



Dependencia	SECRETARÍA DE DESARROLLO SUSTENTABLE
Depto:	
Sección:	
Oficio No.	SDS/113/2014
Expediente	
No. entrada	S/N

"2014, AÑO DE OCTAVIO PAZ."

Cuernavaca, Morelos, febrero 24 de 2014.

C. SALVADOR SANDOVAL PALAZUELOS
DIRECTOR GENERAL DE LA COMISIÓN ESTATAL DE MEJORA REGULATORIA
P R E S E N T E .

Al tiempo de enviarle un cordial saludo, de conformidad con lo dispuesto por los artículos 1, 8 y 11 fracción VIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Morelos; en relación con el DECRETO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE MORELOS "PEACCMOR", atentamente solicito a usted, lo siguiente:

Se sirva otorgar sobre el citado decreto, la exención de elaborar el manifiesto a que hace referencia el artículo 49 de la Ley de Mejora Regulatoria para el Estado de Morelos, en virtud de considerar que el mismo, no implica costos de cumplimiento, de conformidad con el artículo 50 de la citada ley; adjuntando al presente copia simple del documento en cita para su valoración y estudio.

No omito hacer de su conocimiento, que el citado decreto se pretende publicar en el Periódico Oficial "Tierra y Libertad", el día cinco de marzo del año dos mil catorce, dentro del marco de la conmemoración del día mundial de la Eficiencia Energética; por lo que, para encontrarnos en aptitud de realizar la citada publicación en la fecha de referencia, es necesario llevar a cabo su trámite ante las instancias correspondientes el día viernes veintiocho de febrero del año dos mil catorce por lo cual, agradeceré a usted su atención urgente al asunto que nos ocupa.

Sin otro particular por el momento, le reitero las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE
EL SECRETARIO DE DESARROLLO SUSTENTABLE

M. EN C. EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MACBEATH



SECRETARIA DE DESARROLLO SUSTENTABLE



Handwritten initials and #yosoySUSTENTABLE logo

Secretaría de Desarrollo Sustentable
Ave. Palmira No. 10, Col. Miguel Hidalgo, Cuernavaca, Morelos
(777) 3126323 y 3123756
E-mail: desarrollo.sustentable@morelos.gob.mx



**GRACO LUIS RAMÍREZ GARRIDO ABREU, GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS, EN EJERCICIO DE LAS FACULTADES QUE ME CONFIEREN LOS ARTÍCULOS 70, FRACCIONES XVII Y XXVI, DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO DE MORELOS; 2, 5 Y 10 DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DEL ESTADO DE MORELOS; Y CON BASE EN LA SIGUIENTE:**

### **EXPOSICIÓN DE MOTIVOS**

El seis de junio del año dos mil doce, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, en el Tomo DCCV, Número cuatro, Segunda Sección, la Ley General de Cambio Climático, con el objeto de garantizar a la población el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios, en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Como parte de los compromisos establecidos en la Ley General de Cambio Climático para las entidades federativas, se estableció la elaboración de los programas en materia de cambio climático, en los que se deben establecer las estrategias, políticas, directrices, objetivos, acciones, metas e indicadores, que se implementarán; mismos que deberán ser afines con el Plan Nacional de Desarrollo y la Estrategia Nacional, así como también, con los Programas de Desarrollo Estatales.

El artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece como obligación para el estado, la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo, que contendrá las líneas de acción o temas prioritarios que habrá de impulsar el Gobierno en cuestión. El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, contempla como uno de sus objetivos, el fortalecimiento de la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono, a través de sus líneas de acción consistentes en el desarrollo de instituciones e instrumentos de política del Sistema Nacional de Cambio Climático, que permitan impulsar y fortalecer la cooperación regional e internacional en materia de cambio climático, biodiversidad y medio ambiente.

Estrategias que armonizan con las establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo 2013-2018 del Estado de Morelos, al contemplarse dentro de los ejes fundamentales del quehacer gubernamental, el denominado: "Morelos Verde y Sustentable", que comprende dentro de sus objetivos, la planificación de la gestión sustentable de los ecosistemas, mediante la estrategia del establecimiento y operación del Programa Estatal de Cambio Climático.

El cambio climático es una variación de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables. El estado de Morelos, se ha visto afectado en su clima a consecuencia de estos fenómenos negativos, repercutiendo no sólo en la salud pública, sino también en el desarrollo económico y social de la entidad, por lo que se deben tomar acciones inmediatas para mitigar los efectos indeseables del cambio climático.

Dentro de las facultades que la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos, confiere al titular del Poder Ejecutivo Estatal, específicamente en su artículo 6 fracción IX, se encuentra el diseño e implementación de políticas públicas que coadyuven a disminuir los efectos del cambio climático; incluyéndose además, con el objeto de propiciar el desarrollo sustentable, el fomento y la incorporación y/o actualización, en los distintos niveles educativos, de programas de contenido ecológico y de educación ambiental, de investigación científica y tecnológica, que incluyan el tema del cambio climático para la prevención y difusión de sus efectos.

En este contexto, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos, es un instrumento de planeación que tiene por objeto coordinar e impulsar acciones públicas en el estado de Morelos, para contribuir a las metas nacionales de mitigación y prevenir los riesgos e impactos previsibles del cambio climático, mediante el establecimiento de estrategias de adaptación; establece además, las bases conceptuales y científicas, así como el marco de acción que permitirá integrar y fomentar la participación de los sectores público y privado, además de la sociedad civil en el diseño de estrategias de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación frente a los impactos del cambio climático.

Dentro de los objetivos del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos, se encuentran el brindar información técnico-científica para la planeación de políticas y acciones ante el cambio climático en sectores clave para el desarrollo del estado; establecer políticas públicas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero; proponer orientaciones para la construcción de capacidades y estrategias de adaptación; sentar las bases de información para prevenir y disminuir los posibles riesgos hacia la población ante los impactos esperados, entre otros; siendo el Programa, un instrumento eficaz que permitirá obtener beneficios a corto, mediano y largo plazo en materia de protección al ambiente y del equilibrio ecológico.

Por lo anteriormente expuesto y fundado, he tenido a bien expedir el siguiente:

**DECRETO POR EL QUE SE EXPIDE EL PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE MORELOS “PEACCMOR”**

**ARTÍCULO ÚNICO.-** Se expide el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Morelos “PEACCMOR”, de observancia obligatoria en el territorio estatal, cuyo contenido es el siguiente:

**PROGRAMA ESTATAL DE ACCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO DE MORELOS  
PEACCMOR**

**CONTENIDO**

<b>I RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>ii</b>
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	<b>xv</b>
<b>ACRÓNIMOS</b> .....	<b>xvii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>2. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS POSIBLES ESTRATEGIAS PARA ENFRENTARLO</b> .....	<b>21</b>
2.1. Conceptos generales .....	21
2.2. Efectos e impactos del cambio climático a nivel mundial y en México .....	22
2.3. Estrategias generales para enfrentar el cambio climático.....	23
2.3.1. Adaptación.....	23
2.3.2. Mitigación .....	24
2.4. Política internacional y nacional ante el cambio climático .....	24
<b>3. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE MORELOS</b> .....	<b>26</b>
3.1. Principales fuentes de emisión de GEI en el estado de Morelos.....	26
3.2. Tendencia de las emisiones de GEI en el estado de Morelos .....	28
3.3. Comparación de las emisiones de GEI en Morelos con respecto a las nacionales .....	30
3.4. Análisis de fuentes clave por nivel .....	30
3.5. Generación per cápita de GEI en el estado de Morelos .....	32
<b>4. ANÁLISIS DEL CLIMA Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>32</b>
4.1. Caracterización climática .....	33
4.2. Escenarios climáticos .....	34
4.3. Regionalización de escenarios climáticos .....	36
<b>5. VULNERABILIDAD DE SECTORES CLAVE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO</b> .....	<b>38</b>
5.1. Vulnerabilidad del sector agua .....	39
5.2. Vulnerabilidad del sector biodiversidad .....	45
5.3. Vulnerabilidad del sector agricultura de temporal .....	48
5.3.1 Potencial productivo del maíz de temporal ante el cambio climático .....	52
5.4. Vulnerabilidad del sector salud .....	52
<b>6. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO</b> .....	<b>576</b>
6.1. Factores de riesgo geológicos .....	576
6.2. Factores de riesgo hidrometeorológicos .....	588
6.3. ....	624
Riesgo por incendios forestales .....	62
<b>7. OBJETIVOS Y METAS DEL PEACCMor</b> .....	<b>636</b>
7.1. Objetivo general .....	636
7.2. Objetivos específicos .....	636
7.3. Metas.....	647
7.4. Vigencia .....	647
7.5. Transversalidad.....	647
7.6. Instrumentos .....	64

<b>8. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE MORELOS .....</b>	<b><u>80</u></b>
8.1. ENERGÍA .....	<u>80</u>
8.1.1. Transporte terrestre .....	66
8.1.2. Consumo energía eléctrica y gas LP en el sector residencial .....	<u>774</u>
8.2. PROCESOS INDUSTRIALES .....	<u>818</u>
8.3. AGRICULTURA Y GANADERÍA .....	<u>853</u>
8.4. USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSyS) .....	<u>898</u>
8.5. RESIDUOS.....	<u>956</u>
<b>9. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MORELOS .....</b>	<b><u>1013</u></b>
9.1. ENERGÍA .....	<u>1013</u>
9.2. AGRICULTURA Y GANADERÍA .....	<u>1046</u>
9.3. USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSyS) .....	<u>1079</u>
9.4. RESIDUOS.....	<u>1101</u>
9.5. AGUA .....	<u>1146</u>
9.6. BIODIVERSIDAD.....	<u>1193</u>
9.7. ADAPTACIÓN EN EL SECTOR SALUD .....	<u>1228</u>
<b>10. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y COMUNICACIÓN.....</b>	<b><u>12652</u></b>
<b>11. GÉNERO Y CAMBIO CLIMÁTICO .....</b>	<b><u>13461</u></b>
<b>12. ESTRATEGIAS TRANSVERSALES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN MORELOS Y CONSIDERACIONES FINALES .....</b>	<b><u>1355</u></b>
<b>13. LITERATURA CONSULTADA .....</b>	<b><u>1378</u></b>

## I RESUMEN EJECUTIVO

El estado de Morelos reconoce los compromisos nacionales e internacionales en materia de cambio climático y la importancia de contribuir a la coordinación de esfuerzos para abordar esta importante problemática ambiental, desde la agenda de gobierno estatal, que a su vez involucra a toda la sociedad morelense.

El *Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático de Morelos (PEACCMor)* se llevó a cabo de acuerdo con los lineamientos metodológicos establecidos por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático y fue formulado bajo la supervisión del Gobierno del Estado de Morelos a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. Su realización fue coordinada por la *Universidad Autónoma del Estado de Morelos*, partiendo de un trabajo conjunto entre el *Gobierno del Estado de Morelos*, dependencias del Gobierno Federal y organizaciones de la sociedad civil. Integra contribuciones de expertos de instituciones públicas y privadas, de organizaciones no gubernamentales y de la población morelense, obtenidas a través de consultas organizadas *ex profeso*.

El PEACCMor establece las bases conceptuales y científicas, así como el marco de acción que permiten integrar y fomentar la participación de los sectores público y privado, además de la sociedad civil en el diseño de estrategias de mitigación de emisiones de GEI y adaptación frente a los impactos del cambio climático.

Este Programa reconoce diferencias en la vulnerabilidad de las mujeres y los hombres ante el cambio climático y considera en todos sus rubros de acción una perspectiva de género adecuada a las condiciones del estado de Morelos y a las necesidades específicas de mitigación y adaptación.

### Objetivos

Coordinar e impulsar acciones públicas en el estado de Morelos, para contribuir a las metas nacionales de mitigación y prevenir los riesgos e impactos previsibles del cambio climático, mediante el establecimiento de estrategias de adaptación.

- Brindar información técnico-científica para la planeación de políticas y acciones ante el cambio climático en sectores clave para el desarrollo del Estado.
- Establecer políticas públicas para la mitigación de emisiones de GEI.
- Proponer orientaciones para la construcción de capacidades y estrategias de adaptación.
- Sentar las bases de información para prevenir y disminuir los posibles riesgos hacia la población ante los impactos esperados.
- Promover líneas de investigación e innovación tecnológica en la materia.
- Brindar una plataforma de acciones para gestionar recursos financieros destinados a la mitigación de emisiones de GEI y medidas de adaptación.

A partir de una breve descripción del estado de Morelos, se realiza un diagnóstico de la problemática que el cambio climático implica a nivel estatal. Se reportan de manera resumida las emisiones de GEI en el estado de Morelos, el análisis del clima en un período aproximado de 50 años, se informa acerca de escenarios climáticos más generales al 2020, 2050 y 2080 y sobre las condiciones de vulnerabilidad de sectores clave para el desarrollo del Estado. Se presentan estrategias de mitigación para las diferentes categorías emisoras de la entidad y las medidas de

adaptación para contender con el cambio climático en Morelos así como de educación, comunicación y transversalidad de las políticas públicas.

## II EMISIONES DE GEI

### Principales fuentes de emisión de GEI en el estado de Morelos

Del total de emisiones generadas en México, Morelos contribuye con el 1.33%. En Morelos, las cinco principales fuentes de emisiones son: la combustión proveniente del transporte terrestre (categoría *energía*), las producciones de cemento y de caliza (categoría *procesos industriales*), el manejo de aguas residuales (provenientes principalmente de la industria) y la disposición de residuos sólidos (categoría *residuos*).

En el estado de Morelos se emitieron un total de 8,993.06 Gg de CO<sub>2</sub>-eq en 2005 mientras que en 2007 y 2009 se emitieron 10,413.92 Gg y 9,149.76 Gg, respectivamente. En el año base (2005) las emisiones de la categoría *energía* ocuparon el primer lugar con el 37.93% de las emisiones totales, las cuales provienen de la quema de combustibles fósiles que aportan el 26.03% y otros sectores (comercial, residencial, agrícola) con el 5.39%. La categoría *procesos industriales* ocupa el segundo lugar en emisiones con el 30.44% del total del CO<sub>2</sub>-eq generado en el año 2005. Esta aportación proviene de dos fuentes principales: la producción de cemento y la de caliza con el 12.59% y el 17.07%, respectivamente.

La categoría *residuos* aporta el 23.31% del total de emisiones; de este porcentaje el 15.06% corresponde al manejo de aguas residuales y el 8.25% restante a la disposición de residuos sólidos. Entre las categorías que menos emisiones aportan se encuentra *agricultura*, con el 4.80% de las emisiones, de las cuales el 4.56% se origina por el manejo de suelos agrícolas, el 0.10% por la quema de residuos agrícolas, el 0.07% proviene del manejo de estiércol, el 0.07% de la producción de arroz, y el 0.002% restante se genera por la fermentación entérica. La figura 1 muestra las aportaciones porcentuales de cada categoría al total de emisiones generadas en Morelos.

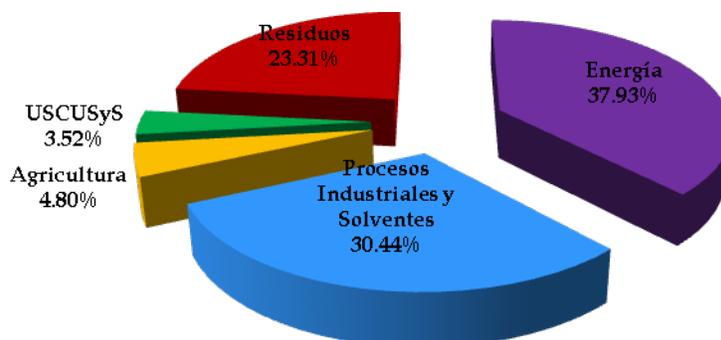


Figura 1. Aportación porcentual de emisiones por categoría en el año 2005.

### Generación per cápita de GEI en Morelos

En los tres años evaluados, Morelos se encuentra por debajo del nivel nacional y la generación per

cápita tiende a bajar hacia el 2009, considerando la disminución de producción de caliza y la disminución en el tratamiento de aguas residuales industriales. Cada habitante del estado de Morelos emite GEI en mayor proporción por el consumo de energía (uso de combustibles fósiles en el transporte terrestre y uso de energía eléctrica), seguido de algunos procesos industriales y por el tratamiento de aguas residuales.

Esta información permite proponer las medidas de mitigación correspondientes en sectores estratégicos y lograr con ello una reducción significativa de emisiones en el futuro.

### III CLIMA Y CAMBIO CLIMÁTICO

#### CLIMA Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA

El estado de Morelos se caracteriza por contar con una amplia gama de climas, determinados, principalmente, por su localización en una zona de transición entre las provincias biogeográficas neártica y neotropical, con un gradiente altitudinal que va desde los 3000 msnm en la zona norte, hasta los 820 msnm en la zona sur. Esto da como resultado el establecimiento de varias zonas térmicas en la entidad, destacando las zonas semicálidas y cálidas, que constituyen más del 70% del territorio estatal.

Una de las características ambientales más relevantes de algunas regiones de Morelos, como por ejemplo Cuernavaca y el Norponiente del Estado, es que ofrece a lo largo del año uno de los microclimas más agradables para el bienestar humano. Este microclima se debe a las características físicas y bióticas que ahí prevalecen, en particular al sistema de barrancas y la biodiversidad que presenta.

#### MAPA DE CLIMA DE MORELOS

La distribución de la lluvia en Morelos es de tipo modal o bimodal y su ocurrencia se presenta principalmente en verano (hasta un 95% de la precipitación total anual), iniciando generalmente a mediados de mayo y terminando en la primera quincena de octubre. En la mayor parte de la entidad, el mes más lluvioso es junio, seguido de los meses de julio, agosto y septiembre; éstos son los meses de mayor variabilidad interanual y en los que se presentan los eventos lluviosos más importantes. Diciembre es el mes más seco en toda la entidad, seguido de febrero, que recibe como promedio cinco milímetros de precipitación, por lo que la lluvia que se concentra en los meses invernales (diciembre a marzo) es menor al 5% de la total anual.

Como parte de la variabilidad climática, se evidencia en el período 1961-2008 una tendencia al aumento de la temperatura máxima del aire y del número de períodos cálidos, así como un aumento de los días calurosos ( $T_x > 35^\circ\text{C}$ ) y el porcentaje de días con temperaturas máximas.

Se manifiesta un aumento en las precipitaciones anuales, un aumento en las precipitaciones extremas, así como un desfase en el inicio y término de las temporadas de lluvia en algunos lugares. Se aprecia disminución de la precipitación anual total en el Sur, un ligero incremento en los valles centrales y una tendencia a aumentar en las regiones altas del Centro y del Noroeste. En algunas localidades la duración de la temporada de lluvias ha disminuido casi diez días.

## Escenarios bajo condiciones de cambio climático

Para el caso del Estado de Morelos se consideraron los escenarios A1B y el A2. El escenario A1B, que considera un esfuerzo de la sociedad en cuanto a mitigación y contempla un futuro con tecnologías más eficientes, y el A2, tendencial, donde se contempla el crecimiento poblacional acelerado, un alto crecimiento económico con una orientación principalmente regional.

Se integraron las proyecciones de cada escenario considerando períodos de 30 años, con lo cual se obtuvieron tres climatologías: a) al 2020 (período 2010-2039); b) al 2050 (período 2040-2069), y c) al 2080 (período 2070-2099). El año que se tomó como referencia fue el de 1990.

### Escenarios A1B y A2 de cambio en la temperatura media anual

El escenario A1B muestra que es probable que la temperatura media anual aumente para el año 2020 entre 0.5 y 1.3°C, aumento que pudiera ser continuo hasta llegar a temperaturas de entre 1.9 y 3.3°C en el 2080. Por su parte, el escenario A2 muestra que la anomalía de temperatura media podría incrementarse desde un mínimo de 0.5°C en 2020, hasta valores extremos de 3.8°C de incremento para 2080 (Figura 4.1).

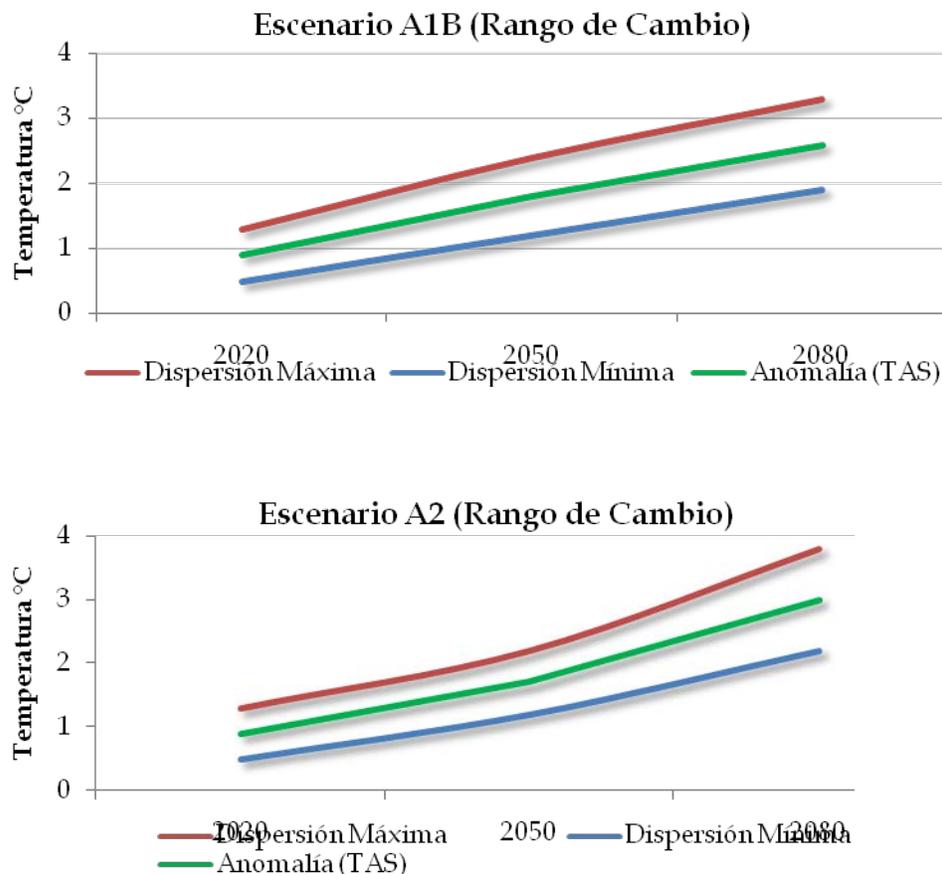
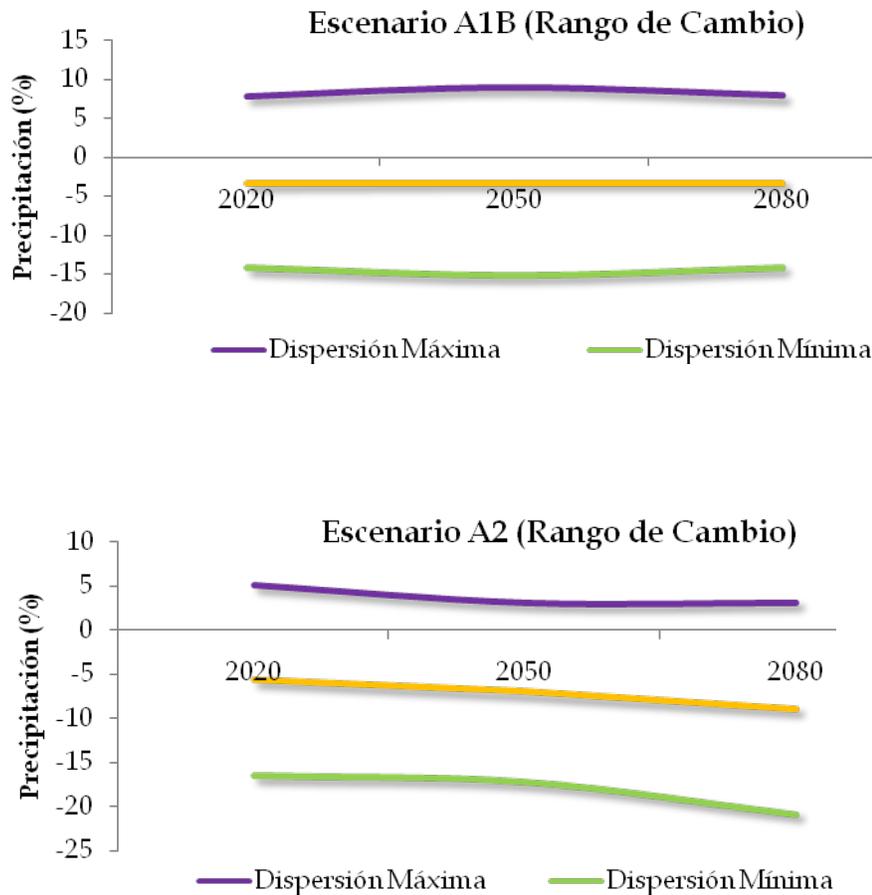


Figura 2.

Rango de cambio en la temperatura media anual (°C) en los años 2020, 2050 y 2080, para escenarios de emisiones A1B y A2 en el estado de Morelos. Fuente: Modificado de Bolongaro *et al.* (2013a).

### Escenarios A1B y A2 de cambio en la precipitación (%)

El escenario A1B muestra que la tendencia de la lluvia es a disminuir en un 3% en las siguientes décadas, pero dependiendo de las regiones, es posible encontrar desde escenarios donde la precipitación aumenta 9%, hasta escenarios donde la precipitación disminuye 15%. Para el caso del escenario A2, el cambio de la precipitación muestra una disminución, con valores de entre -5.6 a -8.8% en el período de 2020 a 2080. En la figura 3 se muestran los valores de cambio en la precipitación anual (%) para los años 2020, 2050 y 2080.



**Figura 3.** Rango de cambio de la precipitación anual (%) en los años 2020, 2050 y 2080 para escenarios de emisiones A1B y A2 en el estado de Morelos. **Fuente:** Modificado de Bolongaro *et al.* (2013a).

Esta información constituye la base teórica y estadística para el desarrollo de medidas frente el cambio climático en el estado de Morelos, y resaltan la importancia de actuar con estrategias regionalizadas dentro el territorio estatal, frente al incremento de la temperatura y los cambios en las lluvias.

## IV VULNERABILIDAD Y RIESGO

Reconocer las condiciones de vulnerabilidad en los diferentes sectores del desarrollo es el primer paso para la planeación ante los impactos de los cambios en el clima.

### Vulnerabilidad de recursos hídricos

La disponibilidad histórica del agua en los acuíferos del Estado de Morelos ha ido disminuyendo y actualmente se encuentran cerca de su punto de equilibrio, que a excepción del Acuífero de Tepalcingo-Axochiapan, cuya sobre explotación data de hace varios años. El Acuífero de Cuernavaca presenta la mayor tasa de disminución (Tabla 5.1, Figura 5.2).

De continuar con la tendencia registrada de extracción de agua subterránea, la condición de sobreexplotación de los acuíferos de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec y Zacatepec se presentaría en: 4.7, 4.9 y 4.5 años, respectivamente, a partir del año 2011. Obviamente, en el caso del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, la línea de sobreexplotación ha sido rebasada desde hace más de 8 años (Bolongaro, 2012).

Los resultados de la disponibilidad de agua en escenarios de cambio climático (Figura 5.3) muestran una situación alarmante, ya que se muestra un claro déficit en la disponibilidad de agua futura de los cuatro acuíferos del estado tanto en el escenario A1B, como en el A2. Siendo el escenario A2, un escenario tendencial y ya rebasado por el aumento actual de GEI, la disponibilidad futura de agua en el Estado de Morelos está fuertemente comprometida, proyectando un déficit de hasta -302.90 hm<sup>3</sup> en la climatología del 2080 para el escenario A2 (Figura 5.3). En este sentido, es urgente emprender medidas que permitan realizar significativos ajustes en el manejo de agua para restaurar y buscar el equilibrio de los acuíferos morelenses.

Cabe destacar que dentro de las variables de cambio para estimar la disponibilidad futura del agua en el estado, únicamente se consideraron las variables climáticas, es decir, no han sido considerados el cambio en el uso del suelo, la deforestación, el crecimiento demográfico ni eventos extraordinarios.

### Vulnerabilidad de la biodiversidad

Las principales afectaciones a la biodiversidad podrían asociarse a los cambios previstos en la frecuencia y duración de los pulsos extremos en la presencia o ausencia de agua, o la persistencia de temperaturas extremas. Entre los efectos a corto plazo están la posible desaparición de poblaciones de plantas y animales, así como los cambios en los patrones de distribución y composiciones florísticas y faunísticas. A nivel de paisaje, particularmente crítica resultan la situación de los cuerpos de agua superficial y de los bosques templados del estado ante la disminución de periodos fríos y la expansión de condiciones cálidas.

Bajo condiciones de cambio climático son altamente vulnerables el teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*), la nutria (*Lontra longicaudis*), el murciélago magueyero (*Leptonycteris nivalis*) y los murciélagos *Leptonycteris curasoae* y *Chiropterotriton chiropterus*; salamandras (*Pseudoeurycea altimontana*, *P. cephalica*, *P. leprosa* y *P. belli*) y la rana arbórea (*Plectrohyla arboreascandens*); entre las aves están el búho cara oscura (*Asio stygius*) y el ave semillero azul (*Amaurospiza concolor*); en cuanto a la vegetación, se encuentra el sabino (*Taxodium mucronatum*).

Especies como la rana arbórea (*Plectrohyla chryses*), el escorpión (*Heloderma horridum*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el tigrillo (*Leopardus wiedii*); y comunidades boscosas de pinos *Pinus ayacahuite* y *P. Moctezumae* y el madroño (*Arbutus xalapensis*);

se consideraron medianamente vulnerables. Mientras que la serpiente cascabel (*Crotalus triseriatus*) y dos especies de palo mulato (*Bursera copallifera* y *B. bipinnata*) se consideraron con vulnerabilidad baja.

### **Vulnerabilidad de la agricultura de temporal**

La posible modificación de los patrones climáticos implicaría que diversos cultivos dejarían de ser rentables y podrían desaparecer, dando lugar a una reconversión productiva. Las áreas más vulnerables al cambio climático se encuentran en la región sur y sureste del estado en los límites con el estado de Puebla, sobre todo en los municipios de Axochiapan, Tepalcingo, Jojutla, Jantetelco y parte de los municipios de Jonacatepec de Hidalgo y Puente de Ixtla, mientras que la zona menos vulnerable se ubica al norte, en los límites entre el Estado de México y el Distrito Federal y comprende los municipios de Huitzilac y parte de Tlalnepantla y Cuernavaca. Es posible reconocer también los rangos intermedios de vulnerabilidad ubicados en los municipios del centro y orientados en dirección noreste-suroeste donde, se presume, mejorarán las características climáticas para la agricultura debido al incremento de la temperatura y a la menor disminución de la precipitación y las condiciones antropogénicas analizadas en este estudio. Estas regiones son las más óptimas para considerar una mejor adaptación de los cultivos. La reducción de la superficie apta para el cultivo de maíz se estima será de un 73% del total del que se dispone actualmente, desplazándose la zona apta hacia el Norte del estado.

### **Vulnerabilidad en la salud humana**

Las enfermedades con mayor incidencia bajo condiciones de cambio climático en Morelos, que determinarían la vulnerabilidad de comunidades y regiones por la alta tasa de morbilidad que generan, son las infecciones respiratorias agudas (IRA's), la picadura de alacrán y las enfermedades diarreicas agudas (EDA's). Las IRA's como asma, neumonías y bronco neumonías aumentarían su incidencia con el incremento de temperatura y al disminuir la precipitación. Se esperaría un incremento en la morbilidad asociada a las EDA's y las picaduras de alacrán; bajo condiciones de aumento en las temperaturas mínima, máxima y la precipitación.

### **Factores de Riesgo**

Se deberán considerar de manera integral en la prevención del riesgo ante cambio climático, ya que sus efectos actuales se verán intensificados ante los cambios esperados de temperatura y precipitación en el estado de Morelos

#### **Riesgos Geológicos**

El 26.62% de la superficie de Morelos se encuentra en riesgo Alto de sufrir daños a causa de los flujos de lodo o inundaciones.

El 83.26% de la población morelense se encuentra en categorías de riesgo Muy Alto (47.01%) y alto (36.25%) por derrumbes e inestabilidad de laderas,

#### **Riesgos Hidrometeorológicos**

La población bajo condiciones de vulnerabilidad Muy Alta ante eventos hidrometeorológicos asciende a 170 mil habitantes y se concentra en los municipios de Ayala y Temixco.

Más del 75% de la población total estatal se encuentra en condiciones de Alta vulnerabilidad ante fenómenos naturales, entre los que destacan Cuautla y la Zona Metropolitana de Cuernavaca, que en menos del 10% de la superficie estatal concentra al 45% de la población de la entidad y algunos de los municipios más poblados como Cuernavaca y Jiutepec.

El 65.26% de la población estatal se encuentra bajo un riesgo Muy Alto de sufrir inundaciones; el

14.23% está en riesgo Alto; el 12.62% presenta riesgo Moderado y el 7.89% de la población se ubica en un riesgo Bajo

El 69% de la población se encuentra en riesgo Alto de exposición a sequías, en tanto que en el 34% del territorio se presenta la misma condición de riesgo; destacando la totalidad de los municipios Amacuzac, Axochiapan, Ayala, Puente de Ixtla, y Coatlán del Río.

La persistencia de las temporadas secas podría afectar a cultivos como sorgo, gramíneas, maíz, jitomate y cacahuate.

El 36.3% del territorio se encuentra dentro de la categoría de riesgo Muy Alto de sufrir temperaturas máximas extremas; en esta superficie habita el 55.7% de la población estatal.

El riesgo más alto por temperaturas máximas extremas en el estado se presenta en el centro y una parte del suroeste del estado, en los municipios de Ayala, Emiliano Zapata, Jojutla, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapán, Xochitepec y Zacatepec.

El 65% de la población morelense se encuentra dentro de la categoría de riesgo muy alto por temperaturas mínimas extremas; el 18% en riesgo alto; el 8% en riesgo moderado y el 9% en riesgo bajo.

#### **Riesgos de incendios forestales**

Las altas temperaturas, en combinación con períodos prolongados de sequía, favorecen la aparición de incendios. En el estado se registraron 240 incendios del 1° de enero al 29 de septiembre del año 2011, con un total de 2,512.20 ha afectadas. Los incendios representan un riesgo para el suelo y la biodiversidad, lo que implica pérdidas o efectos indeseables en otros componentes ambientales asociados.

## **V ESTRATEGIAS DEL PEACCMOR**

El PEACCMor plantea metas en dos grandes rubros, uno para generar programas y acciones que permitan la mitigación de GEI de manera constante y sistemática en todas las regiones del Estado y un segundo rubro enfocado a generar medidas integrales para la adaptación ante el cambio climático. Las estrategias que se plantean en este Programa son de aplicación transversal y podrían abordarse en un período de cinco años.

A continuación se enlistan las acciones de mitigación y adaptación propuestas en este programa. Las medidas de adaptación se encuentran divididas en seis categorías principales integradas por los sectores Energía, Procesos Industriales y Solventes, Agricultura y Ganadería, Uso de suelo y cambio de uso de suelo y silvicultura, (USCUSyS), Residuos y Aguas residuales; mientras que las medidas de adaptación se encuentran divididas en siete categorías (Energía, Agricultura, Uso de suelo y cambio de uso de suelo y silvicultura, Residuos, Agua, Biodiversidad y Educación ambiental formal y no formal).

### **Estrategias de mitigación de emisiones de GEI:**

#### **1. ENERGÍA**

##### **Transporte particular**

- Implementar el programa de circulación vial *Hoy No Circula*
- Instalación de convertidores catalíticos en automóviles con más de 15 años de antigüedad (importados y nacionales)
- Promover el uso de automóviles híbridos y eléctricos

- Construcción y adecuación de infraestructura urbana y equipamiento para el uso de bicicletas como medio de transporte ecológico
- Instalación de semáforos inteligentes en zonas metropolitanas
- Promover el uso de etanol como combustible alternativo
- Establecer un programa de eliminación gradual de reductores de velocidad (topes) en algunas zonas y vialidades del Estado
- Establecer un programa de disminución del número de vehículos particulares circulando

#### **Transporte de carga y público de pasajeros**

- Diseñar y establecer un sistema de transporte público sustentable, en las principales vialidades de las zonas metropolitanas
- Establecer una o dos centrales camioneras únicas en principales zonas metropolitanas de Morelos
- Establecer un programa de sustitución gradual de los vehículos que prestan servicio de transporte sin itinerario fijo (taxis) por vehículos eléctricos y /o híbridos
- Rediseñar el sistema de puntos de ascenso y descenso de pasajeros para el transporte público urbano
- Incentivar el uso del gas LP como combustible para transporte de pasajeros
- Promover el uso de biodiesel como combustible alternativo para transporte de pasajeros
- Promover el uso de bicitaxis y mototaxis en el estado
- Implementar un sistema de transporte escolar para estudiantes del nivel de educación básica y media superior inscritos en planteles públicos y privados de las zonas metropolitanas del estado
- Establecer un programa de reordenamiento en el servicio y logística del transporte de carga en el Estado

#### **Consumo de energía eléctrica y gas LP en el sector residencial**

- Establecer programa para la implementación de paneles solares en las viviendas domésticas
- Fomentar al uso adecuado de aparatos electrodomésticos y promover el cambio de electrodomésticos obsoletos por otros que incluyan tecnologías e innovaciones que disminuyan el consumo de energía
- Establecer programa de intercambio de focos incandescentes por bombillas compactas fluorescentes o de LED
- Uso eficiente de la biomasa como combustible a través de estufas ahorradoras de leña

## **2. PROCESOS INDUSTRIALES Y SOLVENTES**

#### **Industria minera no metálica (cemento, cal y yeso)**

- Establecer un programa de mejoramiento del sistema de transporte interno
- Incentivar el uso de tecnologías más eficientes y amigables con el ambiente y el uso más eficiente de energía en los procesos de producción

#### **Sector industrial en general**

- Promover la participación de la iniciativa privada para contribuir con el desarrollo y mantenimiento de zonas arboladas en la entidad

- Promover y regular la inclusión del sector industrial en planes y programas de eficiencia energética, modernización de infraestructuras y equipos, mitigación de emisiones y certificación ambiental
- Implementar departamentos especializados en el área de protección ambiental dentro de las empresas
- Promover sistemas alternos de construcción donde se utilice menor cantidad de cemento}
- Incorporar el vidrio de desecho al proceso de producción
- Incentivar el mejoramiento tecnológico de los hornos de calcinación
- Promover la modernización y optimización de los sistemas de motor, de distribución y del equipo de uso final en los diferentes procesos productivos existentes

#### **Producción de yeso**

- Implementar programa de regularización del proceso de producción de yeso
- Fomentar el uso de energía solar como fuente alterna de energía

### **3. AGRICULTURA Y GANADERÍA**

#### **Manejo sustentable de cultivos agrícolas**

- Modernizar el esquema de producción de caña de azúcar para prescindir de la quema de los cultivos
- Promover técnicas de agricultura sustentable como compostaje, uso de fertilizantes orgánicos, manejo adecuado de la biomasa y optimización en los procesos de irrigación
- Implementar programa paulatino de regulación o eliminación de quema agropecuaria
- Fomentar el uso de residuos agropecuarios para su incorporación como alimento a un sistema ganadero

#### **Manejo integral de estiércol**

- Promover un manejo integral del estiércol proveniente del sector ganadero para la producción de biogás mediante la fermentación entérica y /o composteo

### **4. USO DE SUELO Y CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSYS)**

#### **Silvicultura**

- Constituir programas para el establecimiento de plantaciones forestales productivas y plantaciones forestales protectoras
- Establecer un programa de manejo forestal sustentable
- Promover el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles
- Incentivar la sustitución gradual de productos industriales por los elaborados con madera proveniente de plantaciones forestales

#### **Cambio de uso del suelo**

- Promover la incorporación de criterios agroforestales en el ordenamiento territorial del estado

### **5. RESIDUOS**

#### **Residuos sólidos**

- Establecer una campaña continua para la prevención de la generación de residuos

- Impulsar la valorización de residuos mediante la modificación del esquema de los servicios de recolección
- Instalar plantas de compostaje regionales y /o municipales
- Recuperar el biogás en sitios de disposición final para diversos propósitos con base en residuos
- Hacer más eficiente el manejo integral de residuos
- Aplicar y en su caso adecuar el marco normativo para evitar la quema de residuos y promover el manejo eficiente y con criterios de sustentabilidad
- Promover un sistema permanente para diagnóstico detallado, evaluación y monitoreo de las emisiones de GEI y de las necesidades para gestión integral de residuos

## 6. AGUAS RESIDUALES

- Asegurar la continuidad de operación de plantas tratadoras de agua residual
- Establecer programas de adaptación tecnológica para el aprovechamiento del biogás generado en las plantas tratadoras de agua residual
- Promover la utilización de biosólidos como fertilizantes orgánicos
- Diseñar una estrategia estatal de mitigación en el manejo de aguas residuales

## Medidas de adaptación

### 1. ENERGÍA

- Adecuar el marco legal correspondiente considerando los efectos y tendencias del cambio climático
- Implementar programas de planeación urbana que permitan contender con los potenciales efectos del cambio climático
- Establecer programas de modernización y adecuación de infraestructura que permitan el uso adecuado, el ahorro de energía y la creación de condiciones de confort y prevención de daños ante cambios esperados en los sectores social, industrial y gubernamental

### 2. AGRICULTURA

- Promover el uso de especies o variedades agrícolas capaces de resistir los efectos del cambio climático, de acuerdo a los escenarios climáticos presentados
- Fomentar la generación de conocimiento y la investigación sobre variedades agrícolas aptas frente a las condiciones esperadas, manejo de temporalidad, resistencia de los cultivos y medidas de adaptación para las diferentes regiones del estado
- Articular el desarrollo agrícola con las necesidades de ordenamiento territorial bajo condiciones de cambio climático

### 3. USO DE SUELO Y CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSYS)

- Actualizar de forma permanente el conocimiento sobre vulnerabilidad de los diferentes ecosistemas frente a impactos previstos de cambio climático
- Promover el ordenamiento territorial del estado incorporando criterios agroforestales y necesidades de conservación bajo las condiciones esperadas de cambio climático
- Prevenir la fragmentación de los ecosistemas para favorecer la capacidad adaptativa de las unidades compactas de bosques y selvas
- Establecer corredores biológicos entre ecosistemas fragmentados y áreas naturales protegidas o áreas estratégicas para la conservación

- Promover el desarrollo de proyectos de investigación científica estatal
- Incentivar la planeación de las zonas de crecimiento urbano/industrial articuladas al ordenamiento territorial

#### 4. RESIDUOS

- Establecer un esquema tarifario por la recolección de residuos y en particular de residuos orgánicos
- Impulsar el desarrollo de tecnologías para el manejo integral de residuos
- Fomentar la incorporación de sistemas de gestión ambiental
- Fomentar el desarrollo y consumo de materiales que respondan a criterios amigables con el ambiente una vez que se conviertan en residuos
- Crear mecanismos de incentivos para los gobiernos y empresas con buenas prácticas ambientales en el tema de residuos
- Fortalecer y aplicar los esquemas de pago por saneamiento en plantas de tratamiento
- Generar indicadores de desempeño ambiental
- Estandarizar los sistemas y características constructivas de las plantas tratadoras
- Desarrollar esquemas tecnológicos que mejoren el desempeño de las plantas tratadoras de agua residual que consideren condiciones de cambio climático
- Impulsar campañas de sensibilización para el tratamiento de agua residual

#### 5. AGUA

- Adecuar el marco legal correspondiente considerando los efectos y tendencias del cambio climático
- Establecer programa de restauración de cuencas hidrológicas que incorpore criterios de adaptación al cambio climático
- Establecer programas de modernización y adecuación de la infraestructura hidráulica a las condiciones esperadas
- Establecer programa de captura y uso de aguas pluviales en zonas prioritarias específicas
- Desarrollar una estrategia estatal para la gestión integral de riesgos climáticos

#### 6. BIODIVERSIDAD

- Promover la identificación y el manejo adecuado de especies invasivas y plagas
- Establecer campaña permanente de prevención de incendios forestales
- Establecer programa para la conservación de la biodiversidad bajo la perspectiva de cambio climático
- Establecer un sistema de bioindicadores para detectar respuestas al cambio climático
- Promover la adaptación de áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad a partir del enfoque Ab-E
- Articular la adaptación ecosistémica a las acciones propuestas en las categorías USCUSyS,, agricultura-ganadería y agua

#### 7. EDUCACIÓN AMBIENTAL FORMAL (educación formal a nivel básico, medio superior y superior) Y NO FORMAL (educación ambiental en el marco del cambio climático para la sociedad en general y para el sector industrial).

##### Educación Ambiental Formal

- Asignatura ambiental en el marco de Cambio Climático
- Capacitación continua a maestros y directivos (cursos, talleres, diplomados, especialidades)

- Plan maestro (Estrategia de educación y comunicación ante el cambio climático)

#### **Educación Ambiental No Formal**

- Diseñar campañas de educación masivas y continuas orientadas al público en general
- Establecer un sitio web de acciones ante el cambio climático
- Establecer campañas de capacitación y educación continua a población urbana, rural y agrícola
- Lanzar convocatorias para fomentar la vinculación entre los distintos sectores de la sociedad (industria, academia, gobiernos y población en general)
- “Premio VERDE” para los ciudadanos y /o organizaciones
- Diseñar campañas internas y capacitación continua para sus trabajadores
- Establecer el “Premio VERDE” empresarial

## VII INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ESTATAL

Para lograr las metas planteadas en el presente PEACCMor se requiere adicionalmente de estrategias e instrumentos, que son de carácter transversal; entre las que destacan por su importancia, los siguientes:

#### **Estrategias transversales**

- Coordinación entre los diferentes sectores de gobierno bajo la óptica de la sustentabilidad y con la sociedad a través del diseño y establecimiento de esquemas de participación interinstitucional Gobierno-Instituciones Académicas- Sociedad e Iniciativa Privada.
- Atención estratégica al sector *Turismo* como uno de las principales áreas de transversalidad que influye en la mayoría de las categorías tratadas en este Programa.
- Creación de un organismo descentralizado para la generación, integración y actualización de información estadística, indicadores ambientales, factores de emisión de GEI, condiciones de vulnerabilidad y necesidades regionales ante los impactos esperados.
- Integración de un *Sistema Morelense de Información Ambiental contra el Cambio Climático*.
- Formación de recursos humanos, mediante ofertas educativas/académicas en coordinación con Instituciones de Educación Superior así como estrategias comunicativas y de capacitación.

#### **Instrumentos de política estatal**

La implementación del PEACCMor requiere de diferentes instrumentos para preparar un marco institucional y de políticas públicas para contender con el cambio climático, se proponen los siguientes:

1. Promover la formulación de la *Ley de Estatal de Cambio Climático del Estado de Morelos*.
2. Establecer incentivos económicos y fiscales a las actividades económicas de los sectores público y privado. En particular, crear el *Fondo Estatal de Cambio Climático*.
3. Incentivar la aplicación de *Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*

4. Ampliar los programas de educación, capacitación comunicación y difusión para enfrentar los efectos del Cambio Climático.
5. Impulsar la investigación y desarrollo tecnológico en materia de Cambio Climático
6. Impulsar la cooperación interestatal, nacional e internacional
7. Establecer la *Comisión Estatal de Cambio Climático*
8. Consolidar el carácter de política transversal de la acciones de mitigación y adaptación frente al Cambio Climático.
9. Reorientar el presupuesto del Gobierno Estatal para la implementación de medidas de adaptación y mitigación
10. *Fortalecer la Comisión Técnica de Calentamiento Global Antropogénico del Consejo Consultivo Estatal para el Desarrollo Sustentable*
11. Establecer el *Reglamento Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* que defina los factores límite de emisión de GEI específicos para el estado de Morelos.
12. Propiciar el desarrollo de recursos humanos y la construcción de capacidades en torno a la problemática del calentamiento global antropogénico.

Las estrategias plasmadas en este documento representan un valioso esfuerzo colectivo de planeación ante el cambio climático y constituyen la base para que el estado de Morelos no se vea frenado en su desarrollo por el mayor fenómeno de cambio ambiental global que enfrenta la humanidad.

## PRESENTACIÓN

El calentamiento global antropogénico es un problema causado por los modos de producción, distribución y consumo basados en el uso irresponsable y dispendioso de la energía proveniente de combustibles fósiles. Las actividades humanas han incrementado dramáticamente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a partir de la segunda mitad del Siglo XX como consecuencia, principalmente, de un incremento sin precedentes de la quema de dichos combustibles fósiles. La comunidad internacional ha asumido su responsabilidad ambiental ante el cambio climático a través del *Protocolo de Kioto*.

México ha tomado gran conciencia sobre su compromiso internacional en materia de cambio climático y la reducción de los niveles de GEI, razón por la cual ha elaborado cinco *Comunicaciones Nacionales* ante la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC) y ha compartido este compromiso con todas las entidades que integran la República Mexicana. Además, en 2012 se promulgó la Ley General de cambio Climático, una de las primeras que se emiten en la comunidad mundial.

El estado de Morelos reconoce este compromiso, por lo que ha incluido en el *Plan Estatal de Desarrollo 2013 - 2018* (PED, 2013 - 2018, p. 65) el Eje Rector denominado *Morelos Verde y Sustentable*, cuyo propósito consiste en lograr “que la entidad se caracterice por promover mejores prácticas culturales, políticas públicas y uso extensivo de tecnologías que fomenten el respeto por el ambiente, el uso ordenado de agua, energías limpias y el reciclado de desechos sólidos.” En dicho Eje Rector se definen objetivos, estrategias y líneas de acción con respecto a la organización de las

instancias civiles y de gobierno para encarar los problemas relacionados con la sustentabilidad en general y en particular con el calentamiento global antropogénico.

De manera específica, la Estrategia 4.4.6 se orienta a establecer y operar el Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático considerando las siguientes líneas de acción

Definir lineamientos de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático.

Analizar la vulnerabilidad y los escenarios del cambio climático.

Definir lineamientos de mitigación y adaptación ante el Cambio Climático.

Implementar el Programa Estatal de Cambio Climático. (PED 2013 - 2018, p. 72)

Asimismo, el Gobierno del Estado de Morelos a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable, coordina los esfuerzos públicos, ciudadanos, académicos y empresariales encaminados a generar el marco institucional y social que permita abordar esta importante problemática ambiental.

En este sentido, y para contar con un estudio básico que permita fundamentar las acciones frente al Cambio Climático en Morelos se realizó el primer *Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* (Ortiz-Hernández-Ortiz et al., 2013) donde se identifican las fuentes clave de emisión, que en su conjunto contribuyen con el 95 por ciento de las emisiones totales.

En este *Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático en el Estado de Morelos* (PEACCMor), se incluye además la síntesis de estudios sobre el clima y los escenarios básicos esperados de cambio climático, así como sobre la vulnerabilidad en sectores clave para el desarrollo del estado (biodiversidad, agua, agricultura, salud y turismo). La información técnico-científica que proporcionan estos estudios es la base para el diseño de estrategias de mitigación, adaptación, educación ambiental y comunicación. Una cuestión insoslayable en la definición de políticas públicas para encarar el Cambio Climático consiste en comprender las diferencias en las condiciones de vulnerabilidad de las mujeres y los hombres ante el calentamiento global por lo que la perspectiva de género forma parte fundamental del Programa.

El *Programa Estatal de Acciones ante el Cambio Climático de Morelos* (PEACCMor) se llevó a cabo de acuerdo con los lineamientos metodológicos establecidos por el *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático* (INECC) y fue formulado bajo la supervisión del Gobierno del Estado de Morelos a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable. La primera etapa de elaboración del presente Programa fue coordinada por la *Universidad Autónoma del Estado de Morelos*, partiendo de un trabajo conjunto entre el *Gobierno del Estado de Morelos*, dependencias del Gobierno Federal y organizaciones de la sociedad civil. Integra contribuciones de expertos de instituciones públicas y privadas, de organizaciones no gubernamentales y de la población morelense, obtenidas a través de consultas organizadas *ex profeso*. A partir de 2012, la SDS se encargó de la supervisión y coordinación general a través de la Subsecretaría de Planeación para el Desarrollo Sustentable y la Dirección General de Energía y Cambio Climático. Así mismo, se incorporó la participación de la Comisión Técnica de Calentamiento Global Antropogénico, adscrita al Consejo Consultivo Estatal para el Desarrollo Sustentable, que es la instancia de participación ciudadana en materia de Cambio Climático establecida en cumplimiento de lo dispuesto en el Art. 8 de la Ley General de Cambio Climático

El PEACCMor establece las bases conceptuales y científicas, así como el marco de acción que permiten integrar, coordinar y fomentar la participación del sector público y privado, además de la sociedad civil para el diseño de mecanismos de mitigación de emisiones de GEI y adaptación frente a los impactos previsibles del cambio climático.

El documento contiene trece capítulos donde se abordan diferentes aspectos relacionados con el cambio climático en el estado, el inventario y la generación de GEI, los escenarios climáticos, un panorama de la vulnerabilidad de sectores clave. También se establecen los objetivos y las metas del

PEACCMor. Se presentan las medidas de mitigación de GEI y las estrategias de adaptación para contender con el cambio climático, propuestas específicas de educación y comunicación ambiental sobre el tema y las acciones que plantea el Programa.

Finalmente se esbozan las oportunidades de transversalidad de las políticas públicas para la implementación del Programa.

## ACRÓNIMOS

<b>AED</b>	Análisis espacial distribuido
<b>ANIDE</b>	Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A. C.
<b>CEAMA</b>	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente
<b>CECADESU</b>	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>CO</b>	Monóxido de carbono
<b>CTCGA</b>	Comisión Técnica de Calentamiento Global Antropogénico
<b>CO<sub>2</sub>-eq</b>	Dióxido de carbono equivalente
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>COBIO</b>	Corredor biológico
<b>CONABIO</b>	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
<b>CONACYT</b>	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
<b>CONAFOR</b>	Comisión Nacional Forestal
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua
<b>COVDM</b>	Compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano
<b>DGB</b>	Dirección General del Bachillerato
<b>DGECC</b>	Dirección General de Energía y Cambio Climático
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación
<b>EA</b>	Educación ambiental
<b>EDA's</b>	Enfermedades diarreicas agudas
<b>EE.UU</b>	Estados Unidos de Norteamérica
<b>EE</b>	Energía eléctrica
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
<b>Gas LP</b>	Gas licuado del petróleo
<b>GEI</b>	Gases de efecto invernadero
<b>Gg</b>	Gigagramos
<b>HCFCs</b>	Hidroclorofluorocarbonos
<b>HFCs</b>	Hidrofluorocarbonos
<b>ICA</b>	Índice de calidad del agua
<b>IEBEM</b>	Instituto de la Educación Básica del Estado de Morelos
<b>IES</b>	Instituciones de Educación Superior
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>INFONAVIT</b>	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
<b>INSP</b>	Instituto Nacional de Salud Pública
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
<b>IRA's</b>	Infecciones respiratorias agudas
<b>IVRH</b>	Índice de vulnerabilidad del recurso hídrico
<b>LED</b>	Diodos emisores de luz (por sus siglas en inglés)

<b>LGCC</b>	Ley General de Cambio Climático
<b>MDL</b>	Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrógeno
<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido nitroso
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxígeno
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>PEMEX</b>	Petróleos Mexicanos
<b>PFCs</b>	Perfluorocarbonos
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PROCER</b>	Programa de Conservación de Especies en Riesgo
<b>PROFEPA</b>	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
<b>PEACCMOR</b>	Programa Estatal de acciones frente al Cambio Climático del Estado de Morelos
<b>REDD</b>	Reducción de Emisiones de GEI por Deforestación y Degradación
<b>RETC</b>	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes
<b>SAGARPA</b>	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
<b>SCT</b>	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
<b>SEDAGRO</b>	Secretaría de Desarrollo Agropecuario
<b>SEDESOL</b>	Secretaría de Desarrollo Social
<b>SDS</b>	Secretaría de Desarrollo Sustentable
<b>SEMARNAT</b>	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>SENER</b>	Secretaría de Energía
<b>SF<sub>6</sub></b>	Hexafluoruro de carbono
<b>SIE</b>	Sistema de Información Energética
<b>SO<sub>2</sub></b>	Bióxido de azufre
<b>SPDS</b>	Subsecretaría de Planeación para el Desarrollo Sustentable
<b>UNICEDER</b>	Unidad de Investigación, Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural
<b>UAEM</b>	Universidad Autónoma del Estado de Morelos
<b>UICN</b>	International Union for Conservation of Nature (por sus siglas en inglés)
<b>USCUSS</b>	Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (equivalente a LULUCF en Inglés).

## 1. INTRODUCCIÓN

El *Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático* (IPCC, por sus siglas en inglés) define al *clima* como “una descripción estadística del tiempo atmosférico en términos de los valores medios y de la variabilidad de las magnitudes correspondientes durante períodos que pueden abarcar desde meses hasta millones de años” (IPCC, 2007).

Dependiendo de las diferentes regiones del planeta, las variables naturales han generado diferentes tipos de climas, mismos que a través del tiempo han presentado cambios como una manifestación natural de la evolución del planeta. A la variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, se le denomina *cambio climático* (IPCC, 2007). Las causas del cambio climático pueden ser naturales y antropogénicas. Las primeras son generadas por la misma naturaleza y las segundas son consecuencia de las acciones del hombre; sin embargo, en la mayoría de los casos, las dos formas están relacionadas. El cambio climático antropogénico es, junto con la pérdida de la biodiversidad y la degradación de ecosistemas y sus servicios ambientales, el problema ambiental más trascendente del siglo XXI (CICC, 2007).

El IPCC ha manifestado en su primer informe (1990) que el calentamiento global es “inequívoco, como evidencian los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar”. Este incremento de la temperatura media global es de 0.74°C y ocurre como resultado de las actividades humanas; además, las precipitaciones han aumentado entre un 5 y un 10% en la mayor parte de las latitudes medias y altas de los continentes del hemisferio norte, pero las precipitaciones han disminuido en un promedio del 3% sobre una gran parte de las áreas terrestres subtropicales. El IPCC reitera que las manifestaciones del cambio de clima y los eventos hidrometeorológicos extremos serán más frecuentes y severos conforme avance el siglo XXI.

El IPCC, en su *Tercer Informe de Evaluación: Cambio Climático 2001*, (IPCC, 2001) ha mostrado con evidencias científicas que el cambio climático está influenciado por las actividades humanas, especialmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) contribuyendo de esta manera al calentamiento global. Se ha demostrado que las actividades humanas generan principalmente emisiones de cuatro GEI: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y los halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo). El CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero antropogénico es el más importante; sus emisiones anuales aumentaron alrededor de un 80% entre 1970 y 2004. Las concentraciones atmosféricas de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O han aumentado notablemente desde 1750 y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales (López, 2009).

Como parte de las negociaciones de la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC, 2007), cada país debe elaborar y facilitar inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas para las fuentes de todos los GEI, independientemente de aquellos países con compromisos y metas vinculantes de disminución de emisiones. En cuanto a México, firmó la CMNUCC en 1992 en el marco de la Cumbre de la Tierra y la ratificó en 1993 como país No Anexo I, desde entonces México ha desarrollado capacidades para cumplir los compromisos de la convención, comprometiéndose de manera internacional a integrar inventarios de emisiones

evaluadas por el IPCC y con ello dar cumplimiento también a los compromisos del *Protocolo de Kioto*.

En este contexto el estado de Morelos plantea generar medidas para mitigar de manera paulatina y permanente una cantidad importante de emisiones de GEI. Para reducir o detener el incremento de la concentración de GEI en la atmósfera es necesario disminuir las emisiones derivadas de las actividades humanas, a través de acciones de mitigación y, para ello, es importante en primer término conocer el tipo y cantidad de GEI que se generan en el país y particularmente en el estado de Morelos. Complementariamente se busca promover la adaptación al cambio climático para minimizar los impactos y tomar ventaja de nuevas oportunidades que brinda este fenómeno de cambio global (Wreford *et al.*, 2010).

La adaptación consiste en el ajuste en los sistemas naturales o humanos (ecológicos, sociales o económicos) en respuesta a los estímulos climáticos, o sus efectos esperados o reales, para moderar el daño o explotar las oportunidades benéficas que representan estos cambios (IPCC, 2007). En el contexto del cambio climático, la adaptación ha sido hasta ahora objeto de menor atención respecto a la mitigación; sin embargo la adaptación es clave en las políticas futuras en materia de cambio climático, ya que permite atender directamente los impactos locales sobre los sectores más desprotegidos de la sociedad (Perczyk, 2004) y los impactos regionales o sobre las diferentes actividades económicas. La adaptación es considerada como una serie de cambios locales, que requiere ser diseñada dentro de cada país, estado o poblado en función de sus necesidades y condiciones de vulnerabilidad. En tanto que la mitigación es un proceso global que requiere de la cooperación internacional y un compromiso común (Pittock, 2009).

Adaptarse a los efectos del cambio climático en conjunto con las medidas de mitigación son las acciones fundamentales que deben atender los países que conforman la CMNUCC, la cual establece que además de planear cómo disminuir las emisiones de GEI a la atmósfera para minimizar los cambios climáticos futuros, el mundo tiene que adaptarse a los impactos previstos como el aumento de la temperatura media, la variación de las estaciones anuales y el incremento en la frecuencia de eventos extremos (López, 2009). En la medida que se construyan capacidades de adaptación frente al cambio climático se puede reducir la vulnerabilidad de las regiones y estados; brindando condiciones para avanzar en su desarrollo (Landa *et al.*, 2010).

La *Ley General de Cambio Climático* (LGCC, DOF 6 de junio de 2012) establece definiciones, distribuye competencias y señala atribuciones en los tres órdenes de gobierno; asimismo, define los principios y los instrumentos básicos para la política de cambio climático y plantea los objetivos tanto para la política de adaptación como para la de mitigación. La LGCC establece, entre otros aspectos, que algunos de los objetivos de la política nacional de adaptación son: reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático, y fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos. En su artículo 5º establece que “la federación, las entidades federativas, el Distrito Federal y los municipios ejercerán sus atribuciones para la mitigación y adaptación al cambio climático de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta ley y en los demás ordenamientos legales aplicables”.

Adicionalmente, en esta ley se establecen las atribuciones de las entidades federativas, dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes: “formular, conducir y evaluar la política estatal en materia de cambio climático en concordancia con la política nacional; formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional; incorporar en sus instrumentos de política ambiental criterios de mitigación y adaptación al cambio climático; elaborar e instrumentar su programa en materia de cambio climático promoviendo la participación social, escuchando y atendiendo a los sectores público, privado y sociedad en general; fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y

despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación y la adaptación al cambio climático; desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para impulsar el transporte eficiente y sustentable, público y privado; realizar campañas de educación e información para sensibilizar a la población sobre los efectos adversos del cambio climático”, entre las principales.

Dentro de estas atribuciones se establece el presente *Programa de Acción ante el Cambio Climático en el Estado de Morelos* (PEACCMor), en el que se integran propuestas de expertos de instituciones públicas y privadas, de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y de la población en general, obtenidas a través de cursos, talleres y de las consultas organizadas *ex profeso*.

En este documento, a partir de una breve descripción del estado de Morelos, se realiza un diagnóstico de la problemática que el cambio climático implica a nivel global y local. Se reportan de manera resumida las emisiones de GEI en el estado de Morelos, el análisis del clima en un período aproximado de 50 años, se informa acerca de escenarios climáticos más generales al 2020, 2050 y 2080, además de que se presenta un análisis de vulnerabilidad en sectores clave en Morelos (agua, agricultura de temporal, biodiversidad, salud y turismo). Por último se presentan estrategias de mitigación para las diferentes categorías emisoras de la entidad y las medidas de adaptación para contender con el cambio climático en el estado de Morelos así como de educación, comunicación y transversalidad de las políticas públicas.

## 2. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LAS POSIBLES ESTRATEGIAS PARA ENFRENTARLO

### 2.1. Conceptos generales

**Cambio climático.** La CMNUCC, en su artículo 1º, define al cambio climático como: “cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992). El cambio climático, por lo tanto, es la alteración del clima de la Tierra que está relacionado con factores naturales o es el resultado de las actividades humanas. En los últimos ciento cincuenta años este problema obedece principalmente a la quema de combustibles fósiles, fenómeno que ha provocado una mayor concentración de GEI (IPCC, 2007).

**Efecto invernadero.** El efecto invernadero es un fenómeno natural causado por los gases que forman parte de la atmósfera. La superficie de la Tierra es calentada por el sol, que emite radiaciones infrarrojas en todas direcciones; este calor es atrapado en la troposfera en un proceso natural llamado *efecto invernadero*. La troposfera está constituida principalmente de oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>) y vapor de agua y compuestos traza tales como CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Los tres primeros son conocidos como los principales GEI, sin embargo, los hidrofluorocarbonos (HFCs), hidroclorofluorocarbono (HCFCs) y el hexafluoruro de carbono (SF<sub>6</sub>), provenientes de los sistemas de refrigeración, contribuyen de manera significativa a este efecto (González *et al.*, 2003; Landa *et al.*, 2010).

**Gases de efecto invernadero (GEI).** Los GEI forman parte de la atmósfera y se dividen en dos tipos de acuerdo con su relación en la generación del forzamiento radiativo:

1. **GEI directos:** Son los gases que inducen directamente el forzamiento radiativo y el calentamiento global, y son: el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, el metano CH<sub>4</sub>, el óxido nitroso N<sub>2</sub>O y los halocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y el hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>.
2. **GEI indirectos:** Son aquellos gases que contribuyen indirectamente al forzamiento radiativo por medio de su impacto en la química atmosférica, ya que pueden modificar la formación atmosférica de los GEI directos o contribuir con la formación de aerosoles. Entre ellos se encuentran: los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), el monóxido de carbono (CO), el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>) y los compuestos orgánicos volátiles diferentes al metano (COVDM).

Las emisiones de GEI provienen de dos fuentes: naturales y antropogénicas. La mayor parte de los GEI se generaban de forma natural, sin embargo, a partir de la revolución industrial del siglo XVIII, son generados principalmente por la acción del hombre (Duarte *et al.*, 2006). El principal GEI generado por las actividades humanas es el CO<sub>2</sub>, que representa aproximadamente el 75% del total de emisiones de GEI en el mundo. El CO<sub>2</sub> se libera principalmente de la quema de combustibles fósiles tales como el carbón, el petróleo o el gas natural. Los combustibles fósiles siguen siendo las fuentes más utilizadas para producir energía eléctrica y calorífica a nivel mundial. A mayor concentración de GEI en la atmósfera mayor es el efecto invernadero, con lo que se eleva la temperatura promedio global de la tierra y el nivel del mar debido a la expansión de los océanos que se produce al calentarse las aguas y derretirse los grandes hielos terrestres, Un planeta con temperaturas más elevadas resulta en un ciclo hidrológico más intenso, con eventos extremos más frecuentes y huracanes más fuertes (Landa et al., 2010).

Los árboles y las plantas desempeñan un papel importante en la absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico y la producción de O<sub>2</sub>; sin embargo, en la actualidad existe un proceso de deforestación, tala, remoción y quema de los bosques en todos los continentes. Por tal motivo, es de suma importancia la conservación de los bosques del planeta, los cuales contribuyen en la absorción de parte del exceso de CO<sub>2</sub> que se genera anualmente por causas antropogénicas.

## 2.2. Efectos e impactos del cambio climático a nivel mundial y en México

El fenómeno del cambio climático actual tiene repercusiones mundiales en las condiciones de la atmósfera, ecosistemas terrestres y marinos, aunque impacta de manera diferente a las distintas regiones del planeta. Los impactos generados por este fenómeno son de carácter irreversible y ponen en riesgo tanto la biodiversidad, los ecosistemas, los recursos hídricos, los sistemas productivos y la infraestructura, así como la forma de vida en general de la sociedad. Además, el cambio en las condiciones climáticas puede incidir en el surgimiento de nuevas enfermedades o la expansión de epidemias.

Dentro de los impactos previstos bajo condiciones de cambio climático se pueden destacar los siguientes:

- Deshielo de los casquetes polares y glaciares
- Incremento del nivel del mar
- Aumento de la temperatura
- Cambios en los patrones de lluvia
- Incremento en la magnitud y frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos tales como huracanes, sequías, nevadas atípicas y olas de calor
- Afectaciones en la disponibilidad del agua en cantidad y calidad adecuadas
- Impactos en la salud humana con la propagación de enfermedades infecciosas y afectaciones por olas de calor y sequías prolongadas

- Repercusiones en las áreas agrícolas y en la producción de alimentos y materias primas
- Pérdida de ecosistemas, servicios ambientales y especies

México no es ajeno a estas afectaciones, de hecho, es uno de los países más vulnerables ante el cambio climático ya que uno de los mayores efectos esperados es la intensificación del fenómeno “El Niño” y sus consecuencias sobre el ciclo del agua. En términos muy generales se espera que el clima de México sea más cálido (2° a 4°C) para el 2020, 2050 y 2080, principalmente en el norte del país. Se espera que el clima alrededor del año 2020 sea entre 1.5 y 2.5°C más caliente que en la actualidad, con un incremento de olas de calor y el número de días considerados muy cálidos. Se esperan también disminuciones en la lluvia, así como cambios en su distribución temporal, con respecto al escenario base de 1961-1990; se esperan reducciones de hasta 15% en regiones del centro y de menos del 5% en la vertiente del Golfo de México. El ciclo hidrológico se intensificará, lo que aumentará el número de tormentas severas y la intensidad y frecuencia de los períodos de sequía.

Los impactos del cambio climático en nuestro país ya se manifiestan en diversas regiones y son considerados un tema de seguridad estratégica por parte del gobierno mexicano.

### **2.3. Estrategias generales para enfrentar el cambio climático**

El cambio climático representa una crisis ambiental, energética y económica de dimensiones substanciales. Para hacer frente a esta crisis, se han desarrollado dos estrategias generales básicas: la adaptación y la mitigación, que se abordarán a mayor detalle en los capítulos seis y siete del presente documento.

De manera general, la adaptación consiste en un proceso de ajuste a los impactos climáticos adversos, en articular mecanismos de respuesta ante los cambios, así como acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad. Ésta requiere, tanto de recursos económicos y técnicos, así como la construcción colectiva de habilidades locales para ajustarse a la variabilidad y a los extremos climáticos, a fin de moderar los daños potenciales y prevenir desastres (Landa et al., 2010). La adaptación requiere del compromiso de autoridades en los tres órdenes de gobierno: municipal, estatal y federal. Es importante que la adaptación se de en los niveles locales y que las autoridades municipales asuman y le den sentido a las estrategias de adaptación, pues en ellas se ven con claridad las amenazas y las oportunidades para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Por su parte la mitigación consiste en buscar y eliminar las causas de la crisis, esto es, reducir las emisiones de GEI a la atmósfera. Para ponerla en práctica se debe modificar procedimientos, usar tecnologías limpias y eficientes, así como fomentar prácticas ecológicas, ya sea para compensar, capturar o para evitar más emisiones de GEI. Para que las estrategias de adaptación y la mitigación sean efectivas, deben trabajarse simultáneamente, y no consecutivamente, incluyendo además un cambio en nuestra perspectiva ética-ambiental (Salazar y Macera, 2010).

#### **2.3.1. Adaptación**

La adaptación permite reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático, lo cual deriva de la fortaleza de las instituciones, de los recursos disponibles y de la capacidad de generar una respuesta anticipada y coordinada por parte de la sociedad y sus instituciones. En muchos casos requiere de esfuerzos importantes en cuanto a la planeación, logística e ingeniería para la protección o modificación de las actividades y los recursos que puedan verse afectados.

La adaptación es, desde luego, una actividad preventiva esencial, y es benéfica tanto a corto como a largo plazo. Los escenarios climáticos generales han sido ya planteados y, por tanto, las estrategias de adaptación pueden ser planificadas considerándolos para enmarcarse dentro de los planes de desarrollo sectorial, social y económico, ya sea en ámbitos nacionales, regionales o locales. Tanto la

aplicación como la efectividad de las medidas de adaptación pueden ser limitadas o potenciadas por factores de orden financiero, tecnológico, cognitivo, político, cultural, social o institucional.

Por su parte, la vulnerabilidad ante los eventos climáticos que pueden derivar en desastres, puede verse acrecentada por otros factores como la pobreza, la desigualdad en el acceso a recursos, los giros en la economía mundial y los mercados, las falta de servicios públicos, las condiciones de infraestructura, el grado de organización y el desarrollo y coordinación institucional..

### 2.3.2. Mitigación

La mitigación corresponde a toda intervención antropogénica que reduce las fuentes o aumenta los sumideros de GEI (Klein *et al.*, 2007). Una opción de mitigación de carbono debe dar como resultado la reducción del incremento neto de las emisiones de este gas en un área determinada y/o la sustitución de combustibles fósiles (Masera, 1995; Masera *et al.*, 2000).

Las medidas de mitigación pueden reducir la velocidad con que aumentan las concentraciones actuales de GEI y permitir su estabilización; por consiguiente reducir a futuro los impactos del calentamiento global. A nivel mundial, la estrategia general consiste en conducirnos hacia una estabilización de las emisiones. Entre las medidas de mitigación globales más importantes están las siguientes:

1. La reducción de emisiones de GEI mediante la sustitución de energías convencionales por tecnologías limpias, desde fuentes renovables; promover el ahorro y la eficiencia energética; desarrollar tecnologías de reducción y captura de emisiones en la industria y en el transporte.
2. La conservación y ampliación de las zonas boscosas y de vegetación: las emisiones generadas en los ecosistemas por combustión de materia orgánica y degradación de suelos se reducen al contener la deforestación, mediante programas de manejo, prácticas agroforestales o plantaciones comerciales forestales. Además de incrementar la captura de CO<sub>2</sub>, es conveniente la sustitución de combustibles fósiles por bioenergéticos para usos locales y regionales, aunado a la implementación de estrategias de desarrollo social.
3. El cambio de patrones de consumo y estilo de vida: los hábitos de millones de personas generan toneladas de carbono al año, principalmente por el uso del transporte y de la energía eléctrica. Se pueden abatir significativamente las emisiones al reducir la demanda de electricidad, mediante el manejo integral de residuos, y disminuir la intensidad del uso de autos particulares.

### 2.4. Política internacional y nacional ante el cambio climático

Para afrontar el cambio climático, la *Organización de las Naciones Unidas* (ONU) ha implementado una serie de acciones. En 1988 se creó el IPCC, una organización de científicos de todo el mundo establecida conjuntamente por la *Organización Meteorológica Mundial* (OMM) y el *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (PNUMA), con el mandato de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias ambientales y socioeconómicas. En el año 2007, el IPCC publicó su cuarto reporte y por su contribución a este tema obtuvo el *Premio Nobel de la Paz*.

La CMNUCC se adoptó en el año 1992 en el marco de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro, Brasil con la intención de brindar un marco de cooperación internacional frente al cambio climático global. Desde sus inicios, la CMNUCC determinó la necesidad de afrontar el cambio climático desde una perspectiva de equidad entre naciones, pero reconociendo responsabilidades diferenciadas según su grado de desarrollo.

Como eje central para la mitigación de las emisiones de GEI, en 1997 fue propuesto por la CMNUCC el *Protocolo de Kioto*, el cual entró en vigor en 2005. El protocolo establece la obligación que tienen los países desarrollados de reducir en un 5.2% sus emisiones de seis GEI, tomando como base las emisiones de 1990 y teniendo como plazo el período comprendido entre 2008 y 2012 (Huacuja, 2006).

Siguiendo con esto, se creó el *Plan de Acción de Bali*, con el fin de implementar una segunda fase de acuerdos posteriores al *Protocolo de Kioto* en 2012. La meta es lograr reducciones del 50% para el año 2040. Para el período 2013-2017, los países industrializados tendrían que reducir sus emisiones en un 18% respecto a 1990 y en un 30% entre 2018-2022. En Bali se reabrió el debate respecto a la importancia de los bosques y selvas como regiones de captura y reservas de carbono, bajo los rubros de uso de suelo y cambio de uso de suelo, así como la relevancia de las prácticas forestales. .

Respecto a la adaptación, en el marco de las reuniones de las partes de la CMNUCC cabe destacar que en la Décima Conferencia de las Partes, realizada en diciembre del 2004 se aprobó el Programa de Trabajo de Buenos Aires, que trata sobre medidas de adaptación y respuesta al cambio climático. En diciembre del 2009 se sentaron las bases para llegar a un acuerdo de cooperación y a la creación de un fondo financiero que favorezca la adaptación en regiones pobres; estos acuerdos se fortalecieron en diciembre del 2010 en la reunión de las partes que se desarrolló en México (Landa et al., 2010).

Actualmente se apoya el desarrollo de diversos programas para la adaptación y el IPCC realiza estudios para caracterizar vulnerabilidades y proponer medidas de adaptación en diferentes partes del planeta. Además, se han dado avances significativos respecto a los instrumentos de financiamiento como el “fondo verde” y a la transferencia de tecnologías para implementar las estrategias de adaptación

En México, desde 1996 el Gobierno Federal presentó un estudio de país “México ante el cambio climático” y hace más de una década México ha estado a la vanguardia en la generación de conocimiento, ha tenido avances en materia de planeación y acción frente al cambio climático y cuenta con logros sustanciales en mitigación y creación de capacidades para la adaptación. En términos de planeación es ejemplo la Estrategia Nacional de Cambio Climático ENACC (CICC, 2007), así como los avances institucionales y legales en el tema, es el único país de América que ha presentado cinco Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC. México ha apoyado el diseño de propuestas innovadoras para el financiamiento de procesos de adaptación en las reuniones de las partes del Protocolo de Kioto y durante el 2012 decretó la Ley de Cambio Climático (DOF, 6 junio 2012), la primera en su tipo en América Latina y el Caribe.

A partir de la COP-16 que se realizó en Cancún Quintana Roo en 2010, el país ha sido líder en la creación de alianzas entre organizaciones, gobiernos e instituciones de América Latina y el Caribe para promover e intercambiar experiencias sobre la adaptación frente al cambio climático en el manejo de recursos hídricos (BID et al., 2010; Landa et al., 2011).

Es de especial importancia para los fines del presente Programa destacar que las últimas Comunicaciones Nacionales de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (INE, 2006; 2009; 2011), establecen la necesidad de generar Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático para definir acciones en este nivel de la gestión pública y dirigir esfuerzos institucionales y financieros sobre metas concretas al interior del país.

El apoyo institucional federal para el fortalecimiento de capacidades locales para elaborar dichos programas está encomendado al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, Semarnat) como órgano técnico del sector ambiental, que apoya la toma de decisiones en la materia.

Dicha institución brinda capacitación a las entidades para que elaboren sus propios programas, los cuales deben contemplar la definición de acciones y compromisos en materia de mitigación y adaptación, a implementarse en diferentes sectores de la economía y el desarrollo durante los próximos años.

Se espera que los Programas Estatales integren acciones para identificar y desarrollar a nivel local: i) las opciones de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero; ii) las zonas y sectores vulnerables y iii) las opciones de adaptación al cambio climático; a nivel regional o estatal.

Para esta labor se designan unidades de enlace con el gobierno federal, localizadas en el sector ambiental, como entidades coordinadoras de este esfuerzo en los estados. De particular importancia es la inclusión del sector académico y la utilización del conocimiento generado por las instituciones académicas locales, la participación de la sociedad civil y la consideración de la opinión pública en el proceso de elaboración y discusión de los planes estatales.

Adicionalmente en el documento *El Pacto por México*, suscrito por el Presidente de la República y las principales fuerzas políticas del país en diciembre del 2012, se plantea el Acuerdo principal número 2 sobre el *Crecimiento económico, el empleo y la competitividad*, dentro del cual se enmarcan acciones para enfrentar el cambio climático como el mayor reto ambiental global y hacia el desarrollo sustentable (Acuerdo 2.4).

Los avances en materia legislativa y programática por parte de la Administración Pública Federal, demandan elementos claros para articular esfuerzos con las entidades federativas, de aquí la importancia del presente Programa de Acción para el estado de Morelos.

### 3. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE MORELOS

Actualmente se ha publicado el *Inventario de Gases de Efecto Invernadero del Estado de Morelos* (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013), en el cual se especifican las emisiones de los gases como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, principalmente. También se abordan categorías como *energía, procesos industriales, agricultura, uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura* (USCUSS) y *residuos*. Para realizar una comparación entre las emisiones de GEI provenientes de todas las categorías, los valores de cada gas fueron convertidos a unidades de CO<sub>2</sub>-equivalentes (CO<sub>2</sub>-eq), facilitando la interpretación de los datos, así como la comparación entre las fuentes emisoras.

#### 3.1. Principales fuentes de emisión de GEI en el estado de Morelos

En Morelos, las cinco principales fuentes de emisiones son: la combustión proveniente del transporte terrestre (categoría *energía*), las producciones de cemento y de caliza (categoría *procesos industriales*), el manejo de aguas residuales (provenientes principalmente de la industria) y la disposición de residuos sólidos (categoría *residuos*).

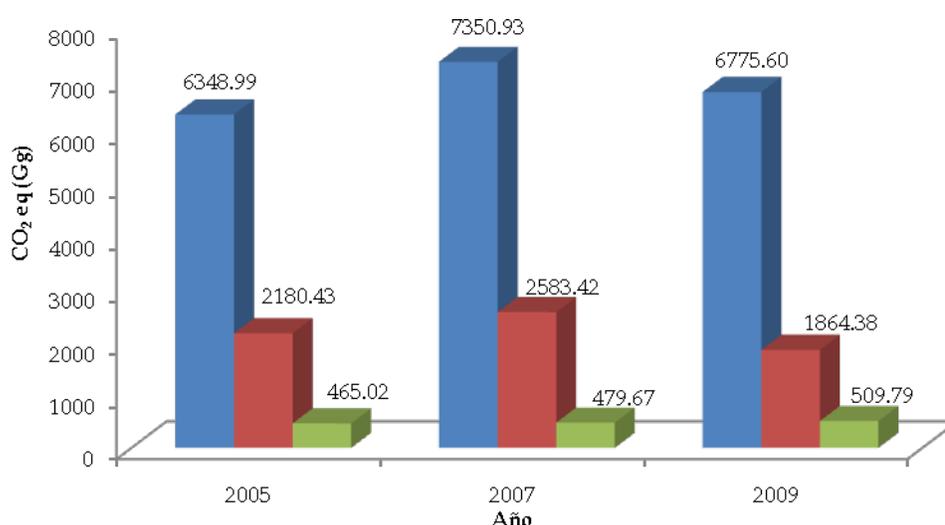
En la tabla 3.1 se muestra un resumen de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq generadas en los años 2005, 2007 y 2009 donde se incluyen a todas las categorías y las fuentes de emisión señaladas; también se puede observar el total de emisiones por cada año evaluado, el total de emisiones por categoría y el gas originado a partir del cual se realizó el cálculo para obtener los datos en unidades de CO<sub>2</sub>-eq.

**Tabla 3.1.** Emisiones totales de CO<sub>2</sub>-equivalente en Morelos durante los años 2005, 2007 y 2009.

Categoría	Fuente de emisión	Gas	Cantidad de CO <sub>2</sub> -eq emitida/capturada (Gg)		
			2005	2007	2009
ENERGÍA	Industrial	CO <sub>2</sub>	54.9	74.3	55.08
		CH <sub>4</sub>	0.04	0.05	0.04
		N <sub>2</sub> O	0.16	0.22	0.16
	Comercial	CO <sub>2</sub>	85.39	103.89	94.63
		CH <sub>4</sub>	0.29	0.35	0.32
		N <sub>2</sub> O	0.25	0.31	0.28
	Residencial	CO <sub>2</sub>	387.75	375.44	338.51
		CH <sub>4</sub>	1.3	1.26	1.13
		N <sub>2</sub> O	1.15	1.11	1
	Agrícola	CO <sub>2</sub>	11.93	3.4	3.53
		CH <sub>4</sub>	0.02	0.01	0.01
		N <sub>2</sub> O	0.04	0.01	0.01
	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	2228.72	2369.14	2484.74
		CH <sub>4</sub>	106.71	113.24	122.34
		N <sub>2</sub> O	5.8	6.18	6.51
	Transporte aéreo	CO <sub>2</sub>	3.36	12.25	2.9
		CH <sub>4</sub>	0	0	0
		N <sub>2</sub> O	0.03	0.11	0.03
	Transporte acuático	CO <sub>2</sub>	1.24	1.23	1.23
		Consumo de energía eléctrica	CO <sub>2</sub>	521.75	1054.77
	<b>Total energía</b>		<b>3410.83</b>	<b>4117.27</b>	<b>4294.03</b>
PROCESOS INDUSTRIALES	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	1132.12	1259.03	1242.45
	Producción de caliza	CO <sub>2</sub>	1535.56	1561.19	813.15
	CO <sub>2</sub> por consulta en el RETC	CO <sub>2</sub>	69.49	266.74	290.82
	<b>Total procesos industriales</b>		<b>2737.17</b>	<b>3086.96</b>	<b>2346.42</b>
AGRICULTURA	Suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	410.01	418.26	446.81
	Manejo de estiércol	CH <sub>4</sub>	0.01	0.01	0.01
		N <sub>2</sub> O	6.2	6.2	6.2
	Quema de cultivo de caña de azúcar	CH <sub>4</sub>	6.13	6.5	5.94
		N <sub>2</sub> O	2.99	3.17	2.89
	Por cultivo de arroz	CH <sub>4</sub>	6.18	4.33	5.96
	Por fermentación entérica	CH <sub>4</sub>	0.15	0.14	0.15
<b>Total agricultura</b>		<b>431.67</b>	<b>438.61</b>	<b>467.96</b>	
USCUSyS	Cambio en la biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	CO <sub>2</sub>	223.84	199.86	196.15
		CO <sub>2</sub>	64.27	42.29	43.43
	Conversión de bosques y praderas	CH <sub>4</sub>	0.01	0.21	0.01
	Emisiones y remociones de CO <sub>2</sub> del suelo	CO <sub>2</sub>	32.08	32.08	32.08
	Captura por abandono de tierras	CO <sub>2</sub>	-3.41	-4.68	-4.68
<b>Total USCUSyS</b>		<b>316.79</b>	<b>269.76</b>	<b>266.99</b>	
RESIDUOS	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	742.35	742.35	769.95
	Tratamiento de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	1315.89	1714.87	958.52
		N <sub>2</sub> O	38.36	44.1	45.89
	<b>Total residuos</b>		<b>2096.6</b>	<b>2501.32</b>	<b>1774.36</b>
<b>BALANCE NETO DE EMISIONES</b>			<b>8993.06</b>	<b>10413.92</b>	<b>9149.76</b>

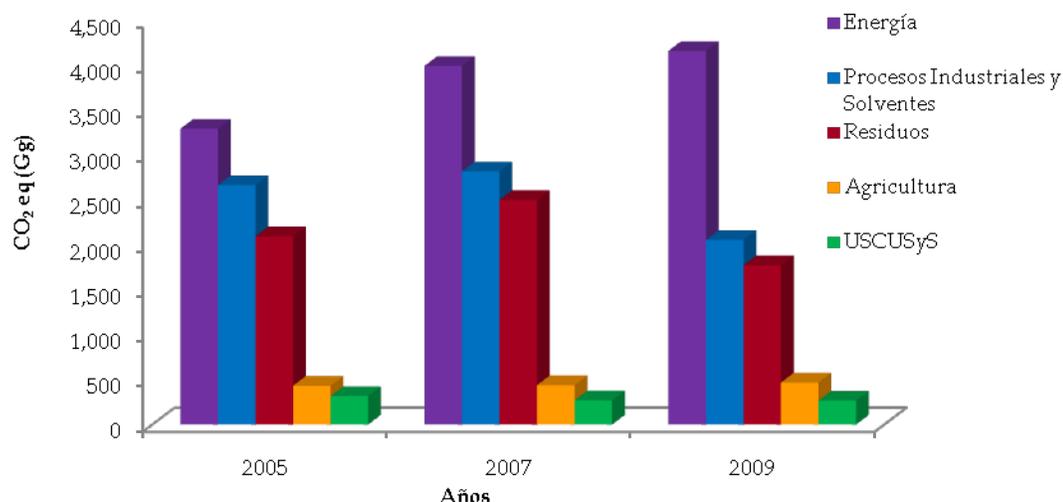
### 3.2. Tendencia de las emisiones de GEI en el estado de Morelos

El análisis de la tendencia de las emisiones de GEI se realizó en términos de CO<sub>2</sub>-eq, pero se especificó el gas de donde provienen las emisiones totales. En cuanto al aporte de emisión de CO<sub>2</sub>, se ha registrado una variación entre el año 2005 y el 2007, incrementándose un 13.61%. No obstante, para el año 2009 se presentó una disminución con respecto al 2007, pero un incremento del 6.34% con respecto al año base. Esta variación es resultado de un incremento en el consumo de energía eléctrica, acompañado de una menor producción en caliza. La tendencia que se ha observado en los GEI en Morelos durante los años 2005, 2007 y 2009, es que las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (en CO<sub>2</sub>-eq) también han sufrido variaciones en los años evaluados: el CH<sub>4</sub> muestra una disminución del 16.95%, entre el año 2005 y 2009, mientras que el N<sub>2</sub>O muestra un incremento del 8.78% (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Tendencia en las emisiones estatales de GEI durante los años 2005, 2007 y 2009.

En la figura 3.2 se muestra el resumen de emisiones de las cinco categorías evaluadas en el *Inventario de GEI del Estado de Morelos*, así como su total. En las categorías *energía*, *agricultura* y *residuos* la tendencia va en aumento, mientras que en las de *procesos industriales* y *USCISyS*, las emisiones disminuyeron durante los años evaluados.



**Figura 3.2.** Resumen de emisiones de GEI durante los años 2005, 2007 y 2009 derivadas de las categorías evaluadas en el inventario estatal.

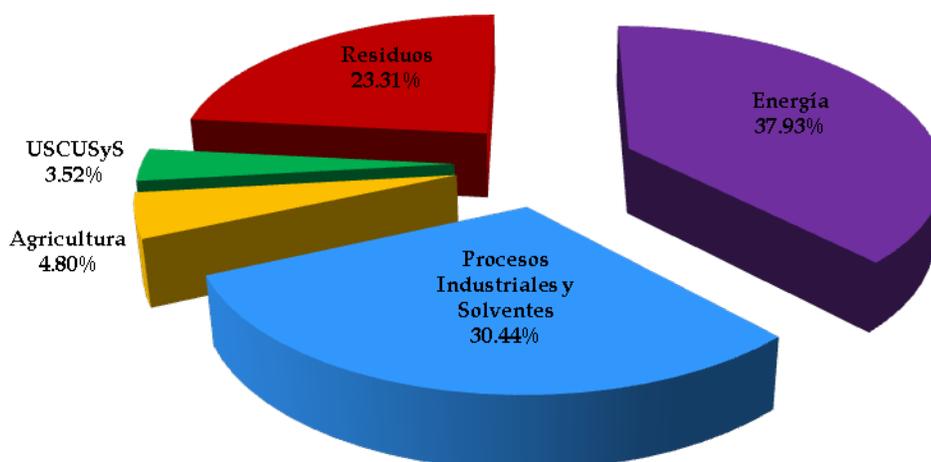
La categoría *USCUSyS* aporta el 3.52% del total de emisiones que se generaron en los años evaluados; de éstas, el 2.49% corresponde a los cambios en los bosques y otra biomasa leñosa; el 0.71% a la conversión de bosques y praderas y el 0.36% a las emisiones y remociones de CO<sub>2</sub> del suelo.

En resumen, en el estado de Morelos se emitieron un total de 8,993.06 Gg de CO<sub>2</sub>-eq en 2005 mientras que en 2007 y 2009 se emitieron 10,413.92 Gg y 9,149.76 Gg, respectivamente. En el año base (2005) las emisiones de la categoría *energía* ocuparon el primer lugar con el 37.93% de las emisiones totales, las cuales provienen de la quema de combustibles fósiles que aportan el 26.03% y otros sectores (comercial, residencial, agrícola) con el 5.39%. La categoría *procesos industriales* ocupa el segundo lugar en emisiones con el 30.44% del total del CO<sub>2</sub>-eq generado en el año 2005. Esta aportación proviene de dos fuentes principales: la producción de cemento y la de caliza con el 12.59% y el 17.07%, respectivamente.

La categoría *residuos* aporta el 23.31% del total de emisiones; de este porcentaje el 15.06% corresponde al manejo de aguas residuales y el 8.25% restante a la disposición de residuos sólidos. Entre las categorías que menos emisiones aportan se encuentra *agricultura*, con el 4.80% de las emisiones, de las cuales el 4.56% se origina por el manejo de suelos agrícolas, el 0.10% por la quema de residuos agrícolas, el 0.07% proviene del manejo de estiércol, el 0.07% de la producción de arroz, y el 0.002% restante se genera por la fermentación entérica.

Finalmente, en la figura 3.3 se muestran las aportaciones porcentuales de cada categoría al total de emisiones generadas en Morelos.

La principal aportación derivada del *Inventario Estatal de GEI* es que permitió identificar las principales fuentes de emisión en Morelos, de tal manera que esta información permite proponer las medidas de mitigación correspondientes en sectores estratégicos y lograr con ello una reducción significativa de emisiones en el futuro.



**Figura 3.3.** Aportación porcentual de emisiones por categoría en el año 2005.

### 3.3. Comparación de las emisiones de GEI en Morelos con respecto a las nacionales

En la tabla 3.2 se muestra un resumen de la contribución de GEI de Morelos con respecto a la nacional, en términos de CO<sub>2</sub>-eq. Del total de emisiones generadas en México, Morelos contribuye con el 1.33%. Los datos comparados corresponden al año base (2005) y los datos de generación nacional fueron obtenidos de la *Cuarta Comunicación Nacional* ante la CMNUCC.

**Tabla 3.2.** Contribución de Morelos a las emisiones totales nacionales en el año 2005.

Categoría	Emisiones nacionales 2005 (Gg CO <sub>2</sub> -eq)	Emisiones estatales 2005 (Gg CO <sub>2</sub> -eq)	Contribución estatal con respecto al nacional (%)
<b>Energía</b>	418,972.00	3,410.83	0.81
<b>Procesos Industriales</b>	47,173.00	2,737.17	5.80
<b>Agricultura</b>	45,125.30	431.67	0.96
<b>USCUSyS</b>	70,202.80*	316.79	0.45
<b>Residuos</b>	92,286.40	2,096.6	2.27
<b>TOTAL</b>	673,759.50	8,993.06	1.33

\*Debido a que no se dispone de la información de las emisiones nacionales para el año 2005, se utilizó la reportada para el año 2006 en la *Cuarta Comunicación Nacional* ante la CMNUCC 1990-2006 (INE-SEMARNAT, 2009).

### 3.4. Análisis de fuentes clave por nivel

Las fuentes clave de emisión engloban a las subcategorías responsables de la emisión de más del 95% de GEI. Comparando las tablas 3.3 y 3.4 se observa que tanto en el año 2005 como en el 2009, las subcategorías responsables son básicamente las mismas, pero en diferente orden. Lo anterior se debe a que en el año 2005 la producción de caliza era alta con respecto al 2009, lo cual coloca a esta actividad como la segunda generadora de GEI; en cambio, en el último año, la producción de caliza se ubica en el quinto lugar.

En el año base (2005) son diez las fuentes que acumulan más del 95% de las emisiones totales, destacando entre ellas el transporte terrestre, el cual contribuye con el 24.78% del total de emisiones, seguido de la producción de caliza, el manejo de aguas residuales y la producción de cemento. En el año 2009 son once las fuentes que en conjunto acumulan hasta el 95% de las

emisiones totales generadas en la entidad. Nuevamente el transporte terrestre es la fuente que contribuye con el mayor porcentaje de emisiones, con un 27.16%, seguido de la producción de cemento, el manejo de aguas residuales y la producción de caliza (Tablas 3.3 y 3.4).

**Tabla 3.3.** Fuentes clave de emisión, incluyendo USCUSyS, para el año 2005. Se muestran las subcategorías que en conjunto emiten más del 95% de las emisiones.

Categoría	Subcategoría	GEI	Emisiones (Gg CO <sub>2</sub> -eq) 2005	Estimación del nivel (%)	Total acumulado (%)
Energía	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	2,228.72	24.78	24.78
Procesos industriales	Producción de caliza	CO <sub>2</sub>	1,535.56	17.07	41.86
Residuos	Manejo de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	1,315.89	14.63	56.49
Procesos industriales	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	1,132.12	12.59	69.08
Residuos	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	742.35	8.25	77.33
Energía	Consumo de energía eléctrica	CO <sub>2</sub>	521.75	5.80	83.14
Agricultura	Suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	410.01	4.56	87.69
Energía	Residencial	CO <sub>2</sub>	387.75	4.31	92.01
USCUSyS	Cambio en la biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	CO <sub>2</sub>	223.84	2.49	94.49
Energía	Transporte terrestre	CH <sub>4</sub>	106.71	1.19	<b>95.68</b>

**Tabla 3.4.** Fuentes clave de emisión, incluyendo USCUSyS para el año 2009. Se muestran las subcategorías que en conjunto emiten más del 95% de las emisiones totales.

Categoría	Subcategoría	GEI	Emisiones (Gg CO <sub>2</sub> -eq) 2009	Estimación del nivel (%)	Total acumulado (%)
Energía	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	2,484.74	27.16	27.16
Procesos industriales	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	1,242.45	13.58	40.74
Energía	Consumo de electricidad	CO <sub>2</sub>	1,181.58	12.91	53.65
Residuos	Manejo de aguas residuales	CH <sub>4</sub>	958.52	10.48	64.13
Procesos industriales	Producción de caliza	CO <sub>2</sub>	813.15	8.89	73.01
Residuos	Disposición de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	769.95	8.41	81.43
Agricultura	Suelos agrícolas	N <sub>2</sub> O	446.81	4.88	86.31
Energía	Residencial	CO <sub>2</sub>	338.51	3.70	90.01
Procesos industriales	CO <sub>2</sub> por consulta en el RETC	CO <sub>2</sub>	290.82	3.18	93.19
Energía	Transporte terrestre	CH <sub>4</sub>	122.34	1.34	94.53
USCUSyS	Cambio en la biomasa de bosques y otros tipos de vegetación leñosa	CO <sub>2</sub>	196.15	2.14	<b>95.33</b>

En el comportamiento general de los resultados de emisiones de GEI existen variaciones entre los años 2007 y 2009 con respecto al año base. En el año 2007 se registra un incremento del 15.81% de las emisiones totales, ya que los datos de actividad también mostraron esta tendencia; sin embargo, en el año 2009 se registró un incremento de emisiones de sólo el 1.74%, con respecto al 2005. Estas variaciones se deben a que, mientras las emisiones que provienen de procesos industriales y del consumo de energía eléctrica se incrementan, las emisiones por producción de caliza y del tratamiento de aguas residuales industriales disminuyen.

La producción de caliza, debido a la crisis económica generalizada, registró una disminución de obras en la industria de la construcción y por consecuencia, en la demanda de este material. Además, se observó un fenómeno por el cual los espacios que en años anteriores a este estudio eran utilizados para la extracción de calizas, actualmente están siendo destinados para la construcción de unidades habitacionales.

El caso de la disminución de las emisiones de GEI por el tratamiento de aguas residuales es el resultado de una situación que requiere especial atención ya que la aparente falta de funcionamiento o inexistencia de un número considerable de plantas de tratamiento de aguas residuales en Morelos causó una reducción dramática del caudal de agua tratado en el año 2009; ésta es la principal explicación para la disminución en las emisiones de dicha subcategoría. Es por ello que se vuelve imprescindible la disponibilidad de información confiable y certera, así como la unificación de los datos reportados por las fuentes institucionales. No obstante es clara la urgencia con la que se requieren políticas públicas de mitigación de emisiones en los procesos industriales, de generación de energía, transporte terrestre y manejo de residuos.

### 3.5. Generación per cápita de GEI en el estado de Morelos

En la tabla 3.5 se muestran los datos de generación per cápita de GEI y se comparan con los datos a nivel nacional de emisiones totales y por categorías evaluadas. En los tres años evaluados, Morelos se encuentra por debajo del nivel nacional y la generación per cápita tiende a bajar hacia el 2009, considerando la disminución de producción de caliza y la disminución en el tratamiento de aguas residuales industriales. En congruencia con los resultados generales del inventario, cada habitante del estado de Morelos emite GEI en mayor proporción por el consumo de energía (uso de combustibles fósiles en el transporte terrestre y uso de energía eléctrica), seguido de algunos procesos industriales y por el tratamiento de aguas residuales.

**Tabla 3.5.** Comparación de emisiones per cápita total y por categorías del estado de Morelos contra los valores nacionales.

Categoría	Emisiones per cápita de CO <sub>2</sub> -eq (ton)			
	Nacional* (2005)	Estatal		
		2005	2007	2009
Energía	4.14	2.11	2.45	2.46
Procesos industriales	0.61	1.70	1.84	1.34
Agricultura	0.44	0.27	0.26	0.27
USCUSyS	0.67	0.20	0.16	0.15
Residuos	0.96	1.30	1.49	1.02
<b>Emisiones totales</b>	<b>6.84</b>	<b>5.58</b>	<b>6.21</b>	<b>5.24</b>

\*Fuente: Elaboración propia con información del *Inventario Nacional de Emisiones de GEI 1990-2006*, informado en la *Cuarta Comunicación Nacional* ante la CMNUCC (INE-SEMARNAT, 2009).

## 4. ANÁLISIS DEL CLIMA Y ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

El estudio del comportamiento climático y sus variaciones resulta de gran importancia tanto para desarrollar proyecciones futuras de escenarios climáticos, como para impulsar el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación, con el objetivo de contrarrestar las potenciales consecuencias de la variación climática.

Las alteraciones del clima que tienen lugar con el tiempo definen lo que es la variabilidad climática (IPCC, 2007). Dependiendo de las amenazas del clima y de la intensidad y la duración de una anomalía en la lluvia o la temperatura, así como el grado de vulnerabilidad de una sociedad o de un ecosistema, los impactos del clima pueden variar de imperceptibles a catastróficos.

Para el caso del estado de Morelos, un grupo de investigadores coordinado por Bolongaro *et al.* (2013a), desarrolló un estudio en la materia, teniendo como objetivo el análisis de la variabilidad climática en el estado de Morelos, así como la proyección de dos diferentes escenarios de cambio climático de la región para las climatologías del 2020, 2050 y 2080, considerando las variables: temperatura (mínima, máxima y media) y precipitación.

Tras una minuciosa recopilación de datos climáticos confiables del período 1961-2008, obtenidos de 28 estaciones meteorológicas pertenecientes a la *Red de Monitoreo Meteorológico* de la *Comisión Nacional del Agua* (CONAGUA) ubicadas en el estado y sus alrededores, los investigadores realizaron el cálculo de índices climáticos extremos, teniendo como período base 1961-1990. Los resultados obtenidos a partir de dicho estudio se describen a continuación.

#### **4.1. Caracterización climática**

El estado de Morelos se caracteriza por contar con una amplia gama de climas, determinados, principalmente, por su localización en una zona de transición entre las provincias biogeográficas neártica y neotropical, con un gradiente altitudinal que va desde los 3000 msnm en la zona norte, hasta los 820 msnm en la zona sur. Esto da como resultado el establecimiento de varias zonas térmicas en la entidad, destacando las zonas semicálidas y cálidas, que constituyen más del 70% del territorio estatal.

Una de las características ambientales más relevantes de algunas regiones de Morelos, por ejemplo Cuernavaca y el Norponiente del Estado es su singular microclima, uno de los más agradables para el bienestar humano a lo largo del año. Este microclima, muy apreciado en todo el mundo, se debe a las características físicas y bióticas que ahí prevalecen, especialmente a su sistema de barrancas y a la biodiversidad que ahí se alberga (Pohle, 2006).

##### **Temperatura**

Las barreras montañosas representan una importante influencia en la distribución de las temperaturas máximas. Así, localidades frías como Tres Cumbres, Huitzilac y Tlacualera registran promedios de temperatura máxima del orden de 17.3, 18.1 y 19°C, respectivamente, mientras que en localidades calientes como Nexpa, Huajintlan y Tlzapotla, los promedios más altos son de 34.3, 34.6, y 35.6°C, respectivamente.

Las temperaturas mínimas, a su vez, registran los valores más bajos hacia la porción montañosa del Norte, particularmente en Tres Cumbres con 3.3°C y Huitzilac con 6.4°C, en tanto que localidades como Huautla, Puente de Ixtla y Tlzapotla, registraron valores mínimos promedio de 7.4, 18.5 y 19.0°C, respectivamente.

##### **Precipitación**

La distribución de la lluvia en Morelos es de tipo modal o bimodal y su ocurrencia se presenta principalmente en verano (hasta un 95% de la precipitación total anual), iniciando generalmente a mediados de mayo y terminando en la primera quincena de octubre. En la mayor parte de la entidad, el mes más lluvioso es junio, seguido de los meses de julio, agosto y septiembre; éstos son los meses de mayor variabilidad interanual y en los que se presentan los eventos lluviosos más importantes. Diciembre es el mes más seco en toda la entidad, seguido de febrero, que recibe como promedio cinco milímetros de precipitación, por lo que la lluvia que se concentra en los meses invernales (diciembre a marzo) es menor al 5% de la total anual.

En la entidad, la influencia orográfica juega un papel primordial en la distribución de la precipitación total anual, apreciándose con claridad una relación directamente proporcional entre la altitud y la cantidad de precipitación recibida. En este sentido, los valores más altos se registran en las estribaciones elevadas de la Sierra del Chichinautzin y en los límites superiores de Huitzilac y Lagunas de Zempoala, así como en las faldas del Popocatepetl, donde se reciben precipitaciones anuales superiores a 1500 mm anuales.

#### **Variabilidad climática**

El análisis de las series de datos climáticos del estado de Morelos del período 1961-2008 pudo evidenciar una tendencia al aumento de la temperatura máxima del aire y del número de período cálidos, así como un aumento de los días calurosos ( $T_x > 35^\circ\text{C}$ ) y el porcentaje de días con temperaturas máximas por encima del percentil 90. Este aumento es notable en todas las zonas climáticas de Morelos pero se evidencia en mayor medida en las zonas semicálidas y cálidas. Desde el punto de vista temporal, la década de 1990 fue la que más influyó en dicho aumento.

En cuanto a las precipitaciones, la mayoría de las estaciones meteorológicas analizadas mostraron un aumento en los acumulados de precipitaciones anuales, así como un aumento en las precipitaciones extremas. Además, en un estudio sobre la variabilidad de los regímenes de lluvia en Morelos se reporta un desfase en el inicio y término de las temporadas de lluvia en diferentes localidades (Bolongaro *et al.*, 2013a).

#### **4.2. Escenarios climáticos**

Existe un consenso generalizado de que la Tierra experimentará temperaturas más elevadas y un ciclo hidrológico más intenso y cambiante (IPCC, 2007); sin embargo, aún es materia de estudio la magnitud de tales cambios o los impactos específicos que una región determinada experimentará, pues ello depende de factores tanto físicos como socioeconómicos. Es por ello que al generar escenarios del clima futuro se tienen que considerar modelos integrados que contemplen tanto la generación futura de GEI, como la respuesta del clima del planeta al forzamiento radiativo resultante.

El IPCC ha proyectado diversos escenarios de emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero para estimar los cambios en el clima del planeta, sus repercusiones y las opciones para mitigar dicho cambio

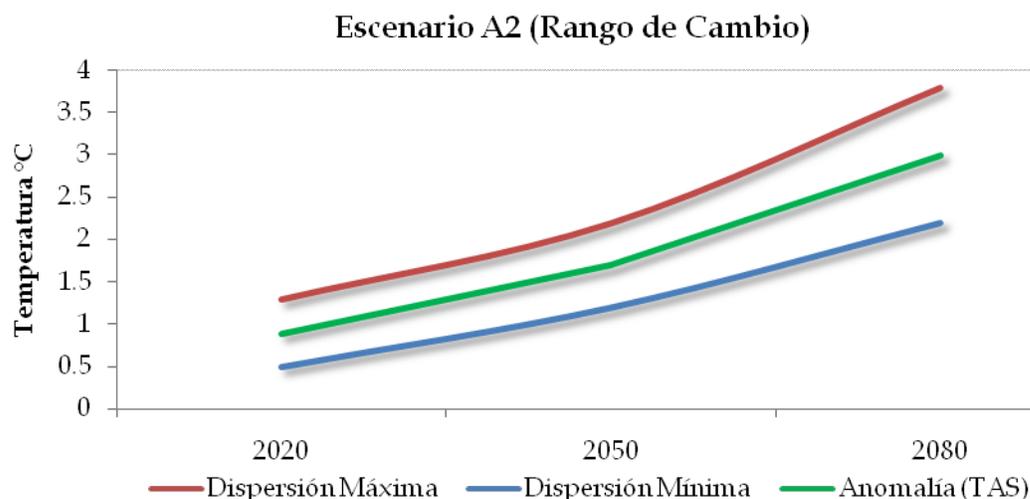
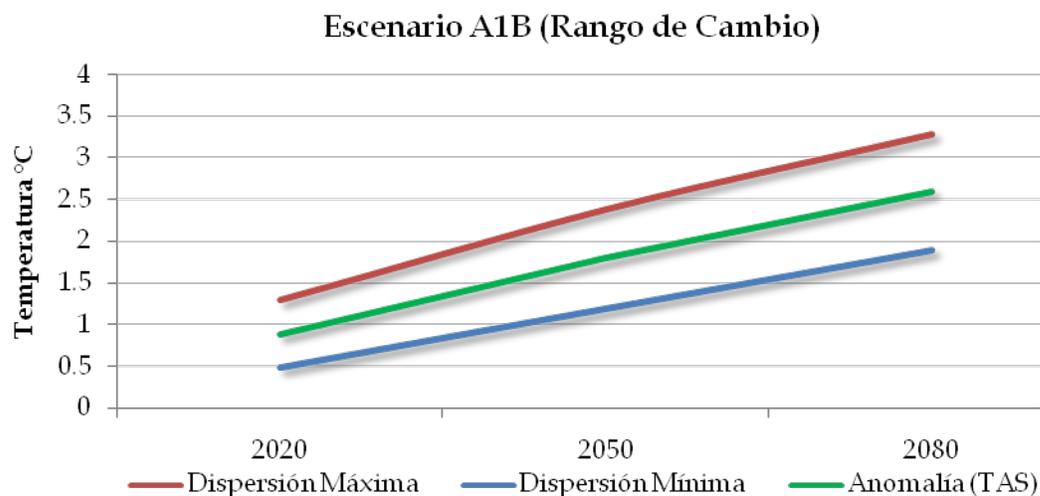
Para el caso del Estado de Morelos se consideraron los escenarios A1B y el A2, escenarios trabajados y propuestos por el IPCC en su Reporte Especial de Emisión de Escenarios (SRES por sus siglas en inglés). El escenario A1B, que considera un esfuerzo de la sociedad en cuanto a mitigación y contempla un futuro con tecnologías más eficientes, y el A2, tendencial, donde se contempla el crecimiento poblacional acelerado, un alto crecimiento económico con una orientación principalmente regional.

Se integraron las proyecciones de cada escenario considerando períodos de 30 años, con lo cual se obtuvieron tres climatologías: a) al 2020 (período 2010-2039); b) al 2050 (período 2040-2069), y c) al 2080 (período 2070-2099). El año que se tomó como referencia fue el de 1990.

#### **Escenarios A1B y A2 de cambio en la temperatura media anual para el estado de Morelos**

El escenario A1B obtenido del análisis (Figura 4.1) muestra de forma general que es probable que la temperatura media anual aumente para el año 2020 entre 0.5 y 1.3°C, aumento que pudiera ser continuo hasta llegar a temperaturas de entre 1.9 y 3.3°C en el 2080. Por su parte, el escenario A2

muestra que la anomalía de temperatura media podría incrementarse desde un mínimo de 0.5°C en 2020, hasta valores extremos de 3.8°C de incremento para 2080 (Figura 4.1), datos que coinciden con lo publicado por la CMNUCC (1992).

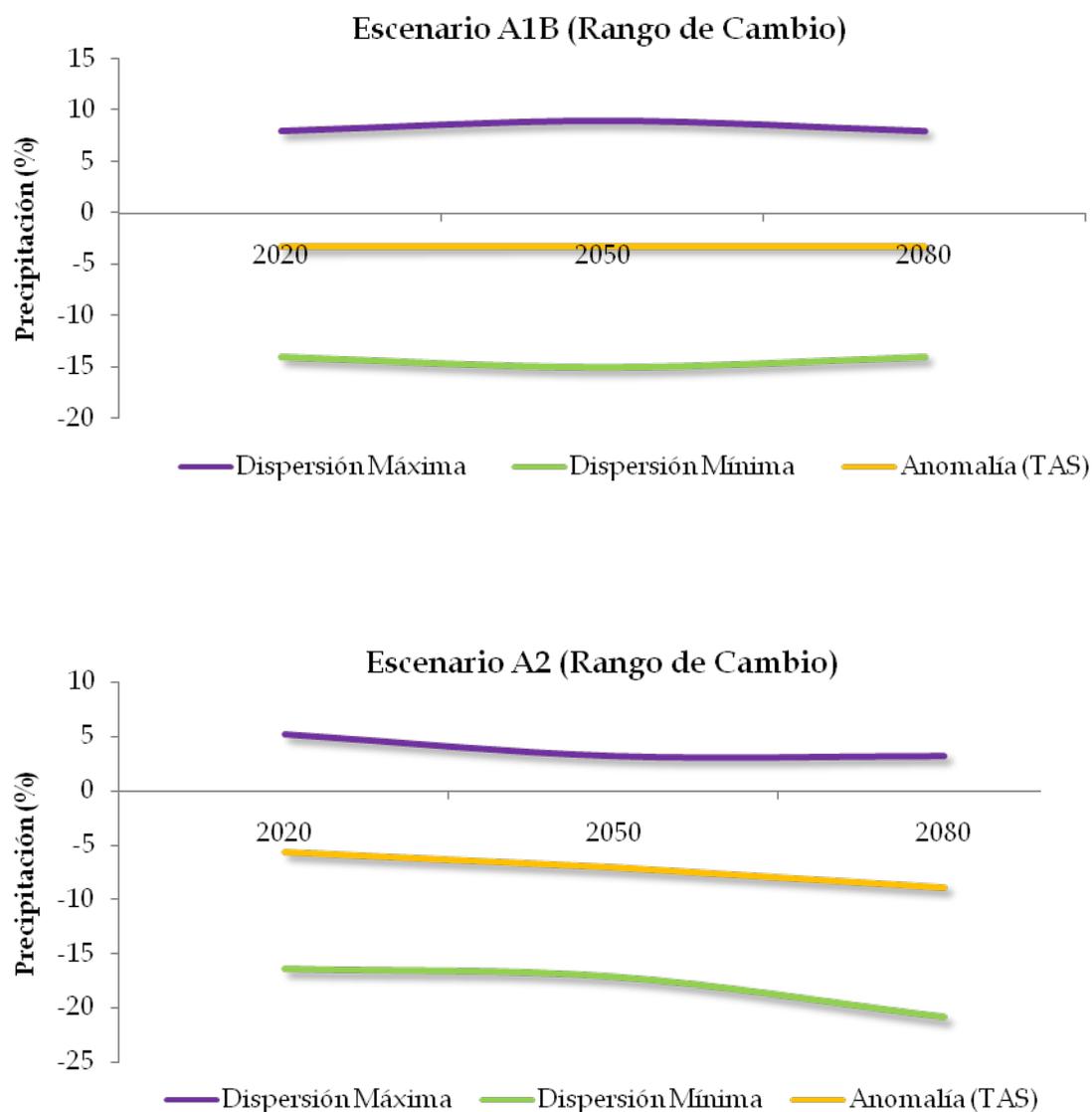


**Figura 4.1.** Rango de cambio en la temperatura media anual (°C) en los años 2020, 2050 y 2080, para escenarios de emisiones A1B y A2 en el estado de Morelos. **Fuente:** Bolongaro *et al.* (2013a).

#### Escenarios A1B y A2 de cambio en la precipitación (%) para el estado de Morelos

En la figura 4.2 se muestran los valores de cambio en la precipitación anual (%) para los años 2020, 2050 y 2080. El escenario A1B estimado por el modelo muestra que la tendencia de la lluvia es a disminuir en un 3% en las siguientes décadas. Es posible encontrar desde escenarios donde la precipitación aumenta 9%, hasta escenarios donde la precipitación disminuye 15%. Para el caso del escenario A2, el cambio de la precipitación muestra una disminución, con valores de entre -5.6 a -8.8% en el período de 2020 a 2080. Si se consideran las dispersiones de los modelos, el rango de probabilidad de cambio de la precipitación va desde 8% hasta -15% en el caso del escenario A1B, y desde 5.2 % hasta -20.8% en el escenario A2, el cual es un rango muy amplio de variabilidad. Estos

enormes rangos de variabilidad generan mayor incertidumbre en cuanto a la valoración de la vulnerabilidad de los sectores relacionados con el agua.



**Figura 4.2.** Rango de cambio de la precipitación anual (%) en los años 2020, 2050 y 2080 para escenarios de emisiones A1B y A2 en el estado de Morelos. **Fuente:** Bolongaro *et al.* (2013a).

### 4.3. Regionalización de escenarios climáticos

El concepto de regionalización en el estudio consistió en estimar los valores más probables de las variables climáticas en un lugar determinado, considerando la historia climática local del sitio en cuestión. La regionalización de los escenarios climáticos a partir de los datos producidos fue llevada a cabo utilizando el generador estocástico de tiempo meteorológico LARS-WG, herramienta que permite la simulación de los datos de las variables climáticas en un sitio en particular bajo condiciones actuales y futuras del clima.

Estos datos se producen en la forma de series de tiempo diario para un conjunto de variables del clima (precipitación, temperatura máxima, mínima y radiación solar). Los datos usados corresponden a las proyecciones basadas en los escenarios A2 y A1B para las climatologías al 2020, 2050 y 2080 para cada uno de los seis pixeles correspondientes al estado de Morelos. Con estos datos se obtuvieron valores extremos de temperaturas y precipitación.

En el caso de las temperaturas los índices de extremos utilizados fueron el percentil 90 de las temperaturas máximas diarias en el periodo cálido del año y el percentil 10 de las mínimas diarias en el periodo frío, considerando los años analizados. En el caso de la precipitación se utilizó el percentil 90 en el periodo de lluvias.

#### **Escenarios A1B y A2 del cambio en las temperaturas máximas y mínimas en el estado de Morelos**

La proyección del escenario A1B para los años 2020, 2050 y 2080 de acuerdo a los resultados del LARS-WG en relación al percentil 10 de la temperatura mínima, muestra, en general, el mismo patrón en todas las estaciones estudiadas, marcando un aumento de la temperatura mínima para el año 2080, lo que implica que los días fríos serán menos fríos debido al calentamiento global.

Los aumentos en la temperatura mínima son constantes en ambos escenarios de una climatología a otra. De acuerdo con los resultados obtenidos, en la estación de Tres Cumbres, ubicada al norte del estado con 2810 m de altitud, se observan pocos aumentos en la temperatura mínima para los años 2020, 2050 y 2080, mientras que para la estación Lagunillas del Rayón, ubicada en el suroriente del estado con una altitud de 1100 m, se observa los mayores aumentos en la temperatura mínima para los años 2020, 2050 y 2080 con 1.7, 2.2 y 3°C respectivamente.

En la estación km 39.5 a Cuernavaca, ubicada en la Sierra del Corredor Biológico Chichinautzin, a casi 3000 msnm, la temperatura mínima se hará más extrema disminuyendo hasta 0.7°C.

La temperatura máxima variará de 0.4 a 3.9°C. La estación Huajintlan presenta los valores máximos de hasta 43.3°C para el año 2080, mientras que en la estación Atlatlahucan se observan las proyecciones con los mayores aumentos en la temperatura máxima, que van desde 1.8°C en el año 2020 hasta 3.9°C en el año 2080.

#### **Escenarios A1B y A2 del cambio en la precipitación en el estado de Morelos**

Los escenarios del cambio de precipitación presentan, por lo general, un aspecto menos regular que los de la temperatura. Para el caso del escenario A1B, la precipitación en algunas estaciones para el 2020 aumenta (entre 0.1 y 1 mm) y en otras disminuye (entre 0.1 y 2.1 mm). Para el escenario 2050 los rangos van de 0.1 a 1 mm en los aumentos y de 0.1 a 2 mm en las disminuciones. En el caso del 2080 varían de 0.2 a 0.9 y de 0.2 a 2.2, para aumento y disminución respectivamente.

En el caso del escenario A2, la precipitación en la mayoría de las estaciones disminuye (entre 0.2 y 2.5 mm en el 2020) y en las restantes aumenta entre 0.1 y 0.2 mm para el mismo período. Para el 2050, los rangos van de 0.1 a 2.5 mm en las disminuciones. En el caso del 2080 predomina la disminución de la precipitación con valores que oscilan entre 0.1 y 2.5 mm.

El análisis de los resultados evidencia que en el período 1961-2008 hubo una tendencia al incremento de la temperatura máxima y el número de períodos cálidos. Por su parte, las precipitaciones anuales también mostraron una tendencia al aumento en la mayor parte de las estaciones analizadas, principalmente de la zona norte y se evidenciaron señales de retraso en el comienzo de la estación lluviosa.

Los datos indican una variabilidad del régimen de lluvias en las diferentes zonas del estado al encontrar una disminución de la precipitación anual total en el Sur durante el período analizado,

un ligero aumento en los valles centrales y una tendencia a aumentar en las regiones altas del Centro y del Noroeste. Las zonas agrícolas muestran una tendencia a mantener constante la precipitación anual total, aunque hay casos en los que la duración de la temporada de lluvias ha disminuido casi diez días. Las fechas del inicio y la terminación de la temporada de lluvias –y por lo tanto su duración e intensidad–, también muestran variabilidades consistentes con la zona del estado en donde se encuentren.

Según los escenarios climáticos A1B y A2 analizados, se proyectan aumentos continuos de la temperatura media anual del aire, que van desde 0.5 hasta 3.8°C, notándose que en el escenario A2 se presentó un aumento en la pendiente de la curva a partir del año 2050. Así, el escenario A2 mostró una mayor anomalía en la temperatura media del aire para el año 2080 ( $3 \pm 0.8$ ), indicando un aumento de casi 4°C.

En el caso de la precipitación, las proyecciones analizadas mostraron tendencias a la disminución de las lluvias en ambos escenarios, siendo el escenario A2 en el que se observó la anomalía en el porcentaje de precipitación más grande para el año 2080, con -8.8%.

Esta información constituye la base teórica y estadística para el desarrollo de medidas frente el cambio climático en el estado de Morelos, y resaltan la importancia de actuar con estrategias regionalizadas dentro el territorio estatal, frente al incremento de la temperatura y los cambios en las lluvias.

Cabe mencionar que en con la publicación en septiembre de 2013, del Quinto Reporte de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2013), se presentaron nuevos escenarios de cambio climático, considerando que los escenarios anteriores son muy conservadores, ya que las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero no se han alcanzado, como ejemplo basta mencionar que en mayo de 2013 se registraron 400 ppm de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, según información dada por el observatorio de Mauna Loa (Earth System Research Laboratory, 2013). Cabe mencionar que los análisis de vulnerabilidad (realizados en el 2012), fueron considerando siempre el escenario A2, que es el escenario tendencial, que proyecta mayores anomalías en las variables climáticas precipitación y temperatura. En este sentido, por supuesto se reconoce la importancia de la actualización permanente de la información en todos los estudios relacionados con el Cambio Climático.

## 5. VULNERABILIDAD DE SECTORES CLAVE ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

La vulnerabilidad frente al cambio climático se refiere al grado de susceptibilidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, la vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez de los cambios a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2006, 2007 en UICN, 2012; DOF, 2012). Es la probabilidad de que una comunidad o grupo de personas expuesta a una amenaza o peligro climático, puedan sufrir daños humanos y materiales según el grado de fragilidad o sensibilidad de algunos de sus elementos. Por su parte el riesgo climático es una combinación de la amenaza de clima extremo y de la vulnerabilidad. Se presenta cuando existe la posibilidad de que condiciones desfavorables puedan ocasionar daño en una región, debido a que es altamente vulnerable. Finalmente, la capacidad de adaptación al cambio climático se refiere a las medidas y ajustes en sistemas humanos

o naturales como respuesta a estímulos climáticos (INE, 2010a, 2010b; Landa et al., 2010; Oyhantçabal, 2010; Verbtuggen *et al.*, 2011; DOF, 2012).

Reconocer las condiciones de vulnerabilidad en los diferentes sectores del desarrollo es el primer paso para la planeación de las acciones de adaptación para reducir el riesgo ante los impactos de los cambios en el clima, por lo que a continuación se describirán los principales resultados de diferentes estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático realizados y reportados por Ortiz-Hernández y Sánchez-Salinas (2013) para diferentes sectores clave en el estado de Morelos.

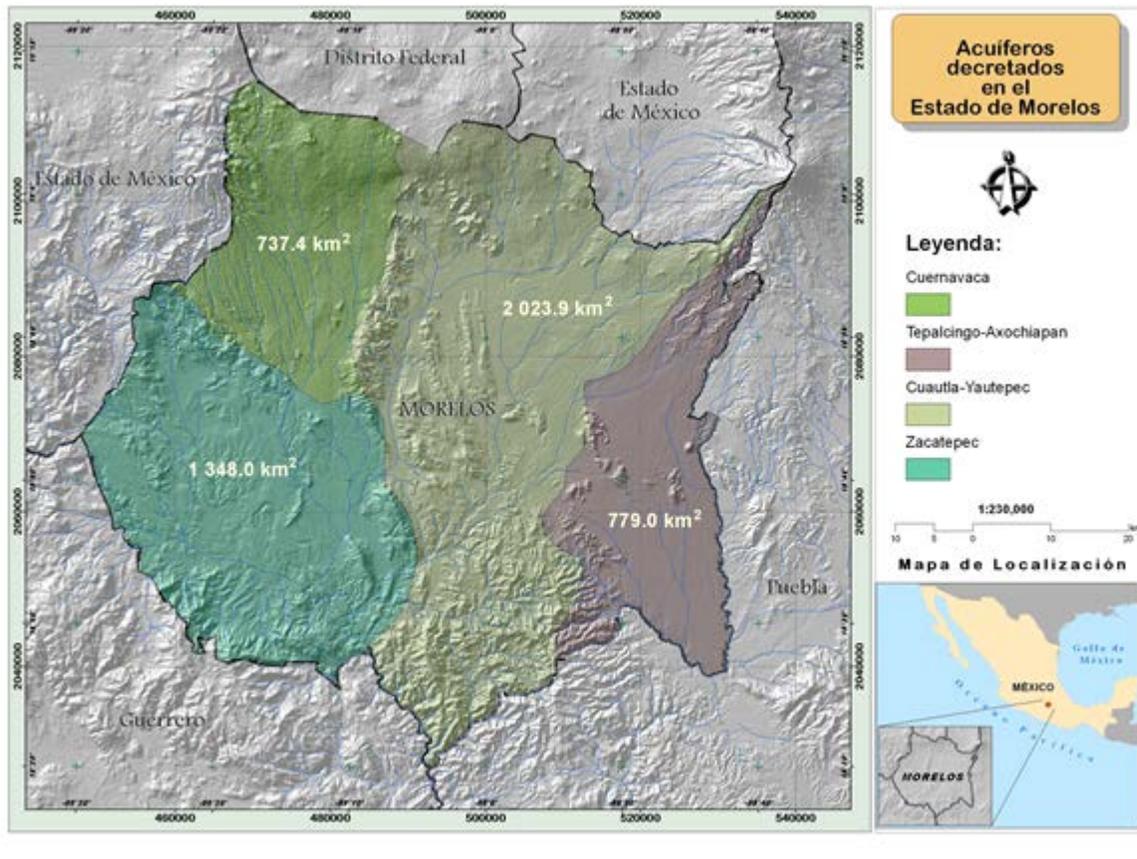
### **5.1. Vulnerabilidad del sector agua**

Considerando que una de las principales amenazas actuales sobre los recursos hídricos es el cambio climático, particularmente por el aumento de la temperatura, la disminución de la precipitación y los cambios en los regímenes de lluvias y , que impactan directamente sobre la disponibilidad del recurso hídrico. En este sentido, la Academia Nacional de Investigación y Desarrollo A. C. (ANIDE)), desarrolló un estudio sobre la vulnerabilidad de los recursos hídricos en el estado de Morelos ante los efectos del cambio climático. En dicho estudio se abordan los temas de disponibilidad y de vulnerabilidad de los acuíferos del Estado, tomando como eje de discusión la ecuación de balance hídrico. Los resultados más sobresalientes se describen a continuación (Bolongaro *et al.*, 2013b).

#### **Disponibilidad de agua en el estado de Morelos**

Desde el punto de vista hidrológico, Morelos queda comprendido dentro de una porción de la región hidrológica del Río Balsas y en él se encuentran las cuencas del Río Amacuzac y del Río Nexapa o Atoyac, así como los lagos de Zempoala, Tequesquitengo, Coatetelco y El Rodeo. La totalidad de los cuerpos de agua del Estado de Morelos pertenecen a la Cuenca del Balsas, que es el río más grande del sur del país que desemboca en el Océano Pacífico. El Norte y Sur de Morelos son zonas de recarga y el centro de descarga, con la presencia de una depresión relativa en el suroeste de la entidad, hacia la que fluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales y subterráneos.

Con el fin de administrar las aguas subterráneas, la CNA (2002), ha definido cuatro zonas acuíferas en el Estado de Morelos, estas son los acuíferos de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec, Zacatepec y Tepalcingo-Axochiapan (Figura 5.1).



**Figura 5.1.** Localización de los acuíferos en el estado de Morelos.

La disponibilidad histórica del agua en los acuíferos del Estado de Morelos ha ido disminuyendo y actualmente se encuentran cerca de su punto de equilibrio, que a excepción del Acuífero de Tepalcingo-Axochiapan, cuya sobre explotación data de hace varios años. El Acuífero de Cuernavaca presenta la mayor tasa de disminución (Tabla 5.1, Figura 5.2).

De continuar con la tendencia registrada de extracción de agua subterránea, la condición de sobreexplotación de los acuíferos de Cuernavaca, Cuautla-Yautepec y Zacatepec se presentaría en: 4.7, 4.9 y 4.5 años, respectivamente, a partir del año 2011. Obviamente, en el caso del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, la línea de sobreexplotación ha sido rebasada desde hace más de 8 años (Bologaro, 2012).

Tabla 5.1. Variabilidad histórica de la disponibilidad de agua subterránea en Morelos reportada por el Organismo de Cuenca del Río Balsas (2011)

Acuífero	Publicado 31/01/03	Publicado 28/08/09	REPDA 30/09/10	Dictamen técnico (CONAGUA) 2011
Cuernavaca	32.75	21.31	18.35	4.81
Cuautla-Yautepec	14.76	7.11	7.23	1.77

Zacatepec	27.04	20.01	16.81	4.37
Tepalcingo-Axochiapan	-2.14	-3.28	-5.10	-5.10
Total:	72.41	45.14	37.29	5.85

Fuente: Bolongaro (2012), tomado del informe del Organismo de Cuenca del Río Balsas (2011).

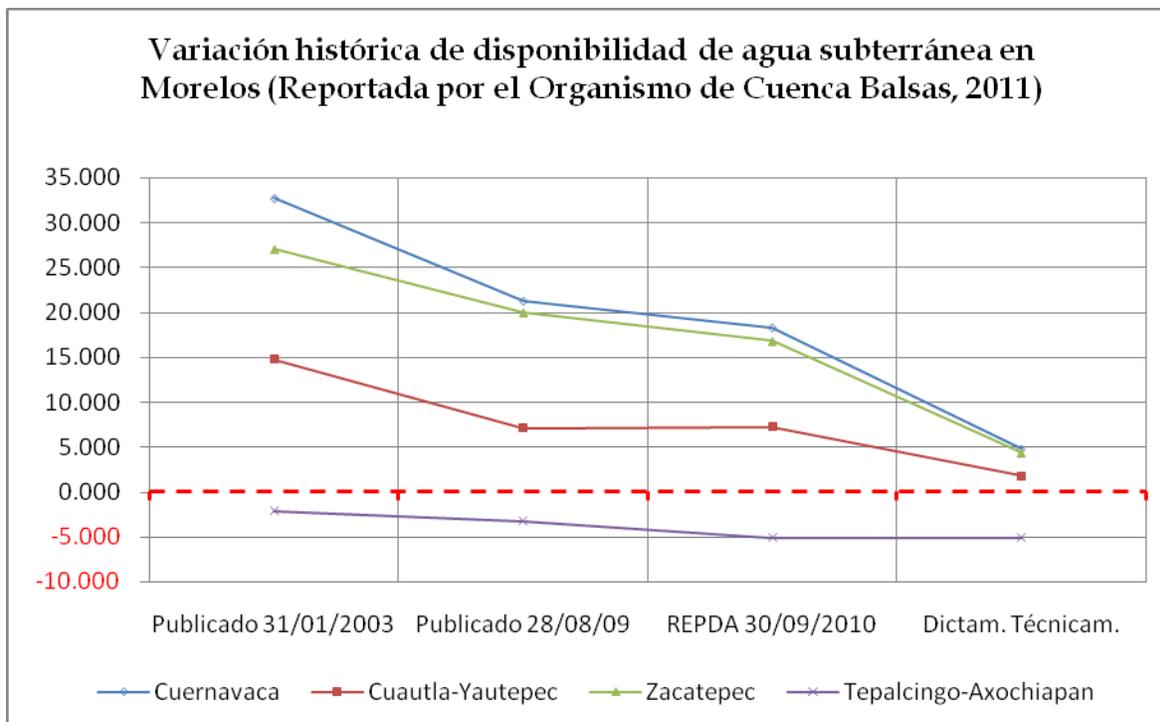


Figura 5.2. Variación histórica de la disponibilidad de agua subterránea (hm<sup>3</sup>). Fuente: Bolongaro (2012), elaborada a partir de los datos reportados en el informe del Organismo de Cuenca del Río Balsas (2011).

Utilizando la metodología de análisis espacialmente distribuido se realizó un balance hídrico pixel a pixel considerando las coberturas de temperatura, precipitación, evapotranspiración, vegetación, uso de suelo, edafología y geología. El resultado del balance hídrico a nivel estado, muestra que la precipitación alcanza un total de 4,781 hm<sup>3</sup>, de los cuales el 64% se pierde por evapotranspiración, el 24% genera escurrimiento virgen y el 12% se infiltra.

Los cálculos de la disponibilidad actual de agua subterránea, reportados por Bolongaro *et al.* (2013b), usando el método *Análisis Espacial Distribuido* (AED), muestran un déficit en la disponibilidad del agua en el acuífero de Cuernavaca con un valor de -133.34 hm<sup>3</sup>, siendo el déficit total de disponibilidad de agua subterránea en el estado de -73.44 hm<sup>3</sup>, cifra que difiere con la oficial publicada (CONAGUA, 2011), donde se les considera como salida de agua sólo a aquellos aprovechamientos legalmente registrados por la autoridad, siendo posible que existan explotaciones no registradas, o bien, que las concesiones autorizadas extraigan volúmenes mayores a los autorizados.

## Disponibilidad de agua en el estado de Morelos en escenarios de cambio climático

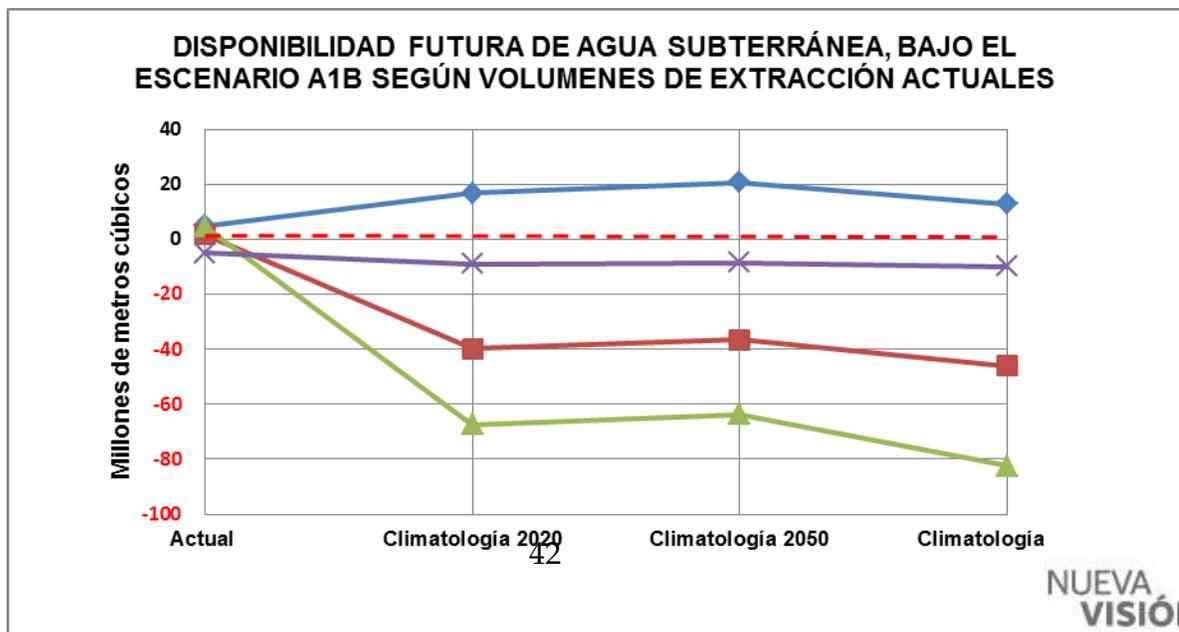
Factores tan importantes como el incremento de la temperatura, la disminución de la precipitación y el incremento de la intensidad de la lluvia, tienen efectos potenciados en el balance hídrico, dando casi siempre resultados adversos. De esta manera es entendible que a mayor temperatura, mayor sea la evapotranspiración (pérdida de agua); a menor precipitación menor sea la disponibilidad de agua para la recarga de acuíferos, y a mayor intensidad de la lluvia, menor será la oportunidad para que el agua se retenga en los suelos y se infiltre a los mantos acuíferos, acelerando además los procesos de erosión. Cualquier balance hídrico que se realice con estos parámetros conducirá a resultados de déficit de agua y de vulnerabilidad de este recurso, lo que coincide con los niveles históricos ya observados y como con las proyecciones bajo el efecto del cambio climático.

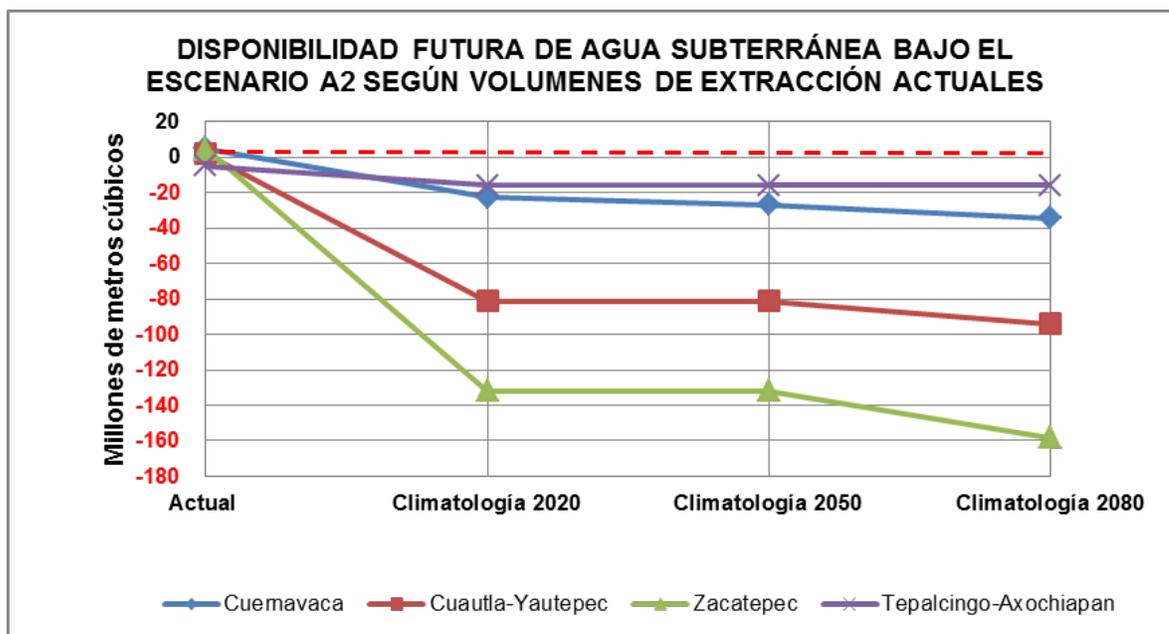
A partir de un balance hídrico con los resultados de la variación de la temperatura, la precipitación y las variables derivadas (la evapotranspiración y la infiltración) en escenarios de cambio climático en el Estado de Morelos, se determinó la disponibilidad de agua en escenarios de cambio climático A1B y A2.

Los resultados (Figura 5.3) muestran una situación alarmante, ya que se muestra un claro déficit en la disponibilidad de agua futura de los cuatro acuíferos del estado tanto en el escenario A1B, como en el A2. Siendo el escenario A2, un escenario tendencial y ya rebasado por el aumento actual de GEL, la disponibilidad futura de agua en el Estado de Morelos está fuertemente comprometida, proyectando un déficit de hasta -302.90 hm<sup>3</sup> en la climatología del 2080 para el escenario A2 (Figura 5.3). En este sentido, es urgente emprender medidas que permitan realizar significativos ajustes en el manejo de agua para restaurar y buscar el equilibrio de los acuíferos morelenses.

Cabe destacar que dentro de las variables de cambio para estimar la disponibilidad futura del agua en el estado, únicamente se consideraron las variables climáticas, es decir, no han sido considerados el cambio en el uso del suelo, la deforestación, el crecimiento demográfico ni eventos extraordinarios.

**Figura 5.3.** Variación de la disponibilidad de agua subterránea en los escenarios A1B y A2. **Fuente:** Bolongaro (2012).





### Vulnerabilidad del recurso hídrico

La disponibilidad del agua y su vulnerabilidad debe analizarse tanto desde la perspectiva de las tendencias históricas, como de las proyecciones de los escenarios de cambio climático.

Como parte del estudio desarrollado por Bolongaro *et al.* (2013b), se diseñó y se calculó el *Índice de Vulnerabilidad del Recurso Hídrico (IVRH)*, el cual estuvo conformado por cinco indicadores susceptibles de ser cuantificados a partir de distintas fuentes (documentables y rastreables). En la tabla 5.2 se enlistan estos indicadores y sus factores de peso asignados.

**Tabla 5.2.** Indicadores de vulnerabilidad de disponibilidad de agua en torno al cambio climático y sus factores de peso.

Indicador	Peso	Símbolo
Excedente (mm)	0.50	Ex
Disponibilidad (hm <sup>3</sup> )	0.20	Di
Población (% estado)	0.10	Po
Dotación de agua (% población)	0.05	Da
Índice de calidad del agua (ICA)	0.15	ICA

A partir de la determinación de los valores de entrada que alimentan a cada indicador particular, ponderados por sus respectivos factores de peso, se calcularon los índices de vulnerabilidad de los cuatro acuíferos de Morelos en el contexto de cambio climático (Tabla 5.3 y Figura 5.4).

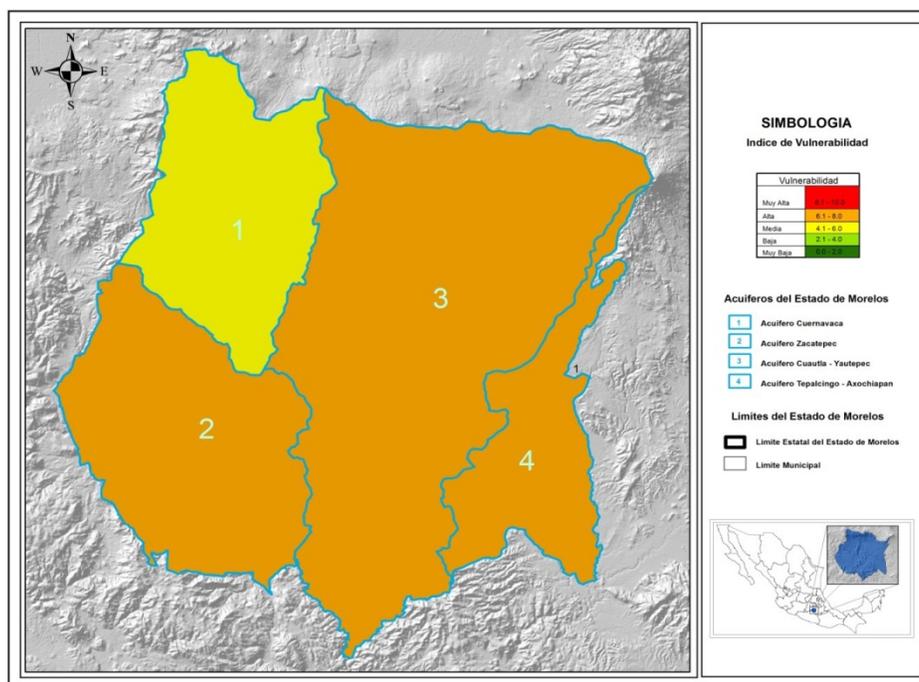
**Tabla 5.3.** Índice de vulnerabilidad del año 2011 y proyección a futuro de los acuíferos de Morelos ante el cambio climático. Color amarillo significa vulnerabilidad media (4.1 a 6.0); color naranja significa vulnerabilidad alta (6.1 a 8.0). **Fuente:** Bolongaro (2012).

Escenario climático	Acuífero			
	Cuernavaca	Cuautla-Yautepec	Zacatepec	Tepalcingo-Axochiapan
2011	4.89	6.36	6.38	6.35

A1B	20	4.88	6.65	6.61	6.42
	50	4.52	6.69	6.58	6.30
	80	5.18	6.96	6.93	6.78
A2	20	5.43	6.91	6.88	6.73
	50	5.34	6.88	6.85	6.69
	80	5.45	6.97	6.96	6.78

Donde el rango de valores corresponde con la tabla siguiente:  
**Tabla 5.4. Escala de valores del indicador de vulnerabilidad**

Vulnerabilidad	
Muy alta	8.1-10.0
Alta	6.1-8.0
Media	4.1-6.0
Baja	2.1-4.0
Muy Baja	0.0-2.0



**Figura 5.4.** Índice de vulnerabilidad del año 2011 y futuro de los acuíferos de Morelos ante el cambio climático. **Fuente:** Bolongaro (2012).

Los resultados del IVRH para los acuíferos de Morelos calculado con datos al2011 y sus proyecciones ante al cambio climático, muestran que los acuíferos de Cuatla-Yautepec, Zacatepec y Tepalcingo-Axochiapan, presentan vulnerabilidades altas, con valores de 6.36 en el escenario A1B (década del 2020), que se incrementan a valores de hasta 6.98 en el escenario A2 (década del 2080). Por su parte, el acuífero Cuernavaca presenta una vulnerabilidad media en el escenario A1B, con valores de entre 4.89 y 4.52 (décadas 2020 a 2080), que se incrementan ligeramente en el escenario

A2, con valores de entre 5.43 y 5.45 en las décadas 2020 a 2080, respectivamente. Esto se entiende debido a que la mayor recarga se presenta en la región norte del estado, sin embargo, dicha recarga tiene su límite, y es importante considerar la tasa de disminución en la disponibilidad del agua de este acuífero.

Finalmente, se hace evidente que la disponibilidad del recurso hídrico en Morelos depende principalmente de la salud de los ecosistemas que ocupan la parte Norte de su territorio – entendiendo éstos como el conjunto de condiciones geográficas, climáticas, geológicas y bióticas que intervienen en el ciclo hidrológico—. Actualmente se ejerce presión sobre áreas destinadas a la conservación y protección ambiental, viéndose sometidas a la tala indiscriminada, invasión, explotación de especies e incendios, por lo que resulta de vital importancia implementar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad del recurso hídrico en Morelos y a partir de estos estudios preliminares contemplar las demandas de uso por región y diversos factores de manejo del recurso para poder orientar acciones. En este sentido, se considera al ordenamiento ecológico territorial como una de las principales medidas de adaptación al cambio climático.

## 5.2. Vulnerabilidad del sector biodiversidad

El estado de Morelos registra el 33% de las especies de aves, el 21% de las especies de mamíferos, el 14% de reptiles y el 10% de plantas vasculares reportadas para el país, ubicándose en el lugar 17 en cuanto a riqueza de especies (CONABIO, 1998; CONABIO y UAEM, 2004). Sin embargo, el calentamiento global está provocando cambios en los regímenes climáticos que ya están repercutiendo en diferentes aspectos de la biodiversidad mundial y nacional (Gitay *et al.*, 2002).

Entre las principales amenazas reportadas para la biodiversidad en Morelos se encuentran: pérdida de la cubierta vegetal debido al cambio de uso de suelo, erosión, deforestación, incendios forestales, contaminación en general, comercio ilegal de biota y la presencia de especies ferales como consecuencia de la introducción de especies exóticas (CONABIO, 1998; Pérez Gil *et al.*, 2010).

En virtud de lo anterior, un grupo de investigadores de FAUNAM, A.C., así como del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Biología, UNAM, desarrollaron un estudio cuyo objetivo fue el de evaluar la vulnerabilidad y riesgo actual y futuro de la biodiversidad (especies selectas) del estado de Morelos ante la variabilidad y los efectos del cambio climático. Los resultados más sobresalientes de dicho estudio se describen a continuación.

Como parte de dicho estudio los autores elaboraron y, posteriormente analizaron, distintos modelos de distribución potencial, definidos como modelos de nicho ecológico proyectados de una muestra representativa de especies de vertebrados (mamíferos, aves, anfibios y reptiles) presentes en la entidad. Para tales proyecciones, los autores utilizaron el escenario climático A2.

El procedimiento de selección de las especies para el análisis de vulnerabilidad se basó principalmente en el *Programa de Conservación de Especies en Riesgo 2007-2012* (PROCER) desarrollado por la SEMARNAT. Entre los criterios de selección se encuentran: grado de amenaza, endemismo y distribución regional, valor socioeconómico y cultural, condición de especie indicadora o clave, rareza taxonómica y presión antropogénica. Tras la obtención de estos datos, se construyó una matriz de vulnerabilidad total, representada por la sumatoria de los valores que se obtienen al analizar los siguientes factores: riesgo de exposición, vulnerabilidad intrínseca y capacidad de adaptación del sujeto evaluado (tras asignarles un valor relativo a cada uno). A continuación se muestran los resultados generales de los modelos de distribución potencial y la vulnerabilidad por grupo taxonómico y por especie.

### Modelos de distribución potencial

En total se realizaron 296 modelos de nicho ecológico (cuatro por especie) para la distribución modelada actual y para los modelos de cambio climático hacia los años 2020, 2050 y 2080. En dichos modelos se muestra la probabilidad de ocurrencia en la distribución de las especies. Las especies modeladas por grupo fueron, en total: 12 anfibios, 11 mamíferos, 24 reptiles, 14 aves y 12 especies de vegetación.

Los rangos actuales de distribución (2012) muestran, para la gran mayoría de las especies, una reducción significativa en los rangos de su distribución histórica, esto debido a la multitud de efectos negativos persistentes (naturales y antropogénicos) que inciden en la sobrevivencia de las especies. Los grupos taxonómicos con cambios significativos en los rangos potenciales de distribución son los anfibios, los reptiles y las aves.

### Matriz de vulnerabilidad total

La vulnerabilidad total es la sumatoria de los valores que se obtienen al analizar tres ámbitos: el riesgo de exposición, la vulnerabilidad intrínseca y la capacidad de adaptación del sujeto evaluado. El valor relativo (ponderación) que se le asignó a cada uno de los ámbitos fue el siguiente: riesgo de exposición: 2; vulnerabilidad intrínseca: 3; capacidad de adaptación: -1. Además, en cada uno de los ámbitos mencionados, hay valores o criterios aplicables contra los que se asigna un valor o calificación al momento de aplicar el sistema de calificación comparativa. Se emplea una escala de cuatro valores, donde cuatro es el máximo y uno es el mínimo. Los valores máximos resultantes de la sumatoria representan mayor vulnerabilidad total, y los mínimos, menor vulnerabilidad total.

### Análisis de vulnerabilidad por grupos taxonómicos

En el análisis de vulnerabilidad por grupo taxonómico, el grupo más vulnerable fue el de los anfibios (vulnerabilidad total de 12.03), mientras que el grupo taxonómico menos vulnerable fue el de los reptiles (vulnerabilidad total de 6.93). En ambos grupos, el momento de las actividades de temporada como la hibernación, estivación y crianza están estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas (Henle *et al.*, 2008) por lo que podrían ser las fases del ciclo de vida más afectadas bajo condiciones de cambio climático (Tabla 5.3).

**Tabla 5.3.** Vulnerabilidad total por grupo taxonómico.

Grupo taxonómico	Riesgo de Exposición	Ponderación	Vulnerabilidad intrínseca	Ponderación	Capacidad de adaptación	Ponderación	Vulnerabilidad total
Anfibios	2.22	4.44	3.08	9.25	1.67	-1.67	12.03
Reptiles	2.19	4.39	1.58	4.75	2.21	-2.21	6.93
Aves	2.40	4.81	2.14	6.43	2.29	-2.29	8.95
Mamíferos	1.88	3.76	2.36	7.09	1.73	-1.73	9.12
Vegetación	2.14	4.28	1.92	5.75	2.50	-2.50	7.53

### Análisis de vulnerabilidad por especie

**Anfibios:** de las 12 especies evaluadas, la mayoría tuvo calificaciones arriba de 10 puntos, con promedio general de 12.03 puntos, registrando la calificación más baja la ranita plegada (*Hyla plicata*) con 8.00 puntos y la más alta el tlaconete de Morelos (*Pseudoeurycea altamontana*) con 16.33 puntos. Las calificaciones altas se deben a reducciones en su distribución, fragmentación, características de vulnerabilidad intrínseca, pobre habilidad de dispersión, grados de endemismo, baja tolerancia a cambios en su hábitat y poca capacidad de adaptación.

**Reptiles:** de las 24 especies evaluadas, la mayoría tuvo calificaciones menores a diez puntos, con un promedio general de 6.93 puntos. Se otorgó la calificación más alta a la culebra de cabeza roja (*Pseudoleptodeira latifasciata*) con 13.67 puntos, y la más baja al chintete de mezquite (*Sceloporus grammicus*) con 2.33 puntos. Las calificaciones bajas obtenidas en general para este grupo pueden ser el resultado de un incremento o permanencia de sus rangos de distribución y valores bajos en cuanto a vulnerabilidad intrínseca.

**Aves:** de las 14 especies evaluadas, la mayoría tuvo calificaciones menores a diez puntos, con un promedio general de 8.95 puntos, registrando la calificación más alta el ave semillero azul (*Amaurospiza concolor*) con 14 puntos, y la más baja la paloma titibú (*Leptotila verreauxi*) con cuatro puntos. Esto puede deberse a que, en general, el rango de distribución se mantiene modelado o, inclusive, se incrementa.

**Mamíferos:** de las 11 especies evaluadas, seis presentaron calificaciones arriba de diez puntos, para un promedio general de 9.12 puntos. La calificación más alta se registró para el murciélago hociquito de Curazao (*Leptonycteris curasoae*), con 15 puntos y la más baja fue para el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) con 1.67 puntos. En general, la distribución de los mamíferos dentro de la entidad se ve fragmentada o disminuida y la vulnerabilidad intrínseca registra valores variados dependiendo de la especie.

**Vegetación:** de las 12 especies evaluadas, la mayoría tuvo calificaciones menores a diez puntos, con un promedio general de 8.97 puntos. La calificación más alta se registró para el ahuehuete (*Taxodium mucronatum*), con once puntos, y la más baja para el copal santo (*Bursera bipinnata*) con 3.33 puntos. Esto puede deberse a un posible movimiento de la selva baja hacia el norte del estado y una contracción de los bosques templados.

Tras el análisis general de los resultados obtenidos, los autores señalan que el 30.13% de las especies evaluadas resultaron en un rango de mayor vulnerabilidad total frente a cambio climático. Entre ellas están: el teporingo o conejo de los volcanes (*Romerolagus diazi*), la nutria (*Lontra longicaudis*), el murciélago magueyero (*Leptonycteris nivalis*) y los murciélagos *Leptonycteris curasoae* y *Chiropterotriton chiropterus*; entre los anfibios se encuentran tres especies de salamandras (*Pseudoeurycea cephalica*, *P. leprosa* y *P. belli*) y la rana arbórea (*Plectrohyla arborescandens*); entre las aves están el búho cara oscura (*Asio stygius*) y el ave semillero azul (*Amaurospiza concolor*); en cuanto a la vegetación, se encuentra el sabino (*Taxodium mucronatum*). Además, dentro del rango mayor a 15 puntos se encontró a la salamandra *Pseudoeurycea altamontana* (16.33 puntos), la cual presentó la mayor vulnerabilidad total encontrada.

Por otra parte, el 53.42% de las especies evaluadas resultaron con una vulnerabilidad total media (de 5.1 a 10 puntos). Algunas de las especies relevantes en este rango son: la rana arbórea (*Plectrohyla chryses*), el escorpión (*Heloderma horridum*), la tortuga casquito (*Kinosternon integrum*) y el falso camaleón (*Phrynosoma orbiculare*); algunas de las aves son: el halcón aplomado (*Falco femoralis*), la huilota (*Zenaida macroura*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), la gallinita de monte (*Dendrortyx macroura*) y el gorrión serrano (*Xenospiza baileyi*); entre los mamíferos están: el ocelote (*Leopardus pardalis*) y el tigrillo (*Leopardus wiedii*); en cuanto a la vegetación, se encuentra: el pasto amacollado *Stipa ichu*, los pinos *Pinus ayacahuite* y *P. moctezumae*, una especie de encino (*Quercus rugosa*) y el madroño (*Arbutus xalapensis*).

Finalmente, el 15.6% de las especies evaluadas obtuvo la vulnerabilidad total más baja. Entre ellas se encuentran: la iguana (*Ctenosaura pectinata*), la tortuga estuche (*Kinosternon scorpioides*), la serpiente cascabel (*Crotalus triseriatus*), la lagartija escorpión (*Gerrhonotus liocephalus*), la paloma arroyera (*Leptotila verreauxi*), dos especies de palo mulato (*Bursera copallifera* y *B. bipinnata*) y la especie con menor calificación de todo el estudio, el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Los autores concluyen que para el caso específico de Morelos y su biodiversidad, lo verdaderamente crítico no serán las variaciones promedio en el régimen de lluvias o en las temperaturas, sino la frecuencia y duración de los pulsos extremos en la presencia o ausencia de agua, o la persistencia de temperaturas extremas. Entre los efectos a corto plazo están la posible desaparición de poblaciones de ciertas especies de plantas y animales, así como los cambios en los patrones de distribución y composiciones florísticas y faunísticas de dichos reservorios.

La necesidad de entender la vulnerabilidad de los ecosistemas y sus consecuencias para las poblaciones locales y los sectores implicados en su manejo es un desafío. Algunos de los efectos que el cambio climático podría traer a la población morelense son: a) desaparición de especies útiles (por tanto, reducción en el número de especies aprovechables); b) pauperización de dieta rural por eliminación de especies; c) incremento en niveles de pobreza por escasez de especies útiles; d) menor recreación en espacios naturales y e) afectación de prácticas culturales y religiosas de pueblos indígenas o autóctonos que emplean elementos naturales.

La solución a este tipo de desafíos requiere la integración tanto de factores climáticos como socioeconómicos, para luego diseñar medidas de adaptación y mitigación adecuadas al contexto local institucional (Burton *et al.*, 2002; Füssel, 2007; Agrawal, 2008; Boyd, 2008; Ribot, 2009).

A nivel de paisaje, particularmente crítica puede resultar la situación de los cuerpos de agua superficial y de los bosques templados del estado ante el incremento de las temperaturas, la disminución de periodos fríos, la expansión de condiciones cálidas o los cambios en áreas para el cultivo de básicos. Lo que demandaría un esfuerzo serio de ordenamiento territorial que atienda a las condiciones esperadas bajo cambio climático.

### **5.3. Vulnerabilidad del sector agricultura de temporal**

La superficie cosechada en el estado de Morelos se ha mantenido en los últimos 40 años en el orden de 140 mil ha, siendo la agricultura de bajo temporal la principal modalidad agrícola, la cual ocupa aproximadamente las dos terceras partes de la superficie cosechada. Los cultivos de maíz y sorgo grano representan casi el 75% de la superficie sembrada de temporal. Sin embargo, la posible modificación de los patrones climáticos implica un comportamiento diferente en el desarrollo de las plantas, por lo que si los cambios son pronunciados, diversos cultivos actuales dejarían de ser rentables y podrían desaparecer, dando lugar a una reconversión productiva.

El conocer dichos cambios con anticipación, por medio de indicadores cuantificables como la vulnerabilidad, permite hacer planes y evaluaciones sobre el impacto de los componentes del clima y su relación con la actividad humana, no sólo de forma global sino también local. Tal es el caso del estudio *Vulnerabilidad de la agricultura de temporal al cambio climático*, desarrollado por Rojano *et al.* (2013), cuyos resultados más sobresalientes se describen a continuación.

En dicho estudio, el análisis de vulnerabilidad se basó en la metodología propuesta por Gbetibouo y Ringler (2009), aplicada a la agricultura de riego por Ojeda-Bustamante *et al.* (2010) (Figura 5.4). Las proyecciones de las anomalías climáticas fueron generadas para el escenario A2 de la base de datos del IPCC (2010) y de la base de datos generada por Montero y Pérez (2008) para México a una resolución de 50 km.



**Figura 5.4.** Marco metodológico para el análisis de vulnerabilidad de la agricultura al cambio climático.

A continuación se muestran los resultados generales de vulnerabilidad global y el potencial productivo de la superficie de maíz de temporal ante cambio climático.

### Vulnerabilidad global

Los resultados del análisis global para los componentes de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación se muestran a continuación. El mapa de exposición global (Figura 5.5) muestra que las zonas más vulnerables se ubican hacia el sureste del estado, en los límites con el estado de Puebla, mientras que las zonas menos vulnerables se localizan al noroeste en los límites del Estado de México. Para el caso de la sensibilidad climática (Figura 5.6), las zonas más vulnerables están situadas en los municipios de Axochiapan, Tepalcingo, Jantetelco, Jojutla, Amacuzac, Coatlán del Río, Tetecala, Jiutepec, Mazatepec y parte de los municipios de Ocuituco, Miacatlán, Ayala, Puente de Ixtla y Tepoztlán. Por último, el mapa de capacidad de adaptación (Figura 5.7) muestra que los mayores grados de vulnerabilidad corresponden a las zonas más marginadas y con menos capacidad de respuesta que se encuentran en el municipio de Tetela del Volcán y Tlalnepantla, mientras que las regiones menos vulnerables y que responderán mejor a los cambios se ubican en el Centro, en los municipios Emiliano Zapata y Zacatepec de Hidalgo.

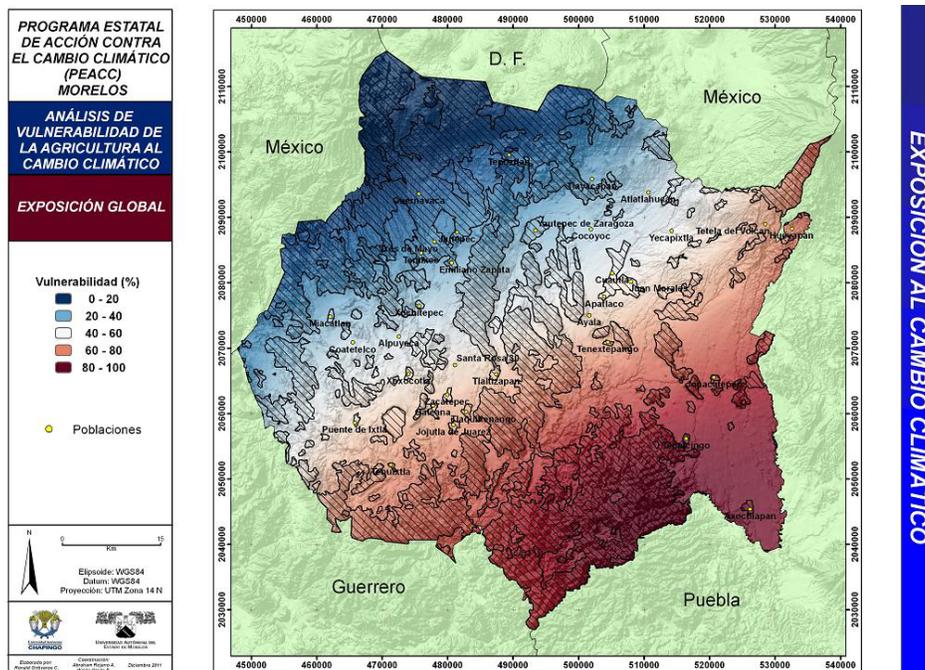


Figura 5.5. Exposición climática global para el estado de Morelos.

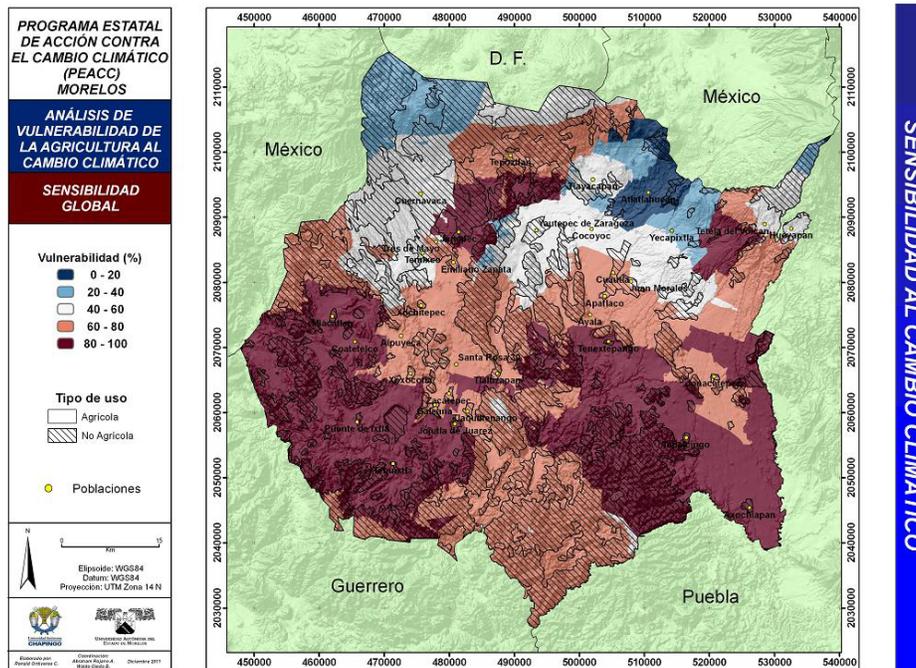


Figura 5.6. Sensibilidad climática global para el estado de Morelos.

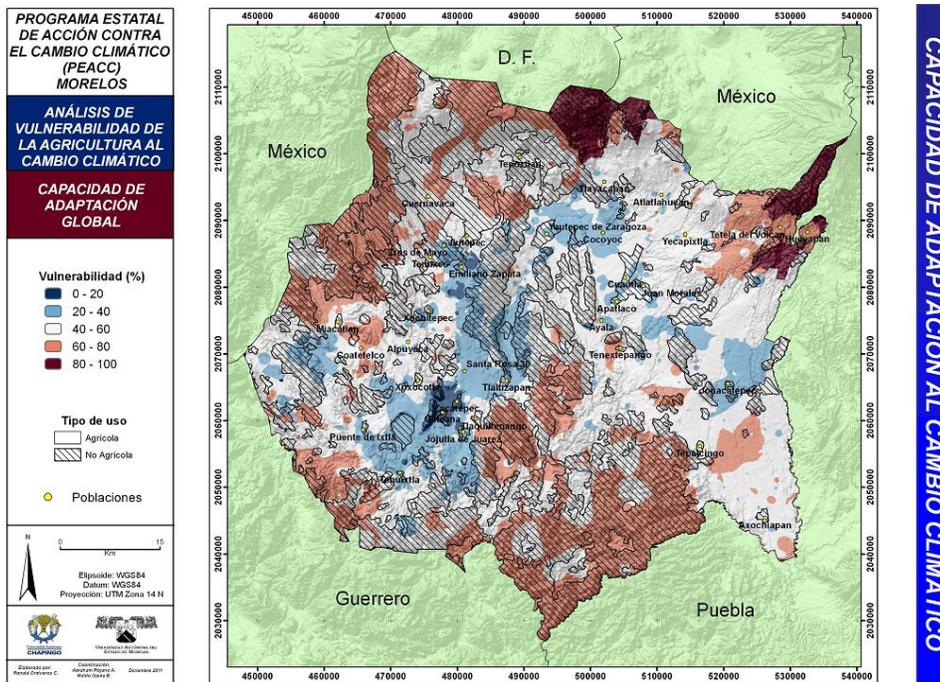


Figura 5.7. Capacidad de adaptación global para el estado de Morelos.

Se observa una distribución desigual de la superficie para los diferentes componentes de la vulnerabilidad. Así, el componente de exposición indica que los grados de vulnerabilidad están

distribuidos entre el 18.44% y el 24.84%, lo que muestra que el impacto del cambio climático, desde las variables climáticas, será gradual pero uniforme para todo el estado. El componente de sensibilidad tiene una predominancia de los grados altamente vulnerable, muy vulnerable y vulnerable, con 37.99%, 36.41% y 16.91%, respectivamente, lo que muestra que gran parte del estado será muy sensible al cambio climático. Finalmente, respecto a la capacidad de adaptación, sobresalen los grados vulnerable (53.62%) y ligeramente vulnerable (28.4%) los cuales sugiere que gran parte de estado tendrá una buena capacidad de adaptación al impacto ocasionado por la exposición y sensibilidad climática.

Finalmente, en la figura 5.8 se muestra el mapa global de vulnerabilidad de la agricultura al cambio climático en Morelos. Las áreas más vulnerables al cambio climático se encuentran en la región sur y sureste del estado en los límites con el estado de Puebla, sobre todo en los municipios de Axochiapan, Tepalcingo, Jojutla, Jantetelco y parte de los municipios de Jonacatepec de Hidalgo y Puente de Ixtla, mientras que la zona menos vulnerable se ubica al norte, en los límites entre el Estado de México y el Distrito Federal y comprende los municipios de Huitzilac y parte de Tlalnepantla y Cuernavaca. Es posible reconocer también los rangos intermedios de vulnerabilidad ubicados en los municipios del centro y orientados en dirección noreste-suroeste donde, se presume, mejorarán las características climáticas para la agricultura debido al incremento de la temperatura y a la menor disminución de la precipitación y las condiciones antropogénicas analizadas en este estudio. Estas regiones son las más óptimas para considerar una mejor adaptación de los cultivos a la agricultura desde todos los puntos de vista y los indicadores que se analizaron.

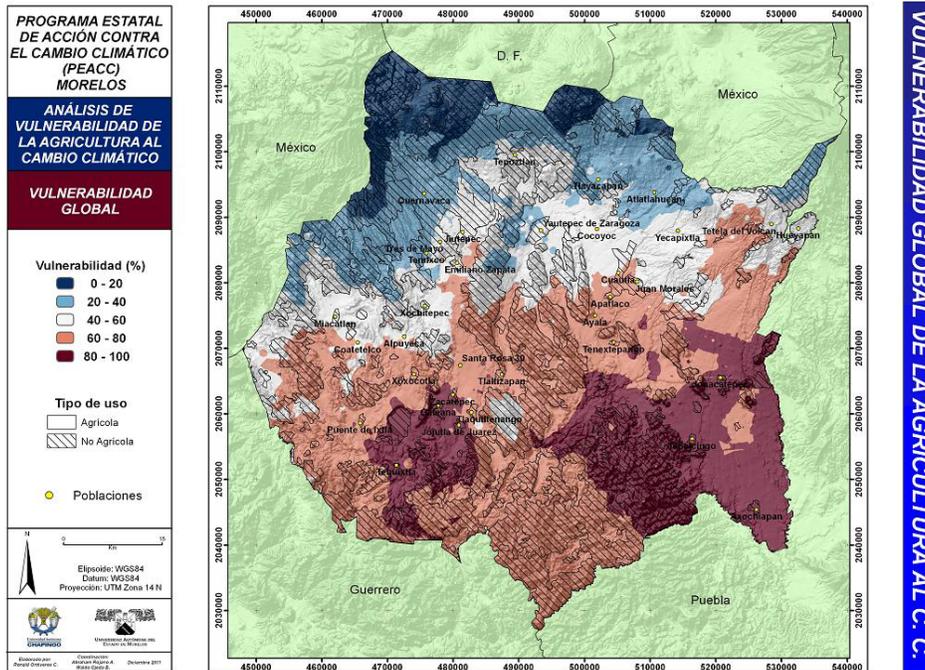


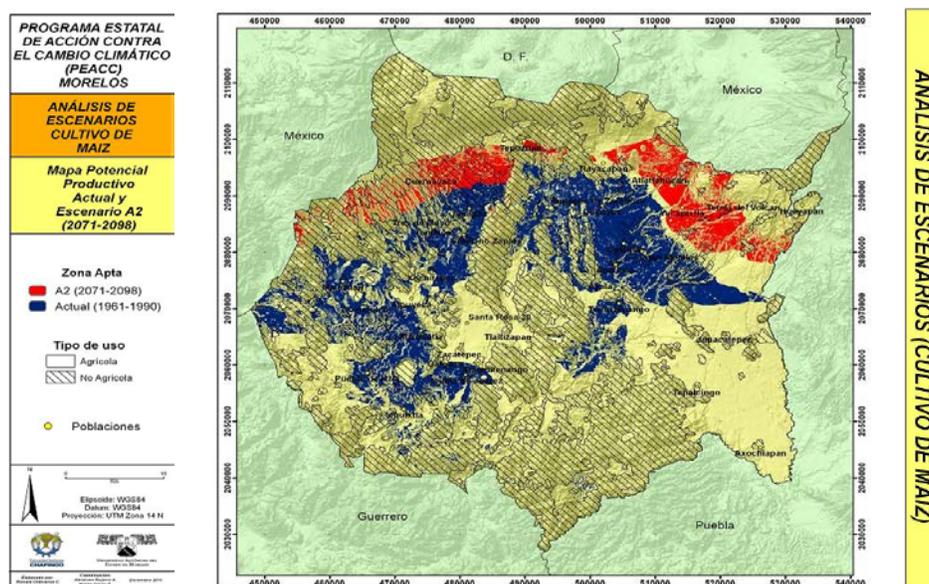
Figura 5.8. Vulnerabilidad global de la agricultura para el estado de Morelos.

El análisis de vulnerabilidad global refleja que cerca del 78.68% de la superficie total del estado presenta un grado desde vulnerable hasta altamente vulnerable. De esta proporción, predomina el grado muy vulnerable con 37.07%, seguido por vulnerable y altamente vulnerable con 22.11% y 19.5%, respectivamente. La priorización de estrategias y acciones para disminuir los efectos del

cambio climático deben ser encaminadas a estas regiones ya que podrían ser las más afectadas y con menor grado de adaptación.

### 5.3.1 Potencial productivo del maíz de temporal ante el cambio climático

Como parte del estudio de la vulnerabilidad en el estado de Morelos, se muestra la distribución actual y futura de uno de los cultivos más representativos del estado, como lo es el maíz. Los resultados obtenidos (Figura 5.9) muestran que la reducción de la superficie apta del estado para el cultivo de maíz es de un 73% del total del que se dispone actualmente, además se observa que la zona apta se desplaza hacia el Norte, cerca de la Sierra del Chichinautzin.



**Figura 5.9.** Mapa potencial productivo para el cultivo de maíz según los períodos actual (1961-1990) y el escenario A2 (2071-2098).

A manera de conclusión, puede afirmarse que la investigación adicional de tipo regional o local es necesaria para determinar los cambios a nivel más detallado para que se tome en cuenta la naturaleza dinámica de los procesos. Además, con base en las expectativas de la variabilidad del clima, se espera que quienes toman las decisiones adopten las estrategias más adecuadas para minimizar los impactos del cambio climático en la agricultura estatal.

### 5.4. Vulnerabilidad del sector salud

Los cambios en los patrones climáticos pueden alterar la incidencia de algunas enfermedades humanas de manera directa e indirecta. Los efectos directos son aquellos que, a partir de cambios en el clima, tienen un impacto sobre el organismo humano, mientras que los indirectos afectan los sistemas biológicos y biogeoquímicos, causando alteraciones en la distribución espacial y temporal de agentes infecciosos favoreciendo la aparición de enfermedades (Martens, 1998; Ebi *et al.*, 2006; Ebi, 2008).

Debido a lo complejo de las relaciones entre el cambio climático y la salud humana, es de suma importancia realizar estudios para tener una mayor comprensión de las múltiples interacciones y los efectos previsibles en la población mexicana, específicamente. En función de lo anterior, un grupo de investigación perteneciente al *Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)* (Hurtado *et al.*, 2013) desarrolló un estudio en la materia, enfocado a desarrollar un diagnóstico de la relación entre

clima y salud a través de la evaluación de enfermedades asociadas a la variabilidad y al cambio climático en el estado de Morelos. Los resultados más sobresalientes de dicho estudio se describen en este apartado.

Primeramente se realizó una revisión sistemática de la literatura indexada, así como de reportes, informes técnicos y publicaciones en bases de datos electrónicas de eventos en salud, asociados al cambio climático en Morelos. Posteriormente, se realizó una selección de enfermedades sensibles al clima, prioritarias en términos de salud pública en la entidad para, finalmente, desarrollar un análisis regional sobre los impactos de las variaciones climáticas en la salud de la población en la entidad.

### **Selección y análisis de enfermedades en función de las variables climáticas**

A partir de la minuciosa revisión bibliográfica, las enfermedades más representativas asociadas al cambio climático en Morelos fueron seleccionadas (Tabla 5.4) como indicadores para el análisis diagnóstico de la situación en la entidad.

A su vez, el análisis efectuado de dichas enfermedades en función de las variables climáticas (Tabla 5.4) mostró que todas las enfermedades analizadas presentaron una correlación significativa con al menos una variable climática en alguna de las regiones (excepto la tuberculosis). Sin embargo, la región semifría fue la que presentó una menor cantidad de correlaciones comparada con las demás. En general, las enfermedades por infecciones respiratorias agudas (IRA's) (asma, neumonías y bronconeumonías) tuvieron correlaciones negativas con las variables climáticas, mientras que lo contrario ocurrió con las enfermedades diarreicas agudas (EDA's) y la picadura de alacrán.

**Tabla 5.4.** Matriz de correlación entre las enfermedades y las variables climáticas en las regiones norte y sur de Morelos.

Enfermedad	Región semifría			Región semicálida			Región cálida		
	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Precipitación	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Precipitación	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Precipitación
Asma	-0.07	0.07	-0.07	<b>-0.36*</b>	<b>-0.29*</b>	<b>-0.13*</b>	<b>-0.24*</b>	<b>-0.21*</b>	<b>-0.10*</b>
Chagas	0.03	-0.04	0.04	0.04	-0.08	<b>0.11*</b>	<b>-0.12*</b>	<b>-0.12*</b>	-0.04
Dengue	0.05	-0.003	0.04	<b>0.13*</b>	<b>-0.14*</b>	0.08	<b>0.14*</b>	<b>-0.22*</b>	0.05
Desnutrición	0.06	-0.001	0.03	-0.08	0.07	-0.08	0.01	<b>0.19*</b>	-0.08
EDA's	<b>0.45*</b>	<b>0.16*</b>	<b>0.29*</b>	<b>0.18*</b>	0.002	<b>0.29*</b>	<b>0.36</b>	<b>0.12*</b>	<b>0.41*</b>
IRA's	<b>-0.30*</b>	-0.02	<b>-0.24*</b>	<b>-0.58*</b>	<b>-0.18*</b>	<b>-0.36*</b>	<b>-0.58*</b>	<b>-0.13*</b>	<b>-0.40*</b>
Neumonías y bronconeumonías	0.01	0.06	-0.04	<b>-0.31*</b>	<b>-0.20*</b>	<b>-0.16*</b>	<b>-0.30*</b>	<b>-0.30*</b>	<b>-0.16*</b>
Picadura de alacrán	<b>0.13*</b>	-0.05	0.06	<b>0.63*</b>	<b>0.49*</b>	<b>0.18*</b>	<b>0.59*</b>	<b>0.65*</b>	0.06
Tuberculosis	0.03	0.06	-0.004	0.01	-0.01	0.02	0.06	0.04	0.07

\* Valores estadísticamente significativos ( $p < 0.05$ )

A continuación se describe cada enfermedad de forma independiente:

**Asma:** El asma mostró una correlación negativa en las tres regiones, excepto para la temperatura máxima en la región semifría. En la región semicálida y cálida esta correlación fue significativa con las tres variables climáticas.

**Enfermedad de Chagas:** Esta enfermedad mostró una correlación positiva en la región semicálida con la precipitación, y una correlación negativa con la temperatura mínima y máxima en la región cálida, mientras que en la región semifría no se encontró una correlación significativa.

**Dengue:** En la región semifría no hubo correlación entre la morbilidad por dengue y las variables climáticas. Por otro lado, en la región semicálida y cálida se observó una correlación negativa entre la incidencia de dengue y la temperatura máxima y una positiva con respecto a la temperatura mínima.

**Desnutrición:** La desnutrición solamente mostró una correlación positiva en la región cálida con la temperatura máxima, incrementándose el número de casos en la temporada de calor.

**EDA's:** En las tres regiones climáticas se observaron correlaciones positivas con las tres variables climáticas. Solamente en la región semicálida no se encontró una correlación con la temperatura máxima. En las tres regiones, los registros más altos de morbilidad en cada año se reportan meses después de que la temperatura mínima y máxima alcanzan sus valores máximos. Por su parte el aumento en la morbilidad coincide con los meses en donde se registra una mayor precipitación.

**IRA's:** Estas infecciones siempre tuvieron una correlación negativa con todas las variables climáticas en las tres regiones, siendo la única excepción la región semifría en la que se encontró solamente una correlación entre la temperatura mínima y la precipitación. La mayor morbilidad se encontró cuando la temperatura mínima, máxima y la precipitación alcanzaban sus valores más bajos.

**Neumonías y bronconeumonías:** En la región semifría no se encontró ninguna correlación con alguna variable climática, mientras que en la región semicálida y cálida, la morbilidad tuvo una correlación negativa con todas las variables climáticas. Al igual que con las IRA's, los mayores registros de morbilidad coincidieron con los menores valores de temperatura mínima, máxima y precipitación.

**Picadura de alacrán:** La incidencia de picaduras de alacrán siempre tuvo una correlación positiva en las tres regiones. En la región semifría, su incidencia se asoció con la temperatura mínima, en la región semicálida tuvo una correlación con las tres variables climáticas, y en la región cálida con la temperatura mínima y máxima; sin embargo, los mayores valores en las correlaciones se observaron con la temperatura mínima y máxima en la región semicálida y cálida.

**Tuberculosis:** En ninguna de las tres regiones se encontró una correlación significativa con alguna variable climática.

Finalmente, a partir de la información recopilada y analizada en el estudio, se puede concluir que las enfermedades con mayor incidencia bajo condiciones de cambio climático en Morelos, y que determinarían la vulnerabilidad de comunidades y regiones por la alta tasa de morbilidad que generan, son las IRA's, la picadura de alacrán y las EDA's. Las IRA's (asma, neumonías y bronco neumonías) presentan una correlación negativa con las variables climáticas, es decir, cuando la temperatura mínima, máxima y la precipitación disminuyen, la incidencia de estas enfermedades aumenta. Por otro lado, las EDA's y las picaduras de alacrán están relacionadas positivamente con las variables climáticas, por lo que un aumento en la temperatura mínima, máxima y precipitación, incrementa la morbilidad.

**Conclusiones y recomendaciones**

A partir de la información recopilada y analizada del presente documento se puede concluir lo siguiente:

1. Es relativamente escasa la información sobre la relación entre variables climáticas y enfermedades en México (Chowell *et al.* 2004; Chowell *et al.* 2005; Riojas *et al.* 2006), y para Morelos no existen estudios de este tipo.
2. Las enfermedades asociadas al cambio climático más importantes en Morelos son el dengue, las infecciones respiratorias agudas (IRA), las enfermedades diarreicas agudas (EDA) y el alacranismo.
3. En general, las afecciones respiratorias (IRA, asma, neumonías y bronco neumonías) presentan una correlación negativa con las variables climáticas, es decir, que cuando la temperatura mínima, máxima y la precipitación disminuyen, la incidencia de estas enfermedades aumenta. Por lo tanto, es en los meses de invierno cuando se registra una mayor morbilidad.
4. Las EDA y picaduras de alacrán están relacionadas positivamente con las variables climáticas, por lo que un aumento en temperatura mínima, máxima y precipitación incrementa su incidencia. Estas condiciones se presentan en los meses de primavera y verano.
5. A pesar de que el dengue muestra resultados opuestos con la temperatura máxima y mínima, este es un problema de salud pública en Morelos como se observa en los casos del 2007 y 2008, que coinciden con la época calurosa y de lluvias.

Debido a lo anterior se formulan las siguientes recomendaciones:

1. Registrar la morbilidad por deshidratación y golpes de calor, ya que son enfermedades sensibles al clima y pudieran ser importantes de analizar para el estado debido a que: a) la región semicálida y cálida presentan temperaturas elevadas durante la primavera y verano, b) la precipitación y, por lo tanto, la mayor humedad relativa coincide con los meses más cálidos, lo cual puede incrementar el riesgo de padecer estas enfermedades, c) en ambas regiones mencionadas anteriormente se practica la zafra (quema de caña de azúcar la cual posteriormente es recogida por trabajadores durante el día) en las épocas más calurosas del año, pudiéndose incrementar la morbilidad por estos padecimientos (Delgado 2009. Crowe *et al.* 2009; Crowe *et al.* 2010).
2. Tener un adecuado monitoreo atmosférico en Morelos, asegurando un acceso transparente, veraz y oportuno a los datos; con la finalidad de continuar investigando las asociaciones con eventos en salud sensibles al clima especialmente en las zonas de cultivo de caña, ya que al ser quemados aumenta la cantidad de partículas suspendidas en el aire, lo cual puede incrementar las enfermedades respiratorias (Cançado *et al.* 2006; Rossi *et al.* 2007; Uriarte *et al.* 2009; Rossi *et al.* 2010).
3. Poner especial énfasis a las afecciones respiratorias durante la época invernal y a las EDA y picaduras de alacrán durante los meses más cálidos.
4. Reforzar los programas de prevención y control de enfermedades transmitidas por vector, específicamente focalizar la atención en la prevención de dengue.

## 6. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO

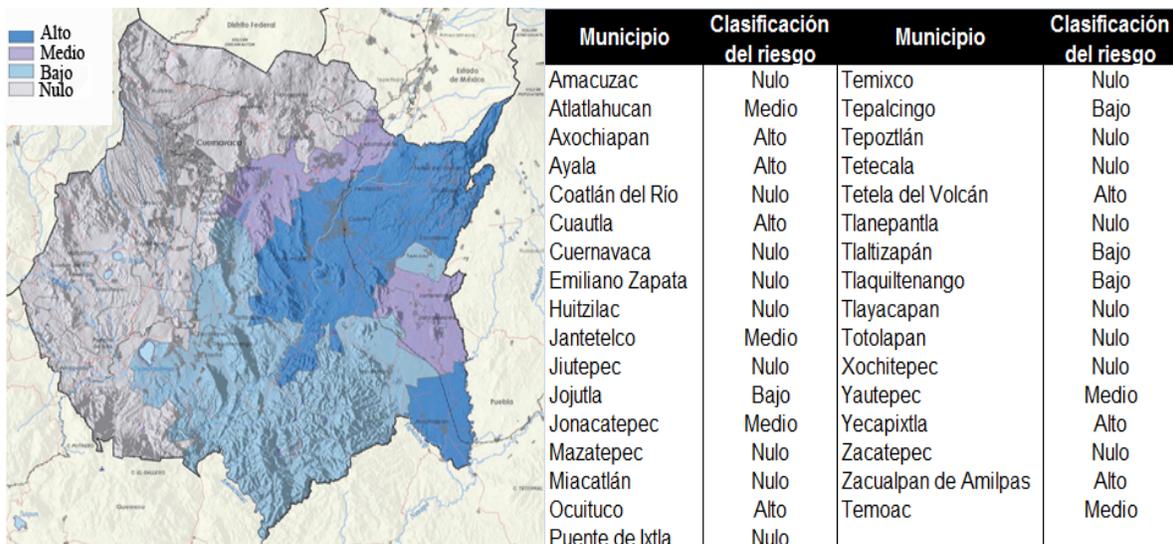
El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), define *riesgo* como una función de probabilidad y magnitud de diferentes impactos (IPCC, 2001). Para el caso del estado de Morelos, se desarrolló un estudio en la materia que tuvo como objetivo el análisis de los factores de riesgo geológicos, hidrometeorológicos y químicos en el estado de Morelos que se deberán considerar de manera integral en la prevención del riesgo ante cambio climático o cuyos efectos actuales se verán intensificados ante los cambios esperados de temperatura y precipitación. Los resultados obtenidos a partir de dicho estudio se describen a continuación.

### 6.1. Factores de riesgo geológicos

#### Riesgo por flujos de lodo e inundaciones

La actividad volcánica en el estado de Morelos está constantemente monitoreada, debido principalmente a la presencia del volcán *Popocatepetl*. La combinación de materiales volcánicos (rocas ígneas pómez y, en mayor cantidad, ceniza) e intensas precipitaciones pueden formar flujos de lodo que se movilizan rápidamente. El principal peligro para la vida humana es el enterramiento o el impacto de bloques y otros escombros.

Se ha reportado que el 26.62% de la superficie de Morelos se encuentra en riesgo Alto de sufrir daños a causa de los flujos de lodo o inundaciones. El 10.24% de la superficie está en riesgo Medio; el 21.14% del territorio está considerado dentro de un riesgo Bajo y el 42% de la superficie del estado tiene un riesgo Nulo (Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010). En la figura 6.1 se muestran los 33 municipios y el riesgo en el que se encuentran de sufrir flujos de lodo e inundaciones.

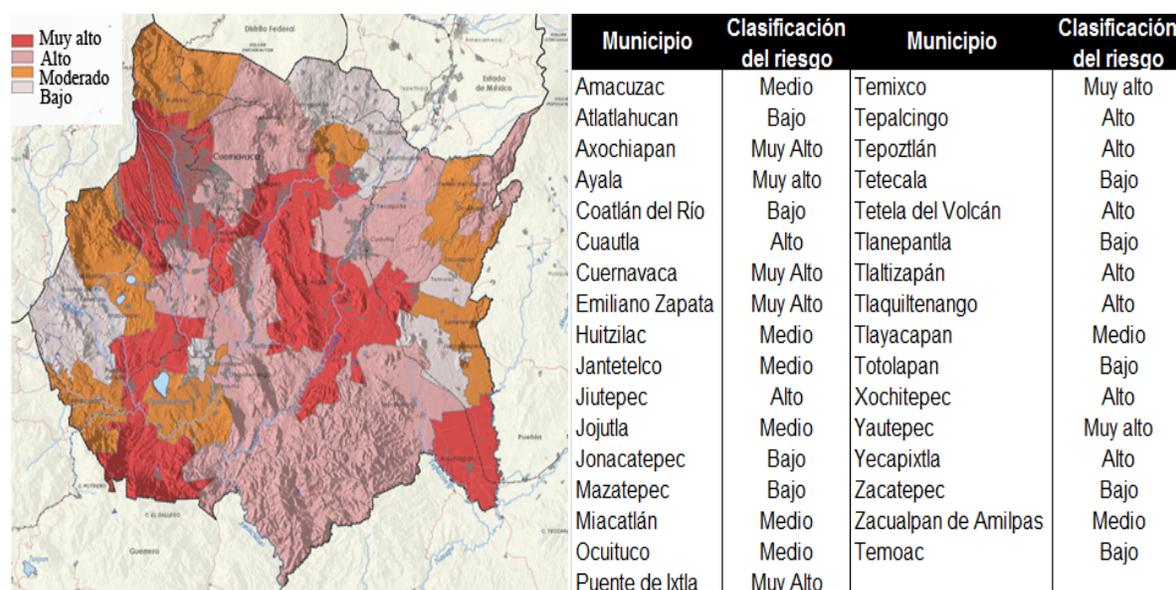


**Figura 6.1.** Regiones del Estado en riesgo de sufrir flujos de lodo e inundaciones. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

## Riesgo por derrumbes e inestabilidad de laderas

Los deslizamientos de laderas y desprendimientos de rocas son procesos geológicos comunes en la superficie de la Tierra. La erosión del terreno y la gravedad actúan constantemente en el transporte de materiales desde las zonas más altas hacia las partes topográficamente más bajas. En muchas ocasiones el peligro aumenta por la remoción de materiales para explotación (minas) o, bien, por la construcción de vías de comunicación (taludes) y asentamientos humanos en laderas y barrancas.

El 83.26% de la población morelense se encuentra en categorías de riesgo Muy Alto (47.01%) y alto (36.25%). Los municipios en los que se presenta un riesgo Muy Alto por inestabilidad de laderas son: Axochiapan, Ayala, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Puente de Ixtla, Temixco y Yautepec. Estos municipios abarcan el 47% de la población y el 28% de la superficie del estado. Menos del 17% de la población habita en municipios definidos como de riesgo Moderado y Bajo (Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010). En la figura 6.2 se muestran los municipios y el riesgo en el que se encuentran de sufrir derrumbes.



**Figura 6.2.** Regiones del estado en riesgo de sufrir deslaves y derrumbes en laderas. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

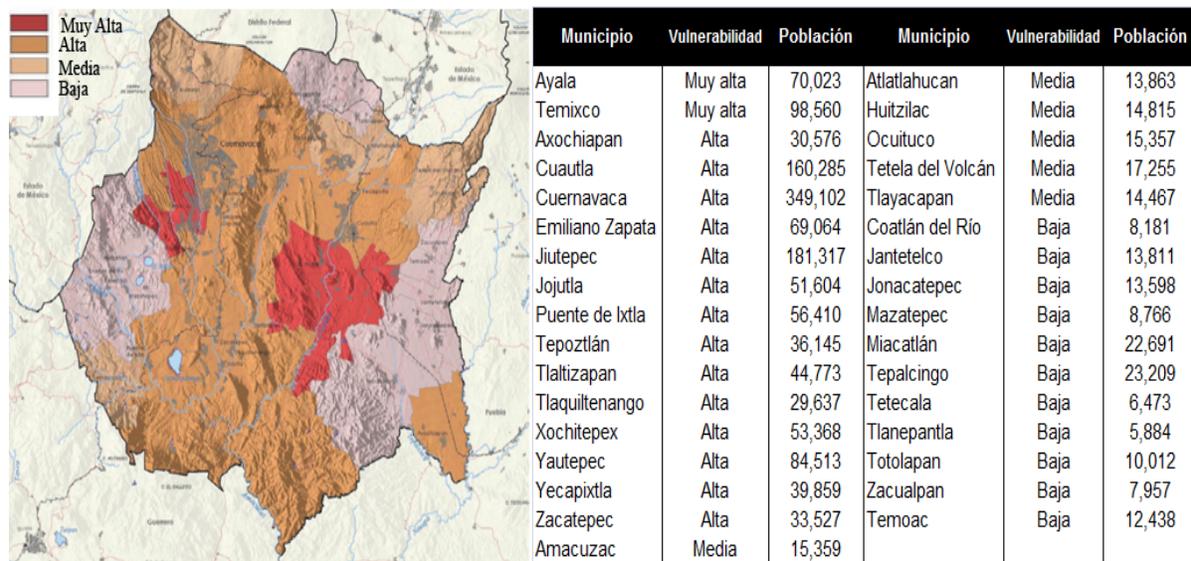
## 6.2. Factores de riesgo hidrometeorológicos

### Vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos

De acuerdo con Hesselbach-Moreno *et al.* (2010), en Morelos, la población bajo condiciones de vulnerabilidad Muy Alta ante eventos hidrometeorológicos es de cerca de 170 mil habitantes y se concentra en los municipios de Ayala y Temixco. Más del 75% de la población total estatal se encuentra en condiciones de Alta vulnerabilidad ante fenómenos naturales, entre los que destacan Cuatla y la Zona Metropolitana de Cuernavaca, que en menos del 10% de la superficie estatal concentra al 45% de la población de la entidad y algunos de los municipios más poblados como Cuernavaca y Jiutepec.

Bajo condiciones de vulnerabilidad Media se encuentran seis municipios con aproximadamente 15 mil habitantes. Por su parte, los once municipios con vulnerabilidad Baja concentran a poco más del

8% de la población total de Morelos, entre los que destacan, por tamaño de la población y extensión territorial, los municipios de Miacatlán y Tepalcingo (Figura 6.3).



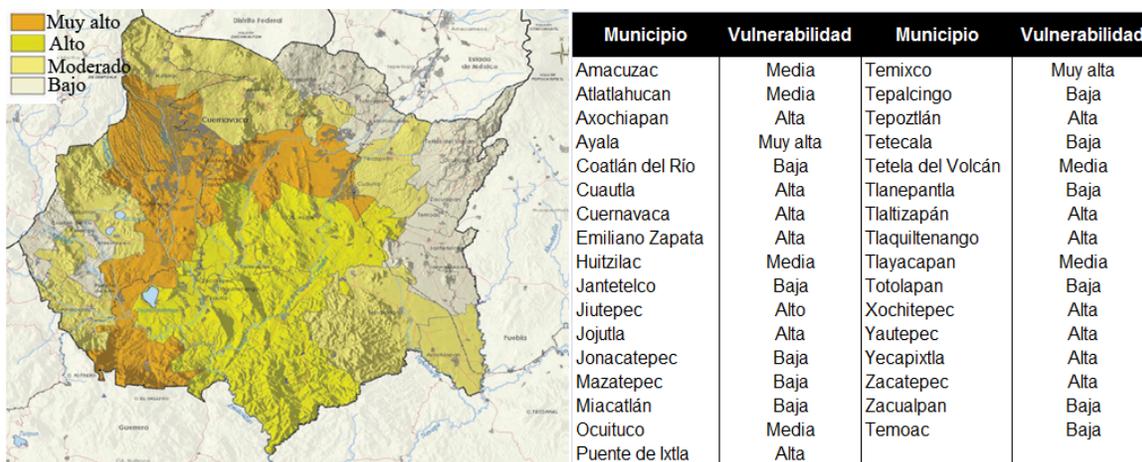
**Figura 6.3.** Vulnerabilidad de los municipios de Morelos ante los fenómenos hidrometeorológicos. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

### Riesgo de inundaciones pluviales

En el estado de Morelos el período de mayor precipitación se presenta entre mayo y octubre. Es en este lapso en donde, en función del tiempo de duración e intensidad de la precipitación, la intercepción por la vegetación, la pendiente del terreno y la porosidad eficaz de la relación suelo-roca; el agua precipitada se infiltra en mayor volumen, promoviendo el incremento en la humedad de los suelos y la recarga natural a los acuíferos o, bien, escurriendo y aumentando considerablemente los caudales en los cauces de arroyos y ríos (Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010).

La severidad de las inundaciones se incrementa por las alteraciones en el drenado natural, la deforestación y el establecimiento de asentamientos humanos en áreas naturalmente inundables (laderas de barrancas, cauces de ríos, entre otros).

Se ha estimado que el 65.26% de la población estatal se encuentra bajo un riesgo Muy Alto de sufrir inundaciones; el 14.23% está en riesgo Alto; el 12.62% presenta riesgo Moderado y el 7.89% de la población se ubica en un riesgo Bajo (Figura 6.4).



**Figura 6.4.** Nivel de riesgo (izquierda) y vulnerabilidad (derecha) de los municipios de Morelos por inundaciones pluviales. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

### Riesgo por temperaturas extremas

Para Morelos se han previsto diversos escenarios sobre los cambios que presentarán las precipitaciones totales y la temperatura media anual (Tabla 6.1).

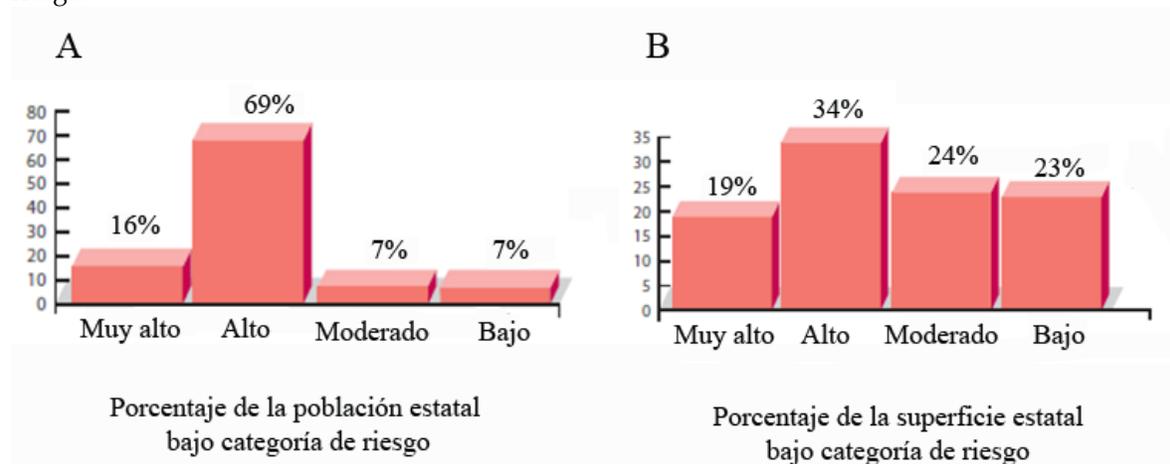
**Tabla 6.1.** Escenarios a futuro de la precipitación total y temperatura media anual.

Escenario	Precipitación total anual	Temperatura media anual
Año 2020	Variará entre +5 y -5%	Entre 0.6 y 1.4°C
Año 2050	Disminuirá entre 5 y 10%	Entre 1.0 y 2.5°C
Año 2080	Disminuirá entre 5 y 20%	Entre 2 y 4°C

**Fuente:** INE en [http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_morelos.html](http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_morelos.html)

Como se observa en la tabla anterior, las precipitaciones en Morelos disminuirán gradualmente con el tiempo sobre todo en la porción sur y las temperaturas aumentarán en la mayor parte del territorio, generando períodos más largos de sequía. En la figura 6.5 se muestran el porcentaje del territorio y la población que se encuentra expuesta a sufrir sequía. Se observa que el 69% de la población se encuentra en riesgo Alto de sequías, en tanto que en el 34% del territorio se presenta la misma condición de

riesgo.



**Figura 6.5.** Porcentajes de riesgo por sequía en la población y la superficie estatal. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

La persistencia de las temporadas secas representa un riesgo para la agricultura, principalmente la que se practica en la región oriente con cultivos de sorgo, gramíneas, maíz, jitomate y cacahuete. En algunos municipios como Amacuzac, Axochiapan, Ayala, Puente de Ixtla, y Coatlán del Río, la totalidad de su superficie se encuentra considerada bajo riesgo de sequías.

En conjunto con la sequía, otro de los efectos causado por las modificaciones en la temperatura media anual es la presencia de temperaturas máximas extremas.

En Morelos los niveles máximos de calor se presentan de marzo a junio, con importantes picos en abril y mayo. Los registros de temperatura en el período de 1941-2006, de entre 38 y 46°C, han permitido estimar que en municipios como Jojutla, el total de su territorio se encuentra en riesgo de padecer temperaturas máximas extremas en los siguientes años. Algo similar se identifica en Puente de Ixtla, Xochitepec y Zacatepec, en donde la región meridional de estos municipios se encuentra en la misma condición de riesgo (Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010).

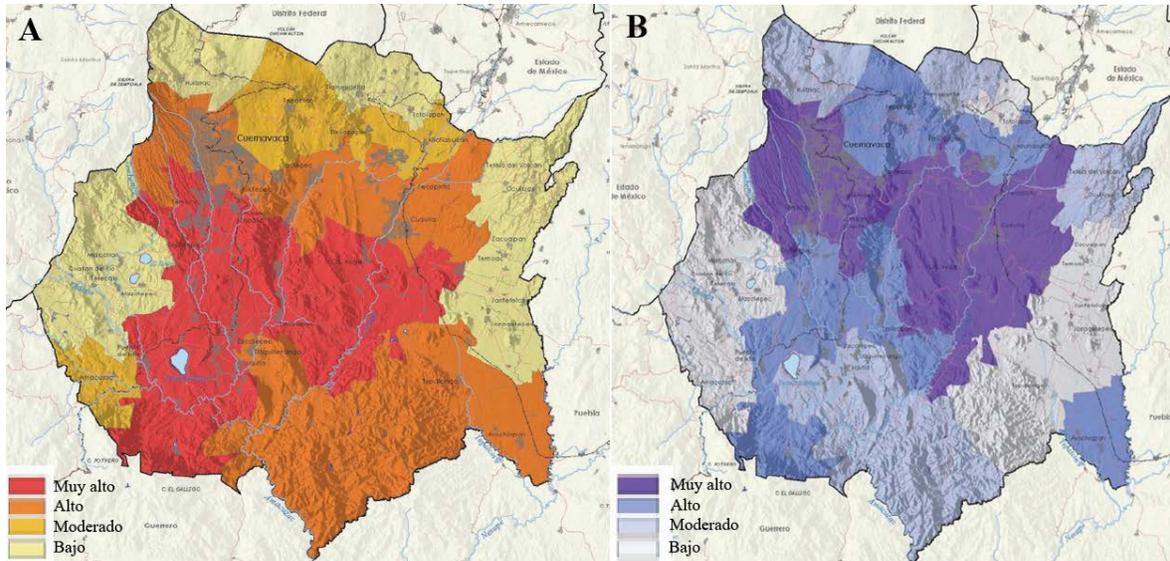
Se reporta que un 36.3% del territorio se encuentra dentro de la categoría de riesgo Muy Alto de sufrir temperaturas máximas extremas; el 27.7% se encuentra en riesgo Alto; el 10.36% en riesgo Moderado y el 25.6% en riesgo Bajo.

En los territorios con riesgo Muy Alto se ubica el 55.7% de la población estatal; el 29.6% en riesgo Alto; el 4.9% en riesgo Moderado y el 9.7% en riesgo Bajo (atlas) (Figura 6.6a).

El riesgo más alto por temperaturas máximas extremas en el estado se presenta en el centro y una parte del suroeste del estado, en los municipios de Ayala, Emiliano Zapata, Jojutla, Puente de Ixtla, Temixco, Tlaltizapán, Xochitepec y Zacatepec.

El grupo más sensible a las temperaturas elevadas y a las oleadas de calor es la población mayor de 65 años que, en general, tiene menor capacidad termorreguladora, por lo que un aumento en la frecuencia o intensidad de las olas de calor incrementaría el riesgo de mortalidad, principalmente en éstas y en aquéllas que se encuentran en situación de pobreza (Confalonieri *et al.*, 2007) y en la población infantil.

Además de las temperaturas máximas extremas registradas en el estado, el descenso extremo de las temperaturas también es un factor de riesgo en diversas regiones para la población, principalmente para los adultos mayores y niños pequeños, así como para las personas que carecen de hogar o que deben estar expuestos al frío durante largos períodos (Ranhoff, 2000) (Figura 6.6b).



**Figura 6.6.** Nivel de riesgo por temperaturas máximas extremas (A) y mínimas extremas (B) en Morelos. **Fuente:** Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010.

En el estado de Morelos, los municipios con riesgo muy alto de temperaturas mínimas extremas son: Ayala, Cuautla, Cuernavaca, Emiliano Zapata, Jiutepec, Temixco, Yautepec y Yecapixtla. Registros de temperaturas de entre  $-2^{\circ}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ , para el período 1941-2006, aunados a la vulnerabilidad social establecen que las principales zonas de riesgo son las regiones altas de Atlatlahucan, Huitzilac y Tepoztlán.

El 65% de la población morelense se encuentra dentro de la categoría de riesgo muy alto por temperaturas mínimas extremas; el 18% en riesgo alto; el 8% en riesgo moderado y el 9% en riesgo bajo. El porcentaje de riesgo por temperaturas mínimas extremas en la superficie del territorio estatal es similar en todos los niveles de riesgo, esto es alrededor del 24-26% (Hesselbach-Moreno *et al.*, 2010).

### 6.3. Riesgo por incendios forestales

Las altas temperaturas, en combinación con períodos prolongados de sequía, favorecen la aparición de incendios. De acuerdo a información del *Reporte Semanal de Resultados de Incendios Forestales* (SEMARNAT-CONAFOR, 2011), en el estado han ocurrido 240 incendios del 1° de enero al 29 de septiembre del año 2011, con un total de 2,512.20 ha afectadas (1,405.8 ha de arbustos y matorrales, 917.7 ha de pastizal y 188.7 ha de renuevos). En la tabla 6.2 se muestra el número de incendios y la superficie afectada en Morelos durante los últimos años.

Los incendios representan un riesgo para el suelo y la biodiversidad, lo que implica pérdidas o efectos indeseables en otros componentes ambientales asociados.

**Tabla 6.2.** Incendios registrados en Morelos desde el año 2000 hasta el 2011 y superficie afectada.

Año	No. De incendios	Pastos (has)	Arbustos y matorrales (has)	Renuevos (has)	Arbolado adulto (ha)	Total superficie afectada (ha)
2000	266	320	606	0	41	967
2001	160	213	234	0	15	462
2002	227	124	553	0	42	719
2003	226	188	484	15	0	687
2004	123	41	164	4	0	209
2005	182	89	359	6	0	454
2006	176	269	601	18	0	888
2007	126	145	170	9	3	327
2008	214	292	496	50	4	842
2009	189	257	370	49	2	678
2010	140	92.25	1	3.6	179.78	416.63
2011*	240	917.7	1405.8	188.7	0	2752.2

\* Período del 1º de enero al 29 de septiembre

Fuente: SEMARNAT 2009 y 2010, SEMARNAT-CONAFOR 2011

Finalmente, una vez que se han detectado factores de riesgo asociados o incrementados por los efectos del cambio climático, deben proponerse y, posteriormente, adoptarse ciertas medidas de adaptación que le permitirán a la sociedad contender con esta situación. Las medidas de adaptación que se implementen en Morelos, como un conjunto de actividades, acciones, decisiones y actitudes, influirán en la toma de decisiones.

## 7. OBJETIVOS Y METAS DEL PEACCMor

### 7.1. Objetivo general

Brindar, coordinar e impulsar acciones públicas en el estado de Morelos, con base en sus características naturales, sociales y económicas, para contribuir a las metas nacionales de mitigación y prevenir los riesgos e impactos previsibles del cambio climático; mediante medidas concretas para la disminución y captura de emisiones de GEI, así como el establecimiento de estrategias de adaptación ante el cambio climático.

### 7.2. Objetivos específicos

El PEACCMor comprende siete objetivos específicos:

1. Brindar información técnico-científica general para la planeación de políticas y acciones ante el cambio climático en sectores clave para el desarrollo del Estado.
2. Establecer políticas públicas para la mitigación de emisiones de GEI.
3. Proponer orientaciones para la construcción de capacidades y estrategias de adaptación.

4. Sensibilizar y fortalecer a la población, a partir del conocimiento sobre los efectos del fenómeno de cambio climático, con la finalidad de implementar acciones para la disminución de las emisiones de GEI y favorecer el diseño y adopción de medidas de adaptación.
5. Sentar las bases de información para prevenir y disminuir los posibles riesgos hacia la población y sus actividades ante los impactos esperados del cambio climático.
6. Promover líneas de investigación e innovación tecnológica en materia de cambio climático.
7. Brindar una plataforma de acciones para gestionar recursos financieros destinados a proyectos de mitigación de emisiones de GEI y medidas de adaptación frente a sus efectos.

### **7.3. Metas**

El PEACCMor, plantea dos metas primordiales, una para generar programas gubernamentales que permitan la mitigación de GEI de manera constante y sistemática en todas las regiones del Estado, y otra enfocada a generar medidas integrales para la adaptación del Estado ante el cambio climático.

### **7.4. Vigencia**

El PEACCMor, propone diversas estrategias, basadas en investigaciones realizadas en el periodo de 2011-2012 y las opiniones de expertos, que podrían abordarse en un periodo de cinco años.

### **7.5. Transversalidad**

Las estrategias que se plantean en el PEACCMor son de aplicación transversal entre diferentes sectores. Por lo tanto, es importante la integración de las diferentes Secretarías de Gobierno del Estado de Morelos. Para ello es recomendable el establecimiento de una instancia que coordine la operación transversal de la política pública de Cambio Climático en el Estado de Morelos tal y como se considera en la Ley General de cambio Climático.

### **7.6. Instrumentos**

El pleno cumplimiento de los objetivos del PEACCMor requiere de crear, fortalecer o adecuar instrumentos legales, financieros, institucionales, así como de participación y consulta ciudadana entre los que se encuentran:

13. Promover la formulación de la *Ley de Estatal de Cambio Climático del Estado de Morelos*.
14. Establecer incentivos económicos y fiscales a las actividades económicas de los sectores público y privado. En particular, crear el *Fondo Estatal de Cambio Climático*.
15. Incentivar la aplicación de *Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*
16. Ampliar los programas de educación, capacitación comunicación y difusión para enfrentar los efectos del Cambio Climático.
17. Impulsar la investigación y desarrollo tecnológico en materia de Cambio Climático
18. Impulsar la cooperación interestatal, nacional e internacional
19. Establecer la *Comisión Estatal de Cambio Climático*
20. Consolidar el carácter de política transversal de la acciones de mitigación y adaptación frente al Cambio Climático.
21. Reorientar el presupuesto del Gobierno Estatal para la implementación de medidas de adaptación y mitigación

22. Fortalecer la Comisión Técnica de Calentamiento Global Antropogénico del Consejo Consultivo Estatal para el Desarrollo Sustentable
23. Establecer el Reglamento Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero que defina los factores límite de emisión de GEI específicos para el estado de Morelos.
24. Propiciar el desarrollo de recursos humanos y la construcción de capacidades en torno a la problemática del calentamiento global antropogénico.

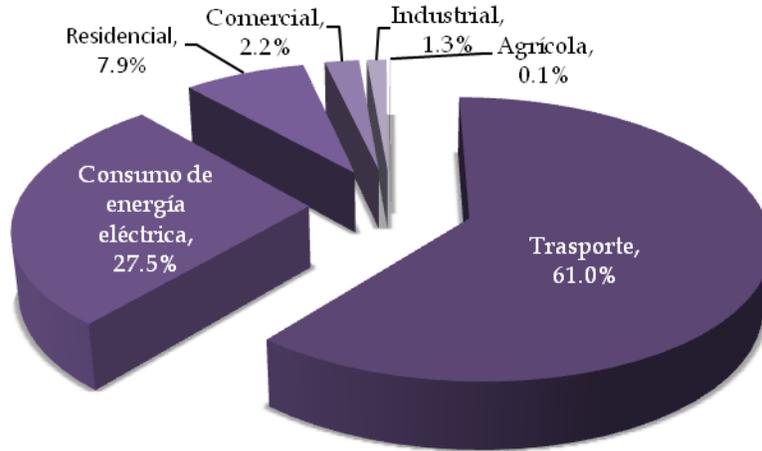
## 8. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL ESTADO DE MORELOS

### 8.1. ENERGÍA

Los procesos de generación y uso de energía son de vital importancia para el desarrollo económico de la sociedad, sin embargo, el aumento de las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> y otros GEI, derivado principalmente de la dependencia energética ligada al consumo masivo de combustibles fósiles, es en gran medida responsable del fenómeno del cambio climático (Rosemberg *et al.*, 2008).

Los datos recabados por el *Inventario Nacional de Emisiones 1990-2010*, señalan que las actividades relacionadas con la generación y uso de la energía son responsables de más del 60% del total de emisiones de GEI en México (SEMARNAT-INECC, 2012), mientras que en el estado de Morelos la categoría *Energía* es una de las de mayor impacto. De acuerdo con el *Inventario de Emisiones de GEI del Estado de Morelos*, en el año 2009 cerca del 47% de las emisiones totales de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>, entre otros gases, provenían de las actividades de esta categoría, siendo la quema de combustibles fósiles para el transporte automotriz la principal causa de liberación de estos gases (Figura 8.1), sin dejar de lado las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica, en diferentes actividades, así como el uso residencial de combustibles, categorías que le siguen en importancia (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

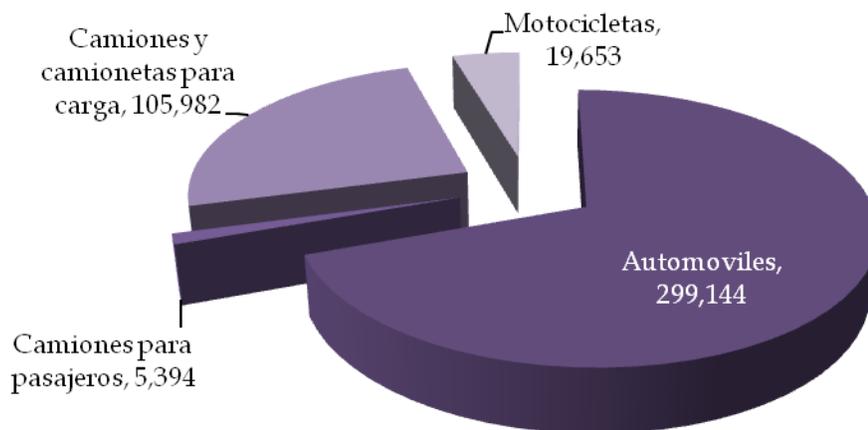
Debido a la cantidad de emisiones generadas en esta categoría en el estado de Morelos, especialmente las relacionadas al transporte terrestre, se evidencia la necesidad del planteamiento y la implementación de estrategias que permitan la reducción de dichas emisiones en los próximos años.



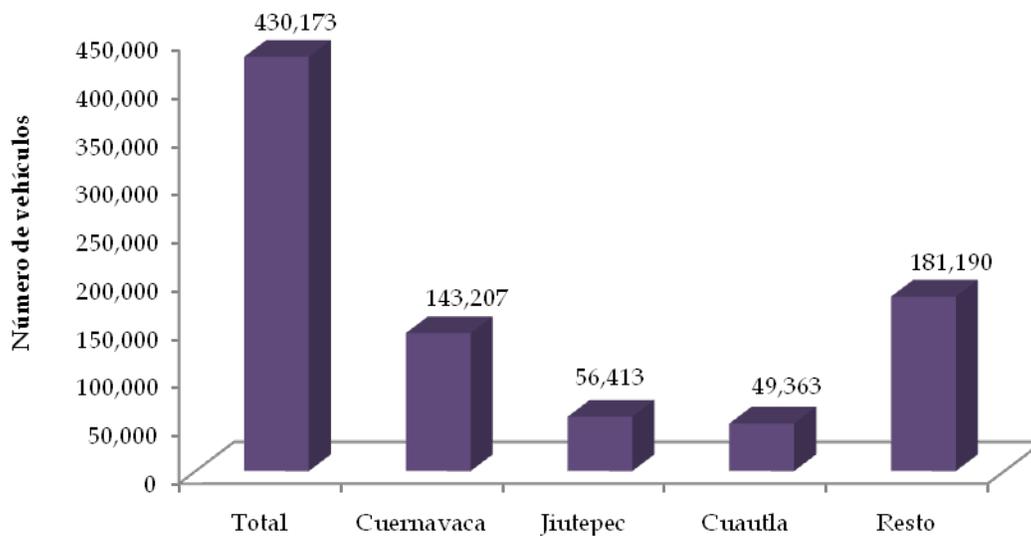
**Figura 8.1.** Principales fuentes de emisión de CO<sub>2</sub>-eq de la categoría *energía* en el estado de Morelos (2009).

### 8.1.1. Transporte terrestre

La explosión demográfica, las condiciones socio-económicas de la población y la falta de un transporte público eficiente, han influido en las familias para adquirir automóviles propios, generando el incremento del parque vehicular en Morelos y en el país en general. El problema de la contaminación no sólo depende de la cantidad de vehículos, sino también de las características de los combustibles — el consumo de combustible está relacionado con la cantidad de emisiones (Urbina-Ortiz, 2009) —, de las condiciones de los vehículos y de las vialidades. Según estadísticas del INEGI, en el año 2011, se registraron 430,173 vehículos automotores en el estado de Morelos (Figura 8.2), de los cuales los automóviles de uso privado representaban cerca del 70%. La distribución de estos vehículos a lo largo del territorio morelense es heterogénea; sin embargo, más del 50% se concentra en sólo tres municipios (Cuautla, Cuernavaca y Jiutepec) (Figura 8.3). En conjunto estos automóviles generan más de 2.5 millones de Gg de CO<sub>2</sub>-eq anualmente, derivados de la quema de gasolina y diesel, principalmente (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).



**Figura 8.2.** Distribución por tipo de vehículos automotores en el estado de Morelos en el año 2011 (INEGI, 2011).



**Figura 8.3.** Distribución municipal por número de vehículos automotores registrados en el año 2011 en el estado de Morelos (INEGI, 2011).

Las acciones propuestas para mitigar los efectos directos de las emisiones de GEI en el estado de Morelos generadas por los vehículos automotores particulares se enlistan en la tabla 8.1.

**Tabla 8.1.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Energía*: transporte público y automóviles particulares en el estado de Morelos

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Transporte particular	<b>Implementar el programa de circulación vial <i>Hoy No Circula</i></b>	En el 2011, Morelos registró más de 430 mil vehículos automotores. Con base en esto, se propone establecer un programa de circulación vial similar al del Distrito Federal, mediante programas de verificación en regiones interestatales (estados vecinos), en donde se contemplen restricciones de circulación un día por semana, en las zonas metropolitanas de la entidad, además de la homogenización de políticas en zonas conurbadas	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Movilidad y Transporte  <u>Gobiernos Municipales</u> Policía Vial  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica	Campañas de difusión y educación  Incentivos y capacitación a los policías de tránsito  Adecuación del marco legal  Implementación de indicadores ambientales para el adecuado monitoreo del éxito del programa
	<b>Instalación de convertidores catalíticos en automóviles con más de 15 años de antigüedad (importados y nacionales)</b>	A México ingresan al año aproximadamente 146 mil automóviles provenientes de los EE.UU, modelos con antigüedad hasta de 15 años. Dichos automóviles obsoletos son altamente contaminantes.  En Morelos se estima que circulan aproximadamente 8 mil automóviles provenientes de EE.UU.	<u>Gobierno Federal</u> SHCP INEGI  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Movilidad y Transporte Secretaría de Hacienda Estatal	Regulación del parque vehicular del estado de Morelos  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica	Recabar información estadística de acuerdo al modelo de los vehículos registrados en Morelos  Campañas de regularización de vehículos  Disminución de cuotas de regularización  Subsidio o crédito para adquisición e instalación de los dispositivos catalizadores  Adecuación del marco legal (Ley de Cambio Climático del Estado de Morelos)
	<b>Promover el uso de automóviles híbridos y eléctricos</b>	Los automóviles híbridos tienen doble motor, uno de combustión interna y otro eléctrico. El motor de combustión interna es utilizado únicamente para complementar las carencias de la potencia y autonomía del motor	<u>Gobierno Federal</u> SHCP  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable	Incremento en la calidad del aire  Disminución en la contaminación auditiva	Incentivos fiscales  Descuentos en el pago de verificación, tenencia y/o derechos  Facilidades para la obtención de

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
		eléctrico.	Secretaría de Hacienda Estatal <u>Industria automotriz</u>		créditos Subsidios para descuentos en la adquisición Establecer convenios con industria automotriz
	<b>Construcción y adecuación de infraestructura urbana y equipamiento para el uso de bicicletas como medio de transporte ecológico</b>	La construcción y adecuación de la infraestructura y equipamiento vial permitirá la promoción del uso masivo y seguro del transporte no motorizado como medio de movilidad urbana en los primeros cuadros de las ciudades y pueblos mágicos de Morelos.	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable <u>Gobiernos municipales</u> Policía vial	Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica  Aumento de la salud	Programas de desarrollo para la construcción de estaciones y carriles confinados para bicicletas  Establecimiento de períodos (fines de semana) y zonas determinadas de la ciudad.  Campañas de educación
	<b>Instalación de semáforos inteligentes en zonas metropolitanas</b>	Los semáforos inteligentes están provistos de sensores capaces de detectar la intensidad del tráfico vehicular regulando el tránsito automáticamente. Así mismo permiten el paso de los peatones a través del uso de botones, acorde al flujo de vehículos  Esta estrategia puede combinarse con monitoreo por cámaras y un centro de tráfico vehicular	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable <u>Gobiernos municipales</u> Policía Vial	Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento  Incremento en la calidad del aire	Recabar información estadística sobre rutas más congestionadas en las zonas urbanas  Actualización de los reglamentos de tránsito para incluir sanciones para quien no respete lineamientos establecidos  Programas de desarrollo para la construcción, ampliación y mejora de vialidades  Campañas de educación
	<b>Promover el uso de etanol como combustible alternativo</b>	Basado en la experiencia internacional, se plantea la utilización de una proporción inicial del 5% de etanol como combustible alternativo en mezcla con las gasolinas	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA PEMEX  <u>Gobierno Estatal</u> SEDAGRO Secretaría de Innovación, Ciencia y	Incremento en la calidad del aire  Generación de empleos  Reactivación del sector agrícola en la	Campañas de educación y capacitación  Apoyos e incentivos a los productores  Subsidios para la adquisición y adecuación de infraestructura en

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
			<p>Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p><u>Instituciones de Educación Superior</u></p>	producción cañera del Estado	<p>los ingenios.</p> <p>Subsidios a los biocombustibles</p> <p>Adecuación del marco legal</p> <p>Adecuación a la infraestructura para el expendio de combustibles</p> <p>Impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico de combustibles alternos</p>
	<p><b>Establecer un programa de eliminación gradual de reductores de velocidad (topes) en algunas zonas y vialidades del Estado</b></p>	<p>Diversos estudios demuestran que los reductores de velocidad provocan un incremento de hasta 40 veces en las emisiones de GEI y 21 veces en el consumo de combustible, debido al constante frenado y arranque</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Educación Secretaría de Movilidad y Transporte</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Policía vial</p>	<p>Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento</p> <p>Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles</p> <p>Incremento en la calidad del aire y de la cultura vial</p>	<p>Campanas de educación dirigidas a peatones y automovilistas</p> <p>Regulación y diseño de reductores de velocidad</p> <p>Instalación y mejora de los señalamientos viales</p>
	<p><b>Establecer un programa de disminución del número de vehículos particulares circulando</b></p>	<p>En el año 2011 se registraron aprox. 300 mil automóviles particulares en Morelos, que representan cerca del 70% del total de vehículos automotores. Esta cantidad sobrepasa la capacidad de carga que soporta el territorio morelense e influye significativamente en el deterioro ambiental de la región.</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Movilidad y Transporte</p> <p><u>Instituciones de Educación Superior</u></p>	<p>Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento</p> <p>Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles</p> <p>Incremento en la calidad del aire y de</p>	<p>Investigación sobre la cantidad de vehículos máximos permisibles en la entidad</p> <p>Establecer programas continuos de monitoreo, cuotas y responsabilidades de usuarios</p> <p>Campanas de educación y capacitación</p> <p>Adecuación del marco legal</p>

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
				la cultura vial	

El transporte de carga y el servicio público de pasajeros son de vital importancia para la economía de las ciudades actuales. El transporte de carga permite suplir por una parte las necesidades de movilización de insumos y materias primas para las diferentes industrias y por otra, la de productos destinados a los centros de distribución y venta directa a los ciudadanos. Por su parte, el servicio público de pasajeros facilita la movilidad adecuada de las sociedades ciudadinas, a través de diferentes puntos de las ciudades como son las unidades habitacionales y los diferentes centros de trabajo (Eichhorst, 2010).

El tránsito de camiones de carga y distribución por las vialidades principales de las ciudades, principalmente en horarios pico, genera un incremento en las emisiones de GEI, debido a su gran tamaño y el peso inherente a su carga. Estos camiones dificultan el tráfico disminuyendo la velocidad promedio de circulación y como consecuencia las emisiones de los demás vehículos que transitan en el mismo tramo se elevan. Por tal motivo, la implantación de acciones que permitan reorganizar las rutas y horarios de circulación de los camiones de carga, así como nuevos esquemas de distribución, centrales de abasto y movilidad con vehículos más eficientes, son algunas de las propuestas de este programa para abatir sus emisiones.

Por su parte, el servicio de transporte público de pasajeros es una necesidad social para las grandes ciudades, pero también una oportunidad para generar opciones que permitan disminuir las emisiones generadas por los vehículos automotores de uso particular, el acceso a un transporte público seguro y de calidad, permitirá la migración de los ciudadanos del uso particular de vehículos a opciones más sustentables, como el uso del transporte público compartido o de cero emisiones (Eichhorst, 2010). En las grandes ciudades del mundo, se cuenta con sistemas de transporte colectivo, como redes de trenes subterráneos o camiones de pasajeros, que dan servicio a un gran número de la población y han sido utilizados como estrategias para mitigar las emisiones de GEI. Un ejemplo de esto fue la implantación del *Metrobús* en la Ciudad de México. Esta estrategia de transporte incluye el uso de autobuses de gran capacidad, que transitan por carriles de uso exclusivo con una adecuada planeación de horarios y rutas para disminuir el tiempo de traslado y el nivel de emisiones generado. Actualmente, este sistema cuenta con 4 líneas que recorren 95 km de la Ciudad de México; según cifras del Gobierno de la Ciudad de México, esta estrategia ha permitido la mitigación de 110,000 ton anuales de emisiones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera (Metrobús, Ciudad de México, 2013).

Las acciones de mitigación propuestas en este programa en la categoría de transporte, camiones de carga y servicio público de pasajeros, en el estado de Morelos se enlistan en la tabla 8.2.

**Tabla 8.2.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Energía*: transporte, camiones de carga y transporte público de pasajeros, en el estado de Morelos

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Transporte de carga y público de pasajeros	Diseñar y establecer un sistema de transporte público sustentable, en las principales vialidades de las zonas metropolitanas	<p>El "ECOBUS" se plantea como un sistema de transporte basado en autobuses de alta capacidad y tecnología (ahorro de combustible y/o uso de combustibles alternos), que brinde movilidad urbana de manera rápida y segura por medio de la integración de una infraestructura preferente (carril exclusivo, zonas de ascenso y descenso de usuarios, facilidades para personas con capacidades diferentes), operaciones rápidas y frecuentes, sistema de pago automatizado y excelencia en la calidad del servicio.</p> <p>Contemplar establecimiento inicial del sistema en el municipio de Cuautla como modelo de implementación</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Movilidad y Transporte</p> <p><u>Gobierno Municipal</u> Secretaría de Desarrollo Urbano Policía vial</p> <p><u>Iniciativa Privada</u></p>	<p>Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento</p> <p>Incremento en la calidad del aire</p> <p>Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica</p> <p>Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles</p>	<p>Vinculación estrecha entre sectores implicados: convocatoria para concertación y consulta a sectores gubernamental, empresarial, académico y sociedad en general</p> <p>Modernizar el parque vehicular de transporte público urbano de pasajeros (camiones y taxis)</p> <p>Recabar información estadística sobre las rutas más congestionadas en las zonas urbanas</p> <p>Reingeniería vial para reorganizar las rutas de transporte actual</p> <p>Programas de desarrollo para la construcción de las estaciones y/o carriles confinados</p> <p>Campañas de educación y difusión</p>
	Establecer una o dos centrales camioneras únicas en principales zonas metropolitanas de Morelos	<p>El establecimiento de una central camionera en la zona metropolitana del Valle de Cuernavaca permitiría reubicar a las terminales camioneras de las diferentes líneas ubicadas en centro de la ciudad</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> SEDESOL SCT</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Movilidad y Transporte.</p> <p><u>Gobierno Municipal</u> Secretaría de Desarrollo Urbano</p> <p><u>Iniciativa Privada</u></p>	<p>Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento</p> <p>Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles</p> <p>Incremento en la calidad del aire</p>	<p>Planeación de la ubicación y conexiones con el transporte público urbano.</p> <p>Programas de desarrollo para la construcción</p> <p>Coordinación entre las instancias relacionadas</p>

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Transporte de carga y público de pasajeros				Disminución de enfermedades	
	<b>Establecer un programa de sustitución gradual de los vehículos que prestan servicio de transporte sin itinerario fijo (taxis) por vehículos eléctricos y/o híbridos</b>	Los automóviles eléctricos no generan GEI durante su funcionamiento	<u>Gobierno Federal</u> Secretaría de Economía  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Iniciativa Privada</u>  <u>Industria Automotriz</u>	Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica	Incentivos fiscales, como descuentos en el pago de tenencia  Facilidades para la obtención de créditos y/o esquemas de cofinanciamiento  Subsidios para descuentos en la adquisición  Capacitación a choferes y concesionarios
	<b>Rediseñar el sistema de puntos de ascenso y descenso de pasajeros para el transporte público urbano</b>	Las paradas continuas fomentan la disminución de la fluidez del tráfico vehicular en las vialidades provocando que los vehículos automotores generen mayores emisiones de GEI por frenado y arranque, así como por mantener en funcionamiento el vehículo	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Movilidad y Transporte Secretaría de Información y Comunicación Secretaría de Obras Públicas  <u>Gobierno Municipal</u> Secretaría de Desarrollo Urbano Policía Vial	Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento  Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles  Incremento en la calidad del aire	Establecimiento de logísticas para la organización de horarios, paradas y rutas  Campañas de educación  Incentivos y capacitación a policías de tránsito, Adecuación del marco legal
	<b>Incentivar el uso del gas LP como combustible para transporte de pasajeros</b>	Se plantea la modificación del transporte colectivo de pasajeros para la utilización de Gas LP como combustible, debido a que es menos contaminante que el diesel o la gasolina	<u>Gobierno Federal</u> SENER PEMEX  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Iniciativa Privada</u>	Generación de empleos  Incremento en la calidad del aire	Ampliar el número de concesiones para el suministro de gas LP para uso en transporte  Inversión de capital privado  Incentivos fiscales a los concesionarios, para la adecuación de las unidades  Campañas de capacitación a choferes y concesionarios
	<b>Promover el uso de</b>	Se plantea la utilización de una	<u>Gobierno Federal</u>	Generación de	Vinculación con Instituciones de

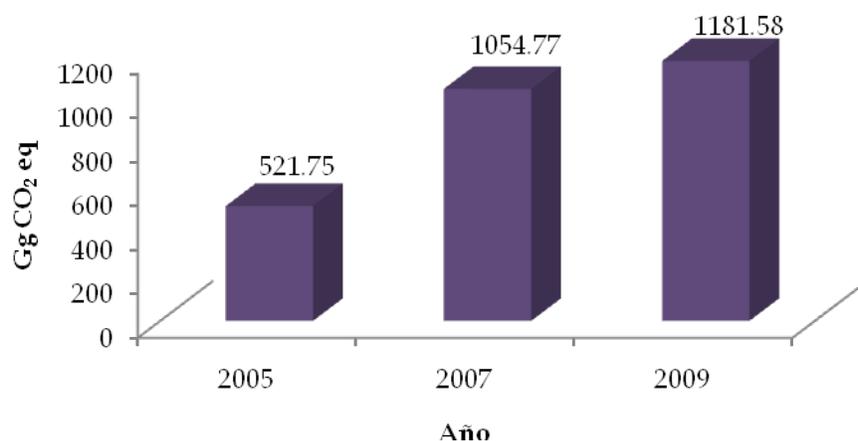
SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Transporte de carga y público de pasajeros	<b>biodiesel como combustible alternativo para transporte de pasajeros.</b>	proporción inicial del 20% de biodiesel como combustible alternativo en mezcla con el diesel derivado del petróleo	SAGARPA PEMEX  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior</u>  <u>Iniciativa Privada</u>	empleos  Reactivación del sector agrícola  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica	Educación Superior  Investigación para la producción de biodiesel a partir de residuos orgánicos  Campañas de educación y capacitación en la tecnología de producción de biodiesel  Campañas de capacitación e introducción de nuevos cultivos (soya) para extracción de aceites  Apoyos e incentivos a los productores  Subsidios a biocombustibles  Adecuación del marco legal  Permitir a los concesionarios de las gasolineras la venta de combustibles alternativos
	<b>Promover el uso de bicitaxis y mototaxis en el estado</b>	Promover estrategias y proyectos para impulsar el uso del transporte no motorizado como medio de movilidad en colonias urbanas, pueblos mágicos y zonas rurales del estado	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Movilidad y Transporte Secretaría de Turismo  <u>Gobierno Municipal</u> Secretaría de Desarrollo Urbano Policía vial Secretaría de Turismo  <u>Iniciativa Privada</u>	Disminución del tráfico automovilístico  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades  Fomento al turismo  Generación de empleos	Esquemas de regulación y otorgamiento de concesiones  Facilidades para la obtención de créditos  Subsidios para descuentos en la adquisición  Campañas de educación, difusión y capacitación
	<b>Implementar un sistema de transporte escolar</b>	Se plantea el establecimiento del transporte escolar para reducir al tránsito en horas pico que se da por las		<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Educación Secretaría de Desarrollo	Disminución del tráfico automovilístico y

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Transporte de carga y público de pasajeros	para estudiantes del nivel de educación básica y media superior inscritos en planteles públicos y privados de las zonas metropolitanas del estado	idas y venidas de los padres a las escuelas. El cual deberá estar regulado y garantizar la seguridad e integridad de los menores	Sustentable Secretaría de Movilidad y Transporte Secretaría de Información y Comunicación Secretaría de Seguridad Pública  <u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de Desarrollo Urbano Policía Vial	tiempos de desplazamiento  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica  Generación de empleos	urbanas  Establecimiento de logísticas para la organización de horarios, paradas y rutas  Capacitación y educación a choferes escolares  Campañas de difusión, educación y promoción.  Vinculación con la iniciativa privada para licitación  Coordinación con Seguridad Pública  Establecer períodos de cumplimiento de acuerdo a las características del colegio  Analizar el programa de transporte escolar implementado en el Distrito Federal para evaluar la viabilidad de su implementación en Morelos
	Establecer un programa de reordenamiento en el servicio y logística del transporte de carga en el Estado	El transporte de carga terrestre, especialmente los camiones de carga son contribuyentes de altas emisiones de GEI. En este sentido, la propuesta está dirigida a optimizar la logística del autotransporte de carga, incluyendo la creación de empresas integradoras, terminales especializadas, corredores de transporte de carga, establecimiento de horarios para su circulación fuera de vías principales y sistemas de información para hacer eficientes las rutas.	<u>Gobierno Federal</u> Policía Federal  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Movilidad y Transporte  <u>Gobiernos municipales</u> Policía Vial  <u>Empresas Privadas</u>  <u>Cámaras de autotransporte</u>	Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento  Incremento en la calidad del aire  Disminución de enfermedades relacionadas con la contaminación atmosférica	Campañas de educación  Incentivos y capacitación a los policías de tránsito  Adecuación del marco legal  Logística de transportación.  Vehículos diferenciados y acordes a las zonas de distribución

### 8.1.2. Consumo energía eléctrica y gas LP en el sector residencial

En Morelos, el desarrollo residencial se ha incrementado en años recientes. En el año 2008 Morelos ocupó el 14° lugar a nivel nacional en edificación residencial (INEGI, 2011b). La segunda subcategoría energética, en lo que a emisiones de CO<sub>2</sub>-eq se refiere, es el uso y consumo de energía eléctrica, con un 27% del total de emisiones. Esta subcategoría engloba al uso de la energía eléctrica en los ramos agrícola, bombeo de aguas, doméstico e industrial y de servicios (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

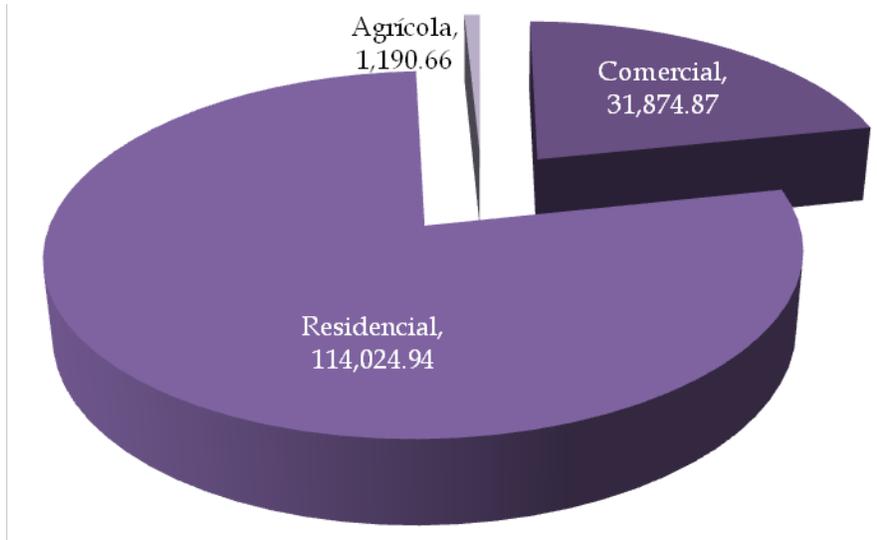
Como se observa en la figura 8.4, la liberación de GEI hacia la atmósfera proveniente de esta subcategoría tiene una tendencia a la alza, observándose un incremento considerable entre el año base (2005) y el año 2009. El sector industrial es el que manifiesta el mayor consumo, seguido del uso doméstico; por ello es muy importante establecer estrategias de ahorro y optimización en el consumo de energía eléctrica que permitan revertir esta tendencia.



**Figura 8.4.** Emisiones de CO<sub>2</sub> eq provenientes del uso de energía eléctrica de todos los sectores

Como se observa en la figura 8.5, en lo referente al consumo residencial de gas LP para el estado de Morelos, en el año 2009 se reportaron 114,000 ton (SIE-SENER, 2009), consumo que tiene una tendencia ligeramente a la baja de acuerdo con el reportado para el año 2005 (130,000 ton) —lo que contrasta con el mayor consumo de energía eléctrica para los mismos períodos—. La gran importancia del sector residencial como emisor de GEI, es que representa un gran potencial para el establecimiento de acciones que permitan mitigar el volumen de sus emisiones.

Las acciones propuestas en este programa para mitigar las emisiones de GEI generadas por el consumo de energía eléctrica y gas LP en el uso residencial se enumeran en la tabla 8.3.



**Figura 8.5.** Consumo de gas LP (ton) por sector en el estado de Morelos (2009). Fuente: SIE-SENER, consumo de gas LP en el sector residencial, comercial y agrícola (<http://sie.energia.gob.mx>).

**Tabla 8.3.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Energía*: consumo de gas LP y energía eléctrica residencial, en el estado de Morelos

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Consumo de energía eléctrica y gas LP en el sector residencial	Establecer programa para la implementación de paneles solares en las viviendas domésticas	La instalación de paneles solares en las casas para la generación eficiente de electricidad y calefacción., disminuye el consumo de gas LP y de electricidad	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT INFONAVIT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable	Incremento en la calidad del aire  Disminución en los costos del servicio de energía eléctrica	Adecuación de la normatividad, obligatoriedad en construcciones nuevas (constructoras) y edificios públicos  Incentivos fiscales a la industria privada, como descuentos en el pago de energía eléctrica.  Subsidios y facilidades para la obtención de créditos y descuentos en la adquisición de equipo  Capacitación, educación y fomento
	Fomentar al uso adecuado de aparatos electrodomésticos y promover el cambio de electrodomésticos obsoletos por otros que incluyan tecnologías e innovaciones que disminuyan el consumo de energía	Programas de fomento al uso adecuado de los electrodomésticos en el hogar	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT CFE  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable	Incremento en la calidad del aire  Disminución en los costos del servicio de energía eléctrica	Subsidios y/o descuentos para la adquisición de nuevos electrodomésticos  Campañas de educación para el uso adecuado de los electrodomésticos  Generación de manuales para el ahorro de energía eléctrica en el hogar
	Establecer programa de intercambio de focos incandescentes por bombillas compactas fluorescentes o de LED	Los focos ahorradores son hasta 5 veces más eficientes y duraderos que los focos incandescentes.	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT CFE  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable	Incremento en la calidad del aire  Disminución en los costos del servicio de energía eléctrica	Incentivos fiscales, como descuentos en el pago de luz.  Facilidades para la obtención de créditos  Subsidios para descuentos en la adquisición  Capacitación y educación y fomento  Adecuación y cumplimiento de la

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
					<p>normatividad</p> <p>Programa de recolección de focos incandescentes</p>
Consumo de energía eléctrica y gas LP en el sector residencial	Uso eficiente de la biomasa como combustible a través de estufas ahorradoras de leña	En el ámbito rural el uso de estufas de leña abiertas, genera ineficiencia en el uso de energía, emisiones de GEI y efectos a la salud.	<p><u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT CONAFOR</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p><u>Gobierno Municipal</u></p> <p><u>Autoridades locales y asociaciones civiles</u></p>	<p>Incremento de la calidad del aire</p> <p>Mejoras en la calidad de vida de la población</p> <p>Disminución de enfermedades relacionadas</p>	<p>Planes de fomento, capacitación para el uso de estufas ahorradoras de leña</p> <p>Planes de desarrollo que permitan subsidiar la adquisición de estufas ahorradoras de leña</p>

## 8.2. PROCESOS INDUSTRIALES

Los procesos industriales tienen como propósito principal el transformar materias primas en un producto final. Durante el proceso de producción de estos bienes, el potencial para impactar negativamente en el ambiente aumenta considerablemente debido a aspectos como la instrumentación, manipulación o a la naturaleza química del proceso (Figura 8.6).



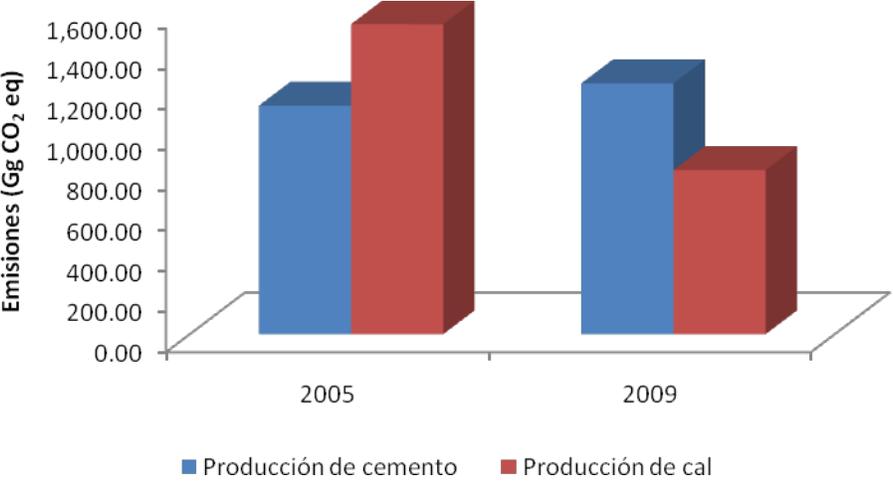
**Figura 8.6.** Los impactos ambientales del sector industrial están relacionados con el tipo de operaciones que se realizan durante el proceso productivo, la tecnología utilizada, el tipo y cantidad de combustibles usados y las materias primas empleadas.

En el caso del estado de Morelos, el sector denominado *industria mineral no metálica* tiene una fuerte influencia en los procesos industriales existentes y se refiere a la producción de productos a base de minerales no metálicos tales como: vidrio, cristal, artículos de arcillas, abrasivos y aglutinantes para la construcción, como cemento, concreto premezclado, cal y yeso. Dentro de este sector, las producciones de cemento, cal, yeso y vidrio representan la principal fuente de emisiones de GEI para el estado de Morelos, emitiendo principalmente CO<sub>2</sub>.

La fuerte influencia de la industria minera no metálica en la entidad se debe en gran medida a las características geológicas del estado morelense, situación que ha permitido la explotación de distintos minerales principalmente como materiales de construcción.

Los municipios con mayor presencia de industria minera en el estado son Emiliano Zapata, Jiutepec y Yauatepec, logrando en conjunto aproximadamente el 80% de la producción minera total del estado, destacando las calizas de la *Formación Morelos*, en donde se han instalado 122 plantas para la transformación, como las cementeras ubicadas en los municipios de Jiutepec y de Emiliano Zapata, caleras y plantas de trituración para agregados pétreos y carbonato de calcio en distintas partes del estado. Además, en Tilzapotla y Axochiapan existen aproximadamente 88 plantas para la calcinación de yeso con capacidades muy variables.

Como se muestra en la figura 8.7, la industria cementera representa la principal fuente de contribución de emisiones de GEI en el estado de Morelos en la actualidad.



**Figura 8.7.** Emisiones de CO<sub>2</sub> eq correspondientes a la producción de cemento y de cal en el estado de Morelos en los años 2005 y 2009.

A partir de las estimaciones de GEI del sector minero no metálico en el estado de Morelos, se diseñaron una serie de estrategias de mitigación con el objetivo de disminuir significativamente las emisiones de GEI generadas a partir de dichos procesos industriales.

Es importante señalar que para los procesos industriales referentes a otros giros de la industria química y/o farmacéutica, la información estadística no se encuentra disponible, lo cual limita el cálculo de emisiones de GEI para esta categoría y por lo tanto no será abordado en el presente documento. Cabe señalar también que el proceso de producción de yeso no está incluido en los inventarios de GEI, sin embargo, debido a su importancia económica y su impacto en el estado de Morelos, se incluirá en las medidas de mitigación propuestas en el presente documento.

En la tabla 8.4 se presentan las medidas de mitigación para la categoría *Procesos Industriales*.

**Tabla 8.4.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Procesos Industriales*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Industria minera no metálica (cemento, cal y yeso)	Establecer un programa de mejoramiento del sistema de transporte interno	Las condiciones de los vehículos utilizados para transportar la materia prima hasta las plantas de producción se encuentran en mal estado, con ello las emisiones de GEI aumentan	<u>Gobiernos municipales</u> <u>Empresas privadas</u>	Disminución de las emisiones de GEI a la atmósfera	Incentivos fiscales Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático
	Incentivar el uso de tecnologías más eficientes y amigables con el ambiente y el uso más eficiente de energía en los procesos de producción	Optimización de los procesos industriales mediante técnicas <i>ecoeficientes</i> como: manejo adecuado de residuos, técnicas de forestación, captura de CO <sub>2</sub> , optimización de uso de energía y uso de energías alternas  Uso de residuos agrícolas o subproductos de procesos industriales, domésticos, agrícolas y forestales como combustibles alternos en los hornos de producción  Uso de oxígeno en lugar de aire en los hornos de cemento para obtener emisiones de CO <sub>2</sub> relativamente puro, listo para ser capturado, almacenado o utilizado	<u>Gobierno Federal</u> <u>Gobierno Estatal</u> <u>Gobiernos municipales</u> (Reglamento de Construcción) <u>Empresas privadas</u> <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera	Incentivos fiscales Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático Vinculación con instituciones académicas para impulsar el desarrollo de estas tecnologías
Sector industrial en general	Promover la participación de la iniciativa privada para contribuir con el desarrollo y mantenimiento de zonas arboladas en la entidad	Comprometer a las empresas privadas para la contribución de áreas verdes en sitios específicos previamente definidos	<u>Gobierno Estatal</u> <u>Gobiernos municipales</u> <u>Empresas privadas</u>	Impulso y ampliación de zonas arboladas en la entidad que permitan mayor captura de CO <sub>2</sub> , además del embellecimiento del Estado.	Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático Adecuación del marco legal
	Promover y regular la inclusión del sector industrial en planes y programas de eficiencia energética, modernización de	Sustituir equipos y procesos obsoletos de las industrias más contaminantes por tecnología amigable con el ambiente Promover la certificación y normalización de industrias bajo criterios tecno-ambientales	<u>Gobierno Federal</u> <u>Gobierno Estatal</u> <u>Empresas y cámaras industriales</u>	Mejora de la calidad del aire y la contaminación por ruido	Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático Adecuación del marco legal y mecanismos de regulación,

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
	infraestructuras y equipos, mitigación de emisiones y certificación ambiental			Mejoras en la salud de la población  Disminución de emisiones	fomento y vigilancia
Producción de yeso	Implementar programa de regularización del proceso de producción de yeso	La industria yesera en Morelos no cuenta con una estandarización del proceso productivo y suele ser en algunos casos de tipo artesanal por lo que se carece de un control que permita regular los impactos ambientales, así como la cantidad de materia prima usada como las emisiones de GEI ocasionadas	<u>Gobierno Federal</u>  <u>Gobierno Estatal</u>  <u>Empresas Privadas</u>	Disminución de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera	Implementación de tecnologías sustentables  Modernización de infraestructura  Incentivos fiscales  Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático
	Fomentar el uso de energía solar como fuente alterna de energía	Municipios con presencia de industria yesera, así como clima cálido la mayor parte del año (Axochiapan y Puente de Ixtla en particular) podrían aprovechar esta alternativa energética	<u>Gobierno Federal</u>  <u>Gobierno Estatal</u>  <u>Empresas Privadas</u>	Ahorro en el consumo eléctrico  Disminución de las emisiones de CO <sub>2</sub> a la atmósfera	Incentivos fiscales  Certificado/distinción de industria responsable contra el cambio climático  Vinculación con instituciones académicas para impulsar el desarrollo de esta tecnología

### 8.3. AGRICULTURA Y GANADERÍA

A nivel mundial, la agricultura representa la mayor proporción de uso del suelo por el hombre y es una fuente importante de emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero; representa, además, la principal fuente de emisión de  $\text{CH}_4$  y  $\text{NO}_2$  y en menor medida, aunque también importante, de  $\text{CO}_2$ . Las prácticas agropecuarias intensivas, como la cría de ganado, el cultivo de arroz y el uso de fertilizantes emiten el mayor porcentaje del  $\text{CH}_4$  proveniente de actividades antropogénicas y gran parte del  $\text{NO}_2$  (García *et al.*, 2006) (Figura 8.8).



**Figura 8.8.** Las prácticas agrícolas intensivas son una fuente de emisiones de gases que contribuyen al efecto invernadero, principalmente de metano y óxido nítrico.

Debido a los efectos asociados al cambio climático, se estiman cambios en los patrones de temperatura y precipitación que podrían modificar las temporadas de producción agrícola, las características de plagas y enfermedades agrícolas y la idoneidad de los cultivos, afectando tanto a la producción como a los costos, los ingresos y el estilo de vida de la población. La variabilidad del clima ya representa un peligro para la seguridad alimentaria en muchos países y plantea una amenaza inminente para otros en forma de fenómenos meteorológicos extremos (FAO, 2010).

La agricultura es una de las principales actividades económicas en el estado de Morelos y la caña de azúcar uno de sus productos más representativos. Ésta es una gramínea que se cultiva tradicionalmente en los municipios de Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Jojutla y Cuautla, y su cultivo tiene un gran impacto en la entidad debido al valor económico de sus productos y a la superficie cultivada ya que es el cultivo perenne con más superficie en el estado de Morelos (INEGI-Gobierno de Morelos, 2010).

En lo que respecta a la ganadería, Morelos no es considerado un estado particularmente ganadero, ya que cuenta únicamente con un número aproximado de 559 cabezas de ganado. Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de  $\text{CH}_4$  y  $\text{N}_2\text{O}$  esencialmente a través de dos procesos: la

fermentación entérica, principalmente en rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos) y el tratamiento anaeróbico de las excretas animales o manejo de estiércol.

De acuerdo con el Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero, la subcategoría de quema de cultivos de caña de azúcar es la responsable de la mayor proporción de emisiones de GEI, en orden de importancia son el CO, los NOx, el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O. Las principales emisiones de CH<sub>4</sub> provienen del cultivo de arroz y la quema del cultivo de caña de azúcar, contribuyendo en igual proporción a las emisiones. La producción más significativa de óxido nitroso proviene de los suelos agrícolas, seguida de las emisiones generadas por el manejo de estiércol y la quema del cultivo de caña de azúcar.

Debido a las actividades de agricultura (suelos agrícolas, manejo de estiércol, fermentación entérica, quema de cultivo de caña de azúcar y producción de arroz), se emitieron, en 2005, 431.67 Gg de CO<sub>2</sub>-eq mientras que en 2009 fueron 467.96 Gg de CO<sub>2</sub>-eq, lo que representa un incremento del 8.40% en las emisiones. En esta categoría Morelos contribuyó con el 0.96% de las emisiones nacionales en el año 2005 (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

De acuerdo con los datos anteriores, es importante proponer medidas de mitigación para minimizar el impacto de las emisiones derivadas de las actividades agrícolas y ganaderas en la entidad, las cuales se describen en la tabla 8.5.

**Tabla 8.5.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Agricultura y Ganadería*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Manejo sustentable de cultivos agrícolas	Modernizar el esquema de producción de caña de azúcar para prescindir de la quema de los cultivos	Adeuar el sistema de siembra del cultivo de caña de azúcar a un esquema integral  Mecanizar la cosecha de la caña de azúcar a través de maquinaria especializada	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> SEDAGRO  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Productores y ejidatarios</u>	Disminución de las emisiones de GEI generadas por la práctica de quema durante la cosecha de la caña de azúcar	Capacitación a los productores para el corte de caña con nuevas tecnologías  Subsidios y/o incentivos fiscales a los productores para la adquisición de maquinaria  Promover el establecimiento de una certificación de producción sustentable
	Promover técnicas de agricultura sustentable como compostaje, uso de fertilizantes orgánicos, manejo adecuado de la biomasa y optimización en los procesos de irrigación	Aprovechar mediante diferentes técnicas, los nutrimentos y la energía contenida en la biomasa residual para la mejora de las características nutrimentales de los suelos y/o en los procesos productivos relacionados con la agricultura	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA CONACyT  <u>Gobierno Estatal</u> SEDAGRO Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Productores y ejidatarios</u>  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Aprovechamiento óptimo de los subproductos del cultivo y de los procesos productivos, evitando los impactos derivados por la generación de residuos  Disminución del consumo de agua en los diferentes cultivos	Vinculación con instituciones académicas para impulsar la investigación y desarrollo de técnicas sustentables de agricultura  Capacitación para el manejo de residuos agroindustriales, su reutilización como fertilizantes orgánicos y manejo adecuado del agua en cultivos  Promover el establecimiento de una certificación de producción sustentable
	Implementar programa paulatino de regulación o eliminación de quema agropecuaria	Valorar las necesidades para control del fuego agropecuario para cada región económico-productiva del estado	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA, CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> SEDAGRO Secretaría de Innovación <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Productores y ejidatarios</u>  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución de emisiones DE GEI  Beneficios a la salud y a los ecosistemas  Producción sustentable con potencial de certificación verde	Actividades de Promoción, fomento y vigilancia  Fortalecimiento de capacidades locales
	Fomentar el uso de	El incremento en el costo de alimentos	<u>Gobierno Federal</u>	Disminución en el	Capacitación mediante campañas

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
	residuos agropecuarios para su incorporación como alimento a un sistema ganadero	comerciales ha orientado la utilización de residuos y subproductos agropecuarios como recursos para la alimentación de ganado.	SAGARPA <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable SEDAGRO <u>Gobiernos municipales</u> <u>Productores/ejidatarios</u>	volumen de residuos enviados a disposición final  Reducción de costos en la adquisición de alimentos y forrajes  Reducción de las emisiones de GEI	de difusión y educación dirigidas a los productores, para implementar el manejo adecuado de residuos agropecuarios
Manejo integral de estiércol	<b>Promover un manejo integral del estiércol proveniente del sector ganadero para la producción de biogás mediante la fermentación entérica y/o composteo</b>	La implementación del proceso de fermentación entérica derivado del manejo adecuado del estiércol permitirá la producción de biogás, además de la producción de biofertilizantes	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> SEDAGRO <u>Gobiernos municipales</u> <u>Productores y ejidatarios</u>	Reducción de GEI  Disminución en los costos de adquisición de fertilizantes  Disminución de los riesgos de infección asociados al contacto con estiércol  Modificar las tasas de uso de fertilizantes químicos	Capacitación a los productores sobre la tecnología para la producción de biogás  Estímulos o subsidios para la adquisición e implementación de biodigestores  Promover el establecimiento de una certificación de producción sustentable

#### 8.4. USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSyS)

Los bosques son un sumidero y fuente de CO<sub>2</sub> atmosférico ya que absorben carbono por fotosíntesis, pero emiten carbono por descomposición y por la quema de árboles o comunidades completas debidas a causas antropogénicas y naturales. La gestión de los bosques para conservar y aumentar su carbono almacenado ayudará a reducir la tasa de aumento de CO<sub>2</sub> y a estabilizar sus concentraciones atmosféricas (Figura 8.9).

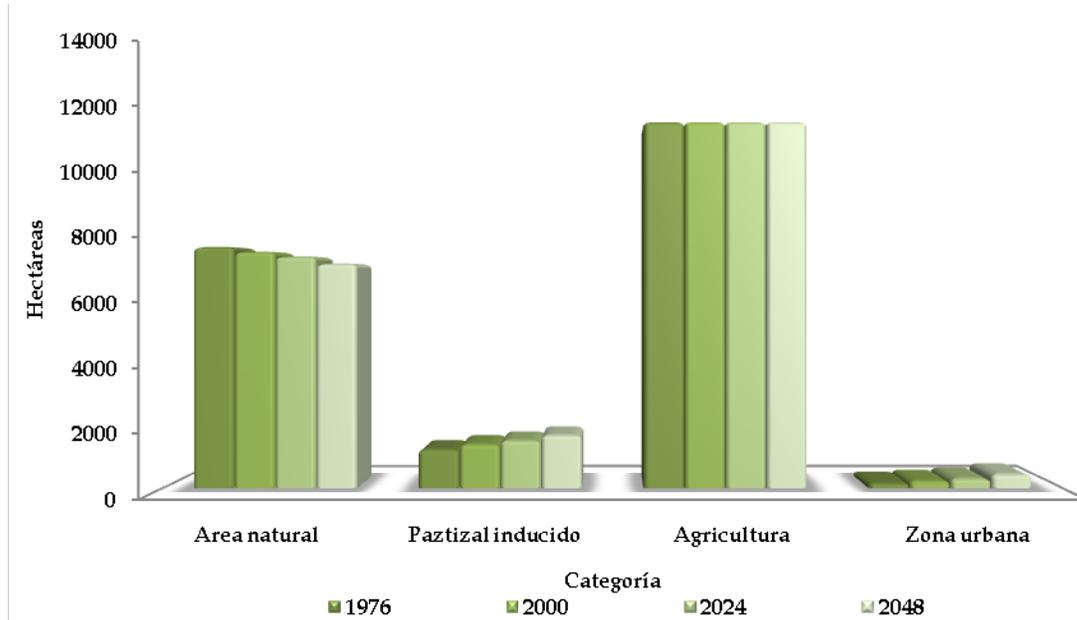


**8.9.** Las zonas boscosas desempeñan un papel clave en la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido a su capacidad para absorber carbono por medio del proceso de fotosíntesis.

En el *Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009* (CONAFOR, 2012) se reporta que la superficie continental del territorio nacional es de 194,317,118.10 ha, de las cuales el 71% (poco más de 138 millones de ha) está ocupado por vegetación forestal y el 29% restante corresponde a usos del suelo distinto al forestal. La *Organización para la Alimentación y la Agricultura* (FAO, por sus siglas en inglés) reporta que México presentó una pérdida anual de 235 mil ha de bosques y selvas en el período 2000-2005, mientras que para el período 2005-2010 fue del orden de 155 mil ha anuales, equivalente a una tasa de pérdida de 0.24% para cada año del período de referencia.

Para el estado de Morelos, el *Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa 2011* (INEGI, 2011a) reporta que éste cuenta con un total de 88,488 ha arboladas, 26,361 corresponden a bosques y 62,127 a selvas, además de 109,317 ha que se categorizan como otras áreas forestales y perturbadas. El *Programa Nacional de Reforestación* (UACH-UNICEDER, 2002) de Morelos afirma que la entidad perdió 62,912 ha de bosque en el período de 1975 a 1994, es decir, un promedio anual de 3,311 ha y, en el mismo lapso, se reforestaron sólo 9,573 ha, resultando un déficit que aumenta cada año. Lo anterior implica la responsabilidad de proteger las 88,488 ha de bosques y selvas que quedan en el estado, ya que, de no hacerlo, y suponiendo que continúe el ritmo de pérdida anual indicado, en 25 años se perdería la cubierta vegetal de la entidad.

De acuerdo a la SEMARNAT-CEAMA (2006), en el estado las áreas naturales disminuyen ligeramente, mientras que aumentan las zonas de pastizales inducidos y la zona urbana, al tiempo que las zonas agrícolas permanecen prácticamente sin cambio (Figura 8.10). El cambio de uso de suelo ha sido señalado como una de las principales causas de deterioro ambiental para Latinoamérica durante el presente siglo (Veblen *et al.*, 2007).



**Figura 8.10.** Cambios generales en el uso de suelo y vegetación para el estado de Morelos (SEMARNAT-CEAMA, 2006).

La UACH-UNICEDER (2002) menciona que los factores más relevantes que afectan el desarrollo forestal del estado de Morelos, y que pueden ser prioridad para el apoyo a la mitigación de emisiones de GEL, son los siguientes:

- Tala ilegal y clandestina (para artesanías, madera aserrada, leña, carbón, uso medicinal y tierra de monte)
- Incendios por descuido, negligencia, naturales o producidos al quemar pastos (promedio de 215 incendios en el periodo entre 1995 y 2001)
- Presión urbana incluso sobre áreas naturales protegidas: Corredor Biológico Chichinautzin (COBIO-Chichinautzin)
- Pastoreo desordenado (prácticamente en todas las plantaciones, afectando también a los renuevos y a la reforestación realizada)
- Problemas de tenencia agraria
- Sequía en los primeros meses del año
- Deficiente vigilancia y falta de retenes
- Plagas y enfermedades (como los descortezadores de la familia Scolytidae)
- Recursos y personal insuficientes
- Indefinición de procesos y tiempos para la operación del Programa
- No hay un inventario forestal confiable y actualizado (se toma como base el de 1994)

El sector forestal, de acuerdo al Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero en el estado de Morelos, reportó emisiones totales de 266.99 Gg de CO<sub>2</sub>-eq para el año 2009. La categoría *USCUSyS* aportó el 2.91% del total de las emisiones de gases de efecto invernadero del estado de Morelos, para 2009 (Ortiz-Hernández *et al.*, 2013).

En el año de 2008, la ONU creó el *Programa de Colaboración de las Naciones Unidas* para reducir las emisiones causadas por la deforestación y la degradación de los bosques en países en desarrollo (Programa ONU-REDD). En dicho programa, se consideran prioritarias la conservación, el manejo sustentable de bosques y el aumento de las reservas de carbono (FAO-PNUD-PNUMA, 2011).

Bajo este tenor se han desarrollado diversas estrategias de adaptación y mitigación para reducir los riesgos del cambio climático, sin embargo, sus efectos varían en el tiempo y espacio (Parry *et al.*, 2007).

Las estrategias de mitigación propuestas deben incorporar la evaluación de impactos ambientales y socioeconómicos de su potencial ejecución, además se deben establecer los mecanismos de financiamiento (mercados de carbono) para el manejo forestal sostenible a partir de estudios sobre el valor económico de los servicios ambientales que proporcionan los bosques y las selvas.

En México, la percepción que la sociedad tiene sobre el deterioro ambiental y la necesidad de impulsar acciones que lo detengan, ha aumentado considerablemente en los últimos años. Esta circunstancia se ha convertido en un motor novedoso para el desarrollo de políticas públicas que tienen como propósito solucionar diversos problemas sociales, económicos y ambientales y permiten actuar simultáneamente frente a los efectos del cambio climático (Jong *et al.*, 2004).

En la tabla 8.6 se muestran las medidas de mitigación para la categoría *USCUSyS* para Morelos.

**Tabla 8.6.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *USCUSyS*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Silvicultura	Constituir programas para el establecimiento de plantaciones forestales productivas y plantaciones forestales protectoras	El establecimiento de plantaciones forestales en la entidad permiten obtener beneficios ambientales y socioeconómicos diversos	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT PROFEPA CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Organizaciones ejidales y comunales</u>	Captura y conservación de CO <sub>2</sub> Se mejora el crecimiento de la cubierta forestal rural y urbana Incrementa la fijación de carbono y equilibra el desbalance entre la deforestación y la forestación Generación de servicios ambientales en las zonas rurales y urbanas Se asegura satisfacer la demanda futura de madera Se generan fuentes de energía renovables Se mejora el nivel de vida de la población de áreas rurales	Conservación y ampliación de las áreas arboladas en zonas urbanas  Desarrollar plantaciones energéticas para la producción de leña, carbón vegetal y generación de energía  Incentivar la inversión del sector privado en programas de reforestación a través de incentivos fiscales
	Establecer un programa de manejo forestal sustentable	La administración de bosques y selvas nativas, a través de un programa forestal sustentable, permitiría conservar su diversidad biológica, productividad, capacidad de regeneración, potencial de captura y conservación de CO <sub>2</sub> , vitalidad y su potencial para brindar, ahora y en el futuro, bienes y servicios ambientales a la sociedad.	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT PROFEPA CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Organizaciones ejidales y comunales</u>	Disminución de emisiones de GEI, Fortalecimiento del sistema estatal de áreas naturales protegidas y de ecosistemas frágiles, Asegurar la conservación de las reservas de carbono ya existentes y de los servicios ambientales. Conservación de la diversidad de especies y recursos genéticos en riesgo o peligro de extinción Garantiza la permanencia de valores culturales de las comunidades indígenas con asentamientos en las áreas protegidas y ecosistemas frágiles Protege las tierras altas en las cuencas hidrográficas que contribuyen a la captación de agua	Incentivar la aplicación de sistemas de manejo forestal sustentable  Incrementar la eficiencia de la transformación primaria de la madera. Establecer un sistema de control del aprovechamiento  Aplicación de políticas, estrategias y planes de manejo sustentable  Prevenir la incidencia de incendios forestales de origen antropogénico con mecanismos de alerta temprana  Promover mecanismos de compensación económica por servicios ambientales en áreas estratégicas como cuencas hidrográficas y áreas eco-turísticas

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
					<p>con participación comunitaria</p> <p>Fomentar el uso renovable de la leña</p> <p>Restaurar los suelos degradados</p> <p>Condicionar los permisos a propietarios con cierto porcentaje de cobertura forestal</p> <p>Coordinación entre las diferentes dependencias de nivel federal, estatal y municipal</p>
	<b>Promover el establecimiento de sistemas agroforestales y silvopastoriles</b>	El fomento de sistemas agroforestales y silvopastoriles en la entidad permiten una mayor superficie forestal sin menoscabo de las actividades agrícolas y ganaderas, a la vez que conservan y capturan CO <sub>2</sub>	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT SAGARPA CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Desarrollo Agropecuario  <u>Gobiernos municipales</u>	Incrementa la biomasa arbórea y la captación de carbono Mejoran las condiciones sociales, económicas y culturales de las comunidades rurales.	<p>Incentivar e incrementar el establecimiento de especies forestales de uso múltiple dentro de las unidades productivas agropecuarias</p> <p>Coordinación entre las diferentes dependencias de nivel federal, estatal y municipal</p>
	<b>Incentivar la sustitución gradual de productos industriales por los elaborados con madera proveniente de plantaciones forestales</b>	La sustitución de productos de origen industrial permitirá disminuir el consumo de combustibles fósiles	<u>Gobierno Federal</u>  <u>Gobierno Estatal</u>  <u>Cámaras industriales</u>	Ahorro de energía en el proceso de producción industrial Sustitución de combustibles fósiles por combustibles renovables como la leña, carbón vegetal y biogás	Incentivar el uso de combustibles renovables en los procesos industriales
<b>Cambio de uso del suelo</b>	<b>Promover la incorporación de criterios agroforestales en el ordenamiento territorial del estado</b>	La especificación de áreas destinadas a diferentes usos y su adecuada aplicación permitirá conservar carbono en las masas forestales, detener el cambio de uso de suelo y el deterioro de las	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT SAGARPA CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Desarrollo	Reducción de emisiones esperadas por deforestación, degradación y cambio de uso del suelo	<p>Coordinación Intersectorial y entre las dependencias involucradas de gobierno federal, estatal y municipal</p> <p>Elaboración, acuerdos de uso del territorio en diferentes niveles de la gestión pública y la sociedad organizada</p>

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
		áreas productivas	Agropecuario <u>Gobiernos municipales</u>		

## 8.5. RESIDUOS

De acuerdo con la metodología propuesta por el IPCC para la estimación de GEI, la categoría de *Residuos* en el estado de Morelos representa el 23.31% del total de emisiones; de este porcentaje, el 15.06% corresponde al manejo de aguas residuales mientras que el 8.25% restante, a la deposición de residuos sólidos. La mayor concentración de GEI se encuentra en la etapa de disposición final (Figura 8.11).



**Figura 8.11.** La disposición final de residuos sólidos representa el 8.25% del total de emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Morelos.

El modelo de desarrollo así como el crecimiento poblacional, constituyen los factores preponderantes para el aumento en la cantidad y tipos de residuos que se generan en la sociedad moderna. La extracción de materias primas para la producción de insumos que satisfagan las necesidades de la sociedad implica impactos ambientales derivados de los procesos de producción y del transporte. Adicionalmente, al convertirse en residuos, deben recibir un tratamiento adecuado que mitigue los efectos dañinos a la atmósfera derivados de un tratamiento inadecuado, sobre todo de los residuos orgánicos, los cuales, por su naturaleza intrínseca, generan GEI de alto potencial, especialmente  $\text{CH}_4$ .

En lo que respecta a las plantas tratadoras de agua residual, el principal problema es el manejo de los lodos residuales municipales e industriales, los cuales no se atienden de manera adecuada y son pocas las plantas de tratamiento que cuentan con un sistema de tratamiento de los mismos, además de que no existen cifras exactas referentes a la cantidad de lodos generados a nivel municipal y mucho menos por giro industrial (Oropeza, 2006). En el caso de los lodos derivados de las plantas tratadoras de agua residual, al igual que los residuos, se deben considerar, en primera instancia, la minimización, el tratamiento adecuado y, en su caso, la disposición final adecuada y segura.

La categoría *Residuos* es la tercera en contribución de GEI en Morelos, por lo que es imperativo diseñar estrategias tendientes a disminuir sus emisiones, en especial porque se trata de un sector dinámico, cuyo crecimiento es directamente proporcional al aumento de la población y de

actividades económicas. Asimismo, este sector entraña una lógica de cambios continuos en cuanto a su política de manejo por lo que, consecuentemente, no existe una continuidad que garantice una estrategia de largo plazo.

La respuesta planteada por el IPCC para atenuar la generación de GEI, que ha sido asumida por la comunidad internacional, implica acciones de mitigación a implementarse desde los diferentes órdenes de gobierno en acuerdo con la sociedad organizada y los sectores productivos.

Las estrategias de acción aplicables para el estado de Morelos, asociadas a la generación de GEI de la categoría de residuos, se deben basar en la implementación de acciones de mitigación en las diferentes fases que comprenden la *gestión integral de residuos*, destacando aquellas en las que se concentre la mayor cantidad de GEI, asumiendo estas fases de manera integral y considerando las interrelaciones que se presentan entre sí.

La respuesta que a nivel local se impulsó para atender la problemática asociada a los residuos, y que sirviera de base para el impulso de estrategias integrales, fue la creación de la *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos* (PLEM, 2007), documento que cita normas para llevar a cabo una gestión eficiente de los residuos sólidos, así como las acciones que el gobierno y la población en general deben realizar, apegados al marco legal, para contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y atmosférica. Asimismo, se emitió el *Reglamento* de la ley previamente mencionada y el *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Morelos*.

La tabla 8.7 muestra las medidas de mitigación para la categoría *Residuos* en el estado de Morelos.

**Tabla 8.7.** Medidas de mitigación propuestas para la categoría *Residuos*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORIA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Residuos sólidos	Establecer una campaña continua para la prevención de la generación de residuos	La prevención y reducción del consumo de combustibles fósiles es la mejor alternativa para disminuir la generación de desechos (empaques y embalajes)	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u>	Disminución de GEI  Menor impacto sobre recursos naturales  Aumento de vida útil de sitios de disposición final	Aplicación de política que fomente la prevención de generación de residuos  Adecuación del marco legal para desincentivar uso de materiales desechables en productos comerciales  Esquema de participación interinstitucional que incluya a los diferentes sectores de la sociedad, en especial al empresarial
	Impulsar la valorización de residuos mediante la modificación del esquema de los servicios de recolección	Las cadenas mercantiles para las diferentes corrientes de residuos propicia la utilización de los mismos con fines de reciclaje y reutilización. Lo que genera cadenas de valor y ahorro energético	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Servicios Públicos  <u>Gobiernos municipales</u>	Disminución de GEI  Menor impacto sobre los recursos naturales  Aumento de vida útil de sitios de disposición final  Generación de empleos	Convenios intermunicipales, así como estrategias metropolitanas para adecuar la normatividad en el manejo de residuos que permitan su minimización y valorización  Incentivos económicos para el establecimiento de centros de acopio comunitarios que se ubiquen en zonas estratégicas de los municipios promoviendo cadenas de valor
	Instalar plantas de compostaje regionales y/o municipales	Los residuos orgánicos representan más del 50% del total de residuos. Con el tratamiento de los residuos orgánicos mediante la técnica de compostaje se puede obtener un producto susceptible de utilizarse como abono	<u>Gobierno Federal</u> SEDESOL SEMARNAT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u> Direcciones de protección ambiental y servicios públicos	Disminución de GEI, especialmente por metano  Aumento de la vida útil de sitios de disposición final  Obtención de sustrato como mejorador de suelo  Disminución de presión sobre recurso suelo	Impulsar el establecimiento de plantas de compostaje con criterios metropolitanos, en zonas de alta generación de residuos orgánicos y en áreas estratégicas para la agricultura

SUBCATEGORIA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACIÓN
	<b>Recuperar el biogás en sitios de disposición final para diversos propósitos con base en residuos</b>	La disposición final representa el 58% de lo que aporta la categoría <i>Residuos</i> . El biogás se puede utilizar como combustible o para la generación de electricidad	<u>Gobierno Federal</u> SEDESOL SEMARNAT <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable <u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de Servicios Públicos	Disminución de GEI  Venta de bonos de carbono  Obtención de combustibles para operar maquinaria  Obtención de energía eléctrica	Establecer la factibilidad técnica para la obtención de biogás en los sitios de disposición final del Estado, para realizar inversiones en infraestructura y equipos que permitan el aprovechamiento de biogás de acuerdo a los requerimientos de la zona
	<b>Hacer más eficiente el manejo integral de residuos</b>	Actualmente en el estado, se aplican modelos de manejo de residuos ineficientes en todas las fases de la gestión integral, lo que denota que no se aplica una política adecuada, de largo plazo y continua	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT SEDESOL  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u> Protección ambiental y servicios públicos  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución de la generación de residuos  Aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios  Disminución de la generación de GEI en todas las fases de la gestión integral  Creación de empleos  Disminución de impactos ambientales	Asegurar la continuidad de este modelo a largo plazo, mediante la aplicación de la legislación federal y estatal vigente  Involucrar a las Instituciones de Educación Superior  Hacer partícipe a la iniciativa privada
	<b>Aplicar y en su caso adecuar el marco normativo para evitar la quema de residuos y promover el manejo eficiente y con criterios de sustentabilidad</b>	Una práctica recurrente para disminuir el volumen de residuos es la quema de los mismos, lo que genera GEI	<u>Gobierno Estatal.</u>  <u>Gobiernos municipales</u>	Disminución de GEI  Disminución de riesgos a la salud asociados a la inhalación de contaminantes	Aplicar los reglamentos municipales de protección ambiental en materia de contaminación atmosférica o en su caso adecuarlo a las condiciones actuales  Regular las emisiones de fuentes fijas y móviles en el Estado
	<b>Promover un sistema permanente para diagnóstico</b>	El conocimiento preciso y monitoreo permanente de la magnitud del	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo	Disminución de emisiones de GEI	Incorporar al sector académico en este esfuerzo y desarrollar un plan

SUBCATEGORIA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACIÓN
	detallado, evaluación y monitoreo de las emisiones de GEI y de las necesidades para gestión integral de residuos	problema, permitirá generar acciones para la estrategia de mitigación por rubro de actividad y sector	Sustentable <u>Gobiernos municipales</u> Protección ambiental y servicios públicos  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Estrategia mejorada de manejo integral de residuos a nivel estatal  Conocimiento técnico-científico para la toma de decisiones	de trabajo conjunto para promover el sistema de información
Aguas residuales	Asegurar la continuidad de operación de plantas tratadoras de agua residual	La operación de las plantas tratadoras de agua residual es una atribución municipal, lo que recurrentemente implica un descuido y abandono de los procesos, provocando problemas de operación y de manejo de residuos	<u>Gobierno Federal</u> CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de servicios públicos	Manejo eficiente y continuo de las plantas tratadoras de agua residual  Disminución de GEI  Disminución de riesgos a la salud  Uso de agua tratada para riego	Creación de una figura jurídica intermunicipal que asegure la continuidad de operación de las plantas tratadoras de agua residual, con recursos propios y esquemas de participación privada
	Establecer programas de adaptación tecnológica para el aprovechamiento del biogás generado en las plantas tratadoras de agua residual	Implementar sistemas de digestión anaerobias, para producir biogás, mismo que se podrá utilizar en la propia operación de la planta	<u>Gobierno Federal</u> CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de Servicios públicos  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución de GEI  Aprovechamiento energético del biogás  Ahorros en el consumo de energía	Realizar investigación para determinar la viabilidad tecnológica del aprovechamiento del biogás en las plantas tratadoras de agua residual
	Promover la utilización de biosólidos como fertilizantes orgánicos	Los biosólidos derivados del proceso de tratamiento de las aguas residuales contienen bacterias y materia orgánica que generan GEI	<u>Gobierno Federal</u> CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del	Disminución de GEI  Aprovechamiento de biosólidos como fertilizantes	Establecer el mecanismo de coordinación interinstitucional, Gobierno-Instituciones Académicas e Iniciativa Privada, que favorezcan el aprovechamiento de biosólidos

SUBCATEGORIA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACIÓN
			Agua SEDAGRO  <u>Gobiernos municipales</u> Servicios públicos, protección ambiental y desarrollo agropecuario  <u>Instituciones de            Educación Superior</u>	orgánicos  Generación de empleos  Disminución de la presión sobre el recurso suelo	
	<b>Diseñar una            estrategia estatal de            mitigación en el            manejo de aguas            residuales</b>	La mitigación de emisiones de GEI en el manejo de aguas residuales es un tema poco avanzado y del que se requieren estrategias concretas y desarrollo de capacidades	<u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua SEDAGRO  <u>Gobiernos municipales</u> Servicios públicos,  <u>Instituciones de            Educación Superior</u>	Disminución de emisiones en el tratamiento de aguas residuales  Mejora integral de los procesos  Infraestructura para el manejo integral de residuos  Modernización de procesos, infraestructura y desarrollo de capacidades municipales	

## 9. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ESTADO DE MORELOS

### 9.1. ENERGÍA

Dada la importancia de la categoría *Energía* en la generación de emisiones de GEI en el estado de Morelos, es imprescindible generar medidas que permitan las adecuaciones en la infraestructura estatal, residencial y sobre los hábitos de uso y consumo de energía.

Las diferentes instancias de gobierno tendrán que analizar adecuadamente los factores implicados y realizar una planeación adecuada para fomentar una nueva cultura del uso y ahorro energético mediante programas de educación y capacitación permanentes, así como generar programas que permitan modificar y adaptar la infraestructura de los servicios públicos de alumbrado, incorporando tecnologías menos contaminantes, el mejoramiento continuo de las vialidades para disminuir la emisiones y el fomento a la incorporación de ecotecnologías en el sector residencial, que permitan en conjunto mejorar la calidad de vida de la población del estado y reducir su vulnerabilidad ante el fenómeno del cambio climático. Las acciones de adaptación propuestas por este programa se enumeran en la tabla 9.1.

**Tabla 9.1.** Medidas de adaptación propuestas para la categoría *Energía*, en el estado de Morelos.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
<b>Adecuar el marco legal correspondiente considerando los efectos y tendencias del cambio climático</b>	Revisión de las leyes, normas y reglamentos vigentes en materia energética, considerando la tendencia del cambio climático y su aplicación eficaz y oportuna	<u>Gobierno Federal</u> H. Congreso de la Unión CFE SHCP  <u>Gobierno Estatal</u> Congresos Estatal Secretaría de Hacienda Estatal  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Sector industrial y empresarial</u>	Aumentar la efectividad en la aplicación de la normatividad y/o sanciones en su caso  Reducción en el consumo de energía eléctrica  Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles  Incremento en la calidad del aire  Mejora en las condiciones de vida de la población	Adecuación e impulso a la <i>Ley de Cambio Climático</i> en el Estado  Establecer vinculación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad  Establecer mecanismos regulatorios para la producción de energía mediante ecotecnologías  Generar normas para el etiquetado de aparatos eléctricos que permitan a los consumidores una elección de acorde a la tendencia del cambio climático  Impulsar una regulación en los sectores de transporte, industria y urbano, crear normas legales para que en estos sectores reduzcan su consumo de combustibles fósiles
<b>Implementar programas de planeación urbana que permitan contender con los potenciales efectos del cambio climático</b>	La planeación del desarrollo urbano bajo criterios de sustentabilidad permitirá el crecimiento de zonas habitacionales e industriales donde se fomente el ahorro y uso eficiente de energía	<u>Gobierno Federal</u> INEGI  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología  Secretaría de Movilidad y Transporte  <u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de Desarrollo Urbano	Reducción en el consumo de energía eléctrica  Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles  Disminución del tráfico automovilístico y tiempos de desplazamiento  Mejorar la calidad del aire  Mejora en las condiciones de vida de la población	Promover la actuación coordinada entre las autoridades de desarrollo urbano, transporte y medio ambiente  Desarrollar programas de investigación en materia de movilidad, desarrollo urbano bajo condiciones de cambio climático  Fomentar y gestionar infraestructura de vialidad urbana que facilite el transporte entre zonas metropolitanas del Estado  Promover la generación y utilización de energías alternativas y la inclusión de ecotecnologías en la edificación de complejos habitacionales
<b>Establecer programas de modernización y</b>	Establecer protocolos para el mantenimiento adecuado de la	<u>Gobierno Federal</u> SENER CFE	Reducción en el consumo de energía eléctrica	Establecer programas de mantenimiento a redes de distribución eléctrica

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
<p><b>adecuación de infraestructura que permitan el uso adecuado, el ahorro de energía y la creación de condiciones de confort y prevención de daños ante cambios esperados en los sectores social, industrial y gubernamental</b></p>	<p>infraestructura estatal, programas de modernización de edificios públicos y privados e implementación de tecnología que permitan el ahorro de energía</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p>Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Secretaría de Desarrollo Urbano</p> <p><u>Sector industrial y empresarial</u></p>	<p>Reducción en consumo de combustibles y derivados fósiles</p> <p>Incremento en la calidad del aire</p> <p>Mejora en las condiciones de vida de la población</p>	<p>Impulsar la investigación en torno a la potencial generación de energía eléctrica mediante <i>microeléctricas</i></p> <p>Fomentar programas de modernización del alumbrado público</p> <p>Adaptar las viviendas, edificios públicos y privados para la incorporación de diseños y ecotecnologías para el ahorro energético</p>

## 9.2. AGRICULTURA Y GANADERÍA

El cambio climático afectará a la agricultura de diversas formas. En zonas con deficiente dotación de agua, el aumento de temperaturas incrementará la evapotranspiración y reducirá los niveles de humedad del suelo, acrecentando, en consecuencia, las zonas con procesos de desertificación. Además, el incremento de la temperatura aumentará la supervivencia de las plagas agrícolas durante el invierno. La frecuencia y gravedad de fenómenos extremos del clima como tormentas, granizadas, heladas y sequías, provocarán fluctuaciones importantes en los rendimientos agrícolas debido a proceso de erosión, lavado de nutrientes del suelo, daño a los cultivos (García *et al.*, 2006). Los áreas con irrigación no se verán, en principio, tan afectadas como las de temporal, a menos que la disponibilidad de agua en cuencas, acuíferos y presas se vea reducida significativamente. Los cambios en la producción agrícola se verán reflejados en los precios, lo cual afectará al resto de la cadena productiva y comercial. En el *Estudio de País* se concluye que en la mayor parte de México, los efectos del cambio climático bajo diferentes escenarios serían de reducción en los rendimientos en el cultivo del maíz (Osnaya, 2003; Magaña y Gay, 2002), cambios en la viabilidad de los cultivos en ciertas zonas climáticas, pérdida de áreas aptas para ciertos productos agrícolas, entre otros.

El establecimiento de medidas de adaptación para contender con los efectos del cambio climático son de suma importancia. La FAO señala que para que las medidas de adaptación den buenos resultados tienen que tener en cuenta las prácticas y la vulnerabilidad locales. Para el caso del estado de Morelos, en la tabla 9.2 se proponen las medidas de adaptación.

**Tabla 9.2.** Medidas de adaptación propuestas para la categoría *Agricultura*, en el estado de Morelos.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
<b>Promover el uso de especies o variedades agrícolas capaces de resistir los efectos del cambio climático, de acuerdo a los escenarios climáticos presentados</b>	Identificar variedades capaces de resistir los efectos del cambio climático como estrés abiótico (principalmente temperatura, sequia, inundaciones y salinización), que permitan la potencial captura de CO <sub>2</sub> sin detrimento de la producción	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable SEDAGRO  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Productores/ejidatarios</u>  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Permanencia de actividad productiva, generación de alimentos básicos y productos agrícolas varios  Preservación del estilo de vida de los productores	Campaña de difusión y educación  Vinculación con instituciones académicas para la investigación sobre las variedades agrícolas  Banco de germoplasma de las variedades agrícolas en el estado
<b>Fomentar la generación de conocimiento y la investigación sobre variedades agrícolas aptas frente a las condiciones esperadas, manejo de temporalidad, resistencia de los cultivos y medidas de adaptación para las diferentes regiones del estado</b>	Valorar para cada región del estado los requerimientos de manejo adaptativo	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable SEDAGRO  <u>Gobiernos municipales</u>  <u>Productores/ejidatarios</u>  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Generación de conocimiento  Adaptación gradual del sector	Vinculación con expertos y centros de investigación  Diseño y planeación colectiva de medidas de adaptación por región económico-productiva del estado
<b>Articular el desarrollo agrícola con las necesidades de ordenamiento territorial bajo condiciones de cambio climático</b>	Diseñar e implementar estrategias intersectoriales que consideren las necesidades de mantenimiento de servicios ambientales y contención del cambio de uso del suelo, con la producción agropecuaria	<u>Gobierno Federal</u> SAGARPA, SEMARNAT, CONANP, CONAFOR,  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable SEDAGRO	Estrategia intersectorial para el ordenamiento territorial que considere criterios de adaptación al cambio climático	Vinculación con expertos, centros de investigación y organizaciones productivas  Discusión, diseño, implementación del ordenamiento territorial acorde con necesidades de adaptación

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
		<u>Gobiernos municipales</u> <u>Productores/ejidatarios</u> <u>Instituciones de Educación Superior</u>		

### 9.3. USO DE SUELO, CAMBIO DE USO DE SUELO Y SILVICULTURA (USCUSyS)

La capacidad de adaptación al cambio climático obedece a factores como la organización social, la infraestructura, la tecnología, la educación, la información, el acceso a los recursos y las habilidades administrativas de los sistemas involucrados. Es posible que los países desarrollados y en desarrollo mejoren su capacidad y adquieran nuevas capacidades de adaptación, diferenciándose únicamente en la forma: los desarrollados en forma preventiva y planificada y los países en desarrollo de manera reactiva, siendo esta última mucho más costosa.

Una importante interrogante es determinar la capacidad de adaptación que tienen las especies vegetales a cambios bruscos en las condiciones ambientales, ya que los ecosistemas naturales han pasado procesos de millones de años para adaptarse a las condiciones climáticas actuales, así como poder determinar si las plantas podrán adaptarse a estos cambios en un período relativamente corto.

Las medidas de adaptación propuestas para reducir el impacto del cambio climático en el sector forestal de Morelos (Tabla 9.3) son opciones generales orientadas básicamente hacia la reducción de la degradación antropogénica de las selvas y bosques de la entidad.

Tabla 9.3. Medidas de adaptación propuestas para la categoría *USCUSyS*, en el estado de Morelos.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Actualizar de forma permanente el conocimiento sobre vulnerabilidad de los diferentes ecosistemas frente a impactos previstos de cambio climático	Promover con las diferentes dependencias responsables la actualización permanente del Atlas estatal de vulnerabilidad ante el cambio climático	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Protección Civil Estatal	Conocimiento de los niveles de vulnerabilidad para implementar estrategias de adaptación  Generar capacidades para vigilar y hacer frente a posibles eventos extremos de gran magnitud	Coordinación entre las diferentes dependencias responsables
Promover el ordenamiento territorial del estado incorporando criterios agroforestales y necesidades de conservación bajo las condiciones esperadas de cambio climático	El ordenamiento es una oportunidad para articular las estrategias de mitigación y adaptación, que requiere de un esfuerzo intersectorial para conciliar las necesidades productivas con las de conservación de servicios ambientales y contención del cambio de uso del suelo	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT PROFEPA CONAFOR INEGI  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Reducción de la degradación de los ecosistemas naturales y sustentar el establecimiento de nuevos ecosistemas forestales con mejores características para la adaptación y el secuestro de carbono  Compatibilización entre diferentes usos del suelo  Mantenimiento de servicios ambientales y áreas estratégicas para conservación de recursos hídricos	Actualización de la cartografía e investigación de campo  Impulsar y fortalecer las <i>unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA)</i>  Coordinación entre las diferentes dependencias responsables  Involucrar a las comunidades rurales asentadas en los ecosistemas forestales  Diseño de proyectos para pago por servicios ambientales  Adecuación del marco legal
Prevenir la fragmentación de los ecosistemas para favorecer la capacidad adaptativa de las unidades compactas de bosques y selvas	Al evitar la fragmentación de los bosques y selvas se mantiene su capacidad de resiliencia	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT PROFEPA CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable	Al evitar la fragmentación de los bosques y selvas se mantiene su capacidad de resiliencia ante impactos previsibles y se favorece a la vez la captura y conservación de carbono	Incentivar entre las comunidades la protección de bosques y selvas  Coordinación entre las diferentes dependencias responsables  Búsqueda de financiamiento para proyectos específicos
Establecer corredores biológicos entre ecosistemas fragmentados y áreas naturales protegidas o áreas estratégicas para la conservación	Esta estrategia permite a los ecosistemas forestales con proceso de fragmentación recuperar su funcionalidad biológica y favorecería la resiliencia a los efectos previsibles	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT PROFEPA CONAFOR, CONANP  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable	Estos corredores permitirán incrementar la capacidad de adaptación y resiliencia de las especies forestales y de diversos ecosistemas naturales de la entidad	Coordinación entre las diferentes dependencias responsables  Involucrar a las comunidades rurales asentadas en los ecosistemas forestales

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIAS RESPONSABLES	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
<b>Promover el desarrollo de proyectos de investigación científica estatal</b>	La investigación sobre cambio climático en silvicultura de Morelos es prioritaria para generar conocimiento para implementar acciones de adaptación	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable	Estos proyectos generaran conocimientos sobre los impactos del cambio climático en el sector forestal de la entidad como base para establecer medidas de adaptación y mitigación	Actualizar el Inventario forestal estatal de manera permanente  Emitir convocatorias de fondos sectoriales o mixtos para atender la problemática de los efectos del cambio climático en los ecosistemas forestales de la entidad
<b>Incentivar la planeación de las zonas de crecimiento urbano/industrial articuladas al ordenamiento territorial</b>	El crecimiento de las zonas urbanas e industriales requieren de un programa estatal de desarrollo urbano sustentable que considere las necesidades de adaptación al cambio climático	<u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u>	El crecimiento urbano/industrial debe contemplar las necesidades de conservación y ampliación de las áreas forestales y de prestación de servicios ambientales a partir de un programa de desarrollo urbano sustentable	Coordinación entre las diferentes dependencias de nivel estatal y municipal Plan Estatal de Desarrollo Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Morelos Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de los Municipios Planes Municipales de Desarrollo

## 9.4. RESIDUOS

El manejo apropiado de los residuos representa un gran reto y una gran área de oportunidad para la realización de actividades económicas, sobre todo en las zonas urbanas de Morelos. Las medidas de adaptación adecuadas al sector morelense deben estar encaminadas a minimizar el problema de la disposición inadecuada de los residuos y sus afectaciones sobre los sistemas urbanos en general y la prestación de servicios públicos de saneamiento e higiene, sobre la salud de la población y sobre los recursos hídricos; a través de la implementación de medidas como la valorización de los residuos, el diseño y la construcción de infraestructura apropiada que permita su separación, reciclaje, recolección y disposición final; de la mano con el cumplimiento de la normatividad vigente en las instalaciones y en las operaciones de manejo de residuos.

La gestión integral de residuos en un contexto de manejo adaptativo frente a cambio climático, favorece en todo sentido la prestación de servicios públicos y de manera muy significativa los de agua potable y saneamiento, relacionados ampliamente con las condiciones de bienestar en los asentamientos humanos y en especial de las periferias urbanas. Es un tema central en términos de salud de la población y cuidado de los ecosistemas receptores y sus servicios ambientales, en particular de los cuerpos de agua, que muchas veces son también fuentes de abastecimiento (Landa, 2011; Landa et al., 2011).

Las estrategias de adaptación aplicables para el estado de Morelos de la categoría *Residuos*, se muestran en la tabla 9.4.

**Tabla 9.4.** Medidas de adaptación propuestas para la categoría *Residuos*, en el estado de Morelos.

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACION
<p><b>Establecer un esquema tarifario por la recolección de residuos y en particular de residuos orgánicos</b></p>	<p>Los sistemas de limpia municipales no cuentan con esquemas tarifarios por la prestación del servicio, lo que significa una carga financiera importante para los municipios. Con un esquema tarifario en base a la generación de residuos se podrán cubrir las necesidades básicas de una gestión adecuada</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Ingresos Tesorería</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Sindicatura Consejería jurídica Servicios públicos Tesorería Cabildo</p>	<p>Mejora en la gestión integral de residuos y capacidades a municipios</p> <p>Beneficios en condiciones de higiene y saneamiento urbano</p>	<p>Desarrollar un esquema tarifario en base a la cantidad de residuos generados y establecer una campaña de sensibilización social para destacar los beneficios de una gestión de residuos adecuada</p>
<p><b>Impulsar el desarrollo de tecnologías para el manejo integral de residuos</b></p>	<p>El manejo integral de residuos requiere de la participación interinstitucional y el impulso de la investigación, para diseñar e implementar tecnologías propias que permitan el manejo adecuado de los residuos</p>	<p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Servicios Públicos Protección Ambiental Innovación Tecnológica</p> <p><u>Instituciones de Educación Superior</u></p>	<p>Solución de fondo de la problemática asociada al manejo deficiente de los residuos</p> <p>Desarrollo de investigación de punta en el tema de residuos</p> <p>Mejora en los sistemas de limpia municipal</p>	<p>Establecer alianzas estratégicas entre el gobierno estatal y los municipales, además del sector empresarial y las Instituciones de Educación Superior para desarrollar modelos de manejo adecuado y eficiente de residuos para las diferentes regiones del estado</p>
<p><b>Fomentar la incorporación de sistemas de gestión ambiental</b></p>	<p>La aplicación de modelos heterogéneos de manejo de residuos propicia que los gobiernos municipales atiendan de forma diferente y aislada la gestión de residuos</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de de innovación, Ciencia y tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Secretarías de administración y de desarrollo sustentable</p> <p><u>Instituciones de</u></p>	<p>Estandarización de un modelo de gestión ambiental en materia de residuos</p> <p>Continuidad en los procesos</p> <p>Profesionalización del personal encargado del sistema de limpia</p>	<p>Realizar una investigación exhaustiva para determinar el modelo de gestión aplicable para el estado y establecerlo como una política pública de observancia obligatoria por los municipios</p>

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACION
		<u>Educación Superior</u>		
<b>Fomentar el desarrollo y consumo de materiales que respondan a criterios amigables con el ambiente una vez que se conviertan en residuos</b>	En la sociedad moderna los insumos y productos se elaboran bajo la lógica de “ <i>usar y tirar</i> ” sin considerar criterios ambientales que permitan la disminución de los impactos ambientales	<u>Gobierno Federal</u> Secretaría de Economía  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Secretaría de Innovación, Ciencia y tecnología	Elaboración de productos amigables con el ambiente  Disminución de la presión sobre los recursos naturales	Establecer una norma para la elaboración de insumos y productos con criterios ambientales para disminuir el impacto ambiental
<b>Crear mecanismos de incentivos para los gobiernos y empresas con buenas prácticas ambientales en el tema de residuos</b>	La difusión de prácticas ambientales adecuadas, propiciará la competencia, obligatoriedad y aplicación de modelos de gestión integral de residuos	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Gobiernos municipales</u> Protección ambiental, servicios públicos	Difusión de buenas prácticas ambientales en la gestión de residuos  Adopción de esquemas eficientes de gestión integral de residuos  Reconocimiento social y ético por el cumplimiento de legal de la gestión integral de residuos	Establecer los criterios básicos para la obtención de reconocimientos simbólicos y económicos a aquellos municipios que se hayan caracterizado por aplicar una adecuada gestión de los residuos, con la participación del gobierno del estado, de las Instituciones académicas y de la sociedad en su conjunto
<b>Fortalecer y aplicar los esquemas de pago por saneamiento en plantas de tratamiento</b>	El esquema tarifario actual para el tratamiento de aguas residuales no satisface las necesidades básicas del proceso y bajo cambio climático se generarán nuevos requerimientos	<u>Gobierno Federal</u> CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Sistema operador de agua y saneamiento	Consolidación de un techo financiero para la eficiencia del tratamiento y la continuidad del tratamiento de aguas residuales	Establecer una ruta crítica con la participación de los diferentes actores para establecer tarifas por saneamiento que solventen las necesidades básicas y que estén de acuerdo con el nivel socioeconómico de los usuarios
<b>Generar indicadores de desempeño ambiental</b>	El desempeño de las plantas tratadoras de agua residual está sujeto a medidas heterogéneas, por lo que se requiere la implementación de un sistema de indicadores que faciliten la sistematización de la información y la consecuente toma de decisiones.	<u>Gobierno Federal</u> CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Sistema operador de agua y saneamiento	Aseguramiento del correcto desempeño ambiental, de acuerdo con parámetros objetivos y reales	Establecer conjuntamente con los actores involucrados del tratamiento de aguas residuales, indicadores de desempeño que faciliten la toma de decisiones

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIA PARA SU IMPLEMENTACION
<p><b>Estandarizar los sistemas y características constructivas de las plantas tratadoras</b></p>	<p>Los criterios actuales de tratamiento son heterogéneos y no existe una política pública que estandarice los procesos constructivos de las plantas de tratamiento de aguas residuales</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> CONAGUA SEDESOL</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua Secretaria de Obras Públicas Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Sistema operador de agua potable y saneamiento</p>	<p>Eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, disminución de costos para la construcción de plantas nuevas, aplicación de criterios tecnológicos innovadores y que consideren nuevas condiciones bajo cambio climático</p>	<p>Generar consensos entre los diferentes tomadores de decisiones para generar una política pública que estandaricen los sistemas de tratamiento y constructivos</p>
<p><b>Desarrollar esquemas tecnológicos que mejoren el desempeño de las plantas tratadoras de agua residual que consideren condiciones de cambio climático</b></p>	<p>Las instituciones de educación superior juegan un papel preponderante en el desarrollo tecnológico y en la investigación, por lo que se requiere el desarrollar esquemas de coparticipación para solucionar los problemas de tratamiento de agua residual</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> CONAGUA</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Comisión Estatal del Agua Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Desarrollo Sustentable</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Sistema operador de agua potable y saneamiento</p>	<p>Aplicación de tecnologías innovadoras y eficientes para el tratamiento de aguas residuales, que reduzcan el impacto ambiental de esta actividad</p>	<p>Selección de la tecnología adecuada para el tratamiento de aguas residuales</p> <p>Mejorar el diseño de acuerdo al caudal de las plantas tratadoras</p> <p>Involucrar a las diferentes instituciones de educación superior del estado y de la región para desarrollar esquemas tecnológicos mediante la investigación que mejoren el desempeño de las plantas tratadoras</p>

## 9.5. AGUA

De acuerdo con datos de la FAO, nuestro planeta tiene aproximadamente 1,400 millones de  $\text{km}^3$  de agua (FAO, 2002); sin embargo, por lo menos el 98% de este recurso se encuentra en los océanos y sólo aproximadamente unos 45,000  $\text{km}^3$  (0.003%) corresponden a agua dulce, principalmente atrapada en las capas de hielo de los polos. El agua disponible para consumo humano, la agricultura y la industria es de entre 9,000 y 14,000  $\text{km}^3$ , los cuales son repartidos entre más de 7,000 millones de personas que habitamos la Tierra, más 140 millones de habitantes que se suman anualmente (Cominelli *et al.*, 2009; AgroDer, 2012).

El agua es parte integral de nuestra vida diaria. En promedio, una persona de las sociedades occidentales consume entre 150 y 200 litros de agua potable por día en sus diferentes actividades (European Environmental Agency, 2001). A pesar de que el consumo de agua en los hogares es apenas una pequeña parte, si se compara con la cantidad de agua que se utiliza para la agricultura y la industria, es importante generar una conciencia del ahorro y la reutilización del agua para garantizar el abasto de este líquido vital en el futuro.

México tiene una población de 113 millones de habitantes, y un crecimiento poblacional de 1.2 millones de habitantes por año. El consumo anual per cápita de agua es de 1,978  $\text{m}^3$ , de los cuales el 92% está ligado a los productos agrícolas y pecuarios, el 3% al uso en la producción industrial y el 5% (36  $\text{m}^3/\text{hab}/\text{año}$ ) está relacionado con el uso del agua en las diversas actividades domésticas (AgroDer, 2012) (Figura 9.1). La familia promedio en México es de 4.3 integrantes (INEGI, 2007), por lo que el consumo promedio de agua en un hogar mexicano es de aproximadamente 479 litros al día, incluyendo el agua para consumo y la utilizada para el procesamiento y preparación de alimentos, así como la utilizada en actividades como el aseo personal, la limpieza del hogar, el lavado de utensilios de cocina y prendas de vestir, entre otras. Sin embargo, en México existen aproximadamente 6 millones de personas sin acceso al agua potable (CONAGUA, 2010).



Figura 9.1. Datos sobre el consumo de agua en México. Fuente: AgroDer, 2012.

La presencia del agua en el estado de Morelos es el resultado de la interacción de varios factores físicos y geográficos, entre los que destaca la precipitación pluvial, el arreglo geológico, los aspectos geomorfológicos, las condiciones geohidrológicas, la cobertura vegetal y el uso y manejo del suelo, así como de aspectos generados por el aprovechamiento, uso y abuso de las aguas nacionales utilizadas en el abastecimiento a centros de población y áreas productivas (Bolongaro et al., 2006). Las áreas montañosas en el estado presentan una precipitación anual promedio de 1,045 mm, superior a la media nacional de 777 mm. De los 5,164 millones de m<sup>3</sup> de aguas pluviales, 2,374 millones de m<sup>3</sup> se infiltran al subsuelo, recargando los acuíferos, y los restantes 2,790 se incorporan al ciclo hidrológico y a cuerpos de agua. El estado de Morelos cuenta aproximadamente con 3,120 m<sup>3</sup> por habitante al año (CEAMA, 2009).

La problemática del abasto de agua es un asunto nacional y en el caso de Morelos la situación es preocupante debido a la disminución reportada de la disponibilidad de agua en los cuatro acuíferos del estado, los cuales se encuentran ya muy cerca de los niveles de abatimiento (Bolongaro et al., 2013b), y al incremento poblacional que demanda grandes cantidades de agua para uso doméstico, personal y de esparcimiento. La creciente construcción de nuevas viviendas requiere de la creación de infraestructura para suministrar el líquido, así como planear la prestación de servicios a las nuevas viviendas. La disponibilidad de los acuíferos de Morelos se encuentra en declive, por lo que las autoridades deben actuar de manera inmediata para poder cubrir las necesidades de los morelenses y brindarles servicios de calidad, ya que si la calidad del agua o de la infraestructura de drenaje no son óptimas, se desencadenan inconvenientes relacionados principalmente con la salud (así como con la pérdida del recurso disponible para los diferentes usos).

Uno de los efectos más graves del cambio climático es la alteración del ciclo hidrológico, que se refleja con una menor infiltración y por lo tanto una menor disponibilidad del agua (Bolongaro, 2012), lo que a su vez afectará a todas las actividades de la sociedad. El cambio climático representa una amenaza para el suministro del líquido en varias regiones y países, en particular para los grupos sociales marginados y que viven en áreas con baja disponibilidad. Las poblaciones de zonas secas están en mayor riesgo hídrico, debido a la actual disminución de reservas de aguas subterráneas y a que se esperan mayor evaporación del agua por incremento de la temperatura, mayor ocurrencia de sequías y disminución o retraso en las lluvias. Existen esfuerzos importantes en México para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación en el manejo de recursos hídricos que dan la pauta para desarrollar en Morelos la estrategia de adaptación en este sector (Landa et al. 2008; 2010). Ante los posibles escenarios esperados en el estado de Morelos, se proponen las siguientes medidas de adaptación (Tabla 9.5).

**Tabla 9.5.** Medidas de adaptación propuestas para la categoría *agua*, en el estado de Morelos.

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
<p><b>Adecuar el marco legal correspondiente considerando los efectos y tendencias del cambio climático</b></p>	<p>Impulsar la aplicación rigurosa de la legislación en materia de agua considerando los efectos del cambio climático para evitar la sobreexplotación del recurso por la demanda de los diferentes sectores de la sociedad, asegurar su suministro y su uso eficiente</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAGUA</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal del Agua Secretaría de Desarrollo Agropecuario</p> <p><u>Gobiernos municipales</u> Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes</p>	<p>Asegurar la distribución equitativa del recurso hídrico entre la población</p> <p>Garantizar la disponibilidad futura del recurso</p> <p>Legislar el uso eficiente del agua en los diferentes sectores productivos</p> <p>Incentivar el ahorro en el consumo de agua</p> <p>Asegurar el manejo adecuado de aguas residuales</p>	<p>Establecer una vinculación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad</p> <p>Actualizar la legislación vigente relacionada al recurso hídrico en el marco del cambio climático</p> <p>Impulsar nuevas políticas públicas para la gestión del agua</p> <p>Impulso a proyectos de ahorro y manejo eficiente del agua</p>
<p><b>Establecer un programa de restauración de cuencas hidrológicas que incorpore criterios de adaptación al cambio climático</b></p>	<p>Diseñar un plan de manejo integral de cuencas que considere las necesidades de cuidado a fuentes de abastecimiento, conservación de áreas estratégicas de recarga y prestación de servicios ambientales</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAFOR, CONAGUA,</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal de Agua</p> <p><u>Consejos de Cuenca</u></p> <p><u>Expertos y centros de investigación</u></p>	<p>Preservar las áreas de recarga en el Estado</p> <p>Restaurar y conservar las cuencas en el Estado</p> <p>Obtener de servicios ambientales derivados de las cuencas conservadas</p> <p>Garantizar la disponibilidad futura del recurso para el abastecimiento a la población y a los diferentes usos</p>	<p>Establecer una coordinación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad</p> <p>Generar e integrar información sobre vulnerabilidad del recurso hídrico.</p> <p>Contar con un ordenamiento ecológico del territorio con un enfoque de cuenca como herramienta de planeación estratégica para la adaptación.</p> <p>Diseñar un programa de monitoreo de cuencas hidrológicas</p> <p>Diseñar e implementar esquemas de pago de servicios ambientales hidrológicos PSHA</p> <p>Implementar campañas de difusión entre la población para el cuidado de las fuentes de abastecimiento y la conservación de sitios estratégicos de recarga subterránea, provisión y almacenamiento</p>

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
<b>Establecer programas de modernización y adecuación de la infraestructura hidráulica a las condiciones esperadas</b>	Asegurar la extracción, el suministro, el ahorro y el uso adecuado del agua por medio del mantenimiento y la modernización de la infraestructura hidráulica, así como el tratamiento de aguas residuales	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes	Abastecer de agua potable a comunidades rurales  Abastecer agua de mayor calidad para la sociedad  Evitar la pérdida de agua por fugas o evaporación gracias a la modernización y el mantenimiento de la infraestructura hidráulica  Ahorro en el consumo de agua  Asegurar la distribución equitativa del recurso hídrico entre la población	Realizar un diagnóstico de la situación actual de la infraestructura hidráulica  Gestionar recursos económicos para establecer programas de mantenimiento y modernización de la infraestructura relacionada con el agua  Implementar programas de mantenimiento y modernización de la infraestructura hidráulica por áreas prioritarias
<b>Establecer programas de captura y uso de aguas pluviales</b>	Se estima que la precipitación media anual en Morelos es de 980 mm, lo que permite impulsar mecanismos de captación de agua pluvial en sitios específicos del Estado	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes Servicios municipales  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Contar con una fuente alternativa de abastecimiento de agua para distintos usos  Ahorro en el consumo de agua  Facilitar el acceso al recurso hídrico entre comunidades marginadas	Establecer una coordinación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad  Realizar un estudio de ubicación de zonas con potencial para la captación de agua pluvial  Diseñar sistemas de captación, almacenamiento y aprovechamiento de aguas pluviales en diferentes regiones y sectores con viabilidad para ello
<b>Desarrollar una estrategia estatal para la gestión integral de riesgos climáticos</b>	Se espera que los eventos hidrometeorológicos extremos incrementen en magnitud y frecuencia bajo condiciones de cambio climático, por lo que es necesario contar con estrategias de prevención y adaptación	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAGUA, SEGOB (Protección Civil)  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal del Agua, Protección Civil  <u>Gobiernos municipales</u> Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes	Contar con elementos de planeación, gestión del riesgo y prevención de desastres ante eventos hidrometeorológicos extremos y cambio climático	Realizar estudios regionalizados sobre vulnerabilidad y riesgos ante el cambio climático  Integrar elementos de prevención de riesgos asociados a cambios del clima en el ordenamiento territorial  Contar con acuerdos intersectoriales y sociedad-gobierno  Construcción de capacidades estatales de adaptación ante impactos

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
		Servicios municipales y Protección Civil  <u>Instituciones de Educación Superior, expertos y centros de investigación aplicada</u>		esperados de cambio climático
<b>Desarrollar programas para el uso eficiente del agua en todos los sectores del Estado.</b>	Desarrollar programas específicos para cada sector que garanticen el uso eficiente y responsable del agua.	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAGUA, SECTUR, SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u> Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Utilizar el agua de una forma consciente y responsable  Reducir el consumo de agua	Cobrar el agua al costo real  Promover el uso de sistemas de riego eficientes para el ahorro de agua  Promover el uso eficiente del agua en la producción agrícola  Promover el uso de sistemas de riego eficientes  Promover el uso eficiente del agua en el sector turismo y de recreación
<b>Contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales eficientes y darles el mantenimiento adecuado</b>	El tratamiento de las aguas residuales es fundamental para evitar la contaminación de los suelos y cuerpos de agua del Estado, así como para el reuso de aguas tratadas.	<u>Gobierno Federal</u>  SEMARNAT, CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u>  Secretaría de Desarrollo Sustentable  Comisión Estatal del Agua  <u>Gobiernos municipales</u>  Sistemas municipales de agua potable y alcantarillado correspondientes	Disminuir los volúmenes de descargas de aguas residuales  Tratamiento y reutilización de aguas residuales  Cero descargas de aguas residuales no tratadas a las barrancas y cuerpos de agua  Reuso del agua tratada de acuerdo a su calidad	Promover el tratamiento de aguas residuales con sistemas adecuados a cada caso.  Promover el desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas residuales  Sancionar a todo aquel que vierta aguas contaminadas a los cuerpos de agua

## 9.6. BIODIVERSIDAD

Las características geográficas del estado de Morelos le otorgan una gran diversidad ambiental y microclimática, la cual ha dado lugar al establecimiento de diversos ecosistemas en la entidad. En cuanto a su biodiversidad, Morelos registra el 33% de las especies de aves, el 21% de las especies de mamíferos, el 14% de reptiles y el 10% de plantas vasculares reportadas para el país, ubicándose en el lugar 17 con respecto a otros estados en cuanto a riqueza de especies (CONABIO, 1998; CONABIO y UAEM, 2004; Bonilla-Barbosa y Villaseñor, 2003).

Los sistemas naturales pueden ser especialmente vulnerables al cambio climático y algunos de estos sistemas pueden sufrir daños significativos e irreversibles. En el caso de Morelos, múltiples áreas que prestan servicios ambientales hidrológicos, y los ecosistemas templados en general, son especialmente frágiles a los cambios esperados. Se espera que el cambio climático incremente los peligros actuales de extinción de algunas especies más vulnerables y que la amplitud geográfica de sus daños aumente con la magnitud y la rapidez misma del cambio climático (IPCC, 2007). Los cambios a nivel de especie pueden afectar directamente las funciones de los organismos y modificar las características poblacionales (por ejemplo, el tamaño y estructura). Estos cambios pueden, a su vez, producir pérdidas en otras especies y un efecto en cascada sobre la biodiversidad y la apertura del sistema a invasiones de especies no autóctonas y, por ende, una mayor alteración (Gitay *et al.*, 2002).

La solución a este tipo de desafíos requiere la integración tanto de factores climáticos como socioeconómicos, para luego diseñar medidas de adaptación adecuadas al contexto local institucional (Burton *et al.*, 2002).

El concepto de adaptación basado en ecosistemas (Ab-E) ha emergido recientemente en las discusiones internacionales sobre adaptación al cambio climático, con este enfoque se pretende mantener e incrementar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad de ecosistemas y comunidades humanas ante el cambio climático global (March *et al.*, 2011). La adaptación con base en ecosistemas pretende establecer un círculo virtuoso entre las acciones que soporten la permanencia de las comunidades humanas, las acciones de conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, a través de medidas que favorezcan a estos tres objetivos de manera simultánea.

Debido a lo anterior, el diseño y la implementación de estrategias de adaptación para reducir los riesgos potenciales del cambio climático resulta de suma importancia. Las estrategias más generales de adaptación al cambio climático aplicables para el estado de Morelos de la categoría *Biodiversidad*, se muestran en la tabla 9.6.

**Tabla 9.6.** Medidas de adaptación propuestas para la categoría *Biodiversidad*, en el estado de Morelos.

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
<b>Promover la identificación y el manejo adecuado de especies invasivas y plagas</b>	Las especies invasivas son susceptibles de escapar hacia hábitats naturales y establecerse. Por lo tanto, la capacidad de detectar y manejar adecuadamente dichas especies es esencial para minimizar los potenciales impactos ambientales	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Manejo integrado de plagas y especies invasivas  Reducción de los impactos ambientales en la biodiversidad de la entidad	Adecuación del marco legal  Vinculación con Instituciones de Educación Superior  Campañas de difusión dirigidas a sectores clave de la entidad
<b>Establecer campaña permanente de prevención de incendios forestales</b>	Campaña para reducir el número de incendios forestales y sus impactos económicos, sociales y ambientales	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  Protección civil  <u>Gobiernos municipales</u> Protección civil	Conservación del hábitat natural  Disminución de incendios forestales  Reducción de las emisiones a la atmósfera  Mejora de la calidad del aire  Disminución de enfermedades respiratorias en la población	Establecer una coordinación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad  Campañas de difusión a través de diferentes medios de comunicación
<b>Establecer programa para la conservación de la biodiversidad bajo la perspectiva de cambio climático</b>	La confluencia de diferentes regiones biogeográficas en el Estado generan una importante diversidad biológica que debe de ser conservada y que está amenazada por los cambios esperados	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONANP, CONAFOR  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Disminución de la vulnerabilidad de ecosistemas ante el cambio climático  Conservación de la biodiversidad en el Estado  Obtención de servicios ambientales derivados de selvas y bosques de la entidad  Conocer los niveles de	Elaborar un estudio de la situación actual de la biodiversidad en el Estado  Diseñar un programa de manejo integral sustentable de las áreas naturales  Regular las actividades turísticas en zonas naturales vulnerables  Promover el aumento de la conectividad de áreas naturales

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
			resiliencia de los ecosistemas	Campañas de difusión a través de diferentes medios de comunicación
<b>Establecer un sistema de bioindicadores para detectar respuestas al cambio climático</b>	Las especies indicadoras son aquellos organismos que ayudan a descifrar fenómenos o acontecimientos relacionados con el ambiente. Los sistemas biológicos son más sensibles a pequeñas alteraciones ambientales	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior</u>	Sistema de detección temprana de alteraciones climáticas  La diversidad de modelos biológicos como indicadores  Diseño de estrategias de contención a los efectos del cambio climático	Establecer una coordinación estrecha entre los diferentes sectores de la sociedad  Vinculación con Instituciones de Educación Superior para identificar especies indicadoras de los efectos del cambio climático, sus tolerancias ecológicas y sus mecanismos de adaptación  Campañas de difusión a través de diferentes medios de comunicación
<b>Promover la adaptación de áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad a partir del enfoque Ab-E</b>	La Ab-E permite integrar las necesidades de conservación de servicios ambientales y adecuaciones frente a los impactos esperados del cambio climático	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONANP, CONABIO, CONAFOR, CONAGUA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  <u>Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación</u>	Garantizar la permanencia de servicios y bienes ambientales bajo las condiciones esperadas	Acuerdos entre órdenes de gobierno y sectores  Diseño e implementación de proyectos en áreas estratégicas
<b>Articular la adaptación ecosistémica a las acciones propuestas en las categorías USCUSyS,, agricultura-ganadería y agua</b>	Se requiere que las acciones propuestas en diferentes categorías tengan coherencia para su implementación y adopción	<u>Gobierno Federal</u> SEMARNAT, CONANP, CONABIO, CONAFOR, CONAGUA, SAGARPA  <u>Gobierno Estatal</u> Secretaría de Desarrollo Sustentable  Gobiernos municipales y organizaciones de la sociedad civil y productivas  <u>Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación</u>	Posibilidad de articulación y sinergías entre diferentes sectores para la adaptación	Acuerdos entre órdenes de gobierno y sectores productivos y sociales  Elaboración de proyectos conjuntos o regionalizados de acuerdo a necesidades ante cambio climático  Incorporación de las necesidades de adaptación ecosistémica en el ordenamiento territorial

## 9.7. ADAPTACIÓN EN EL SECTOR SALUD

Las amenazas del cambio climático a la salud humana se relacionan con el clima extremo, suministro de alimentos y seguridad nutricional, abastecimiento de agua, calidad de aire, etc. Las sequías e inundaciones son en general un catalizador de problemas sanitarios, incluido el aumento de enfermedades diarreicas agudas (EDA) entre los niños, cólera, problemas dermatológicos y desnutrición aguda.

En Morelos, según datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT 2012), se identificó una prevalencia de EDA en la población menor de cinco años de 9.3%, con un promedio nacional de 11%. Además, se observó una prevalencia mayor (47.2%) de niños menores de 10 años que presentaron infección respiratoria aguda (IRA), comparados con el promedio nacional (41.0%). La tendencia de casos de IRA y EDA tiene un similar comportamiento ascendente y está relacionada con las condiciones higiénico-sanitarias.

Asimismo en los últimos años, la incidencia de fiebre por dengue en Morelos ha aumentado considerablemente, para el 2013 la tasa de incidencia fue de 172.82 por 100 mil habitantes, ocupando el 5to. lugar a nivel Nacional.

A pesar de la amenaza que representa el cambio climático para el sector salud es incipiente su integración. De manera general existe una escasez de estudios, investigaciones y proyectos sobre el impacto del cambio climático en el sector salud, a pesar de que la región de Morelos, por su posición geográfica el alto trasiego de individuos, es altamente sensible a diversas enfermedades como el dengue y las afectaciones en salud ocasionadas por la calidad y cantidad de agua.

**Tabla. 9.7 Medidas de adaptación propuestas para el Sector Salud, en el Estado de Morelos**

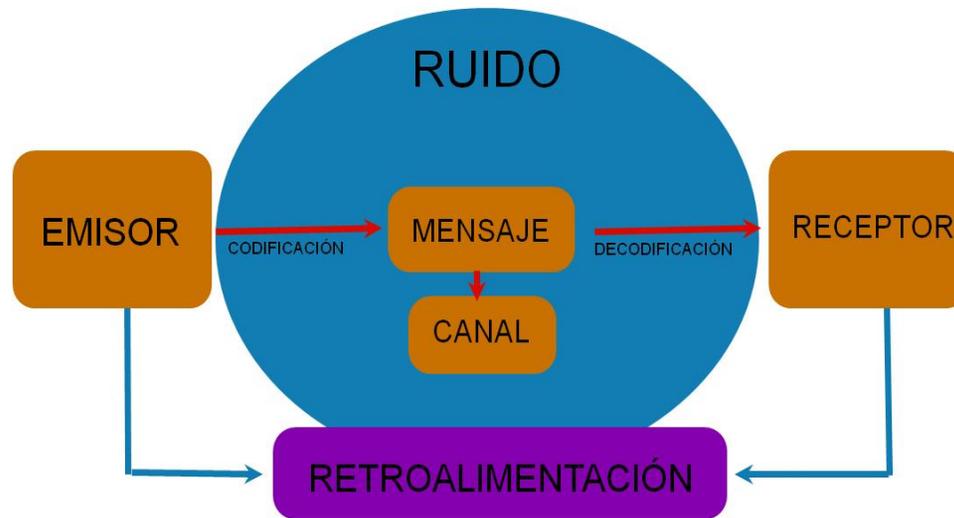
ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
<p><b>Adecuación de marco legal correspondiente</b></p>	<p>Actualizar la legislación en materia de salud considerando los efectos del cambio climático</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> H. Congreso de la Unión Secretaría de Salud COFEPRIS</p> <p><u>Gobierno Estatal</u> Congreso Estatal</p>	<p>Mejora en las condiciones de salud de la población</p>	<p>Adecuación e impulso a la Ley de Cambio Climático al interior del estado</p> <p>Establecer vinculación entre diferentes sectores de la sociedad</p> <p>Generar políticas de salud que reconozcan los riesgos climáticos</p> <p>Evaluar políticas y programas para determinar los que pueden implementarse a corto plazo</p> <p>Identificar y priorizar políticas y programas a fin de abordar los riesgos para la salud actuales y proyectados</p> <p>Identificar políticas y programas adicionales de salud pública y atención de salud para prevenir probables cargas futuras sobre la salud</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Olas de calor</li> <li>• Seguridad alimentaria inocuidad de alimentos</li> <li>• Calidad del agua</li> <li>• Migración</li> <li>• Control del aire</li> <li>• Enfermedades infecciosas</li> <li>• Enfermedades cardiovasculares</li> <li>• Enfermedades respiratorias</li> </ul>
<p><b>Establecer un Sistema de Alerta Temprana (SAT) alimentado con información epidemiológica de padecimientos específicos relacionados con el cambio climático</b></p>	<p>Diseñar un sistema de Alerta Temprana que cuente con información en tiempo real sobre datos epidemiológicos y climáticos, con la finalidad de detectar cambios tempranos y orientar las acciones del Sector Salud de manera eficaz, eficiente y oportuna</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> Secretaría de salud Dirección General de epidemiología Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades Instituto Nacional de Salud Pública</p> <p><u>Gobierno Estatal</u></p>	<p>Reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de la población y la resistencia de la infraestructura y de servicios.</p> <p>Reducir los riesgos de salud poblacional derivados de efectos del cambio climático</p>	<p>Establecer una vinculación estrecha entre sector salud y servicio meteorológico estatal, así como con comisión nacional de agua (CNA)</p> <p>Identificación de eventos en salud asociados al cambio climático en la entidad</p> <p>Estimación de la carga de morbilidad y mortalidad de los eventos antes identificados a nivel municipal en zonas de vulnerabilidad</p> <p>Identificar, evaluar y gestionar las necesidades</p>

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
		COPRISEM		<p>de información climatológica, local, regional y global</p> <p>Capacitación de actores clave sobre los fenómenos hidrológicos y meteorológicos y su potencial efecto en salud a través de talleres regionales</p> <p>Construcción de modelos de predicción a corto y largo plazo (en conjunto sector salud y servicio meteorológico)</p> <p>Establecimiento de una plaza de tiempo completo para mantener actualizado el SAT</p>
<p><b>Fortalecimiento de los sistemas de salud estatal a fin de prepararse ante el cambio climático</b></p>	<p>Desarrollo e Implementación de un programa de capacitación a personal e instituciones del sector salud ante las amenazas derivadas del cambio climático</p> <p>Diseño de planes para hacer frente a los efectos del clima sobre la salud</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> COFEPRIS Instituto Nacional de Salud Pública <u>Gobierno Estatal</u> COPRISEM</p>	<p>Promover la adquisición de conocimiento sobre los riesgos para la salud ante cambio climático, incluyendo los sistemas de vigilancia y respuesta de salud ante este fenómeno</p> <p>Reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático e incrementar la resiliencia de la población y la resistencia de la infraestructura y de servicios</p>	<p>Describir la capacidad actual del sector salud y otros sectores vinculados para manejar los riesgos de resultados de salud susceptibles a efectos del clima</p> <p>Conformación de grupo de expertos para elaborar y difundir materiales y herramientas de capacitación para el personal de salud; Intercambio de información a nivel Nacional</p> <p>Diseño de guías de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, específicas por evento en salud</p> <p>Diseño de guías educativas e informativas para implementar campañas de sensibilización y promoción destinadas a proteger la salud en la comunidad de los efectos por el cambio climático</p> <p>Elaboración de guías de sensibilización y capacitación al equipo de salud</p> <p>Impartición de curso-taller en Instituciones de Salud</p> <p>Elaboración de programas en salud específicos ante el cambio climático, ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de programas</li> </ul>

ACCION	DESCRIPCION	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACION
				<p>específicos ante olas de calor en la entidad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios médicos de emergencia</li> </ul>
<p>Promover el desarrollo de proyectos de investigación científica estatal</p>	<p>La investigación sobre cambio climático y salud en Morelos es prioritaria para generar evidencia para implementar acciones de adaptación en el sector salud</p>	<p><u>Gobierno Federal</u> COFEPRIS Instituto Nacional de Salud Pública <u>Gobierno Estatal</u> COPRISEM</p>	<p>Los estudios generan evidencia científica validada sobre los impactos del cambio climático en el sector salud de la entidad como base para establecer medidas de adaptación</p>	<p>Emitir convocatorias de fondos sectoriales o mixtos para atender la problemática de los efectos del cambio climático en salud en la entidad</p> <p>Determinar las enfermedades susceptibles a los efectos del clima en poblaciones geográficamente definidas</p> <p>Describir la manera en que los riesgos de resultados de salud susceptibles a los efectos del clima, en particular en las poblaciones y regiones más vulnerables, pueden cambiar en los próximos decenios independientemente del cambio climático</p> <p>Calcular la posible carga adicional de resultados de salud adversos debido al CC (Considerando un enfoque cualitativo y cuantitativo)</p>

## 10. EDUCACIÓN AMBIENTAL Y COMUNICACIÓN

La educación es una vía útil y necesaria para potenciar al máximo la formación ambiental en los diferentes estratos de la sociedad, desde los políticos, los profesionales (del ámbito empresarial hasta la academia), hasta la sociedad civil en todos sus niveles, que a través de su actuación diaria inciden de manera directa sobre el ambiente. La *educación ambiental* (EA), tanto la formal, impartida en el aula, y la no formal, realizada desde distintas plataformas sociales y culturales, puede ser un instrumento eficaz para contribuir a salvar el reto ineludible de modificar las actitudes y comportamientos de responsabilidad ciudadana con su medio natural, social y cultural. Por su parte, el lenguaje, como medio de comunicación en el proceso de aprendizaje, es vital para que la educación permee los canales y cumpla con su objetivo. Existen diversas teorías y formas de comunicar y educar; sin embargo, la composición y comprensión de los elementos emisor-mensaje-receptor-retroalimentación es fundamental para realizar exitosamente un proceso de comunicación educativa. En la figura 10.1 se esquematiza el diagrama del proceso de comunicación.

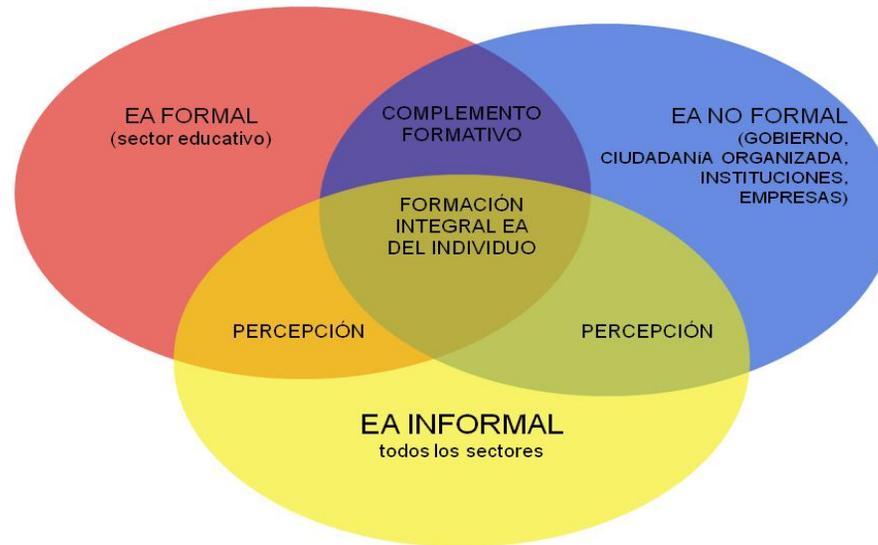


**Figura 10.1.** Diagrama de comunicación. Los elementos EMISOR (¿quién?), RECEPTOR (¿para quién?) Y MENSAJE (¿qué?), son clave para el proceso de comunicación. La forma en cómo se transmite el mensaje CANAL (¿cómo?) codificado por el emisor y decodificado por el receptor irá a la par con los elementos externos que puedan modificar el objetivo del mensaje (ruido). La RETROALIMENTACIÓN es la fase en donde el emisor podrá darse cuenta si fue exitosa su misiva.

Por tal motivo, implementar estrategias de comunicación educativas (formales y no formales) son necesarias para atender la problemática ambiental local y global que aqueja a los seres vivos. Dichas estrategias educativas tienen la viabilidad de seguir generando conocimiento y, por consiguiente, de atender una necesidad importante de nuestra sociedad: informar y crear hábitos ambientales en la humanidad para la recomposición social desde una visión sustentable.

### **Educación ambiental (EA) formal, no formal e informal**

La EA formal y no formal tienden a jugar un papel central para la comprensión sobre el cuidado del planeta, y específicamente en las causas y consecuencias del cambio climático. En la figura 10.2 se ilustra el esquema de los niveles de educación necesarios para generar cambios en materia ambiental.



**Figura 10.2.** Educación ambiental en sus tres niveles. La consolidación de los tres niveles en los diversos sectores de la población cumple con las funciones sociales, ambientales y culturales que requieren las ciudades contemporáneas.

A pesar de no contar con un plan educativo a nivel nacional como asignatura o materia sobre EA y cambio climático, se han realizado reformas positivas en materia educativa. En la reforma educativa del 2005 se propuso a la EA como uno de los temas transversales que debe conformar la educación integral centrada en valores humanos. La transversalidad funge como eje rector de fortalecimiento en los aspectos éticos del alumno; sin embargo, el éxito de estas iniciativas está vinculado con la adecuada identificación de los temas a tratar, el compromiso del facilitador del conocimiento y el trabajo en equipo de los centros educativos.

Bajo las actuales condiciones de deterioro ambiental, la incorporación de la EA en los centros de trabajo, la academia y la vida cotidiana, permite involucrar y concientizar las acciones de cada individuo para revertir o mitigar los efectos de las actividades humanas que contribuyen a la generación de GEI; por ello, la implementación de campañas, cursos, convocatorias, planes de manejo de residuos en empresas, corporativos e instituciones son parte de la EA no formal que día a día van tomando más cabida en la vida de nuestra sociedad contemporánea.

La EA y los procesos de comunicación, al paso del tiempo se constituyen como herramientas valiosas para construir conocimientos, actitudes, habilidades y destrezas en los integrantes de los diversos sectores que constituyen la sociedad; permitiendo ser parte de la cultura y de la vida diaria como educación no formal, pues ya forma parte de sus vidas.

### **Comunicación educativa**

La comunicación educativa se produce en un contexto único, por lo cual, sin este proceso la educación no existiría; es por ello que la adquisición de capacidades comunicativas es una de las competencias específicas ineludibles del docente y facilitador de conocimientos. La comunicación educativa como un proceso de comunicación está compuesta por factores que intervienen en la forma de su proceso y éstos son definitivos para su éxito.

En el estado de Morelos se han desarrollado distintas acciones relacionadas con la temática ambiental estatal, desde la Academia, en educación básica, media y superior, hasta el Gobierno del Estado de Morelos, sociedad civil e iniciativa privada, que han realizado diversas estrategias en educación ambiental formal, no formal e informal. Han sido más de veinte años donde distintas instituciones y organizaciones de manera constante han incidido en manifestar acciones por la conservación ambiental. A continuación se describen las acciones más relevantes de las últimas dos décadas.

### **Educación Ambiental en el estado de Morelos**

La difusión de acciones específicas para la mitigación de GEI, el consumo consciente, el establecimiento de planes de manejo integral de residuos, el ahorro de energía eléctrica y agua, la conservación de bosques, el cambio climático y su adaptación son tópicos concretos y necesarios para los programas de EA, ya que permiten que la sociedad pueda comprender la problemática ambiental y los fenómenos relacionados a ésta desde sus orígenes.

Con la finalidad de abordar a fondo este problema, es indispensable proporcionar a los individuos información, mediante la difusión en los diferentes medios de comunicación, que promueva en ellos una identidad preventiva ambientalista para la toma de decisiones y soluciones ante el cambio climático basada en conocimientos, actitudes y creencias; para ello, la Academia, instituciones del sector público, privado y gubernamental, así como la sociedad civil han comenzado a realizar actividades en educación formal y no formal.

En su conjunto, las acciones antes descritas, desde la perspectiva particular de sus disciplinas, han generado cambios graduales en la concepción general relacionada al cuidado ambiental, mitigación de gases de efecto invernadero, ahorro y consumo consciente de recursos naturales y adaptación al cambio climático en los diversos sectores, habitantes y visitantes del estado de Morelos; sin embargo, estas acciones son todavía incipientes y recientes, por lo que para su fortalecimiento se requiere de la sinergia entre las diversas instituciones y sectores del estado de Morelos para diseñar estrategias coordinadas y organizadas mediante un plan maestro con contenidos disponibles para todos los actores de la sociedad

morelense. Ante dicha situación, el sector educativo es una instancia social decisiva para generar una conciencia en la población sobre temas ambientales, como el cambio climático.

### Propuestas de mitigación y adaptación ante el cambio climático desde la educación ambiental (formal y no formal)

Involucrar a los diversos sectores de la población morelense resulta fundamental; la vinculación, colaboración e implementación de estrategias en cada uno de ellos, permitirá cubrir de manera integral las necesidades para la difusión e implementación de acciones ante procesos de sensibilización, mitigación y adaptación ante el cambio climático.

Desde la educación formal, el establecimiento de una asignatura o materia dentro del plan nacional educativo es una propuesta que permitirá promover el conocimiento de las ciencias ambientales en condiciones de cambio climático, desde un punto de vista científico y no de calidad moral, como eje transversal en una reforma educativa, debido a que a nivel nacional no existe una estrategia de educación formal para promover acciones ante el cambio climático.

Asimismo, la capacitación continua de los académicos, profesores y facilitadores del conocimiento, permitirá la retroalimentación y modificación de las estrategias poco viables para la difusión y divulgación de metodologías educativas ambientales en sus espacios de formación, permitiendo la mejora de programas establecidos para fines específicos. Por ello, es recomendable trabajar desde la interculturalidad, es decir, desde la transversalidad que permiten las ciencias educativas para la formación integral del individuo.

Las tareas pendientes son muchas, por lo que es necesario, desde el interior de las mismas secretarías estatales, vincular, promover y fungir como productoras, para que las medidas correspondientes se implementen y puedan traer beneficios, tanto a la población morelense como al planeta entero.

A continuación se proponen algunas estrategias correspondientes al rubro de comunicación ambiental formal (Tabla 10.1) y no formal (Tabla 10.2).

**Tabla 10.1.** Propuestas de acción para la categoría *Educación Ambiental Formal*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Educación formal a nivel básico, medio superior y superior	Asignatura ambiental en el marco de Cambio Climático	Desde su transversalidad fortalecer la identidad de las nuevas generación en educación ambiental y el efecto del cambio climático que repercute en su	Secretaria de Educación IEBEM DGB Rectorías	Cultura ambiental en hábitos y costumbres en las nuevas generaciones	Educación formal como asignatura y trasversal en las distintas áreas de la formación académica

		estado			
	<b>Capacitación continua a maestros y directivos (cursos, talleres, diplomados, especialidades)</b>	Especializar, actualizar, y brindar herramientas educativas en contenidos ambientales en el marco del cambio climático de acuerdo al perfil del académico	Secretaría de Educación IEBEM Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología	Fortalecer la identidad de los académicos para coordinar acciones de coherencia y acciones ante el cambio climático replicando el conocimiento adquirido	Diseñar incentivos para propiciar la pro actividad de los académicos
	<b>Plan maestro (Estrategia de educación y comunicación ante el cambio climático)</b>	Plan de acciones definido por objetivos y temas específicos de acuerdo al calendario escolar	Secretaría de Educación IEBEM Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología	Fortalecer la cultura ambiental en el marco del cambio climático a la comunidad estudiantil y academia	Difusión del plan maestro y aplicación de acuerdo al nivel de estudios

**Tabla 10.2.** Propuestas de acción para la categoría *Educación Ambiental No Formal*, en el estado de Morelos.

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
Educación ambiental en el marco del cambio climático para la sociedad en general	Diseñar campañas de educación masivas y continuas orientadas al público en general	Proporcionar información clave, práctica y fácil de comprender para su aplicación inmediata en la vida diaria de los individuos	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación  Centros de investigación y capacitación	Fortalecer la identidad cultural y ambiental en el marco del cambio climático y fomentar la conservación ambiental	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación Prensa escrita, revistas, artículos, noticias, gráficos e historietas cómicas Radio y televisión: Música, videos, cortometrajes, animaciones, noticias, programas de opinión, entrevistas, cápsulas informativas Nuevas tecnologías (WEB 2.0): Difusión de todas las anteriores en internet, foros, descargas
	Establecer un sitio web de acciones ante el cambio climático	Disponer la información para acceso y descarga del usuario, así como vincular todas las acciones desde los diversos sectores de la sociedad (industria, academia y gobierno)	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	Enmarcar y establecer un sistema de información y difusión de actividades en temas y acciones climáticas para su conocimiento a nivel global	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación Vinculación desde otros sitios como un eje transversal para consulta, vinculación y difusión
	Establecer campañas de capacitación y educación continua a población urbana, rural y agrícola	Brindar herramientas para sensibilizar y crear acciones de mitigación de GEI y adaptación del cambio climático	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	Aumentar los conocimientos de la población sobre cuidado ambiental ante el cambio climático	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación Programas de apoyo al campo, producción agrícola, ganadería y viviendas sustentables
	Lanzar convocatorias para fomentar la vinculación entre los distintos sectores de la sociedad (industria, academia, gobiernos y población en general)	Concursos, foros y/o actividades que permitan la colaboración de grupos sociales o individuos para generar nuevas propuestas de mitigación y adaptación ante el cambio climático	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	Participación ciudadana y vinculación con los distintos sectores de la sociedad para combatir el cambio climático	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación
	"Premio VERDE" para los ciudadanos	Distinguir las acciones innovadoras,	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad	Participación ciudadana, propiciar	Difusión continua a través de los medios masivos de información y

SUBCATEGORÍA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	DEPENDENCIA RESPONSABLE	BENEFICIOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS PARA SU IMPLEMENTACIÓN
	y/o organizaciones	sustentables y replicables llevadas a cabo por alguna persona u organización de la sociedad civil que combata el cambio climático	Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	acciones organizadas para combatir el cambio climático	comunicación Incentivos y mérito reconocido socialmente como ciudadano y/o colectivo sustentable
Educación Ambiental en el marco del cambio climático para la industria morelense	<b>Diseñar campañas internas y capacitación continua para sus trabajadores</b>	Brindar información clave, práctica y fácil de comprender para su aplicación inmediata en el área de trabajo	La empresa en coordinación con Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	Fortalecer una identidad ambientalista como empresa	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación Incentivos y mérito reconocido socialmente como empresa sustentable
	<b>Establecer el "Premio VERDE" empresarial</b>	Distinguir las acciones innovadoras, sustentables y replicables llevadas a cabo por empresas que combatan el cambio climático	Secretaría de Educación Secretaría de Sustentabilidad Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología Secretaría de Información y Comunicación	Incentivar procesos de producción sustentables	Difusión continua a través de los medios masivos de información y comunicación Incentivos fiscales y mérito reconocido socialmente como empresa sustentable

## 11. GÉNERO Y CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático tiene y tendrá efectos e impactos diferenciados según categorías sociales como género, edad, nivel económico y etnia; es decir, el cambio climático puede aumentar la desigualdad en el mundo si no son atendidas sus causas y sus efectos (PNUD, 2008).

El término *género* se refiere a roles, responsabilidades y oportunidades atribuidas por la sociedad y asociadas a mujeres y hombres, así como las estructuras ocultas de poder que rigen las relaciones entre ellos. *Género* es, en esencia, un término que se utiliza para enfatizar que la desigualdad sexual no la causan las diferencias anatómicas y fisiológicas que caracterizan a hombres y mujeres, sino, más bien, el trato desigual e injusto que socialmente se les da. En este sentido, *género* hace referencia a las condiciones culturales, sociales, económicas y políticas que constituyen la base de ciertos estándares, valores y pautas de conducta, relacionados con los géneros y las relaciones entre ellos (Riquer, 1993).

En México esta situación afecta de manera diferencial a mujeres y hombres, ya que al carecer de recursos naturales cerca de sus comunidades, las mujeres tienen que caminar horas para el acceso al agua, alimentos, plantas medicinales y leña para cocinar. En caso de perder el trabajo, los hombres frecuentemente emigran a los Estados Unidos de América, en busca de mejores oportunidades económicas, dejando a su pareja al cargo de los hijos, familiares y la parcela familiar. Por tal razón, las mujeres están socialmente más vulnerables y se presenta un proceso de feminización de la agricultura. Además las mujeres en todo el mundo tienen una alta vulnerabilidad por encontrarse dentro del sector más empobrecido y desinformado, por razones de discriminación. Según los datos de *Naciones Unidas para los Derechos Humanos* (2008), se estima que el 70% de los 1.3 mil millones de personas que viven en situación de extrema pobreza en el mundo son mujeres (Ariyabandu y Fonseca, 2009; Arend y Lowman, 2011).

México, por su situación socioeconómica y geográfica, es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático; por ubicarse entre los ecosistemas neártico y neotropical es poseedor de la cuarta biodiversidad del mundo, pero sin duda esta situación lo expone también a efectos del cambio climático. La vulnerabilidad social se agrava por el manejo irracional o inadecuado de los recursos naturales, tanto por los individuos como por los programas de desarrollo y explotación generados por los tres niveles de gobierno.

Esta vulnerabilidad social obliga a las mujeres a prepararse ante nuevas eventualidades y a adquirir capacidades adicionales para responder de manera eficaz y segura ante los acontecimientos que no sólo afectan directamente su vida, sino también la de los que la rodean. Es importante generar procesos de prevención que protejan la vida humana, animal, natural y el patrimonio material, así como actividades que garanticen una vida con dignidad. En la construcción de capacidades de adaptación frente al cambio climático las mujeres tienen un papel muy significativo para orientar las actividades productivas futuras hacia la prevención de eventualidades socioeconómicas y desastres de origen climático. El fortalecimiento de capacidades con una perspectiva de género, permitirá a su vez abrir campos para las mujeres emprendedoras en el manejo integral de los recursos naturales, las energías renovables, el reciclaje de los residuos sólidos y en la organización

de la sociedad civil frente a los riesgos asociados. El conjunto de estas actividades de solidaridad no sólo fortalecen económicamente a las mujeres, generando bienestar para sus familias, la comunidad y el entorno natural, sino que también ayuda a reducir los efectos negativos del cambio climático.

Más allá de pensar únicamente en cómo generar una respuesta tomando en cuenta las diferentes necesidades de hombres y mujeres ante el cambio climático, es indispensable reconocer los diferentes aportes de las mujeres, hombres y niños para producir conocimientos que puedan responder a las necesidades y realidades locales, lo cual juega un papel central en la adopción de medidas de adaptación. La consideración de un enfoque de género no sólo debe centrarse en la mujer, pues hombres y niños también son vulnerables al cambio climático, pero a menudo en formas diferentes, formas que tienen que ser consideradas y comunicadas.

De acuerdo con las cifras generadas por la ONU, en 2008 se estimó que para el año 2025 casi dos tercios de la población mundial estarán en riesgo de experimentar algún tipo de crisis en relación al agua. En México las cifras de la *Encuesta Nacional de Uso del Tiempo* (2002) reflejan que la participación de las mujeres en el acarreo de agua es el doble que la de los hombres. Esta responsabilidad toma especial importancia en el contexto del cambio climático, ya que el fenómeno podría dificultar el acceso al agua potable, generando efectos en la salud.

A pesar de las dificultades particulares de las mujeres ante las respuestas al cambio climático, existen evidencias de que las mujeres están desarrollando respuestas para enfrentarlo. En Bangladesh, India y Nepal, las mujeres están adaptando sus prácticas de cultivo de acuerdo a los cambios en la duración, temporada e intensidad de las lluvias para asegurar sus cosechas. Analizar la relación entre género y cambio climático contribuye a entender mejor el fenómeno y así optimizar las políticas de adaptación y mitigación. Identificar las brechas de género en el acceso a los recursos y en la capacidad de enfrentar los riesgos y desastres climáticos permite desarrollar respuestas adecuadas. El papel que las mujeres desempeñan, especialmente en los países en desarrollo, en términos de gestión de los recursos y abastecimiento básico, debe ser reconocido en la formación de una estrategia internacional.

Las políticas de mitigación y adaptación deben de ir de la mano con las políticas sociales y económicas. Al identificar y entender las diferencias en la vulnerabilidad de las mujeres y los hombres ante el cambio climático, se pueden desarrollar políticas que respondan al problema de vulnerabilidad, lo cual, en consecuencia, contribuirá a reducir las amenazas ante el cambio climático. Por todo lo anterior, este programa de acción climática considerará en todos sus rubros de acción una perspectiva de género adecuada a las condiciones del estado de Morelos y a las necesidades específicas de mitigación y adaptación.

## 12. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ESTATAL

### **Estrategias transversales ante el cambio climático en morelos y consideraciones finales**

En este último capítulo del PEACCMor serán abordadas distintas estrategias para contener los efectos del cambio climático en el estado de Morelos, que por sus características y sus alcances,

inciden simultáneamente en más de una de las categorías previamente analizadas, es decir, son de carácter transversal.

Como resultado del desarrollo del presente Programa, se evidenció la necesidad de contar con información estadística confiable y precisa en distintas áreas relacionadas con el cambio climático en el estado de Morelos. Esta situación resulta trascendental y requiere de atención prioritaria ya que el contar con datos estadísticos confiables representa la plataforma básica para el desarrollo de estrategias y la consecuente toma de decisiones para minimizar los potenciales impactos asociados al cambio climático en la entidad.

Con base en lo anterior, se propone la creación de un organismo descentralizado dependiente del Gobierno del Estado de Morelos que tenga la capacidad de generación, integración y actualización de información estadística precisa, contando con indicadores ambientales y factores de emisión de GEI específicos para el estado de Morelos y de las condiciones de vulnerabilidad y necesidades regionales ante los impactos esperados. La información estadística generada y recopilada, deberá ser integrada en un *Sistema Morelense de Información Ambiental contra el Cambio Climático* accesible al público.

Como parte de dicho organismo, se impulsará la creación de un *Consejo Consultivo* sobre el cambio climático en Morelos, que coadyuve en la aplicación de las políticas públicas emanadas del PEACCMor e impulse la participación ciudadana en los procesos de diseño e implementación de las estrategias de mitigación y adaptación aquí plasmadas.

Para cumplir con este propósito, es necesario impulsar la formación de recursos humanos en áreas temáticas relacionadas al cambio climático, mediante ofertas educativas/académicas en coordinación con Instituciones de Educación Superior así como estrategias comunicativas y de capacitación para contar con material humano mejor preparado para enfrentar la problemática ambiental presente y futura.

Para llevar a cabo lo expuesto anteriormente, resulta fundamental establecer una coordinación estrecha entre los diferentes sectores de gobierno bajo la óptica de la sustentabilidad, así como entre el gobierno en su conjunto y la sociedad a través del diseño y establecimiento de esquemas de participación interinstitucional Gobierno-Instituciones Académicas- Sociedad e Iniciativa Privada, en beneficio tanto de la recopilación de información estadística, como del diseño y la implementación de medidas frente a las condiciones y los efectos esperados del cambio climático.

Como parte de las estrategias transversales contra el cambio climático en la entidad, el sector *Turismo* representa un área transversal que influye en la mayoría de las categorías tratadas en este Programa. El estado de Morelos, por su ubicación geográfica, clima privilegiado, gran biodiversidad con que cuenta, sus grandes atractivos turísticos y culturales y su excelente infraestructura de comunicación con el resto del país, representa un punto de atracción turístico para los habitantes de otros estados que convierten a las ciudades morelenses en lugares de descanso y recreación; situación que motiva a que en la entidad exista una población flotante de características importantes.

En virtud de lo anterior, resulta importante establecer un programa de regulación de las actividades turísticas en el estado, principalmente las que tengan influencia en zonas naturales vulnerables. Para lograr esto, es necesario adecuar el marco legal, impulsando la actualización de la legislación en materia del sector turístico, buscando minimizar los impactos ocasionados por la población

flotante en territorio morelense y a su vez generar medidas de adaptación que permitan mantener, bajo criterios de sustentabilidad, a este importante sector que brinda múltiples beneficios al estado.

Para lograr las metas planteadas en el presente PEACCMor se requiere adicionalmente de estrategias e instrumentos, que son de carácter transversal; entre las que destacan por su importancia, los siguientes:

- Coordinación entre los diferentes sectores de gobierno bajo la óptica de la sustentabilidad y con la sociedad a través del diseño y establecimiento de esquemas de participación interinstitucional Gobierno-Instituciones Académicas- Sociedad e Iniciativa Privada.
- Atención estratégica al sector *Turismo* como uno de las principales áreas de transversalidad que influye en la mayoría de las categorías tratadas en este Programa.
- Creación de un organismo descentralizado para la generación, integración y actualización de información estadística, indicadores ambientales, factores de emisión de GEI, condiciones de vulnerabilidad y necesidades regionales ante los impactos esperados.
- Integración de un *Sistema Morelense de Información Ambiental contra el Cambio Climático*.
- Formación de recursos humanos, mediante ofertas educativas/académicas en coordinación con Instituciones de Educación Superior así como estrategias comunicativas y de capacitación.

Las estrategias plasmadas en este documento representan un valioso esfuerzo colectivo de planeación ante el cambio climático y constituyen la base para que el estado de Morelos no se vea frenado en su desarrollo por el mayor fenómeno de cambio ambiental global que enfrenta la humanidad.

### 13. LITERATURA CONSULTADA

- Agrawal A. (2008). The role of local institutions in adaptation to climate change. International Forestry Research and Institutions Program (IFRI) Working Paper no. W08I-3, University of Michigan. Michigan, EEUU.
- AgroDer. (2012). Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica. WWF México y AgroDer. México, DF.
- Arend E. y Lowman S. (2011). *Governing Climate Funds: What Will Work for Women?* Gender Action (WEDO, Grow, Oxfam).
- Ariyabandu y Fonseca. (2009). Do disaster discriminate? En: Brauch *et al.* (eds.): Facing Global Environmental Change: Environmental, Human, Energy, Food, Health and Water Security Concepts. Springer Verlag, Berlin, Alemania.
- BID. CONAGUA, UN HABITAT, IUCN, WB, WWF, FEMSA, IMTA, CCA, ANA, CODIA. 2010.** Diálogo Regional de Política de América Latina y el Caribe. Retos y Oportunidades en Adaptación al Cambio Climático en Materia de Agua: Elementos para una Agenda Regional. Cancún, COP16. México. Documento de autoría colectiva. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Semarnat. México.
- Bologaro-Crevenna R. A., Sierra O.R., Torres R.V., Márquez G. A., Ramirez V. J., Uribe N. S., Catillo H. F.J., Lagunas G. R., Suárez T.F., Sotelo P. N.J., et al., Monsalvo J. C. (2006). Análisis de la Vulnerabilidad y Capacidad de Adaptación al Cambio Climático en los

- Sectores más relevantes del Estado de Morelos: Diagnóstico del impacto y riesgo derivado de la variabilidad climática y el cambio climático global en la disponibilidad y manejo del agua y en la agricultura. INE-UAEM. 181 p. <http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/e2006c.pdf>.
- Bolongaro Crevenna R.A. (2012). Variabilidad climática en el Estado de Morelos y su impacto en la disponibilidad de agua. Tesis de Doctorado. Cuernavaca, México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Bolongaro Crevenna. R. A., Torres R. V., Pohle M. O., Chavarría H. J. y García V. F. (2013a). Escenarios de cambio climático en el Estado de Morelos. En: Ortiz-Hernández M. L. y Sánchez-Salinas E. (comps.) (2013). Cambio climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ISBN 978-607-7771-95-1. Cuernavaca, Morelos. 288 pp.
- Bolongaro Crevenna. R. A., Torres R. V., Pohle M. O., Chavarría H. J. y García V. F. (2013b). Vulnerabilidad del recurso hídrico en el estado de Morelos ante el cambio climático. En: Ortiz-Hernández M. L. y Sánchez-Salinas E. (comps.) (2013). Cambio climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ISBN 978-607-7771-95-1. Cuernavaca, Morelos. 288 pp.
- Bonilla-Barbosa J. y Villaseñor J. (2003). Catálogo de la Flora del Estado de Morelos. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México. 129 pp.
- Boyd E. (2008). Navigating Amazonia under uncertainty: past, present and future environmental governance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 363: 1911-1916 pp.
- Burton I., Hug S., Lim B., Pilifosova O. y Schipper E. (2002). From impact assessment to adaptation priorities: the shapping of adaptation policy. *Climate Policy*. 2:145-149 pp.
- CEAMA (Comisión Estatal del Agua y Medio ambiente). (2009). Programa hídrico del estado de Morelos 2007-2012. En: <http://www.morelos.gob.mx/10consejeria/files/PlanesEstatales/VersionProgramaHidrico2007-2012.pdf>.
- CICC 2007. Estrategia Nacional de Cambio Climático México. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, CICC. Semarnat. México.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (1992). Nueva York, EEUU.
- CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). (2007). Unidos por el clima. Alemania.
- CNA (Comisión Nacional del Agua). (2002). El agua en el estado de Morelos, Gerencia Regional Balsas, Subgerencia Regional Técnica. Cuernavaca, México.
- Cominelli E., Galbiati M., Tonelli C. y Bowler C. (2009). Water: de invisible problem. *EMBO Reports*. 10:671-676 pp.
- CONABIO y UAEM. (2004). La diversidad biológica en Morelos: Estudio de Estado. Contreras-MacBeath, T., Boyás, J., Jaramillo, F. (eds). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, México.
- CONABIO. (1998). La diversidad biológica de México: Estudio de País. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- CONAFOR. (2012). Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Informe 2004-2012. Comisión Nacional Forestal. Zapopan, México. 173 pp.
- CONAGUA. (2010). Atlas digital del agua, México. Usos del agua. Agua potable. <http://www.conagua.gob.mx/atlas/atlas.html?seccion=2&mapa=0>.
- CONAGUA. (2011). Actualización de bases de datos del REPD. Organismo de Cuenca Balsas.
- CONAGUA (2011). Volumen de agua subterránea asignada para uso público urbano y disponibilidad. Organismo de cuenca Balsas, 2011.
- Confalonieri U., Menne B., Akhtar R., Ebi K., Hauengue M., Kovats R., B., R., Woodward A. (2007). Human health. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution*

- of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press. Cambridge, UK pp. 391-431 pp.
- De Jong B.H., Masera O. y Hernández T. (2004). Opciones de captura de carbono en el sector forestal. En: Martínez, J., A. Fernández (Comp). Cambio Climático: una visión desde México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 369-380 pp.
- DOF. (2012). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación 6 de Junio de 2012. 44 pp.
- Duarte C. M., Alonso S., Benito G., Dachs J., Montes C., Pardo M., Ríos F. A., Simó R. y Valladares F. (2006). Cambio global: impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Consejo Superior de Investigaciones Científicas Madrid. 1-166 pp.
- Earth System Research Laboratory (2013). CO2 at NOAA's Mauna Loa Observatory reaches new milestone: Tops 400 ppm. 10 May, 2013. Disponible en: <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/news/pdfs/7074.pdf>
- Ebi K. L. (2008). Healthy people 2100: modeling population health impacts of climate change. *Climatic Change*. 88: 5-19 pp.
- Ebi K. L., Sari, R., Menne, B. (2006). An approach for assessing human health vulnerability and public health intervention to adapt to climate change. *Environ. Health. Perspect.* 114 (12): 1930-1934 pp.
- Eichhorst U. (2010). Módulo 5f: Adaptación del transporte urbano al cambio climático. En Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH Ed. Daniel Bongardt, Eschborn, Alemania. 66 pp.
- European Environmental Agency. (2001). Indicator Fact Sheet Signals 2001: Chapter Households, YIR01HH07 Household Water Consumption. Copenhagen, Dinamarca: European Environmental Agency.
- FAO. (2002). Crops and Drops: Making the Best Use of Water for Agriculture. World Food Day. Roma, Italia.
- FAO. (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales. Informe principal. Estudio FAO: Montes 163, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 346 pp.
- FAO-PNUD-PNUMA. (2011). Estrategia del Programa ONU-REDD 2011-2015. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Châtelaine, Ginebra, Suiza. 24 pp.
- Füssel H. (2007). Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons. *Sustainability Science*. 2:265-275 pp.
- García A., Laurín M., Llosá M. J., González V., Sanz M. J., Porcuna J. L. (2006). Contribución de la agricultura ecológica a la mitigación del cambio climático en comparación con la agricultura convencional. *Agroecología*. 1:75-88 pp.
- Gbetibouo G. A. y Ringler C. (2009). Mapping South African Farming Sector Vulnerability to Climate Change and Variability: A Subnational Assessment. IFPRI Discussion Paper 00885. International Food Policy Research Institute Environment and Production Technology Division. Washington, D.C., EEUU. 30 pp.
- Gitay H., Suarez A. y Watson R. (2002). Climate change and biodiversity: IPCC Technical Paper V. Intergovernmental Panel on Climate Change. Ginebra, Suiza. 77 pp.
- González E. M., Jurado E., González E. S., Aguirre C. O., Jiménez P. J. y Navar J. (2003). Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3), 377-386 pp.
- Henle K., Dick D., Harpke A., Kühn I., Schweiger O. y Settle J. (2008). Climate Change Impacts on European Amphibians and Reptiles. Convention on the conservation of european wildlife and natural habitats. 51 pp.

- Hesselbach-Moreno H., Reyna S. F., Sánchez D. L. F., del Río-León M. D., Sánchez-Chávez J. C., Chávez A. J., Espinoza M. M., Pérez-Calderón, M., del R., Galindo-Pérez, M. C., Bustamante F. A. B., Negrete S. L. (2010). Atlas de riesgos y peligros del estado de Morelos, Sistema Nacional de Protección Civil-Gobierno del Estado de Morelos. Morelos, México.
- Huacuja M. G. (2006). El cambio Climático: el día que me cambió el planeta, editorial S y G editores S.A. de C.V. México, D.F. 1-46 pp.
- Hurtado M., Arias M. y Riojas R. (2013). Vulnerabilidad en salud asociada a la variabilidad y cambio climático en el estado de Morelos. Cambio climático: vulnerabilidad en sectores clave en el estado de Morelos. 203-249 pp.
- INE. (2010a). Glosario de términos en cambio climático. [http://cambio\\_climatico.ine.gob.mx/glosario.html](http://cambio_climatico.ine.gob.mx/glosario.html). Consultado en abril de 2012.
- INE. (2010b). ¿Cómo afecta el cambio climático a la biodiversidad. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/656/biodiversidad.pdf>.
- INE. El cambio climático en México. Información por Estado y sector. [http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo\\_sector/estados/futuro\\_morelos.html](http://www2.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/estados/futuro_morelos.html). Consultado en abril de 2013.
- INEGI. (2007). Estadísticas a propósito del día de la familia mexicana. Datos nacionales. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Contenidos/estadisticas/2007/familia0.pdf>.
- INEGI. (2011a). Vehículos de motor registrados en circulación, estado de Morelos. Consultado en línea: [http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\\_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=13158,13158](http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDXQueryDatos.asp?#Regreso&c=13158,13158).
- INEGI. (2011b). Perspectiva estadística Morelos. Aguascalientes, México. 90 pp.
- INEGI-Gobierno de Morelos. (2010). Anuario estadístico, Morelos. Aguascalientes, México. (Última actualización al 6 de mayo de 2011).
- INE-SEMARNAT. (2009). Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. México, D.F. 274 pp.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2013). Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers. Switzerland: IPCC.
- IPCC (2007). 4th Assessment Report: Synthesis Report-Summary for Policy Makers. Extraído en enero de 2013, de [http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/ar4\\_syr\\_spm.pdf](http://ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/ar4_syr_spm.pdf).
- IPCC (2001). Climate change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Summary for Policymakers, WMO.
- Klein R. J. T., Huq S., Denton F., Downing T. E., Richels R. G., Robinson J. B., Toth F. L. (2007). Interrelationships between adaptation and mitigation. En: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Eds.). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. Cambridge, UK. 745-777 pp.
- Landa, R. 2011. Amenazas del clima, ciudades vulnerables. Revista México Social no. 12. Julio 2011. México.
- 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 140 p.p.
- Landa, R. V. Magaña y C. Neri. 2008. Agua y clima: elementos para la adaptación al cambio climático. SEMARNAT, CCA-UNAM. México.
- Landa, R., D. Siller y V. Magaña. 2011. Bases para la gobernanza hídrica en condiciones de cambio climático, en ciudades del sureste de México. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, Programa Conjunto de Agua y Saneamiento del Sistema de Naciones Unidas en México. México.

- López L. V. M. (2009). Cambio climático y calentamiento global: ciencias, evidencias, consecuencias y propuestas para enfrentarlos. México, Editorial Trillas. México. 1-29 pp.
- Magaña V. O. y Gay García, C. (2002). Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos, estudio realizado para el INE por investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM <http://www2.ine.gob.mx/descargas/climatico/vulnerabilidad.pdf>.
- March I., Cabral H., Echeverría Y., Bellot M. y Fausto J. (eds). (2011). Adaptación al cambio climático en áreas protegidas del Caribe de México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. México, Serie Estrategias de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Protegidas de México. México. 109 pp.
- Martens W. J. (1998). Health impacts of climate change and ozone depletion: an ecoepidemiologic modeling approach. *Environ. Health. Perspect.* 106 (1): 241-251 pp.
- Martínez-Alonso C., Locatelli B., Vignola R. e Imbach P. (eds). (2010). Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Libro de actas del Seminario Internacional sobre Adaptación al Cambio Climático: el Rol de los Servicios Ecosistémicos, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Cartago, Costa Rica. 144 pp.
- Masera O. R. (1995). Carbon Mitigation Scenarios for Mexican Forests: Methodological Considerations and Results. *Interciencia* 20, 388-395 pp.
- Masera O., de Jong B. y Ricalde I. (2000). Consolidación de la oficina mexicana para la mitigación de gases de efecto invernadero. Sector Forestal, Instituto Nacional de Ecología. UNAM-ECOSUR. 197 pp.
- Metrobus. Ciudad de México. (2013). Consultado en línea: <http://www.metrobus.df.gob.mx/beneficios.html>.
- Monroy-Ortiz R., Mariscotti Rodríguez J. y Monroy R. (2013). Aproximaciones recientes al estudio de los efectos del cambio climático en el turismo. El caso de Cuernavaca. En: Ortiz-Hernández M. L. y Sánchez-Salinas E. (comps.) Cambio climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ISBN 978-607-7771-95-1. Cuernavaca, Morelos. 41-267 pp.
- Montero M. J. y Pérez J. L. (2008). Regionalización de proyecciones climáticas en México de precipitación y temperatura en superficie usando el método REA para el siglo XXI. In: P. Martínez y A. Aguilar (eds). Efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. Vol II. Eds A. Aguilar y P. Martínez. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 73-83 pp.
- Ojeda-Bustamante W., Iñiguez-Covarrubias M., González-Camacho J. M. (2010). Vulnerabilidad de la agricultura de riego de México ante el cambio climático. Capítulo 5 del libro "Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático". Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 115-142 pp.
- Oropeza G. (2006). Lodos residuales: estabilización y manejo. *Revista Caos Conciencia* No. 1 2006 Universidad de Quintana Roo.
- Ortiz-Hernández M. L. y Sánchez-Salinas E. (comps.) (2013). Cambio climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ISBN 978-607-7771-95-1. Cuernavaca, Morelos. México. 288 pp.
- Ortiz-Hernández M. L., Quiroz Castañeda R. E., Sánchez-Salinas E., Castrejón-Godínez M. L. y Macedo Abarca B. (2013). Emisiones de gases de efecto invernadero en el estado de Morelos. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. ISBN 978-607-7771-87-6. México. 141 pp.
- Osnaya P. (2003). Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002. INE-SEMARNAT. México, D.F. 113 pp.
- Oyhantçabal W. (2010). Desarrollo de capacidad institucional adaptativa, lucha contra la sequía y servicios ecosistémicos en el norte del Uruguay. 97-104 pp. En: Adaptación al cambio

- climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Martínez-Alonso, C., Locatelli, B., Vignola, R. e Imbach P. (eds). Cartago, Costa Rica. 144 pp.
- Parry M. L., Canziani O. F., Palutikof J. P. (2007). Technical Summary. En: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J., Hanson, C.E. (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L, Cambridge University Press. Cambridge, UK. 23-78 pp.
- Perczyk D., Bormioli M., Carlino H., González M. P. (2004). *Manual de Cambio Climático. Argentina, Proyecto de Ciudadanía Ambiental Global*. 1-39 pp.
- Pérez Gil R., Loa-Loza E., Arroyo Quiroz I. y Ramírez R. (2010). *Acciones para la puesta en marcha de la Estrategia de Conservación de la Biodiversidad del Estado de Morelos, FAUNAM AC para la CEAMA*.
- Pittock A. B. (2009). *Climate change: the science, impacts and solutions*. 2nd. Edition, CSIRO Publishing Collingwood. Australia. 368 pp.
- PLEM. (2007). *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos*. 17 de Octubre de 2007.
- PNUD. (2008). *Guía Recursos de género para el cambio climático*. 1-147 pp.
- Ranhoff A. H. (2000). Accidental hypothermia in the elderly. *Int. J. Circumpolar Health* 59, 255-259 pp.
- Ribot J. (2009). Vulnerability does not just come fall from the sky: Toward Multi-scale Pro-poor Climate Policy. pp 1-21. En: *Social Dimensions of Climate Change: Equity and Vulnerability in a Warming World*. Mearns, R. y Norton, A. (eds). The World Bank. Washington, D.C., EEUU.
- Riquer F. (1993). *Población y género*. Borrador. México: Consejo Nacional de Población (CONAPO).
- Rojano A. A., Ontiveros C. R. E., Ojeda B. W. (2013). *Vulnerabilidad de la agricultura de temporal al cambio climático en el estado de Morelos en Ortiz-Hernández M. L. y Sánchez-Salinas E. (comps.). Cambio climático: Vulnerabilidad de sectores clave en el estado de Morelos, Universidad Autónoma del Estado de Morelos*. ISBN 978-607-7771-95-1. Cuernavaca, Morelos. 148-194 pp.
- Rosemberg A., Martín-Murillo L. y Maffei L. (2008). *Desarrollando las renovables renovando el desarrollo: hacia una energía limpia, segura y justa*. Fundación Sustainlabour, Ed. Paralelo Edición, S.A. Madrid, España. 120 pp.
- Salazar A. y Macera O. (2010). *México ante el cambio climático: Resolviendo necesidades locales con impactos globales*. Unión de científicos comprometidos con la sociedad, A.C.
- SEMARNAT. (2009). *Compendio de estadísticas ambientales, Dimensión ambiental, Incendios*. [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio\\_2009/01\\_ambiental/forestales\\_05.html](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio_2009/01_ambiental/forestales_05.html).
- SEMARNAT. (2010). *Compendio de estadísticas ambientales, Dimensión ambiental, Incendios*. [http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/01\\_ambiental/forestales\\_05.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/01_ambiental/forestales_05.html).
- SEMARNAT-CEAMA. (2006). *Modelo de ordenamiento ecológico y por riesgo eruptivo del territorio del volcán Popocatepetl y su zona de influencia, Secretaria de Medio ambiente y Recursos Naturales-Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente*. Puebla, Puebla. 337 pp.
- SEMARNAT-CONAFOR. (2011). *Reporte semanal de resultados de incendios forestales. Datos acumulados del 01 de enero al 29 de septiembre de 2011*. Coordinación general de conservación y restauración y Gerencia de Protección contra incendios forestales.
- SEMARNAT-INECC. (2012). *Quinta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México, 441 pp.
- SIE-SENER. (2009). *Consumo de gas LP en el sector residencial, comercial y agrícola*. Consultado en línea: <http://sie.energia.gob.mx>.
- UACH-UNICEDER. (2002). *Evaluación del programa nacional de reforestación (PRONARE 2002) Morelos*. Unidad de Investigación, Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural de la Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. de México. 60 pp.
- UICN. (2012). *Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al Cambio Climático*.

- Urbina-Ortiz V. (2009). Impacto de los automóviles usados de procedencia extranjera ilegal al cambio climático en el Municipio de San Luis Potosí y zona conurbada. Tesis de Licenciatura. Facultad de Economía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 117 pp.
- Veblen T. T., Young K. R. y Orne A. R. (2007). Future environments of South America. In: Veblen, T.T., Young, K.R., Orne, A.R. (eds.). The Physical Geography of South America. Oxford University Press. Nueva York, EEUU. 340-352 pp.
- Verbrugge A., Moomaw W., y Nyboer J. (2011). Aneex 1. Glossary, Acronyms, Chemical Symbol and Prefixes. pp 953-972. En: Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona Y., Seyboth K., Matschoss P., Kadner S., Zwickel T., Eickemeier P., Hansen G., Schlömer S., von Stechow C. (eds), Cambridge University Press. Cambridge, UK/ Nueva York, EEUU. 1076 pp.
- Wreford A., Moran D. y Adger N. (2010). Climate Change and Agriculture: Impacts, Adaptation and Mitigation. OECD, Paris, Francia. 1-36 pp.

## **DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**PRIMERA.** El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Periódico Oficial “Tierra y Libertad”, órgano de difusión oficial del Gobierno del estado de Morelos.

**SEGUNDA.** Se derogan todas aquellas disposiciones normativas de igual o menor jerarquía normativa que se opongan o contravengan al presente Decreto.

Dado en Casa Morelos, sede oficial del Poder Ejecutivo, en la ciudad de Cuernavaca, capital del estado de Morelos, a los cinco días del mes de marzo del año dos mil catorce.

**GRACO LUIS RAMÍREZ GARRIDO ABREU**

**GOBERNADOR CONSTITUCIONAL  
DEL ESTADO LIBRE Y SOBERANO.  
DE MORELOS.**

**JORGE VICENTE MESSEGUER GUILLÉN**

**SECRETARIO DE GOBIERNO.**

**EINAR TOPILTZIN CONTRERAS MACBEATH**

**SECRETARIO DE DESARROLLO SUSTENTABLE.**