuerpos de agua afectan las actividades humanas, Pánuco.

Como se puede apreciar en la Figura 6.3 y con base en la información de CONAGUA (2009) que se presentó en la Tabla 7 del subcapítulo 2.5, sobre el balance de acuíferos, los más sobreexplotados de la entidad, son el de la ZMVCT, ZMVT y municipios como Atlacomulco y Ixtlahuaca, de especial atención es el de Cuautitlán-Pachuca con mayor volumen de extracción con respecto al volumen y recarga y por ende presenta menor disponibilidad de agua, lo cual lo hace uno de los acuíferos más vulnerable ante menores precipitaciones pues la recarga disminuiría pero la



extracción tiene alta probabilidad de que se mantenga igual o incluso incremente. Otro de los acuíferos en la misma situación es el de la ZMVCT los acuíferos de Chalco – Amecameca y Texcoco aunque son sobreexplotados, los volúmenes de recarga y extracción son casi iguales, por lo que la disponibilidad casi esta en balance; con respecto a los datos para Villa Victoria – Valle de Bravo y Temascaltepec, no se proporciona el volumen de extracción, por lo que se presenta con el mismo que el de recarga. En el caso del acuífero de Polotitlán es el único acuífero que no se encuentra sobreexplotado aunque la disponibilidad no sobrepasa los 8 hectómetros cúbicos por año (8 millones de metros cúbicos).

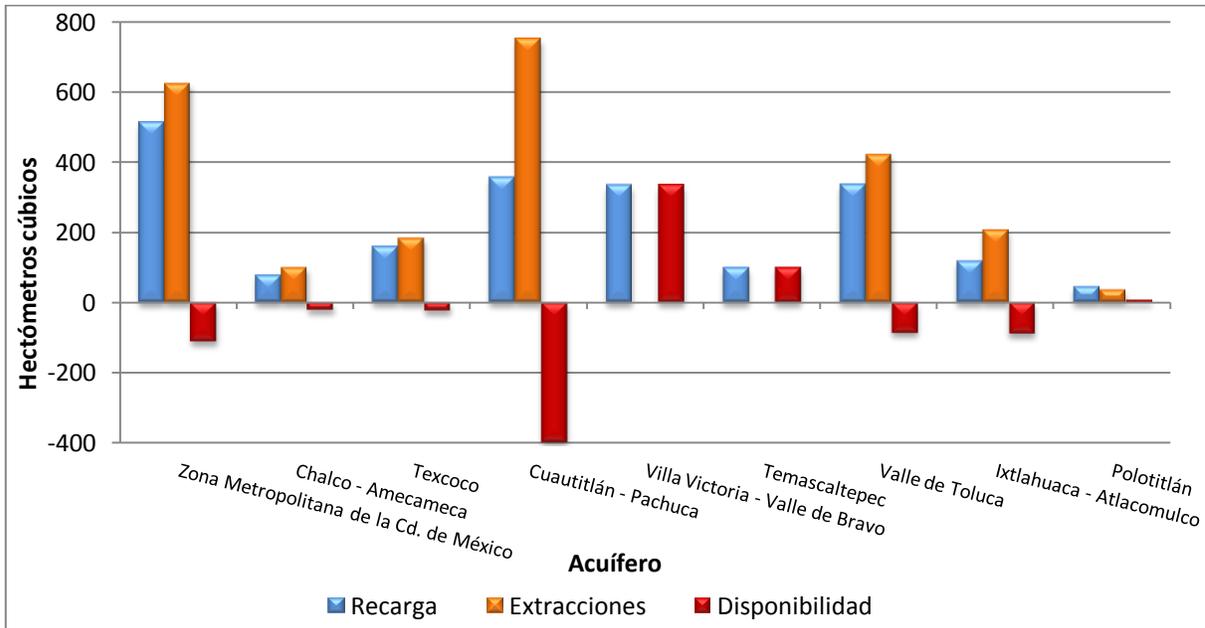


Figura 6.3 Balance de los acuíferos del Estado de México en el 2009

Fuente: Elaborado con base en CCVM, 2010

Otro aspecto importante es la disponibilidad natural media de agua y la disponibilidad media per cápita, ya que al tener disponibilidad en números negativos actualmente, en un futuro se pronostica mayor crisis para el abasto a la población, la disponibilidad natural per cápita en el volumen de agua disponible, el cual fue de cerca de 1,646 m³ por habitante en la región de Lerma – Santiago en el año 2009 y a nivel mundial la disponibilidad de México es baja (considerada así cuando es entre mil y 5 mil m³ por habitante al año) (Figura 6.4).



Figura 6.4. Cambios en la capa de hielo del Xinantécatl, años 2000, 2006, 2009 y 2012

Aunado a la vulnerabilidad de dichas regiones hidrológicas y acuíferos, también es necesario considerar otros 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 familias.

Las diferentes actividades que realizan mujeres y hombres definen un determinado acceso al agua, a su propiedad, control, uso y manejo así como a la participación en la toma de decisiones respecto a los usos y destino del agua, esto se relaciona con el deterioro y/o conservación del agua en contextos específicos. Dado que las mujeres son las responsables casi exclusivas del trabajo doméstico y del cuidado de los miembros del hogar, 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 de las zonas pobres urbanas y rurales, para



abastecerse de agua en particular para las actividades domésticas, así como para atender a las personas enfermas por causa de la mala calidad del agua. La carencia de acceso al agua y el deterioro de su calidad, agrava las condiciones de pobreza debido a las enfermedades que ocasiona, provocando un trabajo adicional y menor disponibilidad de tiempo para la búsqueda de fuentes de ingreso y para el descanso (Salazar, 2006)

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, 2009) reporta que las mujeres invierten 9.5 horas promedio a la semana en la preparación de alimentos, frente a 3.2 horas de los hombres; a la limpieza del hogar las mujeres dedican 9.3 horas promedio a la semana y los hombres 3.4.

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 sub-representadas 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. Por ejemplo, la desinfección solar del agua es una de las opciones que 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 (siendo innecesario el uso de plantas de tratamiento) (Salazar, 2006). Es muy 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, en las zonas rurales y urbanas, rara vez se ven involucrados en las tareas de acarreo de agua o de su abastecimiento. Asimismo ellos se relacionan con las obras de irrigación, de almacenamiento y de 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 bandeos, es decir, que se suministra sólo en ciertos horarios y en algunos días de la semana, debido a la baja disponibilidad, en este sentido las zonas metropolitanas son

donde se vive esta situación, así mismo, la contracara de la escasez de agua son las inundaciones ante lluvias intensas.

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca ubicada en la cuenca Lerma-Santiago los cambios más notorios, son las sequías más extremas y prolongadas, con repercusión en la recarga de acuíferos y por ende mucho menor disponibilidad de agua de la que actualmente existe, aumento en el número de incendios (aumentando emisiones de carbono negro a la atmósfera) dañando los ecosistemas naturales que regulan el ciclo hidrológico, calidad del aire y disponibilidad de nutrientes en el suelo; todo ello con impactos directos e indirectos en las actividades económicas y en la salud y calidad de vida de la población (Figura 6.5).



Figura 6.5 Emisiones en diferentes formas

En la cuenca del Balsas, se pronostica para el futuro lejano un incremento de temperatura cercano a 3.0 °C, en estas zonas la orografía es irregular, reconociéndose fuertes pendientes donde existentes localidades con muy alta marginación, donde la disponibilidad de agua podría mantenerse, la precipitación para el futuro cercano es mayor a 2 mm/día y menor a 3mm/día, mismo comportamiento para el futuro lejano, al intensificarse la precipitación se podrían esperar aumento en las tormentas siendo más severas, no se descarta la contaminación de cuerpos de agua de manera más severa, y finalmente la carencia en la capacidad de desazolve, desagüe y de infraestructura puede acentuar las afectaciones de dichos cambios del ciclo hidrológico en las poblaciones, principalmente rurales y marginadas.

Un manejo integral de los recursos hídricos puede ayudar a reducir la vulnerabilidad, sin embargo no se debe olvidar que, la forma en que se usa y administra el agua es un factor que determina que sea un recurso suficiente y renovable, o bien un recurso escaso (Carabias y Landa, 2005) (Figura 6.6). La capacidad o viabilidad de implementar acciones de adaptación tiene que ver con las posibilidades económicas, sociales, de gobernanza y ecosistémicas. Se presenta en la Tabla 6.1, una matriz de los impactos del Cambio Climático en los recursos hídricos, donde se resumen las afectaciones, considerando que estas afectan también otros sistemas naturales y /o humanos.



Figura 6.6 Uso de largas mangueras para abastecer de agua a comunidades y viviendas en medios rurales y encharcamientos por lluvias torrenciales en el Balsas



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 sequías	Incremento de las temperaturas
Ríos	Erosión de suelos, provocando un aumento de sólidos en suspensión. Esta turbidez puede afectar el suministro 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 conllevara 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, aumentando 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.	Descenso de los niveles en agua subterránea debido a la reducción de la recarga y	Aumento de la evapotranspiración e incremento en el crecimiento de la biomasa, lo que afecta las aguas subterráneas.



	<p>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.</p>	<p>disminución de caudal de los ríos. Incremento en el uso de aguas subterráneas medida que disminuye la disponibilidad del agua superficial.</p>	<p>Salinización de las aguas subterráneas debido a la aumento de la evapotranspiración. Disminución en las tasas de recarga.</p>
<p>Aguas residuales e infraestructura de abastecimiento de agua</p>	<p>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. 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.</p>	<p>Funcionamiento intermitente de los suministros de agua urbana en periodos de sequía, afectando la calidad del agua. Actividades para contrarrestar el aumento 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.</p>	<p>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 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.</p>

Fuente: ICLEI, 2011



Estrategias y líneas de acción para el sector Hídrico

EJE ESTRATEGICO A1: Manejo eficiente del agua

Objetivo: 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 Políticas y aprovechamiento eficiente del agua

- 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.
- Integrar un programa estatal de monitoreo de calidad del agua y apoyar las acciones y proyectos locales para asegurar su calidad.
- Rehabilitar la red hidráulica urbana para evitar fugas de agua potable.
- Desarrollar un programa estatal de ahorro de agua en casa-habitación que implique la sustitución de mobiliario obsoleto por equipos ahorradores.
- Incentivar los procedimientos para la elaboración de productos con bajos requerimientos de agua y energía.
- Mejorar la regulación en el uso de agua para la industria, siendo prioritarias las zonas industriales metropolitanas.
- Fortalecer las acciones de recuperación de caudales de ríos y acuíferos con gastos mayores al ecológico.
- Desarrollar infraestructura hidráulica bajo estándares internacionales con capacidad y resistencia ante eventos climatológicos extremos.

Políticas Públicas Existentes relacionadas con el sector:

- Ley del Agua para el Estado de México y Municipios
- Ley orgánica de la Comisión del Agua del Estado de México - CAEM

Retos y oportunidades de adaptación para el sector hídrico

- La información referente a la calidad del agua, su distribución y manejo son insuficientes.
- Ineficiente monitoreo del cauce de ríos y cuencas.
- Es un reto lograr el consenso de decisiones en las reuniones de los consejos de cuenca.
- Lograr la participación de la población para el cuidado de los recursos hídricos ante escenarios futuros de baja disponibilidad de agua.



6.2 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 a), aspectos que son importantes de salvaguardar ante las contingencias asociadas a eventos originados 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 zonas agrícolas de temporal que para nuestro 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 (2013 a) prevén que en América Latina en el año 2080, el PIB tendrá un comportamiento ascendente de +3.7%, mientras que la producción de cereales de +15.9 (FAO, 2013 b); con respecto a la situación del sector en México de acuerdo a 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 mil 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 a 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 incrementaran 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 *et al.*, 1997), entre 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 nutrientes 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	5 257.25	8645	7 306.5	64.44	-15.48
Blanco	sembrada	523 494.45	545 412.39	530 499.82	4.19	-2.73
Color	(ha)	6 906.50	5 728	14 869	-17.06	159.58

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA)

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/días 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 altas y medias en los dos primeros distritos y de muy bajo y 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 mexiquense (Figura 6.7).



Figura 6.7: 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.

6.2.1 Género y Agricultura

En México la perspectiva de género se vislumbra en el manejo y gestión de los recursos naturales, algunos programas apoyan el empoderamiento de la mujer en los sectores productivos del país a través de subsidios a 209 proyectos que para el año 2012 sumaron un monto de 21.4 millones de pesos de los cuales en torno al tema de cambio climático 46% contribuyen con acciones de adaptación y 54% de mitigación (SEMARNAT, 2013).

La participación de la mujer en los trabajos agropecuarios se refleja en actividades como la siembra, deshierbe, cosecha y desgrane (FAO, 2013 c), a lo anterior se suma su carga diaria en su labor de madres y esposas.

Aun cuando el rol de la mujer en la agricultura se limita a mano de obra sin remuneración y con poco o nulo acceso a los recursos agrícolas (tierra, ganado, fertilizantes y los equipos mecánicos), FAO (2013 c) menciona que si las mujeres pudieran acceder a estos recursos los rendimientos, productividad y calidad de los cultivos sería mayor además de tener la oportunidad de la mujer 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 6.8).





Figura 6.8 Factores relacionados con el género, el cambio climático y la seguridad alimentaria: un marco analítico

Fuente. FAO, 2013 c.

En México los indicadores básicos como el acceso al riego y a la propiedad de la tierra ilustran que de los 5.3 millones de ejidatarios que existen en el país, 25.8% son mujeres y sólo el 12.5% de los 350 mil representantes, titulares y suplentes en cargos directivos en 29 mil núcleos agrarios son mujeres (RAN, 2012). De igual manera, las mujeres conforman entre el 4 y el 26% de las y los regantes, pero sólo 2% de ellas están formalmente reconocidas y tienen representación en las organizaciones de riego (Monsalvo, 2000).

Un aspecto importante dentro de la dinámica demográfica de las zonas rurales es la migración de los hombres, por crisis económicas, desempleo y otros aspectos, dejando así espacio en las actividades agrícolas, que son ocupados por las mujeres lo cual promueve de manera paulatina la participación de la mujer en la administración de las áreas de cultivo y el desarrollo de esta actividad primaria.

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, para poder asegurar la nutrición, se requiere de cantidades suficientes de alimentos, que se tenga acceso a ellos cuando se requieran, 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. A partir del tema anterior se hace mención de que el Estado de México, como forma de combatir el hambre, han integrado cinco nuevos municipios al proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria PESA 2013 (Tabla 6.3).

Tabla 6.3 Nuevas regiones incluidas en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria PESA 2013

Región	Municipio
Atacomulco VI	Ixtlahuaca
Tejupilco III	Tejupilco
Tejupilco IV	Luvianos
Ixtapan de la Sal II	Tenancingo
Ixtapan de la Sal III	Zumpahuacan



Fuente: Editado de Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Dirección General de Desarrollo Rural y comercialización

Género y Biodiversidad

La conservación y el uso sustentable de la biodiversidad son parte de los esfuerzos para la adaptación al cambio climático. El enfoque de género se debe incorporar dentro de los trabajos relacionados con la biodiversidad y su conservación, ya que el rol social de hombres y mujeres suele tener efectos diferenciados sobre el uso y manejo de los recursos naturales.

En el contexto rural la pérdida de biodiversidad afecta en su mayoría a las comunidades más pobres, dentro de las cuales también existen desigualdades de género. Las políticas públicas deben de evitar ampliar las brechas de desigualdad en estas comunidades.



Estrategias y líneas de acción para el sector Agricultura y Ganadería

EJE ESTRATEGICO A2. 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 mejoren la resiliencia de los sistemas productivos.

Línea de acción A2.1: Promoción de buenas prácticas de manejo agrícola

- Promover prácticas agrícolas sustentables para el manejo y conservación del suelo.
- Rescatar y difundir aquellas prácticas agrícolas tradicionales que mejoren la resiliencia de los agroecosistemas.
- Fomentar el uso de variedades de cultivos, especialmente de maíz, mejor adaptadas a condiciones de estrés hídrico y plagas.
- Promover la agricultura urbana y peri urbana de autoconsumo.
- Monitoreo y control de plagas en los diferentes cultivos y su distribución, e introducción de otras asociadas a variables climáticas.
- Crear y divulgar campañas fitosanitarias.
- Implementar sistemas agrosilvopastoriles, en particular en solares a cargo de mujeres priorizando cultivos para la seguridad alimentaria

Línea de acción A2.2: 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 A2.3: Infraestructura, tecnología e investigación

- Construir y dar mantenimiento a la infraestructura hidráulica de almacenamiento y riego para reducir la vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos.
- Ampliar la superficie agrícola bajo riego tecnificado para optimizar el uso de agua

Línea de acción A2.4: Investigación

- 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.
- Fortalecer la investigación de mejores prácticas de irrigación, aprovechamiento, restauración y conservación del suelo.
- Establecer sinergias entre grupos de investigación agropecuaria, productores e instituciones públicas y privadas para desarrollar estrategias de adaptación en sistemas productivos.
- Identificar las ventajas productivas asociadas al cambio climático local y regional.

Línea de acción A2.5: Productividad y seguro agrícola

- Fomentar el apoyo técnico para desarrollar capacidades de los productores en la promoción y colocación de sus productos.
- Ampliar la disponibilidad de la cobertura de seguro para productores afectados por siniestros asociados a variables climáticas.



- 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.
- Difundir y fortalecer proyectos agrícolas sustentables con perspectiva de género.
- Fomentar la transversalidad institucional y la generación de políticas, para asignar responsabilidades y competencias a cada uno de los actores participantes.
- Difundir y fortalecer proyectos agrícolas sustentables con perspectiva de género retomando las estrategias establecidas en PROIGUALDAD 2013-2018 y otros instrumentos que conciernen al tema.
- Garantizar la seguridad alimentaria ante las amenazas climáticas realizando acciones afirmativas para incrementar la participación de las mujeres rurales en proyectos productivos de alimentos básicos.²
- Fomentar la producción y comercialización de productos que sean elaborados por mujeres en zonas rurales (agrícolas, florícolas, hortícolas, frutícolas, pecuarios, acuícolas).³
- Fomentarla transversalidad institucional y la generación de políticas, para asignar responsabilidades y competencias a cada uno de los actores participantes.

EJE ESTRATEGICO A3: Gestión de zonas ganaderas vulnerables del Estado de México

Objetivo: Mantener la producción ganadera del estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad del sector.

Línea de acción A3.1: Alimentación

- 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.
- 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.
- Difundir prácticas eficientes de producción y almacenamiento de forraje que preserve su calidad.

Línea de acción A3.2 : Salud, bienestar y productividad animal

- Ampliar e intensificar los sistemas de control y vigilancia de las enfermedades animales para garantizar la detección de brotes.

² Línea de acción de adaptación de la ENCC (A.1.7) con línea de acción del PROIGUALDAD 2013-2018 (3.4.3)

³ Línea de acción del Programa Integral para la Igualdad de Trato y Oportunidades entre Mujeres y Hombres 2013-2017 del Estado de México (9.1.3.21)



6.3 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 proveen 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, algunos estudios realizados (Villers y Trejo, 2004), así como los escenarios generados para el PEACC en el Estado de México (ver capítulo 4), donde se sugiere una disminución de la precipitación media anual de 3mm y un 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 6.4). 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 6.4 Tipos de vegetación presentes en el territorio estatal y su grado de afectación ante el cambio climático

Ecosistema	Superficie		Afectación ante el CC
	(ha)	%	
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 señalados. 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 antrópico representan un reto a nivel estatal. De acuerdo con los reportes semanales de resultados de incendios forestales correspondientes a los datos acumulados de los años del 2006 al 2011 emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Estado de México ha ocupado el primer lugar a nivel nacional en número de incendios en todos años mencionados (Figura 6.9). Se concentran los eventos durante el primer semestre del año encontrando su mayor frecuencia en los meses de febrero, marzo y abril y su máximo en abril, previo a la temporada de lluvias; en menor proporción aparecen en los meses de enero, mayo y junio.

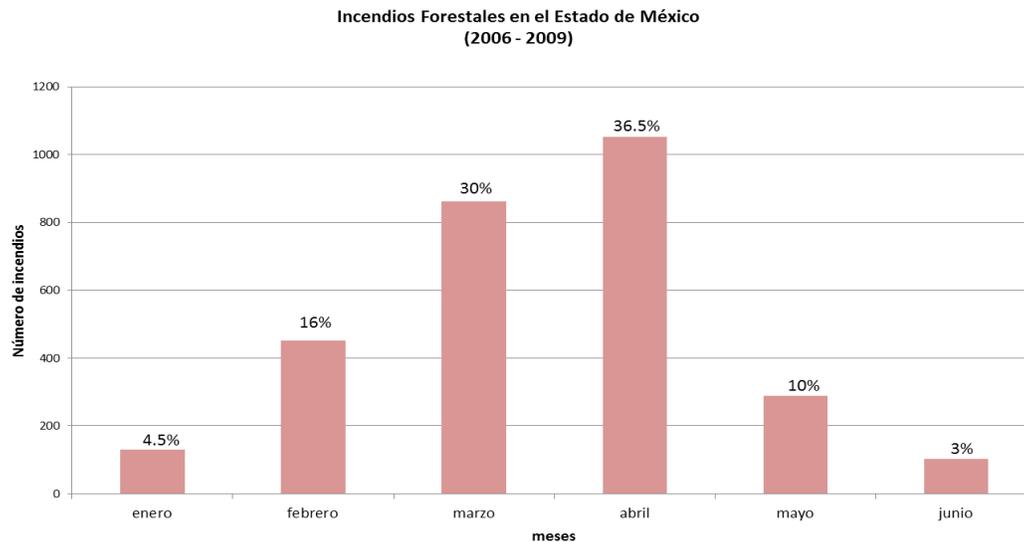


Figura 6.9 Incendios Forestales en el Estado de México (2006-2009)

Fuente: Magaña, 2012

La principal afectación por incendios forestales está dada para los bosques templados de oyamel, pino, encino y sus respectivos ecotonos; esto se debe en gran medida a su mayor cobertura, pero también al hecho de que en estos bosques se produce y acumula gran cantidad de restos vegetales en el piso forestal que son altamente flamables, sobre todo durante la época de estiaje, que coincide con la mayor incidencia de incendios forestales, por lo que es importante su manejo bajo un esquema de prevención y control de incendios permanente. (PROBOSQUE, 2010).



Si bien, los bosques templados son las comunidades más afectadas por los incendios, comunidades forestales de menor cobertura como el bosque mesófilo de montaña y la selva baja caducifolia también sufren sus efectos (Figura 6.10). Con respecto a las posibles causas generadoras de incendios forestales, los reportes del personal que combate este tipo de siniestros indican que las principales causas son: la “quema-rosa” de suelos agrícolas aledaños al bosque, la eliminación con fuego de plantas herbáceas poco palatables para su consumo por parte del ganado, así como incendios provocados por los mismos pobladores, talamontes furtivos y campistas. (PROBOSQUE, 2010).

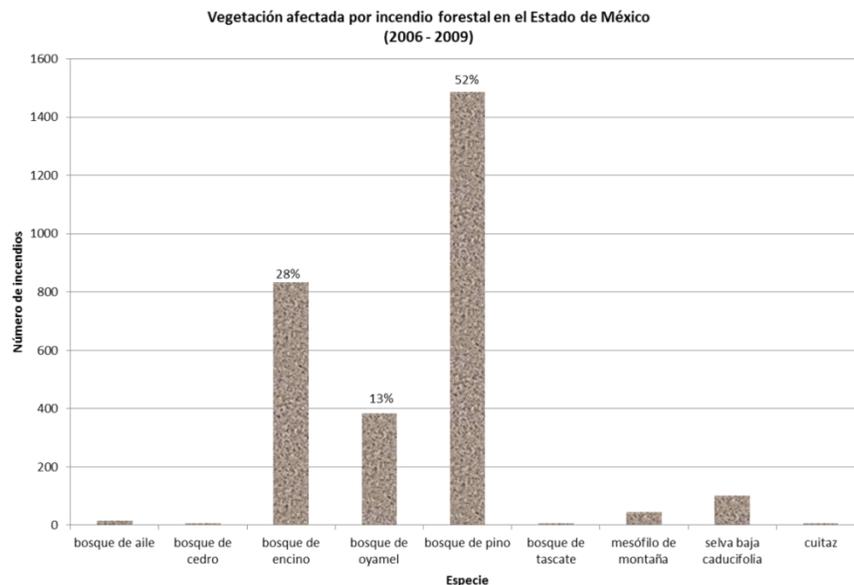


Figura 6.10 Vegetación Afectada por incendio forestal en el Estado de México

Las zonas boscosas del estado con mayor frecuencia de incendios forestales son las localizadas en los municipios de Valle de Bravo, Temascaltepec, Nicolás Romero e Ixtapaluca que en conjunto concentran el 27% del total estatal, el resto se reparten entre 50 municipios donde en menor proporción se observan estos incidentes ambientales.

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.



6.3.1 Género y Ecosistemas Forestales

Diversos estudios a nivel mundial (Aguilar, L. y otros, 2007) (Aguilar, L y otros, 2011) (Aguilar, L. y otros, 2012) y nacional (Vázquez G., V. y Velázquez G., M., 2004) muestran que en 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 socio-cultural, 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.

Desafortunadamente, se carece de datos más 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]



Estrategias y líneas de acción para el sector Ecosistemas Forestales

EJE ESTRATÉGICO A4: Manejo integral de ecosistemas forestales

Objetivo: Reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales

Línea de acción A4.1: Protección y manejo de hábitats y corredores biológicos

- Promover el manejo integrado de los recursos forestales a partir de un enfoque de cuencas hidrográficas.
- Desarrollar programas de manejo sustentable para humedales que permitan mantener su cobertura y servicios ambientales.
- 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 A4.2: Prevención y control de incendios forestales

- Prevención y control de incendios forestales en zonas altamente susceptibles a estos eventos en escenarios presentes y futuros.

EJE ESTRATEGICO A5. Desarrollo de capacidades técnico-científicas para el sector

Objetivo: Promover el desarrollo del conocimiento de los ecosistemas forestales con respecto a su funcionalidad, biodiversidad, generación de bienes y servicios.

Línea de acción A5.1: Desarrollo de capacidades y conocimientos

- Actualizar de manera periódica el inventario forestal estatal.
- Desarrollar estudios científicos locales que permitan entender el funcionamiento de los bosques naturales y alterados.
- Promover estudios sobre el manejo y aprovechamiento de especies forestal tolerantes condiciones de estrés hídrico.
- Crear un banco de germoplasma de especies vegetales vulnerables al cambio climático.
- Favorecer la transferencia del conocimiento sobre el manejo sustentable a las comunidades locales.
- 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

Líneas de acción: A5.2 Sistemas Forestales en ANP

- Administrar de manera eficiente la superficie de ANP dentro del territorio mexiquense.
- Fomentar acciones de manejo sustentable de ANP mediante la aplicación de proyectos productivos en comunidades y ejidos involucrados.
- Promover criterios de ordenamiento ecológico territorial en zonas forestales dentro y fuera de las ANP.
- Involucrar a los actores económicos y sociales locales en la planeación del manejo de los recursos forestales.
- 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.
- Favorecer el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías de uso sustentable en zonas forestales

EJE ESTRATÉGICO A6. Política pública y recursos financieros

Objetivo: Desarrollar instrumentos de política pública y gestión de recursos financieros

Línea de acción A6.1: Instrumentos de política



- Incentivar el ordenamiento de la tenencia de la tierra y derechos de propiedad de terrenos forestales.
- Fortalecer los instrumentos legales para inhibir la tala clandestina.
- Implementar campañas de sensibilización ciudadana sobre el uso y aprovechamiento de bosques.
- Promover la certificación de productos y servicios cuya producción tenga un impacto mínimo en los ecosistemas.
- Considerar la aplicación o eliminación de incentivos fiscales para promover la conservación de ecosistemas forestales.

Línea de acción A6.2: Gestión de financiamiento para la protección y manejo sustentable de los ecosistemas forestales.

- Insertar al sector forestal estatal dentro de los mercados regionales de pago por servicios ambientales y búsqueda de fondos en mercados nacionales e internacionales.
- Vinculación con el sector privado para la creación de cadenas productivas.
- Crear un fondo estatal para la conservación y restauración de ecosistemas con mayor vulnerabilidad ante el cambio climático.



6.4 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), a 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 Cuautitlán-Texcoco (11, 224, 849 habitantes en el 2010, la más importante del país) y la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (1, 936,126 de habitantes en el 2010, la quinta en orden de tamaño de población). 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.

Como se muestra en la Tabla 6.5, el 71.2 % de la población mexiquense estaba concentrada en el 1.8% de las localidades con 15,000 y más habitantes en 2010, es decir, la población se localizan en las zonas urbanas y metropolitanas del estado y el 28.8 % habita en localidades menores a 15, 000 habitantes semiurbanas y rurales. Una mayor población urbana representa un 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 (UN-HABITAT, 2009).

Tabla 6.5 Porcentajes de Población Urbana y Rural del Estado de México en 2010

% de Localidades del Estado de México			% de la Población del Estado de México		
Menos de 2 500 habitantes	2 500 a 14 999 habitantes	15 000 y más habitantes	Menos de 2 500 habitantes	2 500 a 14 999 habitantes	15 000 y más habitantes
89	9.2	1.8	13	15.8	71.2

Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 2010.

Por otro 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 a los efectos del cambio climático, en particular, a 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 partes bajas y planas. A nivel estatal se identifican 80 localidades con una susceptibilidad alta ante inundaciones y 199 expuestas a mediana susceptibilidad (ver anexo A).



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 asociados con eventos extremos de precipitación. Esto es de suma importancia considerando los escenarios climáticos de un futuro lejano donde se prevé un aumento de la precipitación media anual de 3mm, y en donde se requiere explorar los datos de eventos extremos durante el año.

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 vulnerable para las zonas metropolitanas, los grupos de edad de menores de 14 años y mayores de 60 años correspondientes al 36.66% de los habitantes del Valle de Toluca (ZMVT); de manera similar, estos grupos corresponden al 28.90% de los habitantes Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco (ZMVCT) (ver Tabla 6.6)

Tabla 6.6. Total habitantes y porcentaje de población por grupos de edad según las zonas metropolitanas del Estado de México en 2010

Grupo de edad	ZMVT		ZMVCT	
0 a 14 años	647 732	29.8 %	3 088 308	27.5 %
15 a 59 años	1 348 995	62.1 %	7 136 014	63.6 %
60 y más años	148 652	6.8 %	844 507	7.5 %
Edad no especificada	26 656	1.2 %	156 020	1.4 %
Total	2 172 035	100.0 %	11 224 849	100.0 %

Fuente: DGPCCA con datos del INEGI (2011)

Sin embargo, los impactos del cambio climático en los asentamientos humanos de la entidad mexiquense 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: 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).

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 el porcentaje de hombres y mujeres que habitan en zonas urbanas en el 2010, 86.9 y 87.1 [Inmujeres, Cálculos a partir del INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010] respectivamente, se carece de datos más finos que indiquen edades, condiciones por jefatura de hogar o etnia, de la población en zonas urbanas, al respecto se tiene que el porcentaje general de hogares con jefatura femenina en el Estado de México para el 2010 es de 23.0 (INMUJERES, Cálculos a partir del INEGI, Censo de Población y Vivienda, 2010).

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 al PROIGUALDAD 2013-2018, alrededor de un 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 a un 50.6%.

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 un 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 de alrededor del 17%. [PROIGUALDAD 2013-2018]

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, solo un poco más de un 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 las adultas mayores.



Estrategias y líneas de acción para el sector Asentamientos Humanos

EJE ESTRATÉGICO A7: 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,

A7.1 Línea de acción: Política e Instituciones

- 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.
- Planificar el crecimiento de las zonas metropolitanas con criterios de adaptación al cambio climático.
- 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.
- Reubicar y/o regularizar los asentamientos humanos irregulares que están localizados en zonas de riesgo y son más vulnerables a los efectos del cambio.
- 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.
- Promover observatorios ciudadanos para el monitoreo, evaluación y rendición de cuentas para las acciones de género, hábitat y medio ambiente

Línea de acción: A7.2 Reforzamiento de la infraestructura y gestión de riesgos

- Invertir en obras de infraestructura de drenaje y alcantarillado para evitar las inundaciones de asentamientos urbanos y rurales.
- Implementar obras de ingeniería para la estabilización de laderas en lugares propensos a eventos de remoción de masa.
- 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.
- 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.
- Promover programas concurrentes de infraestructura y equipamiento de vivienda para hogares con jefatura femenina en municipios prioritarios.
- Consolidar los programas de infraestructura básica de electricidad y alcantarillado que beneficie a las mujeres y grupos vulnerables de las zonas de alta marginación.
- Realizar acciones afirmativas para que mujeres víctimas de desastres, reinsertadas, discapacitadas, o adultas mayores puedan rehabetar, regularizar o adquirir vivienda

Línea de acción A7.3: Cultura de prevención

- Establecer sistemas de alerta temprana que ayuden a prevenir riesgos ante eventos climatológicos extremos.
- Desarrollar planes de contingencia ante eventos climatológicos extremos.
- 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.

- Capacitar brigadas de protección civil estatal y municipal.

Línea de acción: A7.4 Edificaciones y viviendas

- Promover la construcción de edificaciones que incluyan materiales y diseños de ahorro energético.
- Impulsar el uso de techos verdes para reducir los contaminantes atmosféricos e islas de calor.
- 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.

Impacto esperado

- Aumentar y mejorar la capacidad de adaptación de los espacios urbanos y rurales a los efectos del cambio climático, además de contribuir a la reducción de GEI, la urbanización de las ciudades se dará de forma ordenada y controlada, racionando recursos naturales y económicos para disminuir la vulnerabilidad de los asentamientos humanos.
- Reducir los costos de recuperación y pérdidas económicas por eventos climáticos.

Normatividad Existente:

- CPELSEM: Constitución del Estado Libre y Soberano de México.
- LPEMM: Ley de Planeación del Estado de México y Municipios.
- LAHEM: Ley de Asentamientos Humanos del Estado de México.
- LV: Ley de la Vivienda
- CAEM: Código Administrativo del Estado de México (Libro Quinto).
- RLPEMM: Reglamento de la Ley de Planeación del Estado de México y Municipios
- RLQ: Reglamento del Libro Quinto.

Oportunidades de investigación:

Consolidar modelos de planeación de ciudades sustentables, para innovar en la implementación de nuevas formas de movilidad y transporte, así como, la promoción de tecnologías verdes en la edificación de viviendas en zonas vulnerables al cambio climático.



6.5 Patrimonio Cultural

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 cultural. 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 Cultural y Natural, 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. Sentando con ello las bases que impulsan la protección de su 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 y asegurador del desarrollo sostenible.

En esta misma convención 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 Asentamientos Humanos y uso de suelo, así como los planes sociales que afectan de manera directa al patrimonio cultural, su entorno, su conservación y las modificaciones que éste pudiera sufrir.

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 necesariamente tendrían un impacto sobre el patrimonio cultural, el Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO celebró 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 en 2006, las conclusiones a las que se llegaron se recogen 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, en dicho documento 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 lo tanto, el impacto puede ir desde la erosión de las estructuras físicas de 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 una 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 movable puede estar en riesgo al estar expuesto 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 a 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 Arqueológicas, Artísticas e Históricas* (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 le compete directamente a los organismos federales: INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia) e INBAyL (Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura)

En México se han emprendido programas de conservación del Patrimonio Cultural, teniendo su marco jurídico en la Ley de Monumento antes mencionada, en el INAH y el INBAyL 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 Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático reconoce la importancia del patrimonio cultural, al ser el segundo Estado de la República Mexicana con más museos después del Distrito Federal, con un total de 30 a cargo del Instituto Mexiquense de Cultura, sin mencionar los museos a cargo del INAH o del INBAyL; 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 6.11).



Figura 6.11. Museos de la ciudad de Toluca



Estrategias y líneas de acción para el sector Patrimonio Cultural

EJE ESTRATEGICO A8: Prevención de daños al patrimonio cultural por fenómenos de cambio climático.

Objetivo: Salvaguardar el patrimonio cultural del Estado de México, reconociendo su importancia a nivel nacional e internacional.

Línea de acción A8.1: Identificación, manejo y monitoreo del Patrimonio Cultural y sitios de Patrimonio Mundial

- 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.
- Evaluar la situación actual del patrimonio para elaborar reportes y monitoreos periódicos para generar indicadores de deterioro específicos para cada zona y tipo de patrimonio.
- Desarrollar esquemas para la orientación, capacitación, y financiamiento para la preservación del patrimonio cultural
- 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.
- 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.
- Evaluar la eficacia de conocimientos, prácticas y uso de materiales tradicionales a la luz del cambio climático, como base para la elaboración de propuestas para su adaptación.

Instrumentos o programas sectoriales involucrados

- Ley de Documentos Administrativos e Históricos del Estado de México
- Ley de Bienes del Estado de México y sus Municipios

6.6 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, 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 6.12).

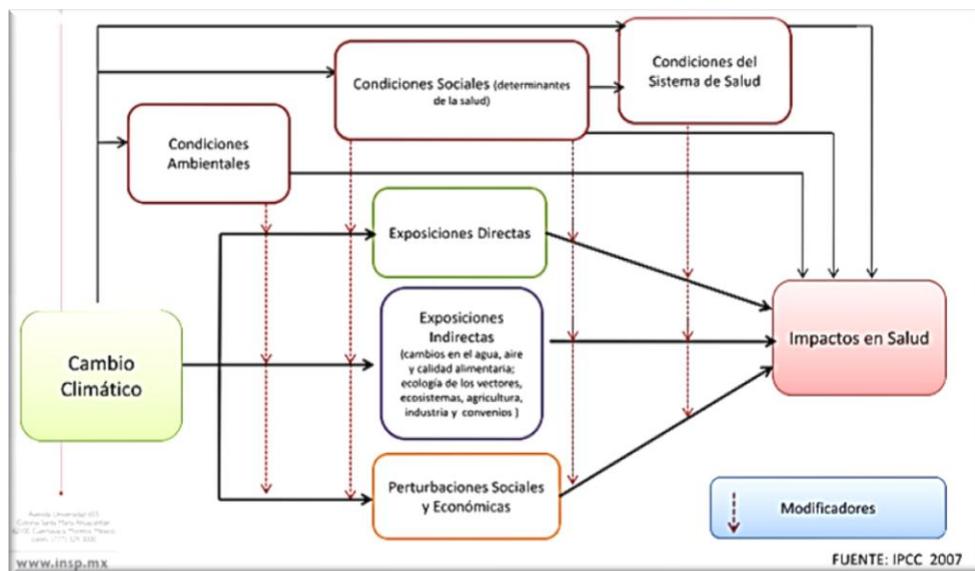


Figura 6.12 Impactos del cambio y la variabilidad climática en la salud humana

Fuente: IPCC, 2007 en Riojas Rodríguez, *et al.*, 2011.

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 3° C de las zonas templadas (ver 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). Asimismo, esto implica que los sistemas de seguridad social (instituciones y su infraestructura) tendrán que prevenir satisfacer las 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 15,175,862 (INEGI, 2010), sólo 8.8 millones, es decir 58.1% cuenta con acceso a servicios de salud a través de diferentes instituciones que atienden distintos porcentajes de la población (Figura 6.13 y 6.14).

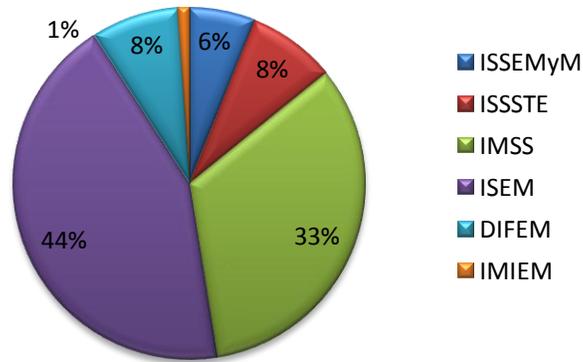


Figura 6.13. Atención a población derechohabiente (%) por las instituciones de salud en el Estado de México (2010).

Fuente: Elaborado con base en GEM, 2011



Figura 6.14 Servicios de Salud en el Municipio de Toluca

Por lo anterior y al conocer las enfermedades relacionadas con las variaciones del clima a continuación se mencionan las que tienen presencia en el Estado y cómo podrían acentuarse ante los escenarios de cambio climático, asimismo, se consideran enfermedades como cáncer de piel y pulmón estas últimas relacionadas con la exposición a la radiación ultravioleta y a la contaminación del aire.

Enfermedades Transmitidas por Vector

Con base en los registros del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), los casos de dengue clásico y su distribución por jurisdicción sanitaria en el estado durante el periodo 2008-2013, se presentan en la Figura 6.15

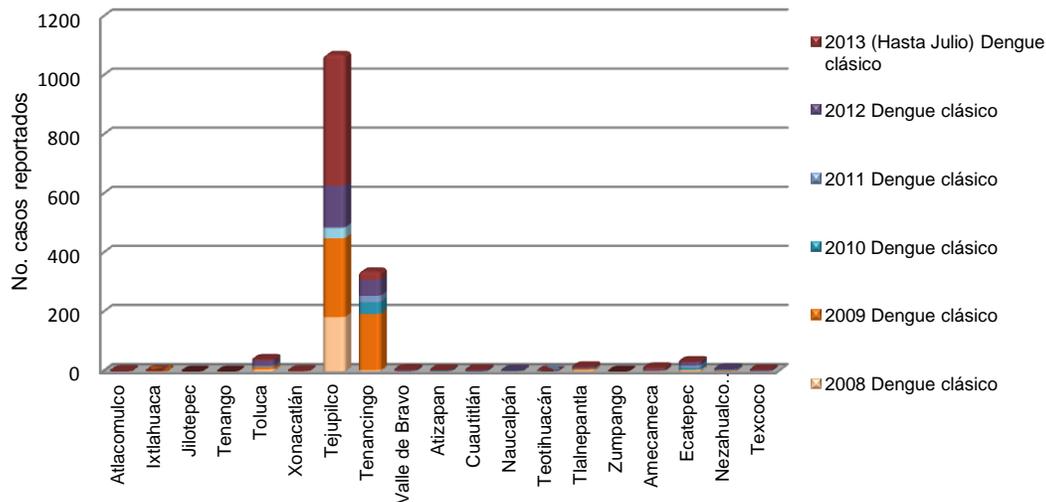


Figura 6.15 Distribución de casos de dengue clásico por jurisdicción sanitaria en el Estado de México 2008-2013.

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013.

La Figura 6.15 muestra que la distribución del dengue se concentra en jurisdicciones pertenecientes al sur del Estado: Tejupilco y Tenancingo (ISEM, 2013), los datos indican un aumento de casos en el 2009 (año que presentó bajas precipitaciones) y en el primer semestre del 2013, que podrían relacionarse a condiciones climáticas específicas detonantes de la transmisión de esta enfermedad. También, es posible identificar casos aislados de dengue en el resto del territorio estatal, como es el caso de las Jurisdicciones Sanitarias de Toluca, Ecatepec y Tlalnepantla, cuya distribución geográfica corresponden a otras condiciones climáticas. Esto es evidencia de un posible cambio en el patrón de distribución geográfica del vector, lo que podría indicar que las variaciones climáticas en estas jurisdicciones favorecerían la adaptación del *Aedes aegypti*, en consecuencia de una tendencia en el incremento en temperatura (Capítulo 4).

La incidencia de esta enfermedad da espacio a desarrollar investigación que tenga como objetivo la generación de datos, que permitan su análisis por sexo y por ciclo de vida ya que ha sido ampliamente documentado que estos factores son determinantes. Por ejemplo, las mujeres embarazadas son más susceptibles de contraer dengue.



Enfermedades Diarreico Agudas

En la actualidad las Enfermedades Diarreico Agudas (EDA's) representan un problema importante de salud pública en el mundo que afectan a todos los grupos de edad (INE-INSP, 2006), se relacionan a enfermedades gastrointestinales transmitidas por el agua y alimentos (principalmente con síntomas como vómito, diarrea, fiebre y deshidratación). Dentro de este grupo de enfermedades se encuentra: cólera, fiebre tifoidea, salmonelosis, paratifoidea y shigelosis (SSA, 2012), las cuales presentan un patrón altamente estacional con mayor presencia en los meses cálidos del año (Marzo–Septiembre).

De acuerdo con el boletín epidemiológico 2008-2013 del Estado, las EDA's más frecuentes son la Paratifoidea y Salmonelosis, con mayor incidencia en la jurisdicción de Toluca, seguida por Texcoco, Nezahualcóyotl, Amecameca y Ecatepec, municipios de gran densidad poblacional, en las cuales los agentes patógenos causantes están relacionados con condiciones higiénico-sanitarias deficientes ante la escasez de agua (Checkley *et al.* 2000) (Figura 6.16), situación que podría acentuarse ante la disminución de precipitaciones y el incremento de temperaturas en el futuro lejano; debido a que se desarrolla el medio ideal para la reproducción y distribución rápida de bacterias, virus y parásitos a través del agua y aire siendo la población de niños y adultos mayores los sectores vulnerables (IMCO, 2012).

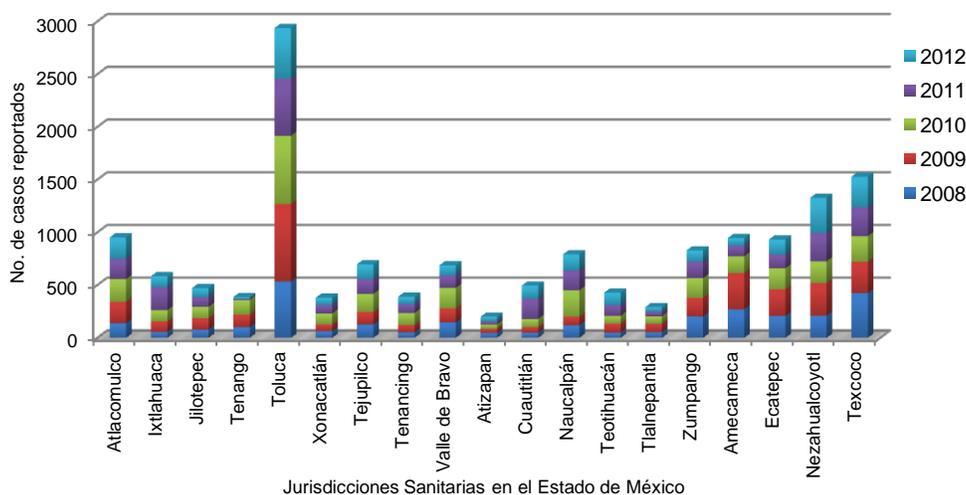


Figura 6.16 Casos de paratifoidea y salmonelosis por jurisdicción sanitaria en el Estado de México 2008-2012.

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013

Infecciones Respiratorias Agudas

Las infecciones respiratorias agudas (IRA's), son causadas, en su mayor parte por virus, los factores de predisposición se relaciona con exposición ambiental y los cambios de temperatura (INE - INSP, 2006). Este tipo de infecciones presentan un patrón estacional comprendiendo generalmente en la

temporada invernal hasta el inicio de primavera. Las IRA's son enfermedades sensibles a alteraciones ambientales como aumento o disminución de la temperatura, incluso la calidad del aire.

El Estado de México presenta una tasa de mortalidad de 16.3 por enfermedades respiratorias; sin embargo, ésta se incrementa en menores de 5 años a 57.7 siendo un sector vulnerable, sobre todo si se encuentran en zonas de alta marginación asociadas a la desnutrición infantil (INEGI,2010). La presencia de eventos climáticos extremos derivados de frentes fríos u ondas de calor ocasionan que se incrementen las IRA's en zonas densamente pobladas, que elevan en consecuencia las posibilidades de contagio (Figura 6.17).

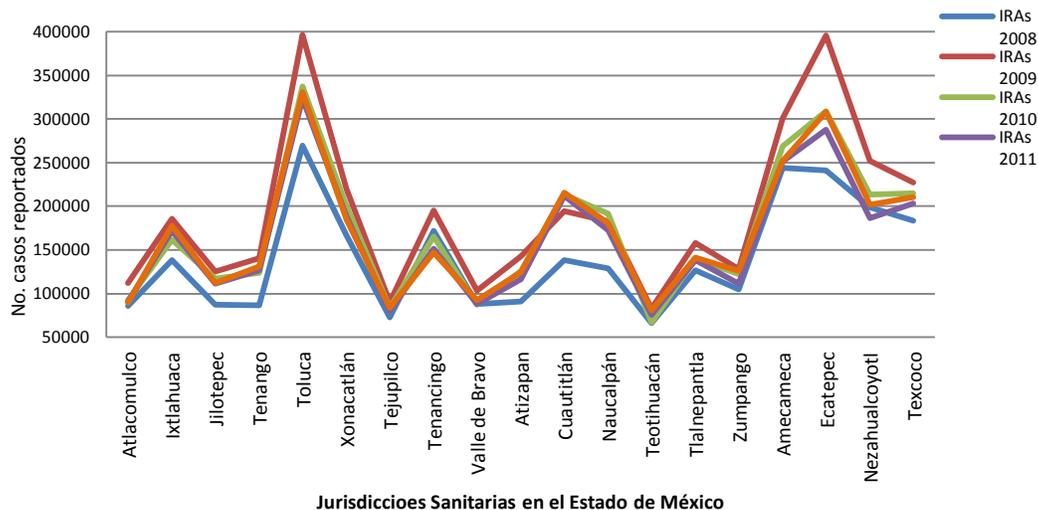


Figura 6.17 Distribución de casos de infecciones respiratorias en el Estado de México 2008-2013.

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013

Como se observa en la figura, las jurisdicciones sanitarias de Toluca y Ecatepec son las que presentan mayor número de casos reportados, ambas integradas por municipios densamente poblados. En particular sobresale un aumento evidente de casos para el año 2009 con respecto al 2008, asociados a los brotes de influenza presentados a nivel nacional. Las jurisdicciones de Tejupilco, Valle de Bravo y Teotihuacán reportaron menor número de casos, en general en todos los años considerados, las dos primeras corresponden a climas cálidos y semicálidos, y la tercera a un clima predominante semiseco con baja densidad de población.

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).

Calidad del Aire

La calidad del aire es otro elemento que influye en la incidencia de algunos padecimientos respiratorios y cardiovasculares que repercuten en la salud pública (Ballester, 2005). La contaminación atmosférica se vincula con 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 2011). Otras enfermedades respiratorias como alergias y asma presentan mayor sensibilidad a ciertos contaminantes las variaciones climáticas a diferencia de las 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 (INC, 2013). De acuerdo con la OMS (2011) alrededor de 1,5% de las muertes anuales 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.

Finalmente, la adaptación del sector salud enfrenta retos para cubrir la creciente demanda de servicios de salud. Por un lado en las poblaciones de zonas metropolitanas y cercanas a zonas industriales, las cuales presenta 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 en las zonas rurales 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.

El Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017 considera que un sistema de salud eficiente debe tratar no sólo padecimientos y enfermedades, sino debe constituir un instrumento de prevención y detección oportuna que fomente estilos de vida saludables, aumentando la calidad de vida de la sociedad, por lo que el Sistema de Salud del Estado de México debe considerar los impactos actuales y potenciales del cambio climático sobre la salud de la población.

A continuación se describen las líneas de acción de adaptación para el cambio climático orientadas a disminuir la vulnerabilidad y promover el bienestar físico y social de la población del Estado.



Estrategias y líneas de acción para el sector Salud Humana

EJE ESTRATEGICO A9: 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 A9.1: Comunicación / Educación

- 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).
- 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.
- 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 (Ver anexo):
- 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. 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.
- Realizar campañas para informar sobre los efectos adversos del humo de leña en la salud de grupos vulnerables como mujeres y niños.
- 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.

Línea de acción A9.2: Servicios de Salud

- 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.
- 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.
- Capacitar a los grupos vulnerables de las localidades sobre medidas preventivas y manejo efectivo de las enfermedades.
- Atender en forma oportuna y eficiente los casos de IRA's, EDA's para evitar su propagación en la población.
- 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.



Impacto esperado

- Promoción de una cultura de prevención de enfermedades asociadas a eventos climáticos extremos entre la población, especialmente de los grupos más vulnerables para mejorar su capacidad de adaptación, a través de la educación.

EJE ESTRATEGICO A10: 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 A10.1: Saneamiento

- Facilitar la construcción y mantenimiento de fosas sépticas en las zonas rurales marginadas para evitar las condiciones de propagación de virus, bacterias e insectos.
- Realizar actividades de saneamientos en barrancos y cauces naturales, así como en las redes de alcantarillado permanentemente.

Línea de acción A10.2: Servicios básicos

- Extender el servicio de drenaje a las localidades que carecen de éste.
- Apoyar e incentivar el uso de contenedores adecuados para almacenamiento de agua en forma segura.
- Vigilar la calidad del agua con base en los parámetros de la NOM-127-SSA1-1994.
- Aumentar las fuentes de captación de agua a través de infraestructura que facilite su abasto.

Impacto esperado

Disminuir el riesgo social ante brotes de EDA's, IRA's y ETV en la población mexiquense promoviendo entornos sanos con inversiones orientadas al abastecimiento de agua potable y saneamiento de áreas comunes y traer consigo un mejoramiento de la salud humana.

EJE ESTRATEGICO A11: CONTROL DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTOR (ETV)

Objetivo: Disminuir el riesgo de la población ante un brote de enfermedades transmitidas por vector mediante el fortalecimiento de actividades preventivas con apoyo de la población y las autoridades municipales.

Línea de acción A11.1: Control Epidemiológico

- Elaborar un Plan de Acción (Estrategia) Estatal/Municipal de Combate contra el Dengue.
- Fortalecer la vigilancia epidemiológica del dengue ante su distribución geográfica: detección, notificación, estudio, seguimiento y clasificación de casos y defunciones.
- Manejo Integrado del vector del dengue con base en lo establecido en la NOM-032-SSA2-2010.



Línea de acción A11.2: Equipamiento

- Equipar a los municipios que presentan mayor vulnerabilidad (Luvianos, Tejupilco, Tlatlaya, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Sultepec, Tenancingo, Tonicaco) 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 A11.3: 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.

Línea de acción A11.4: Coordinación y Participación social

- Promover la coordinación entre las Instituciones de Salud (Estatad y Municipal) para desarrollar y promover de manera conjunta actividades preventivas para el control de ETV.
- Desarrollar 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.

Impacto esperado

Reducir las condiciones en las cuales se puedan reproducir el insecto vector.

Disminuir los casos de ETV's a través del desarrollo de capacidades a nivel municipal y estatal para el combate de insectos vectores transmisores de enfermedades a través del trabajo coordinado entre las Instituciones de Salud y sociedad.

EJE ESTRATEGICO A12: MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE

Objetivo: Desarrollar los mecanismos y acciones para contar con mayor información de calidad y cobertura geográfica sobre la calidad del aire con el fin monitorear y controlar la presencia de los contaminantes y disminuir sus efectos en la salud humana y la calidad de vida.

Línea de acción A12.1: Comunicación /Infraestructura

- Promover brigadas de información en los municipios del estado sobre la calidad del aire y de las afectaciones a la salud en escuelas, hospitales y dependencias de gobierno.
- Dar a conocer programas o rutas para el uso de transporte de cero emisiones en las zonas urbanas.
- Aumentar la infraestructura en las zonas urbanas para el transporte en bicicleta que fomenten las actividades físicas de la población.

Programas y Políticas del Estado:

Ley General de Salud.

Ley Nacional de Aguas.

Constitución del Estado Libre y Soberano de México.



RETOS Y OPORTUNIDADES DEL SECTOR

Retos

- Existen una carencia de información sobre estudios específicos que permitan determinar el grado de influencia de las variaciones climáticas en enfermedades, tales como: ETV, IRA's, EDA's, 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 permitan una mayor 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.



Conclusiones de los capítulos de mitigación y adaptación

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, además de programas nacionales y estatales como la Iniciativa ante el Cambio Climático en el Estado de México, los cuales incluyen a cada uno de los sectores considerados en la mitigación y adaptación, donde 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.

Para cada uno de los sectores se revisaron los instrumentos más adecuados para propiciar el desarrollo de las medidas de acción propuestas, concernientes al estado ya que es importante resaltar que los instrumentos a nivel municipal competen a programas específicos a nivel municipal (incluso regional) como son los PACMUN (Plan de Acción Climática Municipal), siendo el Programa Estatal la base para desarrollar documentos tan específicos, de ahí que para cada uno de los sectores se presentaron al final de las estrategias y líneas de acción la normatividad y políticas públicas existentes, complementario a ello a continuación se muestran los instrumentos de planeación, normatividad y operación federales y estatales que respaldan las estrategias de acción para cada uno de los sectores:

- **Energía:** En este sector de acuerdo a los documentos antes mencionados, además de la Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables en los que 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.
- **Residuos:**
 - a. Las políticas para este sector impulsan la creación de los 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) y 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. Es de destacar que dentro de las políticas también se abarca la educación ambiental para el manejo de residuos con potencial de reuso o reciclaje que puedan permitir la disminución de residuos en sitios de disposición final (por ende de emisiones de GEI), remuneración económica además de generar otros beneficios sociales y ambientales.
 - c. Para el caso de las aguas residuales las políticas se enfocan a su tratamiento y reutilización lo cual requiere del 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.
- **USCUSyS y ecosistemas forestales:**
 - a. Las acciones en los diferentes niveles de gobierno y de sus instituciones en este sector se encaminan a grandes esferas que son el 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 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 cuanto a su articulación en los gobiernos municipales se establecen sinergias con instituciones estatales para ser provistos de cepas y hacer reforestaciones en las campañas programadas, sin embargo también se capacita al personal de protección civil municipal para actuar contra incendios que llegasen a presentarse en periodos de estiaje así como la identificación de situaciones de riesgo ante este tipo de eventos.
 - **Agricultura:**
 - a. 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.
 - b. 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.
 - **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 la Ley de Asentamientos Humanos y en el Código de Construcción.
 - **Salud.** Los contaminantes atmosféricos se encuentran regulados en diversas normas (NOMs) de jurisprudencia federal, las cuales se aplican en fuentes de emisión como es el caso de las



industrias, su control trae consigo la reducción de costos por daños a la salud, pero además de los instrumentos de control 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 por sus características físicas geográficas sean más susceptibles a desarrollar como efectos del cambio climático y aumento en las emisiones de GEI.

Además de los instrumentos descritos anteriormente y que sirven como base para la realización de las líneas de acción establecidas en los capítulos 5 y 6, es necesaria la existencia de arreglos institucionales para poder ejecutar adecuadamente cada una de las estrategias, siendo 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, así mismo 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 de 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, como ya se ha abordado a lo largo del Programa Estatal de Acción contra el Cambio Climático.
- 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 la 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



principalmente, así como de problemáticas socio-ambientales a nivel de cuencas para lograr acuerdos a favor de la adaptación.

- Realización de foros y reuniones temáticos y de consulta (importante aclarar que el ideal es que no sean de queja ciudadana) 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 (generalidades), certificación y evaluación de tecnología y técnicas limpias que favorezcan la reducción de emisiones de GEI.
- Para todas estas la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático es importante para coordinar, las actividades y darles continuidad a través de las diferentes administraciones políticas a nivel municipal y estatal.

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, fracción IV y fracción VII, de la Ley Estatal de Cambio Climático, se establece que dicha información deberá estar disponible a través del “Subsistema de Información, el cual será incorporado por la Secretaría 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.

Al respecto algunas de las instituciones y mecanismos financieros disponibles varían en función del monto de inversión de los proyectos (estos pueden ser 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 6.18.

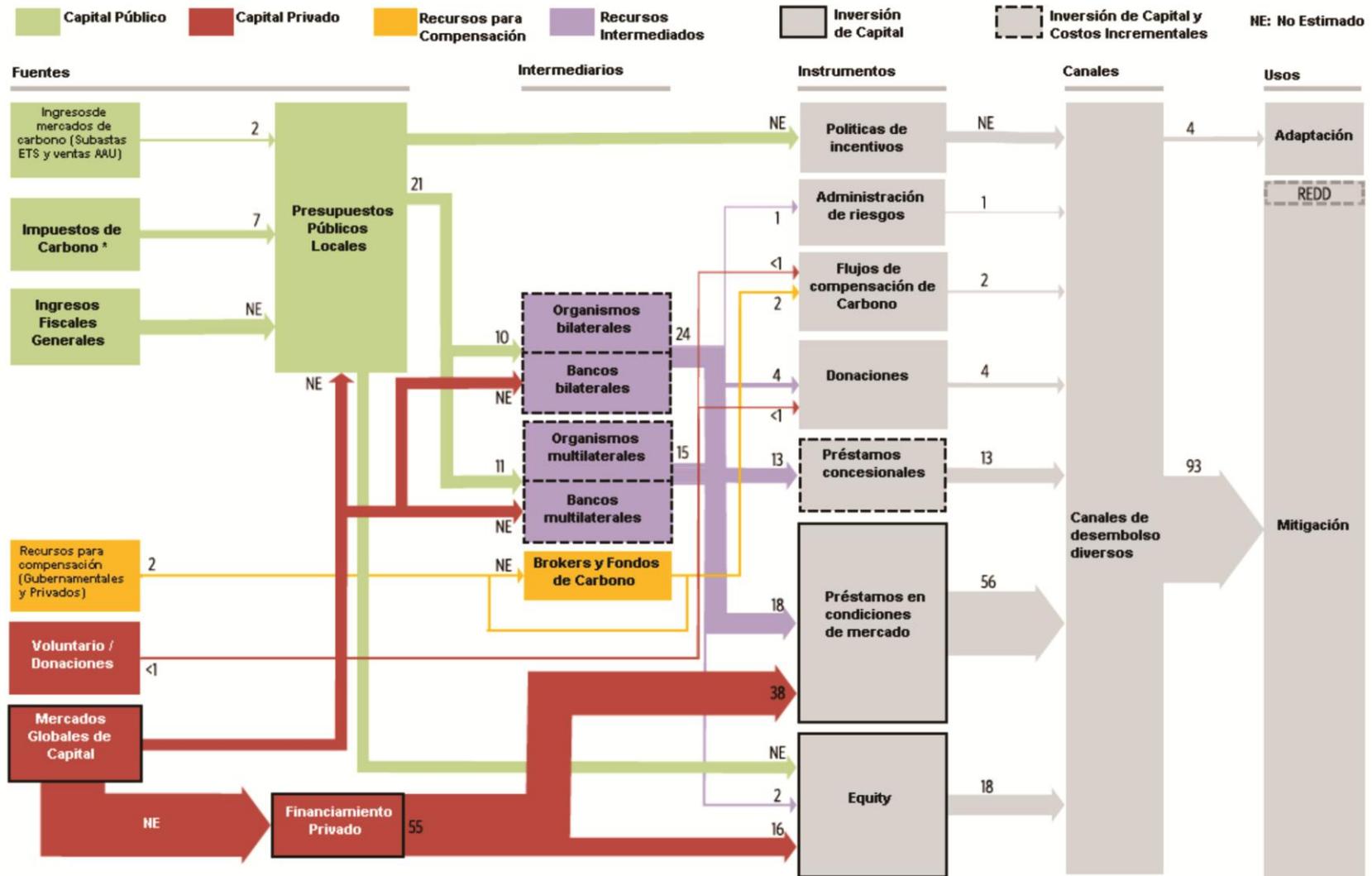


Figura 6.18 Flujo de Financiación para Cambio Climático (en miles de millones de USD)

Fuente: INECC y PNUD, 2012



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 6.19, a los que se puede acceder para solicitar apoyo financiero e incluso técnico para la ejecución de dichos proyectos.

Mecanismos de Financiamiento Nacionales

- Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de Energía
- Fondo Sectorial de Innovación - Secretaría de Economía – CONACYT (FINNOVA)
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica

Banca de Desarrollo

- Banca Comercial
- Intermediarios Financieros No Bancarios

Sistema Financiero Nacional

- Nacional Financiera (NAFIN)
- Banco Nacional de Obras y Servicios (BANOBRAS)
- Financiera Rural (FINRURAL)
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)
- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Banco de Desarrollo de América del Norte (NADBANK)

Fondos Internacionales

- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)
- Banco Mundial (BM)
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID)
- Banco de Desarrollo de América del Norte (NADBANK)

Otros

- Cooperación Bilateral (USAID, Embajada Gran Bretaña, AFD-Francia, GIZ-Alemania, y JICA Japón)
- Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación (NAMAs)

Figura 6.19 Instituciones de financiamiento

Fuente: INECC y PNUD, 2012

El apoyo que las instituciones presentadas brindan pueden 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 6.18. 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.

Al mismo tiempo algunos de los mecanismo de financiamiento se pueden presentar en combinación con programas estatales y federales (relacionado con las Figuras 5.2 y 6.1) que completen 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 cinco y seis.



Finalmente, 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, de las cuales ya se hizo mención de manera general en cada uno de los conjuntos de estrategias de mitigación y adaptación propuestas para los diferentes sectores. 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 aquí 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 denominación 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 tramites largos y tediosos, en el registro de proyectos de reducción de emisiones GEI, donde además se carece muchas veces 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 y que sean acordes a las características físicas y sociales de la entidad.
 - d. Falta de espacios en la entidad en las que se establezcan centros de acopio y sitios de disposición final para lograr el manejo de residuos con el fin de reducir las emisiones de GEI.
 - e. Establecimiento ilegal de tiraderos de basura así mismo existe poca capacidad tecnológica y de infraestructura para el establecimiento de rellenos sanitarios.
 - f. Falta de infraestructura que permita aprovechar el metano de 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 rutas 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. Así mismo se da lugar a evitar la inversión de tecnologías que se perciben como costosas siendo que requieren una inversión inicial elevada pero un costo de vida útil inferior a los productos recurrentes, por lo que son rechazados por una falsa impresión y que sin embargo a largo plazo son más eficientes y baratos (el ejemplo común son las lámparas led)
 - c. Escasa 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 esta 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 contravengas los efectos del cambio climático (búsqueda de la adaptación en su 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 lo tanto que sean menos las personas interesadas 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 es 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.



Referencias

- Aguilar, L., A. Araujo, et al. (2007). Reforestation, Aforestation, Deforestation, Climate Change and Gender, IUCN. Recuperado el 16 de diciembre de 2013 de, (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 de, (<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.
- Ballester, F. (2005).Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. Recuperado el 23 de septiembre de 2013 de, (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17079207>).
- Banco Mundial (2010). Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita). Recuperado el 24 de julio de 2013 de, (<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 de (<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 de, (<http://www.eluniversal.com.mx/edomex/2013/impreso/instalan-comision-del-cambio-climatico-7160.html>).
- Berkeley, Earth Project (2011). Global warming 'confirmed' by independent study. Recuperado el 11 de septiembre de 2013, de (<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.



- 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 Hidroponia. 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 de, (<http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html>).
- CCVM (2010). Consejo de Cuenca del Valle de México. Recuperado el 4 de octubre de 2013, de (<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.
- 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, de (http://portal2.edomex.gob.mx/cepanaf/areas_naturales_protegidas/categorias_areas_protegidas/index.htm).



- CFE, Comisión Federal de Electricidad (2010). Estadísticas de ventas
- 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)”, Recuperado el 12 de septiembre de 2013, de <http://clicom-mex.cicese.mx/>
- CMNUCC, Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2013). La ciencia del clima. Recuperado el 22 de agosto de 2013, de (http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/antecedentes/items/6170.php)
- 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 (1998). Protocolo de Kioto. Recuperado el 8 de mayo de 2013, de (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>).
- CONABIO, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1987) *Enterolobium cyclocarpum* Recuperado 13 de septiembre de 2013 de, (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/41-legum16m.pdf).
- CONAFOR, Comisión Nacional Forestal (2012). Programa de Incendios Forestales.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua (2012). Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Edición 2012.
- CONAPO, Consejo Nacional de Población (2010). Proyecciones de la población 2010-2050. Recuperado el 8 de octubre de 2013, de (<http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>).



- Conde, C. (2010). Adaptación al Cambio Climático en el Sector agrícola. Recuperado el 12 de noviembre de 2013 de, (http://www.lariocc.es/es/actividades-capacitacion/tal_pre_2_1_tcm25-173789.pdf).
- Conde, C. (2007). México y el cambio climático global. SEMARNAT, UNAM. México, D.F.
- CONEVAL, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010). Recuperado el 3 de octubre 2013, de <http://www.coneval.gob.mx/coordinacion/entidades/Documents/Mexico/principal/15triptico.pdf>
- Crozier, M. J. (1986). Landslides: Causes, Consequences & Environment. Croom Helm.
- 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)".
- 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 Arqueológicas, Artísticas e Históricas.
- Elmar, R. D. (2010). Energía a partir de las aguas residuales. Argentina.2010.
- ENCC (2013). Estrategia Nacional de cambio Climático Visión 10-20-40. Gobierno de la República.
- 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 de, (<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 (2013). La FAO considera que la ganadería puede reducir en un 30% sus emisiones. Recuperado el 1 de octubre de 2013 de, <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. Recuperado el 26 de agosto de 2013 de,
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2013b). El cambio climático, el agua y la seguridad alimentaria. Recuperado el 23 de octubre de 2013 de, <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.
- 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.
- García, E. (1987). Modificaciones al sistema de clasificación climática (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). México.
- GEM, Gobierno del Estado de México (2013). Parques y Zonas Industriales. Recuperado el 3 de octubre de 2013, de (<http://portal2.edomex.gob.mx/edomex/temas/economiaynegocios/index.htm>).
- 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 (2011a). Plan Estatal de Desarrollo 2011-2017. Gobierno del Estado de México.
- GEM, Gobierno del Estado de México (2011b). Agenda Estadística Básica del Estado de México. IGECEM y Secretaría de Finanzas.
- GEM, Gobierno del Estado de México (2009a). 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.
- 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 de, (http://www.il.boell.org/downloads/Gender_and_Transportation_-_English_1.pdf).



- Heaps, C.G.(2012). Long-range Energy Alternatives Planning (LEAP) system. [Software version 2012.0052] Stockholm Environment Institute. Somerville, MA, USA. Recuperado de (www.energycommunity.org)
- ICLEI, International Council for Local Environmental Initiatives (2011) Adapting urban water systems to climate change. Freiburg, Germany.
- IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral (2011). Información general del Estado de México. Recuperado el 1 de octubre de 2013, de (<http://igecem.edomex.gob.mx/2012b/IMAGENES/FICHAS/informaciongeneral.pdf>).
- IGECEM, Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral (2012). Agenda de estadística básica. Recuperado el 8 de octubre de 2013, de (<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 estadística básica. Recuperado el 1 de octubre de 2013, de, (<http://igecem.edomex.gob.mx/recursos/Estadistica/PRODUCTOS/AGENDAESTADISTICABASICAMUNICIPAL/Estad%C3%ADticabasicamun.htm>).
- IMCO, Instituto Mexicano para la Competitividad A.C (2012). Índice de vulnerabilidad climática de las ciudades mexicanas. Recuperado el 6 de septiembre de 2013 de, (<http://vulnerabilidadclimatica.org.mx/>).
- INC, Instituto Nacional del Cáncer (2013). Sistema de Información sobre el cáncer: Tipos de Cáncer. Recuperado el 9 de septiembre de 2013 de, (<http://www.infocancer.org.mx/contenidos.php?idsubsubcontenido=319>).
- 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 de, (<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/HRRodriguez.pdf>).
- 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 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.
- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Anuarios estadísticos de México de los años 2006 y 2010.



INEGI (2013b). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011 (CNGMD), Módulo 6: Residuos Sólidos Urbanos.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2013 a). Sistema de Consulta de Estadísticas Ambientales. Recuperado el 4 de septiembre de 2013, de (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/modulosamb/>)

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 (2012). Encuesta Nacional sobre Uso del Tiempo 2009 (ENUT), Metodología y Tabulados Básicos. Recuperado el 16 de diciembre de 2013 de, (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 (2011). XIII Censo General de Población y Vivienda. México.

INEGI (2011a). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE, 2010). Segundo trimestre, México, 2011. Recuperado el 15 de diciembre de 2013, de (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 (2010). México en cifras. Recuperado 10 de julio de 2013 de, (<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, de (<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/vehiculos/>)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010c). 2011. Anuario Estadístico de México. Temporalidad 2010.

INMUJERES. Sistema de Indicadores de Género. Recuperados el 15 de diciembre de 2013 de, (<http://estadistica.inmujeres.gob.mx/formas/temas.php>).

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (1996). Directrices del IPCC para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Libro de trabajo Vol. 2.



- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2007a). Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Recuperado en 2013, de (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, de (http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html).
- IPCC (2001). Third Assessment Report Climate Change 2001. Intergovernmental Panel on Climate Change. Recuperado el 16 de diciembre de 2013 de, (http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/)
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (2013). Working Group I. Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Recuperado el 16 de agosto de 2013, de (<http://www.ipcc.ch/pdf/ar5/ar5-outline-compilation.pdf>).
- Iracheta, A. (2012b). 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 de, (http://salud.edomex.gob.mx/html/4_difusion.htm).
- ISEM, Instituto de Salud del Estado de México (2013). Boletines epidemiológicos 2008-2013.
- Ize, L. I. (2002). El cambio climático y la salud humana. Recuperado el 9 de septiembre de 2013 de (<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 de, (<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 de, (<http://atmosfera.unam.mx/cambio/nono.htm>).



- 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, de (<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 de, (<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 de, (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/index.html>).
- 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.
- 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.

Plan de Desarrollo del Estado de México. 2011-2017.

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>).

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.

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 de, (http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5312418&fecha=30/08/2013).

Red Mexica de Bioenergía, (2011). La bioenergía en México. Situación actual y perspectivas. México. Recuperado el 20 de agosto de 2013 de, (<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 de, (<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.

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 y SEDESOL, Secretaría de Desarrollo Social (2013). Vincularán Sagarpa y Sedesol PESA con Oportunidades. Recuperado el 28 de agosto de 2013 de, (<http://imagenagropecuaria.com/2013/vincularan-sagarpa-y-sedesol-pesa-con-oportunidades/>).
- SAGARPA, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2012). Delegación en el Estado de México. La flor en el Estado de México.
- 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. Vulnerabilidad Sociodemográfica y Ambiental, Viejos y Nuevos Riesgos Cuadernos Geográficos [en línea] 2009, [Fecha de consulta: 13 de enero de 2014] Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17111905001>> ISSN 0210-5462)
- SAOP, Secretaría de Agua y Obra Pública del Estado de México (2013). Atlas de Inundaciones XIX. Recuperado el 4 de septiembre de 2013 de, (http://qacontent.edomex.gob.mx/caem/atlas_inundaciones/index.htm)
- SEDAGRO, Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Inventario Forestal del Estado de México (2010). Recuperado el 7 de octubre de 2013, de (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, de (http://portal2.edomex.gob.mx/probosque/publicaciones/inventario_forestal/groups/public/DOCUMENTOS/edomex_archivo/probosque_pdf_inventario10_1.pdf)
- SEDECO, Secretaría de. Desarrollo Económico (2010). Indicadores macroeconómicos básicos del Estado de México. Recuperado el 15 de octubre de 2013, de (<http://www.edomexico.gob.mx/sedeco/contenidos/flashpapers/indicadoresmacro.swf>).
- 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 de,
(<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 (2012). Cambio Climático una reflexión desde México. México: SEMARNAT. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental. 1ra ed. 145p.

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 de,
(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 de,
(http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/Compendio_2012/mce_index.html).

SEMARNAT, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2010). Directorio de Centros de Acopio de Materiales Provenientes de Residuos en México 2010.

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 (2013). Estrategia Nacional de Energía 2013-2027. Gobierno de la República. Recuperado el 16 de diciembre de 2013, de
(http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf).

SENER, Secretaría de Energía (2012). Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026.

SENER, Secretaría de Energía. Consumo de Combustibles (2010). Recuperado el 12 de septiembre de 2013, de (http://www.sener.gob.mx/portal/industria_electrica_mexicana.html).

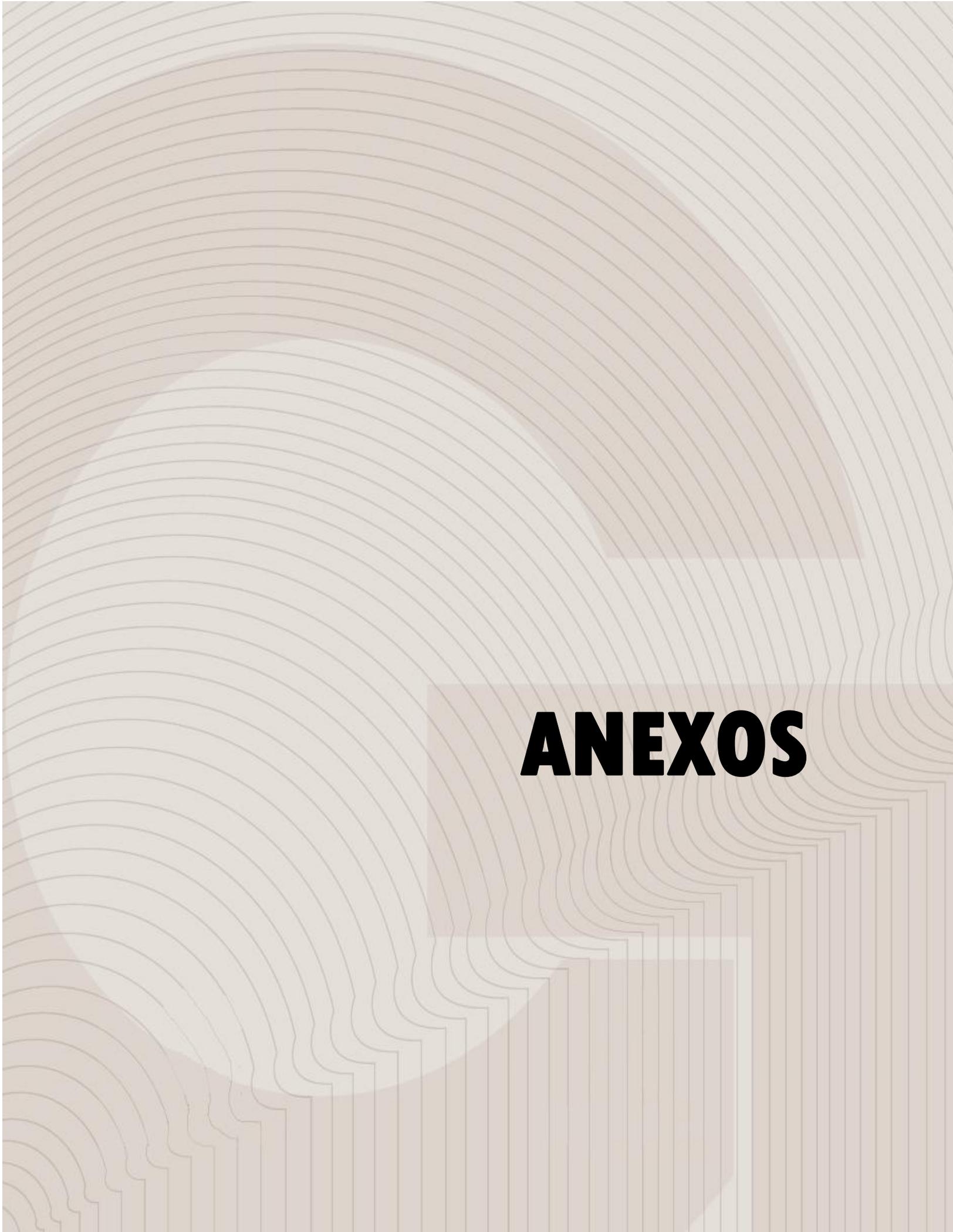
SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2010). Agricultura. Recuperado el 13 de agosto 2013, de
(http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=2)



- SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (2012). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. En (http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaBasica/Pecuario/PolacionGanadera/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.
- 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.
- 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.
- Strahler Arthur, N. (1984) *Geografía Física*. Ediciones Omega. España.
- Tubiello, F.N., M. Donatelli, C. Resenzweig and C. O. Stockle .(2009). Effects of climate change and elevated CO2 on cropping systems: model predictions at two Italian locations. *European J. Agron.* 13 (2-3):179-189.
- UCAI (2011). Protocolo de Montreal Agenda Internacional. Recuperado el 7 de mayo de 2013, de (<http://www.semarnat.gob.mx/temas/internacional/Paginas/ProtocolodeMontreal.aspx>)
- 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 de, (<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 de, (<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, de (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.
- Velázquez, I.R. (2013). *Análisis temporal y espacial del dengue en el estado de México, periodo 2000-2011*. Trabajo final de la Especialidad en Cartografía Automatizada, Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México. 50 pp.
- Vera, J. C. (2011). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto*. Recuperado el 7 de mayo de 2013, de (<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.

The background features a complex pattern of concentric circles and a grid. The circles are centered on the left side and expand towards the right. The grid is composed of vertical lines that become more pronounced and closer together as they approach the right edge of the page. The overall color palette is a range of light to medium beige and tan tones.

ANEXOS



Lista de acrónimos

AGROASEMEX	Instituto Nacional de Seguros proteger el patrimonio y la capacidad productiva del sector rural.
ASERCA	Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria
CAEM	Comisión de Agua del Estado de México
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 ₂ eq	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
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
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
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático



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
PICC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático ó IPCC por sus siglas en inglés
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
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SALUD	Secretaría de Salud
SAOP	Secretaría del Agua y Obra Pública
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transporte.
SEDAGRO	Secretaría de Desarrollo Agropecuario
SEDATU	Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano
SEDEM	Secretaría de Desarrollo del Estado de México
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEDU	Secretaría de Desarrollo Urbano
SEGOB	Secretaría de Gobierno
SEMARNAT	Secretaría del Medio ambiente y Recursos Naturales
SEMARNAT	Secretaría de medio ambiente y recursos naturales
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SENER	Secretaría de Energía
SENER	Secretaría 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
SINIIGA	Sistema Nacional de Identificación Individual de Ganado
SINP	Sistema Integrado de Nutrición de Plantas
SMAGEM	Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México
SMAGEM	Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México
SSA	Secretaría 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 ₂ O	Óxido nitroso
C	Carbono
C ₂ F ₆	Hexafluoroetano
CF ₄	Tetrafluorometano
CH ₄	Metano
N ₂	Nitrógeno
N ₂ O	Óxido nitroso
NH ₃	Amoniac
NO	Óxido nítrico
NO _x	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	Proceso por el cual se mejoran, desarrollan, ejecutan y vigilan estrategias y medidas para moderar, enfrentar y aprovechar las consecuencias de los fenómenos climáticos.
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 paso 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, diesel 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, desechos 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 diesel 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 a través del Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA).
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.
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
Desechos	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 patógenos (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.



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.
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



	<p>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.</p>
Reforestación	<p>Conversión por actividad humana directa de terrenos no boscosos en terrenos forestales mediante plantación, siembra o fomento antrópicas de semilleros naturales en superficies donde antiguamente hubo bosques, pero que actualmente están deforestadas.</p>
Relleno sanitario	<p>Lugar destinado a la disposición final de desechos 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.</p>
Residuos Peligrosos Biológico Infecciosos	<p>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 riesgos de salud y contaminación irreversible del medio ambiente.</p>
Residuos de manejo especial	<p>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.</p>
Residuos Peligrosos	<p>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.</p>
Residuos Sólidos Urbanos	<p>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</p>



	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.
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



	<p>ciclos combinados, que cuenten con captura y secuestro de dióxido de carbono (CO₂) y energía nuclear.</p>
Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos	<p>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.</p>
Tiradero a cielo abierto	<p>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.</p>
Uso de suelo	<p>Cobertura antrópica que modifica el paisaje, desarrollada para satisfacer las necesidades humanas.</p>
Valorización	<p>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.</p>
Vermicompostaje	<p>También conocida como lombricomposta, es un tipo de abono orgánico que utiliza lombrices para facilitar la descomposición y estabilización de los residuos orgánicos.</p>
Vertedero	<p>Instalaciones físicas utilizadas para la evacuación, en los suelos de la superficie de la tierra, de los rechazos procedentes de los residuos sólidos.</p>



Anexo A. Localidades del Estado de México expuestas en zonas susceptibles a inundación y remoción en masa

Tabla A.1. Localidades urbanas expuestas a zonas de alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa

NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN	NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN
Tlalnepantla	653,410	San Pedro Tlanixco	5,307
Xico	356,352	Tequexquináhuac	5,279
Villa Nicolás Romero	281,799	Santa María Magdalena Cahuacán	5,279
Naucalpan de Juárez	121,470	San Dieguito Xochimanca	5,239
Tepexpan	102,667	San Juan Coajomulco	5,137
Teoloyucan	51,255	San Francisco Magú	4,962
Zumpango de Ocampo	50,742	San Agustín Mextepec	4,920
San Buenaventura	44,761	San Antonio Enchisi	4,870
Amecameca de Juárez	31,687	Enthavi	4,744
Metepec	28,205	San Felipe Coamango	4,638
San Francisco Acuatla	27,960	Santa Ana Ixtlahuaca (Santa Ana Ixtlahuacingo)	4,574
San Martín Cuautlalpan	23,501	San Nicolás Peralta	4,573
San Jorge Pueblo Nuevo	23,107	San Miguel Xometla	4,571
Lerma de Villada	22,713	El Pedregal de Guadalupe Hidalgo	4,534
Tequixquiac	22,676	San Mateo Tlalchichilpan	4,478
Los Reyes Acozac	21,910	Santiago Tolman	4,402
Tenango de Arista	21,765	San Juan Yautepec	4,374
San Rafael	20,873	Ejido de San Francisco Chimalpa	4,349
Capulhuac de Mirafuentes	20,757	San Pedro Atlapulco	4,288
Ozumba de Alzate	16,700	San Pedro del Rosal	4,277
Ampliación San Mateo (Colonia Solidaridad)	16,250	San Pedro Xalpa	4,168
Juchitepec de Mariano Rivapalacio	16,021	Calvario del Carmen	4,101
Xalatlaco	15,043	Acambay	4,077
Tlalmanalco de Velázquez	14,786	Zumpahuacán	4,056
Tenancingo de Degollado	14,174	Villas de la Laguna	4,024
San Pedro Tultepec	13,634	Hueypoxtla	3,989
Santiago Tianguistenco de Galeana	13,106	Santa María del Monte	3,922
Veintidós de Febrero	13,021	Santiago Oxtotitlán	3,853
San Martín de las Pirámides	12,812	San Juan Tepecoculco	3,790
Santa María Huexoculco	12,456	San Lucas Totolmaloya	3,770
San Marcos Huixtoco	12,229	San Lorenzo Coacalco (San Lorenzo)	3,722
Huehuetoca	11,948	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	3,595



Progreso Industrial	11,289	San Juan Xochiaca	3,536
Calimaya de Díaz González	11,165	Cuautlacingo	3,428
Santa María Zolotepec	10,656	Canalejas	3,417
Profesor Carlos Hank González	10,416	Santa María Cuevas (Cuevas)	3,398
Fraccionamiento la Trinidad	10,230	Dolores Hidalgo	3,374
Otumba de Gómez Farías	10,097	San Francisco Mazapa	3,365
Santiago Cuautlalpan	9,786	Axapusco	3,324
Huixquilucan de Degollado	9,554	Tecoac (Santa María Nativitas)	3,175
Villa Guerrero	9,509	Barrio San Pedro (La Concepción San Pedro)	3,167
Cocotitlán	9,365	San Miguel Almoloyán	3,165
Santa María Ajoloapan	9,185	Oxtotipac	3,081
Coatepec	8,841	San Juan Teacalco	2,970
Santiaguito Tlalcilcalli	8,761	Zacazonapan	2,968
San José las Palmas	8,203	El Dorado Huehuetoca	2,964
Santa Cruz Atizapán	8,062	Unidad San Miguel Jagüeyes	2,919
San Lorenzo Tlacotepec	7,566	San Martín Coapaxtongo	2,865
Villa Luvianos	7,546	San Pedro Tepetitlán	2,805
San Francisco Zacacalco	7,420	San Mateo Capulhuac	2,786
Barrio de México	7,414	Colonia Lázaro Cárdenas del Río	2,681
San Pedro Arriba	7,040	San Juan Jalpa Centro	2,667
San Francisco Tepeolulco	6,954	Texcaltitlán	2,648
La Cabecera	6,559	Guarda la Lagunita (Las Canoas)	2,543
Santa María Magdalena Ocotitlán	6,547	Nepantla de Sor Juana Inés de la Cruz	2,324
San Matías Cuijingo	6,263	Santiago Yeche	2,111
Salitrillo	6,231	Ocuilan de Arteaga	1,954
Conjunto Urbano la Loma I	6,192	San José del Rincón Centro	1,638
Santa María Citendeje	6,136	Loma de Juárez	1,448
El Cóporo	6,068	Lomas de San Sebastián	1,447
San Nicolás Guadalupe	5,905	Santa María	1,111
Santiago Acutzilapan	5,866	Santa Ana Jilotzingo	910
Santa Catarina del Monte	5,599	San Sebastián	797
San Pedro Zictepec	5,571	Loma Alta	568
San Andrés Ocotlán	5,388	Arenal	554
San Sebastián Xolalpa	5,383	Emiliano Zapata	154
San Pablo Tecalco	5,344		

Fuente: INEGI (2011)

**Tabla A.2. Localidades urbanas expuestas a zonas de mediana susceptibilidad a procesos de remoción en masa.**

NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN	NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN
Bejucos	2,528	San Mateo Tecalco	2,897
Tlalnepantla	653,410	Colonia Guadalupe Victoria	4,178
San Mateo Atarasquillo	5,273	Santa Mónica	2,872
San Miguel Agua Bendita	2,500	San Pedro Cholula	8,941
Cuautitlán Izcalli	484,573	San Jerónimo Acazulco	4,827
Paseos de San Juan	10,050	Ocoyoacac	26,015
Colonia Santa Lucía	3,610	San Felipe Teotitlán	3,974
San Juan Zitlaltepec	19,600	Nopaltepec	3,467
San José de la Loma	4,223	Transfiguración	4,002
San Bartolo Cuautlalpan	10,989	San José el Vidrio	5,204
Arbolada los Sauces	5,190	Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	5,795
Tejalpa	2,729	San Miguel Jaltocan	3,681
Santa Cruz Cuauhtenco	7,460	Santa Ana Nextlalpan	14,871
Ejido San Lorenzo Cuauhtenco	8,024	Santiago Tepatlaxco	3,864
San Juan de las Huertas	12,253	San Francisco Chimalpa	8,953
San Antonio Acahualco	16,442	Barrio Cuarto (La Loma)	3,601
Zacualpan	243	Santa Clara de Juárez	3,878
Villa Victoria	3,827	San Lorenzo Malacota	3,255
Zacango	3,586	San Bartolo Morelos	1,737
Villa del Carbón	8,778	San Mateo Mexicaltzingo	9,693
San Felipe Santiago	3,215	San Sebastián	797
San José Villa de Allende	1,354	San Salvador Tizatlalli	61,367
Valle de Bravo	25,554	San Miguel Totocuitlapilco	8,207
Fuentes del Valle	74,087	San Jerónimo Chicahualco	26,281
Fraccionamiento Paseos de Tultepec II	7,176	San Gaspar Tlahuelilpan	8,456
Santiago Teyahualco	53,684	San Francisco Coaxusco	24,900
Fraccionamiento Real de San Pablo	2,967	San Bartolomé Tlaltelulco	11,141
San Diego los Padres Cuexcontitlán Sección 5 B	3,242	San Francisco Tenopalco	3,442
San Miguel Totoltepec	5,471	Malinalco	8,045
Santiago Tlacotepec	15,853	Colonia los Cedros	3,094
Santa Cruz Oztzacatipan	5,152	Santiago Analco	3,446
San Pedro Totoltepec	21,076	San Francisco Xochicauatla	3,613
San Nicolás Tolentino	6,798	Techuchulco de Allende	4,713
San Mateo Oztzacatipan	22,656	Joquicingo de León Guzmán	4,033
San Marcos Yachihuacaltepec	5,917	San Miguel Tenochtitlán	5,805
San Juan Tilapa	8,420	Los Reyes	4,012
San José Guadalupe Oztzacatipan	31,299	Jiquipilco	1,938



San Felipe Tlalmimilolpan	9,512	Santa María Mazatla	3,243
San Diego de los Padres Cuexcontitlán	8,362	San Luis Ayucan	3,693
San Antonio Buenavista	788	Santa Ana Jilotzingo	910
San Andrés Cuexcontitlán	18,005	Jilotepec de Molina Enríquez	11,828
Jicaltepec Cuexcontitlán	4,318	San Jerónimo Ixtapantongo	3,449
El Cerrillo Vista Hermosa	8,699	La Concepción los Baños	7,207
Cacalomacán	12,001	Ixtapan del Oro	963
San Pedro Limón	2,722	Ixtapan de la Sal	17,640
Tlatlaya	572	San Jerónimo Cuatro Vientos (San Jerónimo)	36,778
Puerto Escondido (Tepeolulco Puerto Escondido)	10,717	Jorge Jiménez Cantú	9,475
San Andrés Timilpan	978	Río Frío de Juárez	5,774
Santiago Tilapa	10,087	General Manuel Ávila Camacho	3,057
San Pedro Tlaltizapan	11,472	Ixtapaluca	322,271
Guadalupe Yancuictlalpan (Gualupita)	7,676	Tlazala de Fabela	2,002
San Nicolás Coatepec de las Bateas	3,645	El Hielo	3,020
Tequisistlán	6,532	Naucalpan de Juárez	121,470
Tezoyuca	16,933	Zacamulpa	7,097
Xocotlán	5,082	Santiago Yancuictlalpan	10,013
Santiago Cuautlalpan	9,786	Santa Cruz Ayotuzco	4,952
Santa María Tecuanulco	2,773	San Francisco Ayotuzco	3,459
San Miguel Tlaixpán	7,064	San Cristóbal Texcalucan	3,323
San Miguel Coatlinchán	22,619	San Bartolomé Coatepec	5,021
San Joaquín Coapango	6,774	Magdalena Chichicaspa	12,193
San Jerónimo Amanalco	6,519	Jesús del Monte	23,150
La Purificación Tepetitla	3,790	Dos Ríos	4,249
Texcoco de Mora	105,165	Nopala (Guadalupe Nopala)	2,539
San Mateo Texcalyacac	4,623	Jilotzingo	8,523
Ejido de Coyotepec	7,263	Villa URBI del Rey	3,616
Santa Cruz del Monte	6,703	Colonia Santa Teresa	36,845
San Mateo Xoloc	8,958	Ex-Hacienda de Jalpa	21
Cañada de Cisneros	3,369	San Bartolo	5,099
Tepetzotlán	38,119	Ecatzingo de Hidalgo	7,058
Tepetlixpa	13,239	Ecatepec de Morelos	1,655,015
Santo Tomás Apipilhuasco (Santo Tomás)	3,495	San Simón de la Laguna	4,996
Concepción Jolalpan	5,761	San Agustín de las Palmas (San Agustín)	3,630
Tepetlaoxtoc de Hidalgo	6,123	Villa Donato Guerra	980
San Lorenzo Tlalmimilolpan	5,386	Chimalhuacán	612,383
Atlalongo	4,913	Chiconcuac de Juárez	21,738
Teotihuacán de Arista	23,325	Santiago Chimalpa (Chimalpa)	3,727
Santiaguillo Cuaxustenco	5,590	Ocopulco	3,317



San Miguel Balderas	4,866	Unidad Habitacional Santa Teresa	2,602
San Francisco Tepexoxuca	3,175	Chapultepec	6,004
San Francisco Putla	3,433	San Juan Tuxtepec	4,251
San Bartolomé Atlatlahuca	6,293	Dongu	2,961
Tenango del Aire	5,915	Chapa de Mota	914
La Trinidad	1,051	Chalco de Díaz Covarrubias	168,720
San Miguel Tecomatlán	3,180	Coatepec Harinas	6,950
Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)	6,697	San Francisco Coacalco	277,959
Fraccionamiento Rinconada del Valle	2,604	San Nicolás Tlazala	4,578
San Pedro Abajo	5,120	San Miguel Almaya	4,941
Temoaya	3,301	Zaragoza de Guadalupe	5,393
Santiago Coachochitlán	3,746	Santa María Nativitas	1,474
Santa Ana Tlachihualpa	5,781	San Lorenzo Cuauhtenco	2,034
San Luis Tecuahutitlán	5,694	Ayapango de Gabriel Ramos M.	3,687
San Bartolomé Actopan	3,889	Santo Domingo Aztacameca	3,012
Ixtlahuaca de Cuauhtémoc	3,468	Santa María Aticpac	3,592
Temascalapa	6,314	Jaltepec	5,001
Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla	15,061	San Juan Tehuixtitlán	6,743
Fraccionamiento Santa Cruz Tecámac	3,260	San Andrés Tlalamac	3,497
San Martín Azcatepec	35,390	Atlautla de Victoria	10,967
Ojo de Agua	24	Atlacomulco de Fabela	22,774
San Francisco Soyaniquilpan	4,287	San Cristóbal Nexquipayac	6,661
Santo Tomás de los Plátanos	766	Santa María Apaxco	3,747
San Simón de Guerrero	1,022	San Pedro Nexapa	4,633
Santa María la Asunción	4,200	San Francisco Zentlalpan	1,792
San Pedro el Alto	4,925	Palmar Chico	3,127
San Miguel la Labor	5,414	Amatepec	2,187
San Lucas Ocoatepec	3,043	Amanalco de Becerra	1,349
San Antonio de las Huertas	3,549	Conjunto Habitacional Ecológico SUTEYM	2,719
Ex-Rancho San Dimas	8,371	Villa de Almoloya de Juárez	3,091
Polotitlán de la Ilustración	2,881	Almoloya de Alquisiras	3,153
Unidad Acaquilpan	4,806	Aculco de Espinoza	1,823
San Isidro	428	Santa Catarina	5,116
El Pino	63	San Marcos Nepantla	4,116
San Sebastián Chimalpa	12,951	San Bartolo	5,099
La Magdalena Atlicpac	26,429	Acolman de Nezahualcóyotl	5,571
Papalotla	4,076		

Fuente: INEGI (2011)

**Tabla A.3. Localidades urbanas expuestas a zonas de alta susceptibilidad a inundación**

NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN	NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN
Bejucos	2,528	San Pedro Tlanixco	5,307
Ecatepec de Morelos	1,655,015	Santa María Magdalena Cahuacán	5,279
Tlalnepantla	653,410	San Mateo Atarasquillo	5,273
Xico	356,352	Xocotlán	5,082
Ixtapaluca	322,271	San Agustín Mextepec	4,920
Naucalpan de Juárez	121,470	San Antonio Enchisi	4,870
Naucalpan de Juárez	121,470	San Miguel Balderas	4,866
Metepec	28,205	Unidad Acaquilpan	4,806
Tenango de Arista	21,765	Enthavi	4,744
San Rafael	20,873	San Mateo Texcalyacac	4,623
Capulhuac de Mirafuentes	20,757	San Nicolás Tlazala	4,578
San Juan Zitlaltepec	19,600	Santiago Tolman	4,402
Ixtapan de la Sal	17,640	San Juan Tuxtepec	4,251
Fraccionamiento Social Progresivo Santo Tomás Chiconautla	15,061	Calvario del Carmen	4,101
Tepetlixpa	13,239	San Juan Tepecoculco	3,790
Veintidós de Febrero	13,021	Santa María Apaxco	3,747
Santa María Huexoculco	12,456	San Francisco Xochicuautila	3,613
Santa María Zolotepec	10,656	Tlachaloya Primera Sección	3,563
Profesor Carlos Hank González	10,416	San Antonio de las Huertas	3,549
San Mateo Tezoquipan	9,904	San Juan Xochiaca	3,536
Villa Guerrero	9,509	Santo Tomás Apipilhuasco (Santo Tomás)	3,495
Cocotitlán	9,365	Canalejas	3,417
San Francisco Chimalpa	8,953	Cañada de Cisneros	3,369
San José las Palmas	8,203	San Cristóbal Texcalucan	3,323
Malinalco	8,045	Santa María Mazatla	3,243
Guadalupe Yancuictlalpan (Gualupita)	7,676	San Francisco Tepexoxuca	3,175
Jocotitlán	7,575	El Hielo	3,020
San Miguel Tlaixpán	7,064	Zacazonapan	2,968
Ecatzingo de Hidalgo	7,058	Unidad San Miguel Jagüeyes	2,919
San Joaquín Coapango	6,774	San Mateo Capulhuac	2,786
Santa María Jajalpa	6,755	Guarda la Lagunita (Las Canoas)	2,543
San Jerónimo Amanalco	6,519	Nopala (Guadalupe Nopala)	2,539
San Bartolomé Atlatlahuca	6,293	San Miguel Agua Bendita	2,500
Tepetlaotoc de Hidalgo	6,123	Nepantla de Sor Juana Inés de la Cruz	2,324
San Nicolás Guadalupe	5,905	Ocuilan de Arteaga	1,954
Quinto Barrio (Ejido Cahuacán)	5,795	San José del Rincón Centro	1,638
Concepción Jolalpan	5,761	Loma de Juárez	1,448
Santa Catarina del Monte	5,599	Lomas de San Sebastián	1,447
San Pedro Zictepec	5,571	Tlatlaya	572
San Miguel la Labor	5,414	Zacualpan	243

Fuente: INEGI (2011).

**Tabla A.4. Localidades urbanas expuestas a zonas de media susceptibilidad a inundación.**

NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN	NOMBRE DE LOCALIDAD	TOTAL DE POBLACIÓN
San Mateo Atarasquillo	5,273	San Dieguito Xochimanca	5,239
Chimalhuacán	612,383	Jicaltepec Autopan	5,228
Toluca de Lerdo	489,333	San José el Vidrio	5,204
Villa Nicolás Romero	281,799	San Juan Coajomulco	5,137
Chicoloapan de Juárez	172,919	San Pedro Abajo	5,120
Chalco de Díaz Covarrubias	168,720	San Bartolo	5,099
Cuautitlán	108,449	Jaltepec	5,001
Texcoco de Mora	105,165	San Simón de la Laguna	4,996
San Miguel Zinacantepec	54,220	Santa Cruz Ayotuzco	4,952
Teoloyucan	51,255	San Miguel Almaya	4,941
Zumpango de Ocampo	50,742	San Pedro Nexapa	4,633
Melchor Ocampo	38,599	San Nicolás Peralta	4,573
Tepotzotlán	38,119	San Miguel Xometla	4,571
Colonia Santa Teresa	36,845	El Pedregal de Guadalupe Hidalgo	4,534
San Jerónimo Cuatro Vientos (San Jerónimo)	36,778	San Mateo Tlalchichilpan	4,478
Coyotepec	35,677	Pueblo Nuevo	4,422
San Martín Azcatepec	35,390	San Mateo Mozoquilpan	4,381
San Pablo Autopan	35,141	San Felipe del Progreso	4,350
Amecameca de Juárez	31,687	Ejido de San Francisco Chimalpa	4,349
San Francisco Acuautila	27,960	San Pedro Atlapulco	4,288
La Magdalena Atlicpac	26,429	San Pedro del Rosal	4,277
Tejupilco de Hidalgo	25,631	Dos Ríos	4,249
Valle de Bravo	25,554	Acambay	4,077
San Francisco Coaxusco	24,900	Zumpahuacán	4,056
Teotihuacán de Arista	23,325	Villas de la Laguna	4,024
San Jorge Pueblo Nuevo	23,107	Los Reyes	4,012
Lerma de Villada	22,713	Transfiguración	4,002
Tequixquiác	22,676	San Felipe Teotitlán	3,974
San Miguel Coatlinchán	22,619	San Bartolomé Actopan	3,889
Chiconcuac de Juárez	21,738	San Juan de las Manzanas	3,887
Xonacatlán	20,680	Santa Clara de Juárez	3,878
Tezoyuca	16,933	Santiago Tepatlaxco	3,864
Ozumba de Alzate	16,700	Santiago Oxtotitlán	3,853
San Antonio Acahualco	16,442	Colonia Álvaro Obregón	3,843
Ampliación San Mateo (Colonia Solidaridad)	16,250	Guadalupe Cachi	3,812
Juchitepec de Mariano Rivapalacio	16,021	San Diego Alcalá	3,766
Santa Ana Nextlalpan	14,871	Santiago Coachochitlán	3,746
Tenancingo de Degollado	14,174	Emilio Portes Gil	3,737
Apaxco de Ocampo	13,836	Santiago Chimalpa (Chimalpa)	3,727
Santa María Atarasquillo	13,769	San Lorenzo Coacalco (San Lorenzo)	3,722



San Pedro Tultepec	13,634	San Luis Ayucan	3,693
San Sebastián Chimalpa	12,951	San Nicolás Coatepec de las Bateas	3,645
San Martín de las Pirámides	12,812	San Agustín de las Palmas (San Agustín)	3,630
San Juan de las Huertas	12,253	Barrio Cuarto (La Loma)	3,601
San Bartolo del Llano	12,227	Sultepec de Pedro Ascencio de Alquisiras	3,595
Magdalena Chichicarpa	12,193	Zacango	3,586
San Pedro los Baños	12,149	San Andrés Tlalamac	3,497
Cacalomacán	12,001	Nopaltepec	3,467
San Juan Tezompa	11,819	San Francisco Ayotuzco	3,459
Progreso Industrial	11,289	Santiago Analco	3,446
Calimaya de Díaz González	11,165	Cuautlacingo	3,428
Jaltenco	11,093	Santa María Cuevas (Cuevas)	3,398
Atlautla de Victoria	10,967	Dolores Hidalgo	3,374
Puerto Escondido (Tepeolulco Puerto Escondido)	10,717	San Francisco Mazapa	3,365
Santa Catarina Ayotzingo	10,702	Axapusco	3,324
Fraccionamiento la Trinidad	10,230	Ocopulco	3,317
Otumba de Gómez Farías	10,097	Fraccionamiento Santa Cruz Tecámac	3,260
Paseos de San Juan	10,050	San Lorenzo Malacota	3,255
Santiago Yancuitalpan	10,013	San Felipe Santiago	3,215
Santiago Cuautlalpan	9,786	Santa Ana la Ladera	3,208
Jorge Jiménez Cantú	9,475	San Miguel Tecomatlán	3,180
Santa María Ajoloapan	9,185	Tecoac (Santa María Nativitas)	3,175
Calixtlahuaca	8,993	Barrio San Pedro (La Concepción San Pedro)	3,167
San Mateo Xoloc	8,958	San Miguel Almoloyán	3,165
Coatepec	8,841	Almoleya de Alquisiras	3,153
Villa del Carbón	8,778	Palmar Chico	3,127
Santiaguito Tlalcilacalli	8,761	Oxtotipac	3,081
Jilotzingo	8,523	General Manuel Ávila Camacho	3,057
San Juan Tilapa	8,420	San Lucas Ocotepec	3,043
Ejido San Lorenzo Cuauhtenco	8,024	El Dorado Huehuetoca	2,964
Santo Domingo de Guzmán	8,008	Dongu	2,961
San Lorenzo Tlacotepec	7,566	Barrio de San Pedro la Cabecera	2,874
Tonatico	7,565	Santa Mónica	2,872
Santa Cruz Cuauhtenco	7,460	San Martín Coapaxtongo	2,865
San Francisco Zacacalco	7,420	San Pedro Tepetitlán	2,805
Emiliano Zapata (Santo Domingo)	7,331	Tejalpa	2,729
Ejido de Coyotepec	7,263	San Pedro Limón	2,722
La Concepción los Baños	7,207	Colonia Lázaro Cárdenas del Río	2,681



San Pedro Arriba	7,040	San Juan Jalpa Centro	2,667
Coatepec Harinas	6,950	Amatepec	2,187
Santa Cruz del Monte	6,703	Santiago Yече	2,111
Santa Ana Ixtlahuatzingo (Santa Ana)	6,697	San Lorenzo Cuauhtenco	2,034
Fraccionamiento Colinas del Sol	6,640	Tlazala de Fabela	2,002
La Cabecera	6,559	Jiquipilco	1,938
Santa María Magdalena Ocotitlán	6,547	Aculco de Espinoza	1,823
Temascalapa	6,314	San Bartolo Morelos	1,737
San Matías Cuijingo	6,263	Primera Manzana de Santa Cruz Tepexpan	1,565
Salitrillo	6,231	Santa María Nativitas	1,474
Conjunto Urbano la Loma I	6,192	San José Villa de Allende	1,354
Santa María Citendeje	6,136	San Simón de Guerrero	1,022
San Marcos Yachihuacaltepec	5,917	Ixtapan del Oro	963
Tenango del Aire	5,915	Chapa de Mota	914
San Miguel Tenochtitlán	5,805	Santa Ana Jilotzingo	910
El Oro de Hidalgo	5,776	Santa Ana Jilotzingo	910
Río Frío de Juárez	5,774	Loma Alta	568
San Andrés Ocotitlán	5,388	Arenal	554
San Miguel Ameyalco	5,387	San Isidro	428
San Sebastián Xolalpa	5,383	Emiliano Zapata	154
San Pablo Tecalco	5,344	El Pino	63
Tequexquináhuac	5,279		

Fuente: INEGI (2011).



Anexo B. Estrategias adicionales de Mitigación

Esta sección es anexo a las estrategias de mitigación, ejes 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 Energía

EJE ESTRATÉGICO: Gestión y manejo de energía

Objetivo: Reducir las emisiones de gases efecto invernadero y la contaminación atmosférica.

Línea de acción: Legislación, políticas e instituciones

- Impulsar la generación y uso de energías renovables donde la entidad tiene potencial, como biogás proveniente de los residuos sólidos, tratamiento de aguas, fermentación entérica, sin que ello provoque daños socioambientales.
- Fomentar la inversión del sector privado y público en tecnologías limpias y renovables.
- Desarrollar instrumentos económicos que promuevan el uso de tecnologías eficientes en conjuntos habitacionales, e industrias.
- Fomentar la participación de todos los sectores públicos y privados en proyectos encaminados al uso eficiente de energía a través del desarrollo tecnológico.
- Promover un mercado de emisiones de carbono, así como el desarrollo gestión desarrollo, gestión y apoyo de proyectos relacionados con el uso eficiente de energía, energías limpias, avalados por estudios de factibilidad para su financiamiento y aplicación a través de fondos y mercados internacionales como el de bonos de carbono, de metano, MDL, NAMAS, PEF, PNUMA, entre otros.
- Promover el desarrollo científico y tecnológico en las instituciones de educación e investigación sobre el manejo y gestión integral de los residuos y el desarrollo y verificación de tecnologías, técnicas y procedimientos, siendo una herramienta valiosa para alcanzar el avance en esta materia con costos bajos.
- Incentivar a los productores y a los consumidores a invertir en procesos, tecnologías y productos de baja emisión de gases de efecto invernadero y la menor explotación y uso de materia primas.
- Promover proyectos para ampliar y fortalecer los registros de emisiones de GEI en los diferentes sectores.

EJE ESTRATÉGICO: Eficiencia energética en el subsector transporte

Objetivo: Promover el uso de prácticas que minimicen el consumo de combustibles en vehículos particulares, de transporte público y de carga.

Línea de acción Tecnología y Mantenimiento automotriz

- Promover el mantenimiento de los vehículos y la conducción eficiente entre los automovilistas al ejecutar maniobras que minimicen el consumo de combustible.
- Crear incentivos que recompensen la adquisición de vehículos más eficientes.

Línea de acción Planeación urbana de Transporte público y carga

- Crear programas en las que los administradores de la red de transportes puedan adquirir filtros de partículas como una medida complementaria para reducir su emisión de gases de efecto invernadero.



- Impulso a proyectos piloto de “movilidad empresarial” para el Estado.

EJE ESTRATÉGICO Impulso a la eficiencia y ahorro de energía en la industria estatal.

Objetivo: Minimizar las fugas de energía en los equipos industriales y trascender al uso de tecnologías alternativas

Línea de acción Eficiencia de equipo

- Promover el ahorro de energía en instituciones públicas y privadas.
- Promover esquemas de cogeneración y mezcla de combustibles con menor emisión en los procesos industriales (ejemplo: motores).
- Realizar un proyecto de censos industriales encaminado a obtener el parque real de la entidad y con base a su actividad proponer esquemas de cogeneración para la generación de electricidad mediante el aprovechamiento del metano recuperado en grandes y medianas empresas.

Línea de acción Tecnologías y mantenimiento industrial

- Optar por tecnologías que sean compatibles con las que se tienen y que puedan complementarse para impulsar la reducción de energía.
- Dar mantenimiento a calderas y quemadores para evitar su congestión por la presencia de hollín (carbono negro).
- Ejecutar de acuerdo al plan de acción de la empresa, acciones preventivas y correctivas para dar mantenimiento a las instalaciones y maquinaria utilizada en el proceso de producción, enfriamiento y refrigeración.
- Fomentar entre las industrias del estado su registro de emisiones a partir de las Cédulas de Operación Anual e Integral.
- Construir a partir del registro de las Cédulas de Operación Integral y Anual de las industrias del estado una base de datos que permita tener un panorama más real de la situación de emisiones de GEI

EJE ESTRATÉGICO: Ahorro de energía en el hogar y sector comercial.

Objetivo: Reducir el consumo de energía eléctrica y fomentar su buen uso entre los consumidores.

Línea de acción: Electrodomésticos eficientes y prácticas de ahorro de energía eléctrica

- Fomentar la reducción del uso de leña y carbón promoviendo el uso de equipos más eficientes para la cocción de alimentos en casas y establecimientos.
- Promover la construcción de vivienda sustentable.
- Promover la adquisición y/o uso de equipo eficiente de bombeo de agua.
- Homologar a nivel estatal las normas sobre eficiencia, uso y desecho de aparatos, equipos y tecnologías usadas en el hogar.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector Residuos

EJE ESTRATÉGICO Gestión integral de residuos sólidos urbanos

Objetivo: Reducir las emisiones de metano provenientes de la disposición y descomposición de residuos sólidos urbanos.



Línea de acción: Legislación y políticas

- Crear organismos regionales de carácter institucional, a cargo de la gestión de residuos sólidos donde además se recopilen, generen y divulguen datos y estadísticas de la generación, tratamiento, acopio, reciclaje y disposición de los residuos sólidos.
- Incorporar e incentivar modelos de gestión de residuos sólidos en vivienda masiva de conjuntos habitacionales por medio de la iniciativa privada.
- Aplicación y verificación de cumplimiento de las normas oficiales mexicana y normas técnicas estatales NTEA-010- SMA-RS-2008, NTEA-013- SMA-RS-2011 en materia de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, mediante las tareas inspección y vigilancia constante y en el caso de no cumplir con las especificaciones, clausurar o sancionar hasta que se cumpla la ley.
- Promover incentivos fiscales y créditos preferenciales para impulsar la inversión en infraestructura municipal para el manejo integral de residuos, en la construcción de estaciones de transferencia, plantas de separación, biodigestores y equipo para la captura y aprovechamiento de biogás, elaboración de composta, rellenos sanitarios u otros necesarios.

Línea de acción: Aprovechamiento y generación

- Reducir la cantidad de residuos generados y que se destinan a disposición final mediante la reutilización, reciclaje, compostaje, valorización y la recuperación energética, bajo el principio de las 3R's (reducir, reutilizar y reciclar) y la cultura de consumo responsable.

Línea de acción: Participación e investigación

- Promover el desarrollo científico y tecnológico en las instituciones de educación e investigación sobre el manejo y gestión integral de los residuos, el desarrollo y verificación de tecnologías, técnicas y procedimientos, siendo una herramienta de aplicación que reduzca los costos.
- Incentivar los procesos de producción y el uso de tecnología más limpia en la industria, de jurisdicción estatal y la promoción del consumo responsable de materias primas, para disminuir la degradación de recursos naturales, la generación de residuos y la emisión de gases.
- Fomentar en los consumidores la adquisición de productos derivados de procesos y tecnologías de baja emisión de gases de efecto invernadero y uso responsable de recursos naturales.
- Fomentar el diseño de programas para la recolección de residuos de manejo especial.

Línea de acción: Infraestructura

- Brindar mantenimiento o en su caso, sustituir la infraestructura existente para la recolección, separación, reuso, reciclaje y tratamiento, como es el caso de la flota vehicular y de barrido para incrementar su vida útil.
- Desarrollar una base de datos para la gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se incorpore al Sistema Nacional de Información Ambiental y que permita el seguimiento de la información mediante indicadores.

Línea de acción: Recolección

- Promover sistemas de movilidad para la recolección de residuos de manera eficiente, a través del diseño de rutas a nivel municipal que sean en menor tiempo y con menor costo de traslado.
- Regularizar el servicio de recolección, siendo prioritarias las zonas rurales y aquellas donde el servicio no es constante.



EJE ESTRATÉGICO M6: Descargas y tratamiento de aguas residuales

Objetivo: 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.

Línea de acción: Política, Aprovechamiento e Investigación

- Promover el acceso a esquemas de coinversión e instrumentos económicos que faciliten el autofinanciamiento de la operación y mantenimiento de la infraestructura nueva y existente, con el fin de lograr mayor eficiencia y cobertura de tratamiento.
- Promover e impulsar el desarrollo de proyectos que favorezcan la creación de tecnología o su mejora para el tratamiento de aguas así como para el aprovechamiento de metano en la producción de energía eléctrica, con apoyo de instituciones financieras tanto nacionales como internacionales.
- Fortalecer los mecanismos para el cumplimiento de la normatividad establecida en materia de tratamiento de aguas residuales de los municipios e industrias, señaladas en la NOM-001-Semarnat-1996, NOM-002-Semarnat-1996, NOM-003-Semarnat-1997.
- Incentivar y/o fomentar el tratamiento de lodos residuales para su aprovechamiento como generador de energía eléctrica y calor, a través de sistemas de tratamiento de digestión anaerobia y en el compostaje los lodos ya estabilizados de acuerdo a las características que presenten.
- Promover la investigación en torno a la calidad microbiológica y toxicológica del agua tratada para buscar medidas eficientes de tratamiento y depuración.
- Impulsar la investigación y desarrollo tecnológico acerca de nuevos o mejores alternativas de tratamiento del agua, especialmente aquellas que reducen costos y emisiones de CO₂ eq.

Línea de acción: Tratamiento

- Realizar el diagnóstico de la eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las plantas de manejo municipal.
- Implementar mejoras en los métodos de tratamiento de acuerdo a las necesidades de las plantas de manejo estatal para reducir al mínimo los elementos contaminantes albergados en el agua tratada, así como el tratamiento de lodos residuales en la entidad, para su aprovechamiento y disposición con menor emisión de GEI.
- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad del servicio de saneamiento municipal, como acción previa al tratamiento de aguas residuales, buscando reducir la emisión de gases y contaminantes al alcanzar mayor caudal tratado.
- Promover el pretratamiento y tratamientos secundarios para reducir la carga contaminante del agua y con ello prever afectaciones a la calidad del agua, contaminación y difusión de enfermedades
- Establecer por medio de incentivos a la iniciativa privada el tratamiento de aguas residuales provenientes de los principales mataderos, rastros y/o procesadoras de carne, debido al alto contenido orgánico que poseen con gran potencial para generar metano y con ello producir energía eléctrica.

Línea de acción: Infraestructura y mantenimiento

- Promover la instalación de nuevas tecnologías e infraestructura municipal para el tratamiento de aguas residuales.
- Mejorar la infraestructura existente a través del mantenimiento constante y la sustitución de equipos obsoletos o en malas condiciones.



- Incrementar la capacidad de operación (tratamiento), a través de apoyos y subsidios gubernamentales y participación privada, en el sector municipal.
- Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales en comunidades pequeñas, sin presencia de descargas industriales, para ser reutilizada para riego y/o para ser inyectada a mantos freáticos.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector USCUSyS

EJE ESTRATEGICO Conservación y manejo sustentable de los recursos forestales

Objetivo: Reducir la emisión de GEI en el sector forestal por medio de acciones que garanticen su preservación y manejo sustentable.

Línea de acción Promoción de servicios ambientales

- Implementar programas de inspección y vigilancia forestal
- Implementar acciones para el acondicionamiento y conservación de suelos
- Incrementar la eficiencia en el manejo de bosques naturales.
- Implementación de un programa de desarrollo silvícola comunitario.
- Realizar acciones para el aprovechamiento integral de productos maderables y no maderables.

Línea de acción Conservación y protección de Áreas Naturales Protegidas

- Recategorizar las ANP's de acuerdo al programa de ordenamiento ecológico estatal
- Identificar y proteger áreas con mayor biodiversidad y representatividad
- Impulsar estudios taxonómicos y ecológicos de la diversidad biológica del estado.
- Impulsar actividades de protección y conservación de la biodiversidad y su integración en programas de manejo.

EJE ESTRATEGICO Incremento de los sumideros de carbono en sistemas forestales

Objetivo: Recuperar o crear nuevos reservorios para la captura de CO₂ mediante la producción de biomasa en áreas con vocación forestal.

Línea de acción Incremento de almacenes de carbono en biomasa y suelo

- Fortalecer el programa integral de reforestación de cuencas y subcuencas prioritarias
- Producción de planta de calidad y cantidad suficiente con costos competitivos.
- Mejoramiento genético de especies forestales locales.
- Certificar los de aprovechamientos forestales sustentables.
- Promover el desarrollo de mercados regionales para productos forestales.
- Empezar acciones de restauración ecológica de áreas degradadas e improductivas en plantaciones forestales.
- Promover el desarrollo de infraestructura y financiamiento para el sector forestal.

EJE ESTRATEGICO Monitoreo y verificación de acciones de mitigación para el sector

Objetivo: Instrumentar políticas que permitan la implementación, monitoreo y verificación de las medidas de mitigación en el sector forestal.



Línea de acción Seguimiento de acciones

- Promover el desarrollo de capacidades locales para mejorar la estimación de las emisiones de deforestación y degradación en el estado
- Actualizar los escenarios de referencia con metodologías, tecnologías e insumos de última generación Restauración de áreas degradadas e improductivas en plantaciones forestales.
- Difundir la información generada hacia los grupos forestales interesados.
- Articular acciones y programas para la implementación del esquema REDD+ a mediano plazo.
- Actualizar de manera periódica del Inventario Forestal Estatal.

Estrategias y líneas de acción adicionales para el sector agricultura

EJE ESTRATÉGICO Gestión de suelos agrícolas.

Objetivo: Reducir emisiones directas e indirectas de gases efecto invernadero en tierras de cultivo.

Línea de acción Técnicas de cultivo y fertilización

- Minimizar las pérdidas de los nutrientes en el suelo aplicando dosis adecuadas de fertilizantes en el momento que la planta lo requiera, así como láminas de riego precisas.
- Incorporar Materia Orgánica y rastrojo al suelo en cantidades suficientes que permitan asegurar la permanencia de los fertilizantes nitrogenados y su aprovechamiento para el crecimiento y desarrollo de los cultivos, así mismo disminuir los procesos de erosión y la quema de los residuos agrícolas.
- Diversificar los cultivos en la superficie destinada para la siembra incluyendo: leguminosas y otros cultivos que fijen nitrógeno.
- Producir y aplicar biofertilizantes con control de lixiviados

EJE ESTRATÉGICO Control y disminución de emisiones de metano por fermentación entérica del ganado y manejo de estiércol

Objetivo: Reducir las emisiones de metano en el subsector pecuario y aumentar la productividad del hato ganadero, al aprovechar eficientemente los alimentos.

Línea de acción: Manejo de ganado

- Implementar sistemas silvopastoriles que promuevan la diversidad de nutrientes disponibles para el ganado
- Incluir integral Manipulación dietética, aumentando la eficiencia nutricional en los rumiantes incluyendo forrajes de baja concentración energética y alto contenido de carbohidratos de fácil fermentación.
- Ajustar la carga animal en áreas de pastoreo planificado.
- Fomentar el desarrollo de razas con menor producción metanogénica a través de la mejora genética que promueva la productividad del ganado, considerando la sanidad ambiental, animal y humana.
- Aprovechar el estiércol para la producción de biogás.



Anexo C. 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 mejoren 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 ESTRATEGICO: Gestión de zonas ganaderas vulnerables del Estado de México

Objetivo: Mantener la producción ganadera del estado aplicando medidas que ayuden a minimizar la vulnerabilidad del sector.

Línea de acción: Alimentación

- Diversificar los recursos zoogenéticos para potenciar la resistencia a las enfermedades y cubrir las demandas 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 ESTRATÉGICO: 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 ESTRATÉGICO: 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 riegos 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 evalúe los riesgos originados de eventos climáticos.
- Homologar usos de suelo a fin de integrar principios de sustentabilidad en 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 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, Ecatingo, 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, 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 ESTRATEGICO : CONTROL DE ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTOR (ETV)

Objetivo: Disminuir el riesgo de la población ante un brote de enfermedades transmitidas 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) combate de insectos 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, Tonalco) 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 D Distribución de enfermedades diarreico-infecciosas, infecciones respiratorias agudas y dengue.

Tabla D.1 Distribución de casos de dengue en el Estado de México 2008-2013

Jurisdicción Sanitaria	2008		2009		2010		2011		2012		2013 (Hasta Julio)	
	Dengue clásico	Dengue hemorrágico	Dengue clásico	Dengue hemorrágico								
Atlacomulco	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Ixtlahuaca	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jilotepec	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tenango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toluca	7	0	8	0	2	0	2	0	18	1	5	0
Xonacatlán	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tejupilco	184	0	267	0	34	2	3	0	141	2	444	0
Tenancingo	5	0	190	0	40	0	21	0	54	0	30	0
Valle de Bravo	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0
Atizapan	0	0	1	0	2	0	0	0	2	1	0	0
Cuautitlán	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	2	0
Naucalpán	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Teotihuacán	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Tlalnepantla	5	0	4	0	1	1	0	0	4	0	2	1
Zumpango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amecameca	1	0	1	0	0	0	1	0	5	0	6	0
Ecatepec	5	0	1	0	8	1	6	0	11	1	3	0
Nezahualcoyotl	1	0	2	0	2	0	1	0	2	1	0	0
Texcoco	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0
Total	211	0	476	0	91	4	37	0	248	6	497	1

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013.



Tabla D.2 Distribución de casos de enfermedades infecciosas y parasitarias en el Estado de México 2008-2013

Jurisdicción Sanitaria	2008				2009				2010				2011				2012				2013 (Hasta Julio)			
	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis	Cólera	Fiebre Tifoidea	Paratifoidea y Salmoneelosis	Shigelosis
Atacomulco	0	19	138	11	0	4	204	2	0	43	215	3	0	10	193	14	0	4	202	7	0	0	120	0
Ixtlahuaca	0	18	56	121	0	5	99	49	0	19	108	54	0	16	216	28	0	5	105	22	0	4	42	12
Jilotepec	0	8	77	32	0	4	109	24	0	7	107	42	0	5	92	26	0	0	87	7	0	0	31	2
Tenango	0	1	101	26	0	2	119	15	0	8	138	45	0	1	10	9	0	2	18	7	0	0	10	0
Toluca	0	67	535	67	0	22	733	46	0	18	648	43	0	22	543	17	0	17	478	11	0	5	79	3
Xonacatlán	0	7	62	27	0	65	64	23	0	9	105	16	0	0	78	18	0	2	71	3	0	5	38	12
Tejupilco	0	10	125	43	0	32	118	11	0	5	174	10	0	20	140	18	0	41	140	2	0	9	140	0
Tenancingo	0	1	51	11	0	1	71	49	0	44	113	76	0	6	85	63	0	7	69	12	0	8	37	11
Valle de Bravo	0	1	146	31	0	1	133	22	0	2	194	35	0	0	119	33	0	2	95	15	0	2	49	7
Atizapan	0	2	46	15	0	3	40	30	0	7	40	21	0	32	30	48	0	20	44	34	0	1	16	6
Cuautitlán	0	7	48	16	0	8	52	42	0	18	79	22	0	31	193	73	0	14	123	105	0	18	91	9
Naucalpán	0	4	119	3	0	26	82	11	0	40	250	34	0	8	187	7	0	17	153	2	0	4	65	0
Teotihuacán	0	2	49	31	0	5	84	17	0	0	75	9	0	2	102	7	0	2	118	13	0	6	61	5
Tlalnepantla	0	3	54	60	0	7	79	50	0	6	71	32	0	19	44	5	0	5	43	21	0	2	4	5
Zumpango	0	88	202	44	0	99	176	37	0	68	188	21	0	180	156	25	0	122	107	22	0	66	73	19
Amecameca	0	13	270	62	0	33	345	61	0	60	158	60	0	8	99	36	0	21	74	11	0	17	36	18
Ecatepec	0	22	208	38	0	36	252	8	0	46	200	12	0	3	130	23	0	2	142	26	0	0	29	4
Nezahualcoyotl	0	21	210	7	0	20	309	10	0	25	207	3	0	9	268	3	0	9	334	3	0	2	39	2
Texcoco	0	19	423	42	0	22	297	59	0	39	244	22	0	7	273	40	0	32	291	45	0	34	82	29
Total	0	313	2920	687	0	395	3366	566	0	464	3314	560	0	379	2958	493	0	324	2694	368	0	183	1042	144

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013.

**Tabla D.3 Distribución de casos de infecciones respiratorias en el Estado de México 2008-2013**

Jurisdicción Sanitaria	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (Hasta Julio)
	Infecciones respiratorias agudas					
Atacomulco	85896	112325	92653	91088	89391	54446
Ixtlahuaca	138491	185496	162084	171707	177937	117856
Jilotepec	87446	125614	117550	111689	111918	71809
Tenango	86807	140303	123835	127139	130861	78306
Toluca	269346	396618	337239	323203	330546	194774
Xonacatlán	166798	220378	200564	188509	185351	116225
Tejupilco	73198	90294	84001	80204	84073	54438
Tenancingo	171822	194984	165334	151574	147132	93128
Valle de Bravo	87886	103739	87685	88199	92876	60593
Atizapan	91310	142520	125784	116539	124745	74791
Cuautitlán	138709	194236	213796	212009	215744	126049
Naucalpan	129298	182997	191585	172619	180545	99588
Teotihuacán	65981	83261	67296	75538	80664	47843
Tlalnepantla	126762	158357	140248	138430	141380	83734
Zumpango	105167	128450	122611	111166	126395	70827
Amecameca	244377	301129	268590	251209	251731	148471
Ecatepec	241499	395398	309004	287810	308248	176582
Nezahualcoyotl	198609	251813	213797	186769	201683	119458
Texcoco	183728	227373	214945	203457	210242	125703
Total	2,693,130	3,635,285	3,238,601	3,088,858	3,191,462	1,914,621

Fuente: Elaboración con base en Boletín Epidemiológico 2008-2013.



Tabla D.4 Vulnerabilidad de la población ante el cambio climático en la salud

	Proceso mediador	Evento ambiental	Fenómeno	Periodicidad	Fechas	Indicador	Áreas o regiones susceptibles	Población o grupos de edad vulnerables		Enfermedades específicas
								Población	Población potencialmente afectada (2010)	
Efectos ambientales	Temperaturas extremas	Calor extremo	Ondas de calor	Durante el verano y en la sequía intraestival	Marzo-Mayo, Agosto	Temperatura máxima absoluta	Tenancingo, Valle de Bravo, Tejupilco, Ecatepec, Netzahualcóyotl y Amecameca*	Población general	2,990,294 habitantes	Golpes de calor, deshidratación, Fallas cardiorespiratorias
								Grupos vulnerables		
								Habitantes <5 años	252,619 habitantes	
								Habitantes >65 años	176,764 habitantes	
		Frío Extremo	Frentes fríos	Durante el invierno	Diciembre -Enero	Temperatura mínima absoluta	Zinacantepec, Tenango del Valle, Ocoyoacac, Toluca, Temoaya, Calimaya, Almoloya de Juárez, Temascalcingo, Ecatzingo, Amecameca, Temamatla, Ixtapaluca, Atlautla, Tlalmanalco, Ozumba, Ayapango	Población general	2,031,234 habitantes	Infecciones Respiratorias Agudas
		Inversiones térmicas	Concentración de contaminantes	Durante el invierno	Diciembre -Enero	Calidad del aire	Zona Metropolitana del Valle de México (Atizapán de Zaragoza,	Población en general	9,220,261 habitantes	Infecciones Respiratorias Agudas



							<p>Cuautitlán Izcalli, Coacalco, Chalco, Chicoloapán, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilicán, Ixtapaluca, La Paz, Nicolas Romero, Naucalpán, Nezahualcóyotl, Tecamác, Tlalnepantla, Tultitlán, Valle de Chalco)</p>			
							<p>Zona Metropolitana del Valle de Toluca (Lerma, Metepc, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xocacatlán y Zinacantepec)</p>		1,516,996 habitantes	
<p>Fenómenos hidrometeoroló gicos, sistemas tropicales, sistemas frontales, inundaciones, vientos y sequías.</p>	<p>Sistemas tropicales</p>	<p>Ciclones y huracanes</p>	<p>Durante el verano</p>	<p>Finales de mayo a principios de octubre</p>						<p>Muerte por accidentes y traumatismo</p>
	<p>Sistemas frontales</p>	<p>Nevadas, heladas, granizadas y nortes</p>					<p>Zinacantepec, Tenango del Valle, Ocoyoacac, Toluca, Temoaya, Calimaya, Almoloya de Juárez, Temascalcingo, Ecatzingo,</p>	<p>Población general</p>	<p>2,031,234 habitantes</p>	<p>Enfermedades infecciosas respiratorias</p>



							Amecameca, Temamatla, Ixtapaluca, Atlautla, Tlalmanalco, Ozumba, Ayapango			
		Inundaciones	Desbordamiento de cuerpos de agua Lluvias extraordinarias	Durante lluvias de verano	Julio- Septiembre		Cuenca del Valle de México (Atizapán de Zaragoza, Chalco, Chiautla, Chimalhuacán, Coacalco de Berriozabál, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Huixquilican, Naucalapan de Juaréz, Tecámac, Texcoco, Tlalnepantla de Baz, Tultepec, Tultitlán y Valle de Chalco Solidaridad)	Población general	46,170 habitantes (en temporad a de lluvias 2012)	Enfermedades infecciones intestinales
						Cuenca del Río Balsas (Amanalco, Ecatzingo, Luvianos, Ocuilán, Tenancingo y Valle de Bravo)	3,971 habitantes (en temporad a de lluvias 2012)			



							Cuenca del Río Lerma (Almoloya del Río, Atlacomulco, Calimaya, Metepec, San Antonio La Isla, San Mateo Atenco, Tenango del Valle, Tianguistenco y Toluca)		6,781 habitantes (en temporada de lluvias 2012)		
							Estatal		Población afectada por temporada de lluvias 2012		56,922 habitantes
							Sequias		Incendios		Durante la primavera
										Enfermedades infecciosas respiratorias	
Efectos químicos	Alteración en los procesos fotoquímicos relacionados con precursores de contaminantes atmosféricos	Concentraciones de ozono									
		Gases invernadero	Efecto invernadero	Anual	Todo el año		Zonas metropolitanas	Población general		Infecciones respiratorias agudas	
Efectos biológicos	Efectos del clima en los vectores de una enfermedad	Inundaciones, desbordamiento de ríos y ondas de calor	Zonas endémicas	Durante lluvias de verano	Julio-Septiembre	Temperatura Precipitación pluvial	Luvianos, Tejuipilco, Tlatlaya, Ixtapan de la Sal, Malinalco, Sultepec, Tenancingo, Tonalco	Población General	319,874 habitantes	Dengue clásico / hemorrágico	



			Zonas ecológicamente propicias (propicias y no propicias) (cambio de margen en la distribución del vector)*				Acambay, Acolmán, Amanalco, Amatepec, Atenco, Atizapan de Zaragoza, Chalco, Chimalhuacan, Cuautitlan-Izcalli, Coacalco, Ecatepec, Ixtapaluca, Metepec, Naucalpan de Juarez, Nezahualcoyotl, Ozumba, Teotihuacán, Tlalnepantla de Baz, Toluca, Tultitlán, Zacualpán Zumpahuacán (Municipios en los que se han presentado casos de dengue clásico y dengue hemorrágico de acuerdo con el Boletín Epidemiológico del ISEM)	Población General	7,012,114 habitantes	Dengue clásico / hemorrágico
--	--	--	---	--	--	--	---	-------------------	----------------------	------------------------------

