

“Impactos sociales del cambio climático en México”

PRÓLOGO	5
INTRODUCCIÓN	7
1. LOS HECHOS	9
1.1 Lo que está pasando con el clima.	9
1.2 Cambio climático y condiciones socioeconómicas de México.	14
2. LAS CAUSAS	17
2.1 Causas ambientales.	17
2.2 Causas sociales y económicas.	19
3. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN	21
3.1 Vulnerabilidad.	21
3.1.1 Aspectos conceptuales.	
3.1.2 Vulnerabilidad en México.	
3.2 Adaptación.	23
3.2.1 Aspectos conceptuales.	
3.2.2 Adaptación en México.	
3.3 Posibles consecuencias para los sistemas naturales.	26
3.3.1 Biodiversidad.	
3.3.2 Sector hídrico.	
3.4 Posibles consecuencias para los sistemas humanos.	32
3.4.1. Sistemas sociales: salud humana; seguridad alimentaria; migración; asentamientos humanos.	
3.4.2 Sector de servicios: abastecimiento de agua; saneamiento y drenaje urbanos; transporte, infraestructura eléctrica y de comunicaciones; turismo.	
3.4.3 Aspectos económicos del cambio climático: sector financiero; comercio; costos; seguros.	
3.5 Eventos hidrometeorológicos extremos.	43
3.6 Sinergias entre cambio climático, biodiversidad y desertificación.	46
3.7 Interrelación de sectores y sistemas para el desarrollo humano.	46

4. MITIGACIÓN DE EMISIONES DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO _____ **49**

4.1 Protocolo de Kioto. _____ **49**

4.2 Acciones y programas gubernamentales. _____ **50**

4.3 Acciones y programas de otros sectores. _____ **50**

5. EL PAPEL DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN _____ **53**

6. RECOMENDACIONES _____ **57**

6.1 Formulación de políticas. _____ **57**

6.2 Impulso a la investigación. _____ **59**

6.3 Educación, desarrollo de capacidades, actualización y comunicación. _____ **60**

REFERENCIAS _____ **63**

LISTA DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Mil años de cambio en la temperatura, en las concentraciones globales de CO₂ y en las emisiones de carbono. _____ **11**

Figura 2. Principales efectos del aumento de la temperatura. _____ **13**

Figura 3. Índices de marginación por entidad federativa. _____ **15**

Figura 4. Emisiones nacionales de GEI por sector en el año 2002. _____ **19**

Figura 5. Disponibilidad de agua *per capita* (1950-2025). _____ **31**

Figura 6. Vínculos entre aspectos ambientales. _____ **46**

Figura 7. Elementos de una estrategia de cambio climático. _____ **57**

Tabla 1. Cambio climático proyectado de acuerdo al IPCC. _____ **13**

Tabla 2. Índice de Desarrollo Humano (IDH) por entidad federativa (orden descendente), 2004. _____ **15**

Tabla 3. Gases de efecto invernadero. _____ **18**

Tabla 4. Áreas de interés, impactos del cambio climático y posibles respuestas de adaptación. _____ **45**

El cambio climático es considerado por muchos como el mayor problema a ser enfrentado por la humanidad en el presente siglo. Es un reto de claras responsabilidades comunes que son asumidas de manera diferenciada por los países del orbe.

Los efectos de este fenómeno en el largo plazo constituyen una amenaza para la biodiversidad planetaria, el desarrollo humano y el alcance de los Objetivos de Desarrollo del Milenio –iniciativa de carácter global que se creó en el año 2000 a partir de la Declaración del Milenio en las Naciones Unidas firmada por todos los países del mundo. Los ODM identi can preocupaciones, valores y principios relacionados con el desarrollo y establecen un conjunto conciso de metas cuantitables a alcanzarse en el año 2015 con los correspondientes indicadores numéricos convenidos internacionalmente a partir de los cuales se puede evaluar el progreso general–. Las consecuencias podrían ser tan devastadoras que éstas llegarían a lastimar severamente el progreso hasta ahora logrado por la comunidad internacional, al tiempo que las personas en pobreza y los países en vías de desarrollo son quienes asumirían los costos más altos. Así, podemos concebir la lucha contra la pobreza y contra los efectos del cambio climático como esfuerzos interrelacionados.

En este sentido, son cuatro las grandes áreas que ocupan la atención mundial: la investigación científica y tecnológica relacionada con el fenómeno y sus impactos; las medidas para la mitigación de las emisiones de los gases de efecto invernadero; las medidas para la adaptación a las consecuencias ya ine-

vitables del cambio del clima; y la sensibilización y difusión de resultados y medidas que permitan una mayor y mejor participación de los actores sociales en el enfrentamiento del problema.

México, por una parte, es partícipe en las causas del problema pues emite 1.5% de los gases que generan el fenómeno. De acuerdo a las cifras de la Agencia Internacional de Energía en 2004, México se ubica entre los 15 países con mayores emisiones por quema de combustibles fósiles a nivel mundial. Por otra parte, el País es especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, al situarse en zonas que serán impactadas por sequías (Noroeste); por inundaciones (Sureste); por fenómenos meteorológicos extremos en ambos litorales, cuya intensidad seguramente se incrementará; así como, por tener debilidades en sus estructuras sociales y económicas, que de mantenerse la tendencia, se verían acentuadas las hoy latentes desigualdades en amplias porciones de nuestra población.

Esta dualidad para México –por su parte como contribuyente del problema y como una de sus víctimas– corresponde con su doble papel como nación en el concierto internacional: economía emergente parte de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y líder regional que ejerce una influencia sobre los demás Estados de América Latina y el Caribe. Es por ello, que el País debe destinar esfuerzos importantes a comprender el fenómeno, analizar alternativas de solución e instrumentar en la medida de lo posible opciones de mitigación y de adaptación en todos sus sectores.

Esto sin dejar de lado la difusión adecuada de conocimientos sobre el problema a los distintos sectores sociales y allende sus fronteras.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 y en la Estrategia Nacional de Cambio Climático están incorporados los grandes objetivos nacionales para la solución del problema, con el fin de guiar el marco de los programas sectoriales y el futuro Programa Especial de Cambio Climático.

Éste es un mensaje que necesita ser acompañado de un diálogo mucho más profundo

entre sociólogos, economistas, científicos del ambientalistas y la sociedad civil, para atender las múltiples dimensiones del cambio climático.

En este marco, el presente libro representa un esfuerzo conjunto entre el Instituto Nacional de Ecología y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo para informar y alentar el debate y la participación de tomadores de decisión de los distintos sectores y líderes de la sociedad mexicana en el combate a las causas y a los efectos del fenómeno mundial. Es posiblemente también un material valioso para quienes buscan respuestas y quieren conocer la aportación de México a un debate tan global como el problema que lo genera.

Dr. Adrián A. Fernández Bremauntz
Presidente del Instituto Nacional
de Ecología

Sr. Magdy Martínez-Solimán
Representante Residente, PNUD

INTRODUCCIÓN

El interés por elaborar este documento surgió como resultado de trabajos realizados por el gobierno mexicano, que tuvieron el propósito de entender los cambios recientes en el clima, sus impactos, la vulnerabilidad y las opciones de adaptación ante el cambio climático. Coordinados por el Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT, en cooperación con otras Secretarías y centros de investigación; con la colaboración de otros gobiernos y organizaciones internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos y el Banco Mundial entre otros. Además dicho interés se consolidó dados los relevantes resultados del Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (2007) y del Informe Stern (2006) sobre la economía del cambio climático.

El cambio climático constituye un problema de grandes dimensiones y complejidad y es necesario abordarlo desde varias perspectivas, que van desde la formulación e instrumentación de políticas públicas y la práctica de acciones gubernamentales, privadas y de las organizaciones de la sociedad civil, hasta el comportamiento cotidiano de los ciudadanos.

El objetivo de este documento es informar de forma resumida lo que hoy en día está pasando con el clima y la posible evolución

de éste en las décadas por venir; así como las causas de estos cambios, sus posibles impactos, la necesidad de identificar y aplicar medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de los sistemas naturales y humanos, y las opciones de mitigación para disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Concluye el texto con un breve repaso de las acciones iniciadas y con algunas recomendaciones dirigidas a los tomadores de decisión.

El grupo al que se dirige está conformado principalmente por las personas que, sin ser especialistas en alguna de las ciencias ambientales o en disciplinas vinculadas directamente con el estudio del cambio climático, son responsables de tomar las decisiones en distintos sectores y ámbitos; integrantes de los diferentes órdenes de gobierno; directivos de pequeñas, medianas y grandes empresas y dirigentes de organizaciones de la sociedad civil y líderes comunitarios. También será de interés y utilidad para académicos y funcionarios de instituciones nacionales e internacionales.

Este documento también se suma a los esfuerzos por dar a conocer a la sociedad lo que puede esperar del clima e informarla sobre las diversas formas en que puede y debe adaptarse a los impactos del cambio climático. Es también una llamada a la concertación de acciones entre gobierno y sociedad.

1. LOS HECHOS

1.1 Lo que está pasando con el clima

El clima de la Tierra ha cambiado muchas veces a lo largo de su evolución, sobre todo por factores naturales relacionados con el equilibrio entre la energía solar entrante y la que es remitida hacia el espacio. Dichas variaciones en este balance se deben a erupciones volcánicas, cambios en la órbita de traslación del planeta, cambios en el ángulo del eje de rotación, los ciclos solares o variaciones en la composición de la atmósfera.

Apenas en la segunda mitad del siglo pasado se intensificaron las investigaciones sobre aspectos ambientales. Las observaciones y los datos atmosféricos han llevado a concluir que el clima del planeta está cambiando en forma drástica.

Para el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el término *cambio climático* se refiere “a cualquier cambio en el clima... debido ya sea a su variabilidad natural o como resultado de la actividad humana” (IPCC, 2007a). Esta definición tiene un tanto de la adoptada por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC, 1992, p. 3), que lo describe como “un 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 periodos de tiempo comparables”.

Sin duda, se trata de un cambio que afectará a todas las regiones y países; por ello, en los últimos años se le ha dedicado gran atención y se está actuando a nivel mundial,

regional y nacional en el establecimiento de medidas de mitigación, es decir, acciones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero¹. Igualmente, cada vez se están encauzando más esfuerzos hacia las medidas de adaptación, entendida como las modificaciones de sistemas naturales y humanos para disminuir o evitar los posibles daños por el cambio climático. Lo más importante en el cambio climático actual es que es, prácticamente segura su atribución a la actividad humana; esencialmente del último siglo y medio.

En 2007 se presentó el *Cuarto Informe de Evaluación* del IPCC, integrado con información científica reconocida internacionalmente como la base para el análisis mundial y regional sobre las alteraciones del sistema climático, proyecciones, impactos y formas de contender con los mismos.

Los principales hallazgos de este informe son los siguientes (IPCC, 2007a, 2007b, 2007c):

A nivel general:

1. Como resultado de las actividades humanas (por ejemplo, quema de combustibles fósiles y cambios en el uso del suelo), se han incrementado marcadamente las concentraciones en la atmósfera de gases de efecto invernadero a nivel mundial (bióxido de carbono, metano y óxido nítrico, entre otros), excediendo por mucho los valores de la época pre-industrial (Figura 1).

1. En varios apartados de este documento se abordan las características de los gases de efecto invernadero.

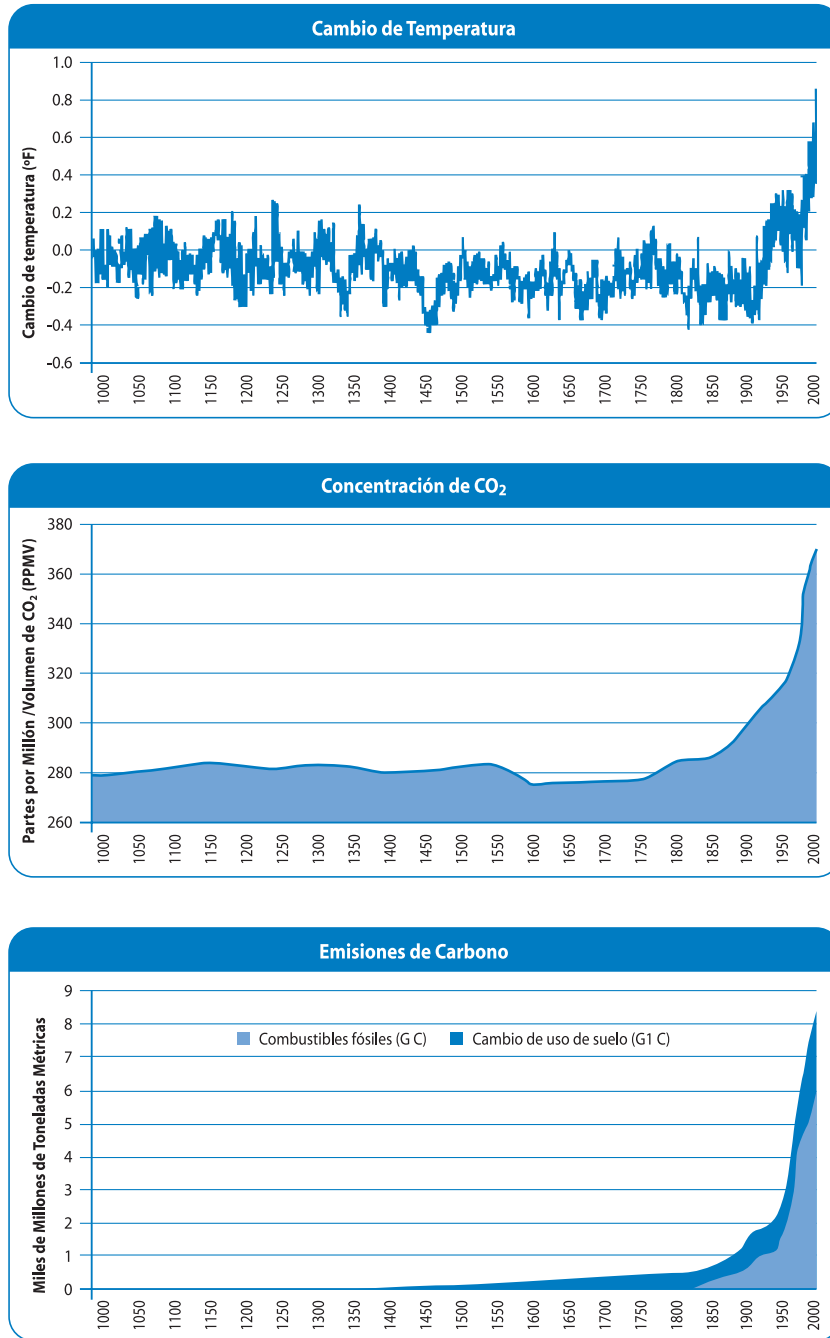
2. El incremento en la concentración de gases de efecto invernadero tiende a elevar la temperatura de la superficie terrestre; en los últimos 20 años, esta elevación ha sido significativamente más rápida que la de los océanos. El calentamiento global es inequívoco de acuerdo a las observaciones de las temperaturas globales de atmósfera y océanos, así como al derretimiento de las capas de hielo.
3. De acuerdo con medidas instrumentales, 11 de los 12 años más calientes se han presentado entre 1995 y 2006.
4. El impacto neto de las actividades humanas antes mencionadas se ha cuantificado y se sabe ahora que son causa del calentamiento de la Tierra.

En niveles particulares:

1. Las lluvias han aumentado o disminuido en casi todo el planeta o bien han incrementado su intensidad.
2. Los glaciares de montañas y la cobertura de nieve han declinado en ambos hemisferios.
3. Se han reportado sequías más intensas y prolongadas a nivel mundial.
4. Se ha observado una mayor intensidad de los ciclones tropicales.
5. Muchos sistemas biológicos y físicos están siendo afectados por los cambios climáticos regionales, en particular por el aumento de la temperatura.

La Figura 1 muestra el aumento de las emisiones de bióxido de carbono, de sus concentraciones en la atmósfera y de la temperatura, durante los últimos 1,000 años.

Figura 1. Mil años de cambio en la temperatura, en las concentraciones globales de CO₂ y en las emisiones de carbono



Fuente: National Assessment Synthesis Team. 2001.

Aunque los cambios ya registrados y documentados, como las proyecciones de los cambios que se prevén ocurrirán en las próximas décadas, tienen diversos niveles de incertidumbre, es importante resaltar que ello no debiera conducir a la inacción sino, por el contrario, llevar a la realización de acciones inmediatas. Siempre será mejor seguir una aproximación preventiva que tomar el riesgo de que se presenten efectos catastróficos, con lo cual los costos socioeconómicos y ambientales serán menores.

Proyecciones del clima

De acuerdo con el IPCC (2007a), es altamente probable que:

1. Debido a las escalas de tiempo asociadas con los procesos climáticos, el calentamiento global de origen antropogénico (es decir, causado por los seres humanos) y el aumento en el nivel del mar, perdurarán durante siglos, aunque hoy mismo se estabilizarán las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera.
2. Se presente un calentamiento de 0.2°C por década. Aun si las emisiones se mantuvieran al nivel que tenían en el año 2000, la temperatura se incrementaría en 0.1°C por década. Esto significaría por lo menos un aumento de alrededor de 1°C a finales del siglo XXI.
3. Los impactos del cambio climático variarán regionalmente a nivel mundial y es muy probable que impliquen costos anuales netos (por ejemplo, los que resulten de eventos hidrometeorológicos extremos o de efectos en la agricultura). Obviamente, estos costos se irán elevando en la me-

didada en que la temperatura global se incremente y los impactos en los sistemas humanos y biológicos sean mayores.

4. Los costos netos serán significativamente más altos en donde la población esté más expuesta, tenga una alta sensibilidad y/o baja capacidad adaptativa (principalmente entre pobres, niños y ancianos).
5. Se proyecta un incremento en las emisiones de CO₂ por uso de energía del 40 al 110% entre 2000 y 2030. De dos terceras a tres cuartas partes de estas emisiones provendrán de países en desarrollo.
6. Los combustibles fósiles mantendrán su dominio hasta el 2030 e incluso después. Se proyecta que habrá un aumento en el consumo de biocombustibles en los próximos años, hasta representar, en el año 2030, el 3% del total de combustibles.

Es posible que:

1. Los calores extremos, las ondas de calor y los eventos de precipitación intensa sean más frecuentes.
2. Los ciclones tropicales (huracanes y tifones) sean más intensos, con mayores picos en las velocidades de los vientos y mayor precipitación.
3. En latitudes altas se incremente la precipitación, mientras que en las áreas subtropicales disminuya.
4. En áreas con climas secos se presente una salinización y desertificación de tierras agrícolas.
5. Los arrecifes coralinos y las pesquerías regionales se encuentren en riesgo por el aumento en la temperatura del océano.
6. Las cubiertas de hielo y nieve y los hielos ártico y antártico se reduzcan en extensión.

Entre los sectores que se verán más afectados están:

- a) Ecosistemas terrestres (tundra, bosques boreales, de montaña y de tipo mediterráneo).
- b) Regiones costeras bajas (con daños ocasionados por el aumento en el nivel del mar y en la intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos).
- c) Recursos hídricos en el trópico seco y en latitudes medias (en éstas últimas

habrá una reducción de entre 10 y 30%), debido a disminución en la lluvia y a mayores tasas de evapotranspiración.

- d) Agricultura en regiones de latitudes bajas, debido a la disminución en la disponibilidad de agua.
- e) Salud humana en grupos poblacionales con baja capacidad de adaptación.

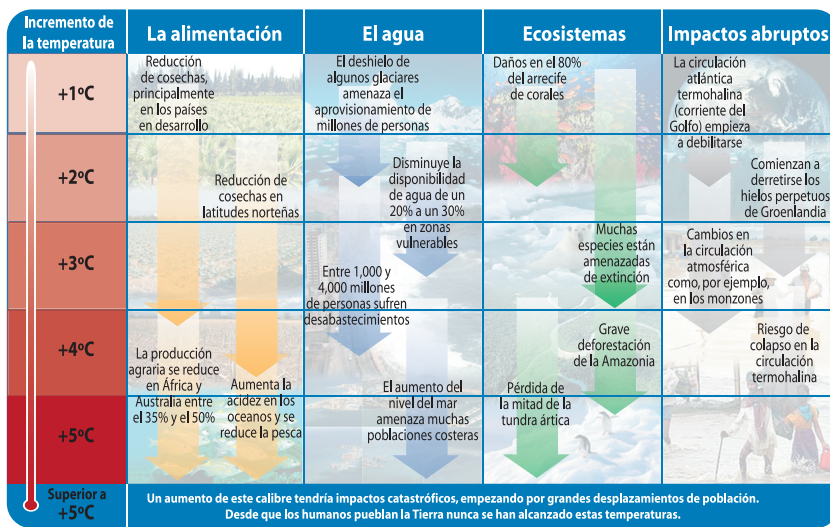
En la Tabla 1 se señalan las proyecciones en cuanto a aumento en la temperatura a diferentes horizontes temporales y algunos cambios previstos por el IPCC. Información adicional en el mismo sentido se muestra en la Figura 2.

Tabla 1. Cambio climático proyectado de acuerdo al IPCC

Año	Temperatura	Cambio
2020	+1°C	Entre el 20 y 40% de las especies conocidas se verán amenazadas por peligro de extinción. La mayoría de los corales estarán blanqueados. Ondas de calor, inundaciones y sequías aumentarán la tasa de mortalidad entre los seres humanos.
2050	+2°C	Los sistemas biológicos experimentarán un cambio masivo, con efectos principalmente negativos en cuanto a la biodiversidad y el abastecimiento de agua y alimento a nivel mundial. Muchos millones de personas alrededor del mundo viven en regiones costeras severamente amenazadas por inundaciones.
2050-2080	+3°C	Los sistemas de salud alrededor del mundo enfrentarán un incremento en la demanda. La producción alimentaria mundial disminuirá de forma muy importante. Alrededor del 30% de las áreas pantanosas se habrá secado. Los eventos climáticos extremos incrementarán en frecuencia e intensidad.
2080	+4°C	Más del 40% de las especies animales y vegetales se habrán extinguido. El producto interno bruto mundial disminuirá en aproximadamente 5%. Debido al deshielo parcial de las capas de hielo en Groenlandia y en la región antártica, los niveles de agua marina incrementarán en otros cinco o seis metros en las siguientes décadas.

Fuente: Ott, 2007. P. 10.

Figura 2. Principales efectos del aumento de las temperaturas



Fuente: <http://www.blogoteca.com/pesmelle/index.php?mes=11&ano=2006>

1.2 Cambio climático y condiciones socioeconómicas de México

Así como es un hecho que las condiciones climáticas del mundo están cambiando, también se reconoce que existe una fuerte correlación entre las condiciones socioeconómicas de un país y su potencial de adaptación ante los efectos del cambio climático. Si bien los impactos del huracán Katrina sobre Nueva Orleans, por ejemplo, mostraron que la capacidad económica no basta para establecer adecuadas medidas de adaptación ante eventos hidrometeorológicos extremos, es claro que la disponibilidad de recursos es una condición que facilita la instrumentación y el fortalecimiento de las capacidades para desarrollar dichas medidas.

México, se sabe, es un país con grandes desigualdades económicas y sociales. Al evaluar el avance en el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM),² el gobierno mexicano ha reconocido que "... enfrentamos grandes brechas de desigualdad social y la pobreza todavía aqueja a una proporción importante de la población. En nuestro país ... persisten muchas zonas y diversos grupos socioeconómicos viviendo en situaciones de pobreza y vulnerabilidad críticas" (Gabinete de Desarrollo Humano y Social, 2005, p. 3).

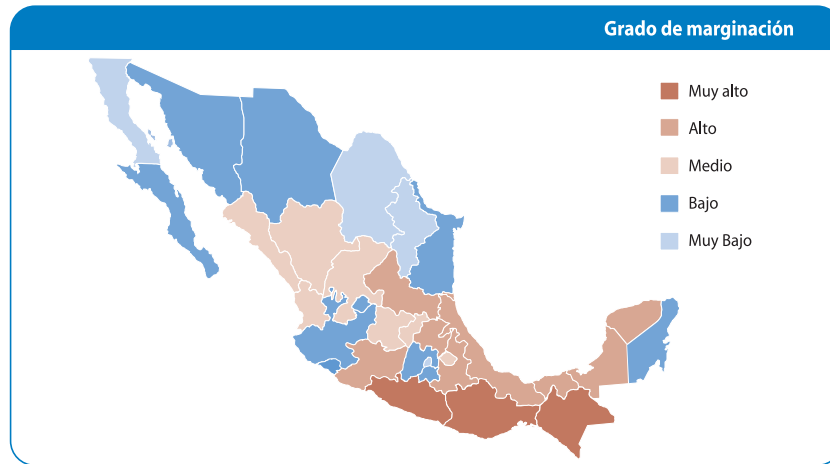
Estas circunstancias de rezago y desigualdad dificultan el avance hacia condiciones y oportunidades de vida digna para todos los habitantes, pero también conllevan un riesgo diferenciado hacia los posibles impactos del cambio climático.

En un contexto en el que existen desigualdades de desarrollo entre individuos y familias de una misma zona geográfica, destacan también las diferencias entre los estados del norte y del sur, y entre las zonas urbanas y rurales (Osbañ y Few, 2006).

Esto se confirma al analizar la marginación por entidad federativa; los datos más recientes (Anzaldo y Prado, 2006), indican que tres estados mexicanos presentan un muy alto grado de marginación (Chiapas, Oaxaca y Guerrero), y siete un alto grado de marginación (Veracruz, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Tabasco, Yucatán y San Luis Potosí). Si a ello se suman los siete estados con marginación media, se tiene que más de la mitad de las entidades federativas enfrentan graves problemas. Sólo cuatro muestran un muy bajo índice de marginación: Distrito Federal, Nuevo León, Baja California y Coahuila (Figura 3).

2. Los OBJETIVOS DE DESARROLLO DEL MILENIO (ODM) es una iniciativa de carácter global que se creó en el año 2000 a partir de la Declaración del Milenio en las Naciones Unidas firmada por todos los países del mundo. Los ODM identifican preocupaciones, valores y principios relacionados con el desarrollo y establecen un conjunto conciso de metas cuantificables a alcanzarse en el año 2015 con los correspondientes indicadores numéricos internacionalmente convenidos a partir de los cuales se puede evaluar el progreso general.

Figura 3. Índices de marginación por entidad federativa



Fuente: Anzaldo y Prado, 2006.

Datos semejantes se obtienen si se analiza el Índice de Desarrollo Humano (IDH) para el año 2004, que se integra con datos referentes a educación, ingreso y salud. En la Tabla 2 se aprecia que 15 entidades federativas están

por debajo del promedio nacional (0.8031) y que los mismos estados, Chiapas, Oaxaca y Guerrero, se encuentran en las peores circunstancias (PNUD, 2007a).

Tabla 2. Índice de Desarrollo Humano (IDH) por entidad federativa (orden descendente) 2004

Estado	IDH	Estado	IDH	Estado	IDH
1. Distrito Federal	0.8837	12. Colima	0.8097	23. Guanajuato	0.7782
2. Nuevo León	0.8513	13. Querétaro	0.8087	24. Nayarit	0.7749
3. Baja California	0.8391	14. Jalisco	0.8056	25. Tlaxcala	0.7746
4. Coahuila	0.8356	15. Durango	0.8045	26. Zacatecas	0.7720
5. Chihuahua	0.8340	16. Nacional	0.8031	27. Puebla	0.7674
6. Baja California S.	0.8332	17. Morelos	0.8011	28. Hidalgo	0.7645
7. Quintana Roo	0.8296	18. Sinaloa	0.7959	29. Michoacán	0.7575
8. Aguascalientes	0.8271	19. Edo. de Méx.	0.7871	30. Veracruz	0.7573
9. Campeche	0.8263	20. S. L. P.	0.7850	31. Guerrero	0.7390
10. Sonora	0.8253	21. Yucatán	0.7831	32. Oaxaca	0.7336
11. Tamaulipas	0.8246	22. Tabasco	0.7800	33. Chiapas	0.7185

Fuente: PNUD, 2007a.

Las condiciones de marginación y pobreza pueden limitar la capacidad de adaptación que las personas y las comunidades necesitan para disminuir el impacto del cambio climático. De hecho, existe una mutua influencia entre las condiciones de marginación y los efectos potenciales del cambio climático. Por una parte, las comunidades y regiones

con mayor pobreza suelen ser las que más sufren por los fenómenos hidrometeorológicos naturales, mismos que, según se puede anticipar, aumentarán de fuerza y frecuencia; y por otra parte, tales impactos harán cada vez más difíciles las condiciones de vida de esas comunidades y regiones, y mermando aún más su capacidad de adaptación.

Por lo tanto, resulta indispensable fortalecer el desarrollo de dichas capacidades de adaptación ante las cambiantes condiciones climáticas, pero para ello es urgente alcanzar mejores niveles de desarrollo humano; de lo contrario, los impactos del cambio climático se superpondrán a las ya graves circunstancias de vida de las familias y comunidades pobres.

Desde esta perspectiva, los posibles impactos del cambio climático constituyen una de las circunstancias que pudieran evitar que

México alcance los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Esta afirmación no se restringe al objetivo referido a garantizar la sustentabilidad del medio ambiente, sino al conjunto de objetivos y metas para luchar contra la pobreza, el analfabetismo, el hambre, la falta de educación, la enfermedad, la desigualdad entre hombres y mujeres, la mortalidad infantil y materna, y la degradación del medio ambiente (PNUD, 2007b; Gabinete de Desarrollo Humano y Social, 2005).

2. LAS CAUSAS

El fenómeno del cambio climático de origen antropogénico es resultado del aumento de las emisiones de los gases de efecto invernadero hacia la atmósfera. Es importante señalar que el incremento en la concentración de éstos en la atmósfera tiene que ver con aspectos económicos y sociales, por ejemplo los sistemas productivos y de generación de energía, y el excesivo crecimiento de la población mundial. Existen pues, causas de índole natural, social y económica que están relacionadas con el fenómeno.

2.1 Causas ambientales

La temperatura media de la superficie del planeta es de alrededor de 15°C gracias a la presencia en la atmósfera de algunos gases llamados de *efecto invernadero*. Se les denomina así precisamente porque retienen parte de la energía que llega del Sol y de la que es reflejada por la Tierra, actuando como un gigantesco invernadero y permitiendo que exista la vida como la conocemos. De no existir estos gases, la temperatura media del planeta sería de menos 18°C. Es decir, se trata de un fenómeno natural y su ocurrencia resulta favorable para la especie humana y en general para el desarrollo de la vida. Sin embargo, cuando hay cambios drásticos en la concentración de estos gases en la atmósfera, la temperatura y el clima en general se alteran.

Los principales gases de efecto invernadero son el vapor de agua, el bióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. En la Tabla 3 se muestra su potencial de calentamiento y su vida media. En cuanto a su presencia en la atmósfera, varía de 12 a 200 años. Existen

otros gases que pueden “atrapar” radiación terrestre, como los hidrofluorocarbonos, perfluorocarbono y el hexafluoruro de azufre, que son relevantes en el problema del cambio climático y cuya permanencia en la atmósfera puede ir de 1.5 a 50,000 años. En lo que se refiere al potencial de calentamiento, si se toma el que corresponde al CO₂ como punto de comparación, se tiene que el metano es 21 veces más potente y el óxido nitroso llega a ser 310 veces más alto.

Los compuestos de origen antropogénico, es decir producidos por los seres humanos y que no se producían en forma natural, presentan un potencial impresionantemente mayor, pues alcanzan valores de 140 a 23,900 veces el del CO₂; éste último es el gas de comparación debido por un lado a su volumen de emisión, y por el otro, a que está asociado en gran parte a procesos productivos.

El resultado natural de la presencia de gases de efecto invernadero y otros componentes atmosféricos, es la retención de energía y con ello, favorecer el calentamiento del planeta.

El más reciente informe de evaluación del IPCC ha señalado que “cambios en la abundancia de los gases de efecto invernadero y aerosoles, en la radiación solar y en las propiedades de la superficie del suelo, alteran el balance de energía del sistema climático”. Este desbalance es lo que ha conducido al cambio climático que ocurre por una exacerbada acción del efecto invernadero. Las actuales concentraciones de estos gases a nivel mundial no tienen precedentes (IPCC, 2007a). La información paleoclimática apoya la interpretación de que

Tabla 3. Gases de efecto invernadero

Origen	Gases	Fuentes	Vida media en años	Potencial de Calentamiento
Gases de origen natural	Bióxido de carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles (carbón, derivados de petróleo y gas). Reacciones químicas en procesos de manufactura (como la producción de cemento y acero). Cambio en el uso del suelo (deforestación).	50 a 200	1
	Metano (CH ₄)	Descomposición anaerobia (cultivo de arroz, rellenos sanitarios, estiércol). Escape de gas en minas y pozos petroleros.	12 ± 3	21
	Óxido nitroso (N ₂ O)	Producción y uso de fertilizantes nitrogenados. Quema de combustibles fósiles.	120	310
Gases antropogénicos	Hidrofluoro-carbonos (HFCs)	Emitidos en procesos de manufactura y usados como refrigerantes.	1.5 a 264	140-11,700
	Perfluoro-carbonos (PFCs)	Producción de aluminio. Fabricación de semiconductores. Sustitución de sustancias destructoras del ozono. (uso de solventes, espumas, refrigeración fija).	2,600 a 50,000	6,500-9,200
	Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Producción y uso en equipos eléctricos. Producción de magnesio y aluminio. Fabricación de semiconductores.	3,200	23,900

Fuente: IPCC, 1996.

el calentamiento de la última mitad del siglo XX es inusual si se compara con los 1,300 años anteriores (Pachauri, 2007).

La evaluación global de los datos desde 1970 ha mostrado que el cambio en las concentraciones de estos gases debido a actividades humanas es responsable del calentamiento del planeta y de su impacto en muchos sistemas físicos y biológicos (IPCC, 2007a). Por ejemplo, la concentración atmosférica global del CO₂ ha pasado de un valor de 280 partes por millón (ppm) en la época pre-industrial, a 379 ppm en 2005. La fuente primaria del incremento en las concentraciones de CO₂ es el empleo de combustibles fósiles en el transporte y para generar energía de uso industrial y doméstico. También contribuye de forma significativa el cambio en el uso del suelo, que para México representa alrededor del 14% de emisiones, junto con la silvicultura (INE-SEMARNAT, 2006a).

La concentración atmosférica global de metano ha incrementado de un valor pre-industrial de alrededor de 715 partes por billón (ppb) a 1,732 ppb a inicio de la década de

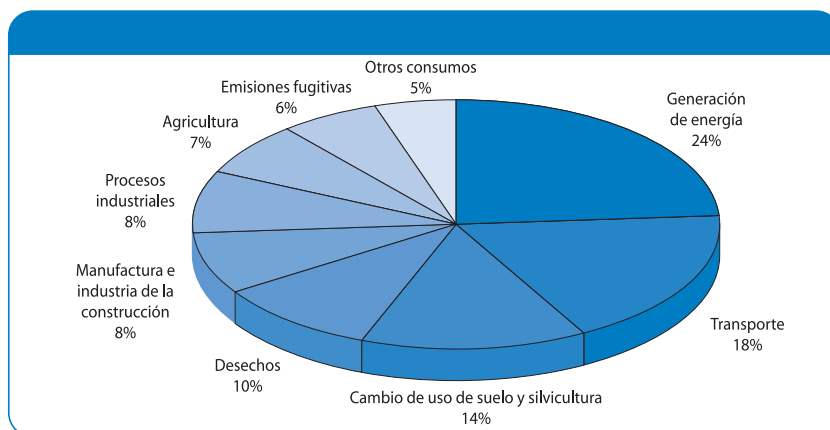
1990. En 2005 ascendía a 1,774 (IPCC, 2007a). Sus principales fuentes de emisión son la agricultura (por ejemplo el cultivo de arroz), la quema de gas natural y de biomasa vegetal, los rellenos sanitarios, las aguas residuales y el aumento del hato ganadero.

La concentración atmosférica global de óxido nitroso incrementó de alrededor de 270 ppb en la época pre-industrial a 319 ppb en 2005. Su tasa de crecimiento ha sido más o menos constante desde 1980. Más de la tercera parte de las emisiones de óxido nitroso son de origen antropogénico, principalmente por el uso de algunos fertilizantes en la agricultura (IPCC, 2007a).

Se estima que en 2002 México generó alrededor de 643 millones de toneladas de CO₂ equivalente. El País se sitúa entre los 15 principales países emisores por quema de combustibles fósiles, con una contribución de alrededor de 1.5% de emisiones globales (INE- SEMARNAT, 2006b).

En la Figura 4 se indican las emisiones nacionales de GEI por sector para el año 2002.

Figura 4. Emisiones nacionales de GEI por sector en el año 2002



Fuente: Elaborada con datos de INE-SEMARNAT, 2006b.

2.2 Causas sociales y económicas

Ya está demostrado que el incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero es producto de la actividad humana, sobre todo la industrial y la económica, vinculadas al modelo de desarrollo seguido desde finales del siglo XVIII, el cual ha requerido de altos volúmenes de energía, suministrada en su mayoría por la quema de combustibles fósiles.

Para analizar el acelerado proceso de industrialización que ha vivido el mundo durante los últimos 250 años y poder así entender las causas del cambio climático, se deben estudiar aspectos económicos, sociales, políticos, tecnológicos y culturales como los siguientes:

- a) El enorme crecimiento demográfico, que conlleva fuertes demandas de satisfactores y que de no estabilizarse amenazaría seriamente la convivencia social y la sustentabilidad ambiental.
- b) La falta de planificación de un adecuado desarrollo económico-industrial basado en la sustentabilidad, que impide
- c) La carencia de opciones de desarrollo regional que impulsa la migración a grandes centros urbanos por causas económicas o ambientales.
- d) La escasa, y a veces, nula planeación de los asentamientos humanos, de sus edificaciones y diseños urbanos.
- e) La profunda brecha económica entre países y entre grupos sociales, cuya disminución constituye un imperativo ético de primer orden.
- f) El uso de tecnología inapropiada, lesiva para el medio ambiente.
- g) El lugar que se ha otorgado a los bienes y servicios ambientales en la jerarquía de prioridades socio-económicas, considerándolos inacabables o bien minimizando su conservación. Entre las políticas públicas, a la de orden ambiental se le ubica siempre en segundo o tercer plano de importancia.

- h) El uso frecuente y generalizado del término *desarrollo sustentable*, que no llega a concretarse en acciones, programas y estrategias reales.
- i) La escasa presencia de alternativas energéticas que disminuyan la dependencia hacia los combustibles fósiles.

Al dinamismo y variabilidad natural de los sistemas físico-químicos del planeta se ha sumado la interferencia inducida por las actividades humanas, que acelera el cambio climático y que afecta los procesos de auto-equilibrio y auto-regulación climática

naturales. Resulta claro que, si bien existen procesos naturales que producen directamente el cambio climático (por ejemplo, incendios, erupciones volcánicas -produce enfriamiento- y variación en la cantidad de radiación solar que emite el Sol), las causas últimas de éste son de naturaleza humana y se les debe integrar de forma adecuada en el análisis del fenómeno y, consecuentemente, en los procesos de mitigación y adaptación. Desde luego que en la interferencia antropogénica señalada no tienen la misma responsabilidad histórica todos los países, regiones, entidades federativas o grupos sociales.

3. VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

3.1 Vulnerabilidad

La proyección del clima futuro supone importantes impactos en los ecosistemas, en los grupos sociales y en la economía, amenazando en una proporción mayor a los más pobres, que son quienes tienen una menor capacidad de reacción y adaptación. Por ello, los impactos del cambio climático son muy injustos para con quienes han tenido poco que ver con la generación del problema. La gestión del riesgo ante el cambio climático exige considerar no sólo la amenaza del calentamiento o las alteraciones en el ciclo hidrológico, sino también la vulnerabilidad actual y futura de los países.

Un concepto fundamental en el análisis de riesgos ante el cambio climático es justamente el de *vulnerabilidad*, definida como el nivel en el que un sistema es susceptible –incapaz de hacer frente– a los efectos adversos del *cambio climático*, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos (IPCC, 2001). La vulnerabilidad se da en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, de su sensibilidad, y de su capacidad de adaptación. Las vulnerabilidades clave de una sociedad se dan en aquellos sistemas que son sensibles al clima, por ejemplo los de abastecimiento de alimentos, infraestructura, salud, recursos hídricos, sistemas costeros, ecosistemas y ciclos biogeoquímicos, entre otros.

3.1.1 Aspectos conceptuales

Aunque todos los países, así como todas las regiones y sectores de un país, son potencial-

mente susceptibles de sufrir impactos por el cambio climático –es decir, son vulnerables–, también se sabe que su grado de vulnerabilidad está relacionado con diversos factores sociales, económicos y geográficos. Al respecto, la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2002) ha señalado que la falta de crecimiento económico, la desigualdad, la existencia de marcos legales deficientes y las presiones demográficas, son factores que elevan la vulnerabilidad ante la variabilidad climática y los eventos hidrometeorológicos extremos.

El riesgo ante el cambio climático combina las amenazas o peligros propios del clima (tales como lluvias y sequías) con la vulnerabilidad (aspectos socioeconómicos, pérdida de suelos, manejo inadecuado del agua). Cualquier modificación en estas condiciones afectará el riesgo de una población en una región particular. Esta afectación de grupos, sectores o regiones a los riesgos por la exposición a condiciones climáticas se describe mediante indicadores que al ser analizados permiten identificar prioridades y establecer medidas de adaptación (Downing y cols., 2005).

Otro elemento importante es la manera en que los sistemas sociales aprovechan los recursos naturales. Ésta se relaciona con aspectos de tipo cultural, educativo y legal, entre otros. Por ejemplo, se ha encontrado que los niveles de desarrollo y el crecimiento poblacional inciden de forma importante sobre la vulnerabilidad ante el aumento en el nivel del mar (Nicholls, 2004; Nicholls y Tol, 2006). Las vulnerabilidades específicas de algunos grupos sociales son por lo común

mucho más altas que las de la población en su conjunto (Schneider y cols., 2007). Lo anterior indica que algunos grupos sociales no cuentan con capacidades para adaptarse y que ante una misma amenaza son más propensos que otros al daño y a la pérdida y que su vulnerabilidad puede aumentar o disminuir con acciones concretas.

Cuando se analiza la vulnerabilidad se debe considerar la interrelación que existe entre las características geográficas, las condiciones de la población (como el nivel socioeconómico o las características demográficas) y los servicios (salud, sanitarios, suministro de agua, protección civil, entre otros) (Downing y cols., 2005). Así, eventos hidrometeorológicos extremos causan daño a la salud física y psicológica de la población humana afectada, que a la vez se encuentra habitando un espacio que ha visto dañada su infraestructura de comunicación, de servicios de salud, de abastecimiento de alimentos y agua, todo en un tiempo que se puede extender en función de la gravedad de los impactos. Por ello, la vulnerabilidad de un país no radica sólo en una posición geográfica y en las variaciones de su clima, sino también en la falta de políticas públicas eicientes que se enfoquen en mejorar las condiciones de la vida de la gente y en lo que el PNUD ha definido como el *desarrollo de las capacidades*; esto es, crear y fomentar las habilidades de individuos, instituciones y sociedad para identificar y resolver problemas, establecer objetivos y alcanzar metas en cuestiones de desarrollo humano, social y urbano, en un marco de desarrollo sustentable.

Con el fin de proteger a las personas y a los diversos sectores socioeconómicos de los impactos futuros del cambio climático, es necesario elaborar hoy una evaluación de la vulnerabilidad, que considere las capacidades de adaptación y que se concentre en las

poblaciones, sectores y regiones que pueden verse más afectados por las consecuencias de las variaciones climáticas actuales y las del cambio climático proyectado. Especial atención requieren aquellos grupos demográficos presumiblemente más vulnerables, tales como niños pequeños, ancianos, mujeres, las personas en situación de pobreza de las zonas urbanas, y poblaciones expuestas a riesgos de enfermedades asociadas al cambio climático.

Son particularmente vulnerables aquellas poblaciones pobres que tienen una elevada dependencia de los recursos naturales y una limitada capacidad de adaptación a un clima cambiante; con toda seguridad, los impactos previstos agravarán su actual estado de pobreza. El cambio climático reducirá las posibilidades de proveer agua potable en zonas de escasez, lo que puede afectar negativamente a la salud de sus pobladores y presentará una auténtica amenaza a la seguridad alimentaria: además, la lucha entre diversos sectores por el recurso, podría propiciar conflictos. Los fenómenos climáticos pondrán en serio peligro los medios de vida, incrementando aún más las desigualdades entre regiones, no solamente en México, sino en todo el mundo.

3.1.2 Vulnerabilidad en México

En el país, muchas regiones sufren de vulnerabilidad ante el cambio y la variabilidad del clima, que van desde riesgos de sequía a un creciente problema de enfermedades transmitidas por vectores. Así, el análisis del contexto socioeconómico es de suma importancia para proyectar escenarios de vulnerabilidad, pues los impactos del cambio climático dependerán no sólo de la magnitud del mismo, sino también de la capacidad de adaptación de los sistemas naturales y humanos, incluyendo las estructuras y las organizaciones sociales y locales.

La situación geográfica y las condiciones climáticas, orográficas e hidrológicas, entre otros factores, contribuyen a que nuestro país esté expuesto a eventos hidrometeorológicos que pueden causar desastres y cuyos efectos se verán exacerbados por el cambio climático.

Algunos sectores vulnerables del país son los ubicados en las zonas semi-áridas y que necesitan de agua para sus procesos, como el industrial y el agropecuario. Al contar con menos disponibilidad del líquido, por aumento de la evapotranspiración, sus niveles de producción podrían verse afectados. Por otra parte, en estas zonas, así como en aquellas en las que la marginación y la falta de servicios agraven la escasez, la población podría sufrir de estrés hídrico. También, ante eventos meteorológicos extremos en donde haya precipitación intensa, las poblaciones marginadas en particular, pueden verse devastadas por efectos de inundaciones y deslaves.

En cuanto a aspectos orográficos, debe señalarse que México tiene un relieve muy accidentado, lo que propicia asentamientos humanos en pendientes muy inclinadas, en particular asentamientos irregulares en zonas metropolitanas, los cuales son muy vulnerables a sufrir deslaves por la erosión hídrica. De igual manera, las zonas costeras presentan una alta vulnerabilidad al impacto de diversos fenómenos naturales, en especial a huracanes (INESEMARNAT, 2006b).

Con el fin de reducir la vulnerabilidad ante eventos hidro-climáticos extremos, se debe promover una cultura preventiva en todos los ámbitos del desarrollo nacional (CICC, 2007). Un ejemplo de lo que puede hacerse, es el esfuerzo realizado en educación y sensibilización para la prevención y respuesta a emergen-

cias ante fenómenos naturales potencialmente dañinos, que está a cargo del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) y de la Coordinación General de Protección Civil de la SEGOB.

3.2 Adaptación

En cada fase de la historia humana se han presentado retos por cambios en las condiciones ambientales y en general las sociedades han pasado a ser altamente adaptables (Ausubel y Langford, 1997).

Sin embargo, para enfrentar los efectos del cambio climático será necesario desarrollar capacidades preventivas y de respuesta ante los posibles impactos adversos. Éstas incluyen la generación de información y conocimiento sobre la vulnerabilidad de distintas regiones y sectores del país, así como de los impactos potenciales, el desarrollo de estrategias específicas, y el trabajo coordinado de las distintas instancias del gobierno y la sociedad (PNUD/GEF, 2005).

El IPCC define a la adaptación como "...los ajustes en sistemas ecológicos, sociales o económicos que se dan en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados y sus efectos o impactos. Se refiere a los cambios en los procesos, prácticas y estructuras para moderar los daños potenciales o para beneficiarse de las oportunidades asociadas al cambio climático" (IPCC, 2001). La adaptación, debe surgir de un proceso de toma de decisiones en el que participen todas las partes involucradas.

3.2.1 Aspectos conceptuales

La adaptación es un proceso continuo de respuesta a fuerzas externas o futuros previstos,

e involucra procesos como detección de señales, evaluación, decisión y retroalimentación. Este proceso puede ser localizado o bien instrumentado a nivel general y a partir de su objetivo puede disminuir la vulnerabilidad o modificar los efectos de las condiciones anómalas del clima. La adaptación puede involucrar cambios tecnológicos, de conducta, financieros, institucionales o de información (Hulme, 2003).

En los sistemas naturales el potencial de adaptación es mucho menor en comparación con los de los sistemas sociales y de mercado. En general, se reconoce que será mucho más difícil, tanto para los sistemas humanos como para los naturales, adaptarse a grandes cambios de la temperatura que a pequeños cambios, y que la adaptación será más difícil y/o costosa ante tasas de calentamiento rápidas que ante tasas lentas (Schneider y cols., 2007).

Los sistemas socioeconómicos pueden tener adaptaciones autónomas -que se den como espontáneas- (por ejemplo modificaciones hechas por los campesinos en el tipo de cultivos ante cambios en los patrones de lluvia) y adaptaciones planeadas en las que hay un objetivo específico en un tiempo dado y en las que participan diversos actores -individuos, sector privado o gobierno- (Smith y cols., 2000).

Los impactos del cambio climático, ya identificados y proyectados, deben juzgarse con base en el perjuicio o beneficio que pueden causar a los sistemas naturales y humanos. La adaptación puede reducir impactos potencialmente peligrosos y disminuir la vulnerabilidad de los sistemas; sin embargo, al planificar e instrumentar políticas nacionales, sigue siendo necesario fortalecer la capacidad técnica, financiera e institucional (Schneider y cols., 2007).

En sectores como energía, turismo, agua y salud las adaptaciones pueden incluir reordenamientos territoriales y ecológicos, tales como la adaptación en zonas costeras que pueden considerar cambio en el uso del suelo y la protección de áreas críticas. Por lo mismo, en México las tendencias hacia re-valorar los servicios que brindan los ecosistemas son de la mayor importancia. La adaptación requiere del compromiso de autoridades en los tres órdenes de gobierno: municipal, estatal y federal. Debe entenderse que la adaptación se da en los niveles locales y que para la mayoría de las autoridades municipales tienen más sentido las estrategias de adaptación, pues en ellas se ven con claridad las amenazas y las oportunidades.

En algunos casos, las adaptaciones requieren de una intervención pública que va más allá del alcance local. Unas adaptaciones se dan a corto y otras a largo plazo; un ejemplo del segundo caso sería transformar la producción agrícola en un sistema más robusto (Seo, 2007). Para estimar los beneficios de la adaptación y apoyar la toma de decisiones en este sentido, resulta fundamental trabajar con escenarios del futuro de la región o sector de interés; bajo tal esquema se pueden contemplar los beneficios que una u otra adaptación puede traer.

La adaptación incluye también acciones espontáneas que deberían ser instrumentadas a diversas escalas, desde individuales que no necesariamente lograrían producir una adaptación sistémica; hasta otras más generales. Por su parte, una adaptación sistémica podría no conllevar beneficios para todos los individuos (Thomas y Twyman, 2005). Por ejemplo, las adaptaciones, como los sistemas de alerta temprana, no alcanzarían a las comunidades pobres o no se ajustarían a sus necesidades lingüísticas (Ferguson, 2003).

La evaluación de la capacidad de adaptación puede realizarse con base en costos, beneficios, equidad, eficiencia, urgencia y capacidad de instrumentación (Smith y cols., 2000); también se sugiere considerar otros indicadores, estimados con valores históricos, ya sea presentes o proyectados al futuro.

Aunque existe incertidumbre respecto de cuándo, dónde y de qué magnitud serán los cambios en el clima, hay un alto grado de certeza de que ocurrirán.

La adaptación como estrategia requiere de la creación y el fortalecimiento de vínculos entre el sector privado-estado-sociedad civil, que formen parte de una política de estado estratégicamente estructurada.

3.2.2 Adaptación en México

En los últimos años, el gobierno mexicano se ha concentrado de forma importante y constante en identificar medidas y políticas que pueden reducir la vulnerabilidad de la sociedad al cambio climático. Con la participación de diversas instituciones nacionales e internacionales, ha llevado a cabo actividades enfocadas a diferentes sectores.

Una de las acciones más recientes es la creación, en abril de 2005, de la *Comisión Intersecretarial de Cambio Climático* (CICC), integrada por los titulares de las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Comunicaciones y Transportes; Economía; Desarrollo Social; Energía; y Relaciones Exteriores. La Comisión cuenta, además, con un *Consejo Consultivo de Cambio Climático*, presidido por el Dr. Mario Molina (Premio Nobel de Química 1995), e integrado por 23 especialistas en el tema. La Comisión

tiene como objetivos coordinar el desarrollo de políticas nacionales para prevención y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero; incorporar acciones de adaptación a través de los diversos sectores; así como, desarrollar los marcos legales que permitan instrumentar dichas propuestas, y lograr el cumplimiento de los compromisos suscritos ante la CMNUCC (CICC, 2007).

En mayo de 2007, se presentó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), la cual refleja el compromiso del Ejecutivo Federal en relación con la mitigación y la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, sobre la base del reconocimiento del problema como uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la humanidad.

En marzo de 2007, la CICC creó el Grupo de Trabajo para Estrategias y Políticas de Adaptación (GT-ADAPT), cuya presidencia y coordinación están a cargo del Instituto Nacional de Ecología (INE). En este grupo participan las Secretarías que son miembros de la CICC, además de delegados de las Secretarías de Turismo, de Salud (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios), de Gobernación (Centro Nacional para la Prevención de Desastres); y del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Asimismo participan delegados del Instituto Nacional de Ecología, de la Comisión Nacional del Agua, del Servicio Meteorológico Nacional, del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y de la Comisión Nacional Forestal. Los miembros de este grupo están trabajando para elaborar el componente de adaptación del Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012, inscrito en la ENACC, el cual estará listo durante el 2008.

Otra iniciativa a destacar es el planteamiento en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, de impulsar medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático conforme a las siguientes estrategias:

- Promover la inclusión de los aspectos de gobernabilidad a la adaptación al cambio climático en la planeación y quehacer de los distintos sectores de la sociedad.
- Desarrollar escenarios climáticos regionales de México.
- Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
- Promover la difusión de información sobre impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático.

Entre las actividades que se han realizado están el incremento en el número de foros, talleres y publicaciones, así como la elaboración de portales de Internet que ofrecen información sobre el tema destinada a diversos sectores de la población, y sobre la vulnerabilidad y riesgo por entidad federativa y por sector (INE-SEMARNAT, 2006b).

La vulnerabilidad futura no sólo depende del cambio climático, sino también de la trayectoria del desarrollo. En este sentido, Molina (2007) afirma que “Si tomamos las medidas apropiadas, México, sin sacrificar su crecimiento, puede gozar de un desarrollo sustentable que garantice nuestro bienestar y el de las generaciones futuras y puede contribuir, así mismo, a resolver un problema mundial de la mayor importancia”.

Es clara la relación existente entre las condiciones de vulnerabilidad que presente un sector o una comunidad y las necesidades que tiene dicho sector o comunidad de esta-

blecer medidas de adaptación. Sin pretender una relación completa y definitiva, se enuncian a continuación algunos ejemplos tomando como eje las consecuencias que el cambio climático puede traer.

3.3 Posibles consecuencias para los sistemas naturales

Existe la posibilidad de que ocurran cambios sustanciales en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres ante un calentamiento global de entre 2 y 3°C por encima de los niveles de la época pre-industrial; también ocurrirán cambios importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas marinos y otros ecosistemas acuáticos.

Es probable que los ecosistemas y las especies muestren un amplio rango de vulnerabilidades ante el cambio climático, dependiendo de la exposición específica de cada uno y de los umbrales que se consideran críticos.

A continuación se describen aspectos relacionados con la vulnerabilidad de diversos sectores, posibles consecuencias, medidas de adaptación, proyecciones y vulnerabilidad de las entidades federativas (IPCC, 2007a, 2007b; INE-SEMARNAT, 2006b; INE-SEMARNAT, 2007).

3.3.1 Biodiversidad

Existe evidencia de que el cambio climático está afectando a los sistemas biológicos e hidrológicos, a los recursos hídricos y a las zonas costeras. El cambio climático incrementará la pérdida de biodiversidad y con ello la disminución en muchos de los servicios ecosistémicos, lo cual repercutirá en los sistemas productivos.

El incremento de la temperatura provoca un fenómeno de ruptura de sincronía, en el que las estaciones del año se ven alteradas junto con los ciclos de plantas y animales. Por ejemplo, los tiempos de procesos como el crecimiento y el brote de las hojas, la migración y el nacimiento de animales se ven alterados. Además, las especies que tienen dependencia entre sí no se adaptan a los cambios al mismo ritmo.

Los efectos en la biodiversidad pudieran tener repercusión en la seguridad alimentaria, así como reducir el número de especies de valor farmacéutico o cultural (por ejemplo, especies de importancia etnobotánica).

La concentración en grandes extensiones de un solo cultivo para uso energético podría excluir a plantas y animales que contribuyen a la diversidad del ecosistema, haciendo los campos ecológicamente semi-desiertos. Así, la producción de biocombustibles, que está siendo fuertemente impulsada por algunos sectores, pudiera traer ciertos riesgos. De acuerdo con una declaración del Director Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA) "... existe el riesgo de una mayor degradación ambiental por el desplazamiento de las áreas de producción de biocombustibles a zonas donde pueden afectar la biodiversidad" (Diario El Observador, 2007).

El cambio climático puede afectar aquellos socioecosistemas que proveen de servicios ambientales. Entre ellos están los de provisión (bienes tangibles, recursos finitos aunque renovables, de apropiación directa, que se pueden medir, cuantificar e incluso poner precio); los de regulación (beneficio al entorno en el que se desarrolla la población humana, tales como el control de inundaciones y la resistencia a los ciclones e incendios); los culturales (como belleza

escénica de un cuerpo de agua, arroyos, cascadas y humedales); y de soporte (por ejemplo, procesos hidrológicos, retención y almacenamiento de nutrientes en el suelo, regulación de poblaciones de plantas, animales, hongos y otros, y mantenimiento de una concentración de gases favorable en la atmósfera). Con base en el tipo y gravedad del impacto climático en un socioecosistema particular, el daño en el servicio puede afectar a un grupo humano en una región dada o bien ir más allá de las fronteras ecológicas del efecto (Maass, s/f.).

Existe una vulnerabilidad en los ecosistemas terrestres como reservas importantes de carbono, en razón del cambio climático actual y/o por los impactos del cambio en el uso del suelo.

Flora

La vulnerabilidad actual y futura de los bosques está determinada en gran medida por factores no climáticos como la deforestación y el manejo no sustentable de los recursos forestales, a los cuales se suman fenómenos relacionados con el cambio climático, como aumento en la temperatura y modificaciones del ciclo hidrológico y en la frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos.

El cambio climático conllevará aumentos de temperatura y déficit de humedad en el suelo, que constituyen, como ya ocurrió en 1998, una seria amenaza para el sector forestal debido a incendios (INE-SEMARNAT, 2006b). En ese año, se reportaron 14,445 incendios en todas las entidades federativas, que afectaron 849,632 hectáreas (Villers y Hernández, 2007). El impacto de estos incendios fue de diferente magnitud, los más graves se propagaron en 10 de las 32 entidades federativas, ocasionando graves perjuicios a los ecosistemas y la muerte de 70 personas (Villalobos, 1998).

En cuanto a la vulnerabilidad actual de los bosques ante condiciones extremas, los estados que presentan una menor resiliencia son Aguascalientes, Baja California, Campeche, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Michoacán, Morelos, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas. En Chiapas y en Oaxaca existe además la amenaza de que desaparezcan bosques templados (INE-SEMARNAT, 2007).

Se reporta un aumento en la tendencia de que ocurran incendios forestales en Aguascalientes, Campeche, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Michoacán, Morelos, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas (INE-SEMARNAT, 2007).

Varios escenarios indican que existe una tendencia a la sabanización de los bosques tropicales del centro y sur de México, mientras que la vegetación semi-árida podría ser reemplazada por vegetación de regiones áridas en la mayor parte del centro y norte. Los bosques de niebla tropicales de las regiones montañosas se verán afectados si la temperatura aumenta entre 1 y 2°C durante los próximos 50 años; ello, debido a los cambios en la altitud de la base nubosa durante la estación seca (Magrin y cols., 2007). Algunas plantas se podrían extinguir en lugares con baja elevación y montañas aisladas, pues este tipo de relieve no favorece la adaptación natural al incremento en la temperatura (FAO, 2002).

Ciertos escenarios de adaptación se han enfocado en establecer una reducción de la tasa de deforestación igual a la media nacional, que es de 0.64%, menos drástica que la actual, y en disminuir los incendios forestales a una proporción de sólo el 0.01% de la superficie boscosa anualmente. Como complemento de estas medidas de adaptación se puede pensar en un aumento de la reforestación de 2% anual (INE-SEMARNAT, 2006).

En cuanto a la vulnerabilidad futura, se puede decir que los cambios en temperatura (+2°C) y precipitación (-10%) favorecerán climas cálidos y húmedos con bosques tropicales perennifolios y climas cálidos subhúmedos con bosques tropicales caducifolios y subcaducifolios en Aguascalientes, Baja California, Campeche, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Colima, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Yucatán y Zacatecas (INE-SEMARNAT, 2007).

Existe incertidumbre en torno a los impactos específicos del cambio climático por región o bosque particular. Sin embargo sabemos que, si algún sistema en México es clave para enfrentar los potenciales impactos del cambio climático, es el de los bosques; de ahí la necesidad de frenar su destrucción mediante una política de manejo, restauración, conservación y recuperación. Durante el año 2007, el gobierno federal realiza un esfuerzo por repartir alrededor de 250 millones de árboles en el territorio para sembrarlos a nivel nacional (Programa Pro Árbol) (PND, 2007), lo que significa una cuarta parte de la meta establecida por el PNUMA a nivel mundial en la iniciativa *Plantemos para el planeta: Campaña de los mil millones de árboles* (PNUMA, 2007), sin embargo estos esfuerzos deben enmarcarse en un programa nacional forestal que incluya no sólo la reforestación, sino el manejo sustentable y que incentive la deforestación evitada.

Fauna

Se considera que existe la probabilidad de que entre una quinta y una tercera parte de especies evaluadas presenten un mayor riesgo de extinción si las temperaturas globales promedio exceden un calentamiento de entre 2 y 3°C por encima de los niveles de la época pre-industrial.

Algunos modelos muestran que los espacios ocupados actualmente por muchas especies, pasarán a ser inadecuados para éstas en la medida en que el clima vaya cambiando. A través de modelaje de proyecciones de distribución de las especies para el 2050, se deduce que en el país podría haber un incremento agudo de casos de extinción de mamíferos (de 8 ó 26%), aves (de 5 a 8%) y mariposas (de 7 a 19%) (Thomas y cols., 2004).

Como en el caso de los bosques, la mayor amenaza en el corto plazo sigue siendo la destrucción del hábitat. De continuar la fragmentación de los ecosistemas, la vulnerabilidad de la fauna ante el cambio climático será mayor.

Suelo: *desertificación, erosión y sequía*

Se encuentran problemas de desertificación en Hidalgo, Nayarit y se prevé que ocurran en Colima, Jalisco y Querétaro, y que se intensifiquen en Nayarit (INE-SEMARNAT, 2007).

La pérdida de suelo fértil incrementa las condiciones de vulnerabilidad ante el cambio climático, al agravar los problemas de sequía, que si bien se pueden presentar en todo el país, tienen las peores consecuencias en regiones donde la oferta de agua es limitada, sobre todo en el norte.

La pérdida de cobertura vegetal hará más grave el efecto de los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos de precipitación, que se esperan ocurrirán por el cambio climático.

El Plan de Acción contra la Desertificación en México, incluye una campaña permanente que se lleva a cabo en las regiones donde la desertificación es manifiesta. Como parte de dicha campaña se conjuntan acciones para frenar y revertir la desertificación y lograr un desarrollo productivo satisfactorio para sus pobladores.

En el presente y en el futuro, los estados sujetos a sequía son Baja California, Baja California Sur, Michoacán, Puebla, Sonora, Tlaxcala y Veracruz (INE-SEMARNAT, 2007).

En el caso del Estado de México, la erosión eólica aumentará durante el periodo seco del año, alcanzando desde niveles severos (76% de la superficie de la entidad) hasta extremos (4%). En las tierras donde exista la clase de riesgo severo, se estima que se podrían llegar a perder entre 50 y 200 toneladas de suelo al año por cada hectárea, si prevalecen las condiciones favorables para que actúe el viento. Actualmente se estima un riesgo de pérdida de suelo superior a 25 toneladas por hectáreas al año en 37 de la superficie de la entidad (INE, SEMARNAP, 1995).

Costas

En las próximas décadas, las costas de todo el mundo estarán expuestas a mayores riesgos debido a factores del cambio climático. El aumento en el nivel del mar, que tiene una inercia sustancial, continuará por varios siglos más allá del 2100, incluso si las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera fueran hoy estabilizadas (IPCC, 2007a).

En México, las zonas costeras pueden seguirse viendo afectadas por eventos hidrometeorológicos extremos y padecer inundaciones. Algunos ecosistemas de estas zonas (como manglares y humedales), deben fortalecer su valor como factores de adaptación ante eventos hidrometeorológicos extremos, pues actúan como defensa a manera de amortiguadores.

El aumento en el nivel del mar constituye una amenaza para diversas regiones del Golfo de México y del Mar Caribe. En el estado de Quintana Roo las bahías de Sian Ka'an y Chetumal son consideradas como las zonas más vulnerables. En Tabasco, la

zona deltaica de los ríos Grijalva, Mazcapala y Usumacinta es de alta vulnerabilidad ante el aumento en el nivel del mar, pues ahí han ocurrido fuertes y drásticas modificaciones, como el cambio acelerado de la línea de costa por erosión e inundación de las tierras bajas; alteración del uso de suelo; ampliación de la actividad ganadera con reemplazo de zonas de pantanos y marismas por pastizales. En Tamaulipas y Veracruz los gradientes de la línea de las costas serán más pronunciados debido a la presencia de barreras arenosas y de dunas que modifican el avance y penetración de la cuña salina. La elevación del nivel del mar afectará a la Laguna de Alvarado, en Veracruz, y a Los Petenes, en Yucatán (INESEMARNAT, 1997).

Este aumento podrá afectar al uso del suelo y a la infraestructura de estas zonas y también a los arrecifes coralinos mexicanos. Además, el crecimiento poblacional y los nuevos desarrollos urbanos y turísticos en zonas costeras destinados a poblaciones de poder adquisitivo alto podrían hacer mayor el daño social y económico ante el aumento en el nivel del mar y los impactos más intensos de eventos hidrometeorológicos.

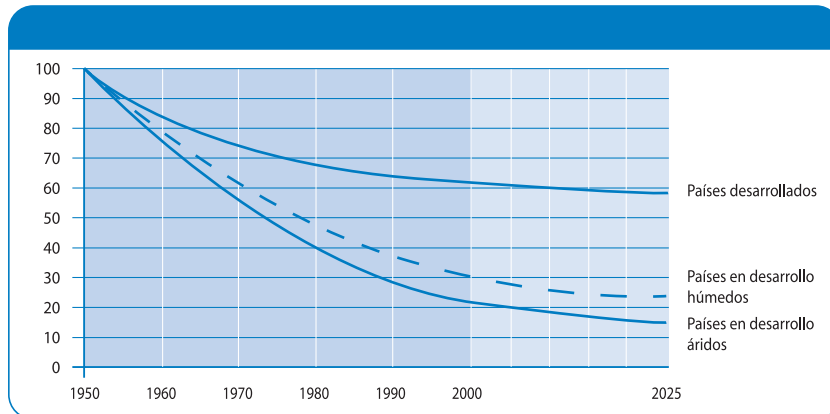
3.3.2 Sector hídrico

Se considera que el sector hídrico es uno de los más vulnerables al cambio climático; los aumentos en evapotranspiración, resultado del calentamiento del planeta, reducirán la disponibilidad de agua a la vez que serán mayores las demandas por el recurso. Dicha condición tenderá a afectar principalmente a los más pobres y es predecible que resulte en graves conflictos sociales.

Por un lado, el aumento de las temperaturas y de la intensidad en la precipitación, así como los cambios en el ciclo hidrológico en general, exacerban muchas formas de contaminación del agua, lo que impacta en los ecosistemas, la salud humana, la estabilidad de los sistemas hídricos y los costos de operación. Por otro lado, en condiciones de sequía severa, las prácticas agrícolas inadecuadas (manejo de riego del agua combinado con deforestación, erosión del suelo y uso excesivo de agroquímicos) reducirán la calidad y la cantidad del agua superficial y los mantos freáticos. De esta forma, se puede decir que el cambio climático agravará la disponibilidad y calidad del recurso, la vulnerabilidad a la contaminación, la demanda y la competencia entre sectores.

La Figura 5 muestra cómo ha disminuido la disponibilidad de agua en los últimos 50 años en países desarrollados y en países en desarrollo con condiciones de humedad y con condiciones de aridez; también expone las proyecciones para el año 2025.

Figura 5. Disponibilidad de agua *per capita* (1950-2025)



Fuente: PNUD, 2006a.

La naturaleza árida de algunos estados del centro y norte del país provoca una presión constante sobre la disponibilidad de agua; las sequías causadas por ondas de calor inusuales tienen impactos sustanciales en la economía y en el medio ambiente. La irrigación no es económicamente viable en algunas regiones, lo que incrementa la vulnerabilidad agrícola a la sequía (Few y cols., 2006). Un ejemplo claro de la diferencia en la vulnerabilidad se observa entre los campesinos y granjeros mexicanos y estadounidenses que viven en la frontera entre ambos países, con condiciones biológicas y físicas similares pero con características sociales, políticas, económicas e históricas diferentes (Vásquez-León y cols., 2003).

Diversos socioecosistemas sufren de disponibilidad de agua por debajo de los valores recomendados internacionalmente. En México se encuentran cuencas que sufren estrés con una disponibilidad de agua *per capita* por debajo de los 1,000 m³/año. En el norte de México existen regiones importantes en donde los modelos señalan una disminución en la escorrentía (10-30%) (Magrin y cols., 2007).

En Oaxaca la deforestación en las partes altas del estado ha hecho disminuir la captura de

agua; esto, -junto con la creciente demanda de agua de las ciudades- propiciará que en el futuro la competencia por este recurso se incremente si no se regulan sus usos.

Uno de los resultados que se puede destacar, es que por medio de un constante diálogo con las instituciones, habitantes y autoridades, se han tenido experiencias exitosas en la realización de diagnósticos regionales de la vulnerabilidad de los sectores ante amenazas climáticas y no climáticas. Así mismo, se logró avanzar en propuestas de adaptación por consenso, que llevan a una aceptación de las mismas entre la mayoría de las partes interesadas. Un ejemplo de estos esfuerzos es la experiencia llevada a cabo en Hermosillo, Sonora, en donde se desarrolló un proyecto de adaptación relacionado con el agua, que tuvo como base escenarios de cambio climático y en el que participaron diversos actores clave. Esta experiencia llevó a construir propuestas de adaptación que fueran viables y que sirvieran a los tomadores de decisiones del sector agua de la ciudad. El proyecto demostró la posibilidad de pasar de discusiones de orden académico a agendas de desarrollo, con la participación de todos los interesados (INE-SEMARNAT, 2006b).

Este tipo de esfuerzos en cuestiones de adaptación al cambio climático permite identificar elementos fundamentales para el diseño de una política pública a partir de un diagnóstico.

Para enfrentar el cambio climático, el sector hídrico debe impulsar estrategias integradas que establezcan los niveles de uso de agua dentro de los límites de la sustentabilidad ecológica, y proporcionen un marco de planificación coherente para todos los recursos hídricos. Además, se requiere de actividades de protección, conservación y restauración de cuencas, así como mejorar la cobertura y alcances de la red hidrometeorológica de las estaciones. Otras acciones son: fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola; propiciar el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico; promover la cultura con enfoque de equidad de género para su uso adecuado y disminuir los riesgos; atender los efectos de inundaciones y sequías; seguir investigando sobre su vulnerabilidad al cambio climático; y generar recursos para fortalecer los programas de conservación de bosques y del suelo.

Resulta primordial que haya gobernabilidad sobre el recurso agua, con una gestión sustentable del mismo como parte integral de las estrategias nacionales para la reducción de la pobreza.

3.4 Posibles consecuencias para los sistemas humanos

3.4.1. Sistemas sociales

a) Salud humana

Se considera que actualmente el cambio climático contribuye a la carga global de enfermedades y de muertes prematuras a nivel mundial. Ha aumentado el número de personas

que mueren y sufren enfermedades debido a ondas de calor, inundaciones, tormentas, fuegos y sequías; también hay un mayor número de casos de enfermedades diarreicas y un aumento en la frecuencia de enfermedades cardiorrespiratorias debido a concentraciones de ozono. Además, se ha alterado la distribución de algunas enfermedades transmitidas por vectores y de algunas especies de polen alergénicas (Confalonieri y cols., 2007).

Las grandes urbes, como la Ciudad de México, sufren de una pobre calidad del aire debido a altas emisiones de contaminantes y, con frecuencia, a patrones atmosféricos que, en combinación con la topografía, disminuyen la posibilidad de la dispersión de los gases y partículas nocivas. El efecto del aumento de la temperatura sobre la calidad del aire es un tema de gran interés y preocupación; dicha situación puede agravar la contaminación por ozono (Molina y Molina, 2002, Kinney y cols., 2005), elemento asociado con un incremento en las admisiones hospitalarias por infecciones respiratorias de vías bajas y por asma en niños (Romieu y cols., 1996). El gobierno mexicano ha hecho esfuerzos por mejorar la calidad del aire a través de diversas políticas ambientales, lo cual tiene repercusiones directas en la salud al disminuir la concentración de los contaminantes.

En lo que respecta a fallecimientos por ondas de calor, se ha registrado un mayor impacto en la población de más de 65 años y en personas cuya salud está deteriorada. Este impacto se nota particularmente en lugares con temperaturas extremas como Sonora y Baja California, en donde un aumento de apenas 1°C lleva a incrementos significativos en la mortalidad (INE-SEMARNAT, 2006b); sólo entre marzo y agosto de 2007 se reportaron 22 muertes por golpe de calor (El Universal, 2007). Este riesgo será mayor en

el futuro, por lo que se es urgente establecer una estrategia de adaptación que proteja a los más vulnerables.

En algunas costas del Golfo de México se ha asociado el incremento en la temperatura de la superficie marina, la temperatura mínima y la precipitación, con un aumento en los ciclos de transmisión del dengue (Hurtado-Díaz y cols., 2006).

La vulnerabilidad de la población mexicana ante el cambio climático se relaciona con: existencia de viviendas en sitios peligrosos, amenazados por inundaciones y deslaves; poblaciones pobres y marginadas que viven en condiciones que propician el desarrollo de enfermedades transmitidas por vectores; ancianos y niños sensibles a ondas de calor y que no cuentan con sistemas de aire acondicionado, así como poblaciones que habitan en zonas desérticas y que, en condiciones de sequía, podrían tener una menor disponibilidad de alimentos y agua.

La alta densidad poblacional en regiones con costas bajas es un factor propiciatorio para que se presente una alta carga de enfermedad debido a eventos hidrometeorológicos extremos en asentamientos ubicados en la zona costera (Nicholls y cols., 2007). Estos problemas de salud impactan no sólo por muertes, lesiones, enfermedades transmisibles y de salud mental a corto plazo, sino por sus repercusiones en la salud a largo plazo por daños en la vivienda, la infraestructura urbana y de servicios.

Una preocupación muy importante es la relacionada con la migración humana y con los cambios en los patrones de enfermedades que demandan una mayor coordinación inter-gubernamental y acciones trans-fronterizas (Magrin y cols., 2007).

Con el fin de enfrentar los impactos del cambio climático en la salud de la población mexicana, se considera muy importante que se tome conciencia, en los diversos órdenes de gobierno, que se subsane la falta de información a partir de sistemas de vigilancia epidemiológica de enfermedades relacionadas con el cambio climático, y que se establezcan evaluaciones de riesgo para diferentes regiones del país, que consideren su vulnerabilidad específica. Es fundamental considerar el desarrollo de sistemas de alerta temprana que incluya a los grupos con alta vulnerabilidad y que ayude a facilitar las intervenciones en salud pública a partir de problemas ambientales.

b) Seguridad alimentaria

En latitudes medias y altas, un calentamiento moderado beneficiaría los campos agrícolas y de pastoreo; sin embargo, en regiones secas y de latitudes bajas, aun pequeños aumentos en la temperatura disminuirían las cosechas estacionales. Así mismo, se proyecta el aumento en el comercio de alimentos, con una mayor dependencia de alimentos importados en la mayoría de los países en vías de desarrollo (Easterling, 2007).

Para una proporción importante de personas en países en vías de desarrollo, las proyecciones relativas al cambio climático indican que habrá medios de sustento menos seguros, mayor vulnerabilidad al hambre y la pobreza, acentuación de las desigualdades sociales y una mayor degradación ambiental. Las pérdidas en la agricultura producirán efectos multiplicadores que se diseminarán a través de economías enteras y transmitirán la pobreza de las áreas rurales a las áreas urbanas (PNUD, 2006b).

Según estimaciones en cuanto al rendimiento agrícola, si se consideran los efectos del CO₂, podrían darse rangos en la reducción de cosechas del orden del 30% (Parry y cols., 2004), lo que impactaría la disponibilidad de alimentos, en particular entre la gente pobre.

A partir del impacto en la producción de alimentos, diversas proyecciones sugieren que el cambio climático podría aumentar la desnutrición mundial entre un 15 y un 26%, lo que elevaría el número absoluto de personas desnutridas en 120 millones en el año 2080 (Fischer y cols., 2002), con efectos adicionales como los que inciden en el desarrollo y crecimiento infantiles (Confalonieri y cols., 2007).

Se puede esperar que la disminución en la retención de humedad en el suelo disminuya la productividad y aumente el riesgo de fracaso de las cosechas. La susceptibilidad a las sequías y a las inundaciones aumentará con el tiempo, teniendo impacto en las zonas agrícolas (PNUD, 2006b). Es posible que mercancías perecederas sean de las más sensibles en los mercados de venta al menudeo y que el cambio climático altere los orígenes y el procesamiento de los productos agrícolas (Wilbanks y cols., 2007).

Lo accidentado de los suelos y las condiciones socioeconómicas en México hacen particularmente vulnerable al sector agrícola frente a los cambios del clima, la disminución de las lluvias y a la presencia de heladas. Por ejemplo, la producción de maíz ha mostrado una gran vulnerabilidad ante la variabilidad climática en el país, en particular ante las sequías. Los escenarios del sector agrícola bajo cambio climático indican reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos de hasta 4.2% en la superficie no apta para su cultivo (INE-SEMARNAT, 2006b). En Veracruz se es-

pera que ocurra una reducción en tierras apropiadas para el cultivo del café de entre el 73 y el 78% (Gay y cols., 2004).

Para el Estado de México se estima que en sus regiones altas, el aumento de 2°C favorecerá las zonas de cultivo de maíz; el cambio en la precipitación pluvial también favorecerá una mayor productividad. En Oaxaca, la agricultura de temporal depende en gran medida de la precipitación anual, por lo que resulta vulnerable a los periodos de sequía. En años recientes ha crecido la agricultura de riego por bombeo de agua, mermando los mantos freáticos.

La sobreexplotación de los recursos naturales ha deteriorado importantes hábitats del Golfo de México, incluyendo áreas protegidas de manglares, estuarios y marismas, los cuales sirven de refugio y lugar de reproducción de una gran cantidad especies silvestres de flora y fauna -muchas de ellas sustento de poblaciones humanas locales-, así como de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción. La gran riqueza pesquera y camaronera de estos sistemas lagunares y estuarinos, es la base de la pesca artesanal, principal actividad de la zona del Golfo de México.

Uno de los fenómenos en la sociedad rural mexicana de las últimas décadas es la feminización del campo. En los hogares donde no se reporta migración internacional, la proporción de hombres por cada 100 mujeres está en equilibrio (94%); sin embargo, en donde existe migración masculina puede haber tres hombres por cada cuatro mujeres (Gordillo y Wagner, 2004). Ante la pérdida de fuerza laboral masculina, las mujeres se encargan de la unidad de producción (CONAGO, 2006), lo que conduce a que adquieran una mayor importancia dentro de la sociedad rural. Según Bon I (1996) y a partir de datos agrarios, en 1970 había 31,459 ejidatarias; 30 años después, en 1999, sumaban 140,000, lo que

significa un crecimiento de 580%; para el año 2000, de cada cinco ejidatarios uno era mujer (del Valle, 2000). Esta población femenina rural es uno de los grupos con alta vulnerabilidad ante el cambio climático, pues además de las desigualdades por su condición de género, se dedica principalmente a la agricultura de temporal. Ambas circunstancias pueden llevar a que sus condiciones de marginación se vean acentuadas.

Por otra parte, los agricultores que utilizan técnicas agrícolas modernas, como mejoramiento de semillas y uso de fertilizantes, pueden estar aumentando su rendimiento pero también su vulnerabilidad ante las sequías; como ocurre con algunos productores en Puebla. El uso de monocultivos reduce la exhibilidad ante las condiciones del clima, por lo que un evento de sequía puede ser catastrófico; si además el productor invirtió para adquirir semillas y fertilizantes, la sequía puede conllevar un verdadero desastre financiero. En algunas comunidades campesinas se han probado medidas de adaptación mediante sistemas de irrigación por goteo, invernaderos y uso de composta, así como ajustes en las fechas de siembra y en la selección de cultivos, la construcción de presas con tierra y la conversión de la agricultura a la ganadería (Conde y Lonsdale, 2005).

Con el financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, siglas en inglés), a través de la cooperación técnica del PNUD se llevó a cabo un interesante proyecto de adaptación en Tlaxcala, con el fin de apoyar a la agricultura de temporal ante el cambio demográfico (prevalencia de hombres mayores y mujeres) y ante las crecientes amenazas climáticas (sequías, heladas, granizadas y vientos intensos). En este proyecto se diseñaron y echaron a andar invernaderos

que se adaptan a las nuevas condiciones de los trabajadores del campo, con estrategias de riego que aprovechan mejor el agua y cultivos que permiten tanto el autoconsumo como la comercialización, en particular de cultivos orgánicos cuyo precio en el mercado es mayor. A través de proyectos como éste se han evaluado posibles acciones para incrementar la capacidad adaptativa de los productores ante condiciones de cambio climático (INE-SEMARNAT, 2006b).

Algunas de estas experiencias ayudan a la población a identificar el impacto del cambio climático sobre la producción agrícola; es decir, se les puede considerar acciones indirectas de adaptación (CICC, 2006). Entre otros esfuerzos está también el *Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente* que involucra acciones indirectas de adaptación que, con un carácter preventivo y en función de condiciones agroecológicas, fomenta procesos sustentables en regiones frecuentemente afectadas por fenómenos climatológicos que hacen disminuir su productividad.

Otras acciones de adaptación a considerar son: modificación de la variedad de algunas semillas; mayor aplicación de fertilizantes no nitrogenados y riego por goteo en el caso de lluvias irregulares y sequías.

Se han hecho estudios para identificar el valor económico potencial de los pronósticos climáticos a partir del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y se ha señalado el beneficio que se obtiene por la optimización de las prácticas de manejo de cosechas (Adams y cols., 2003). Se considera también que el cambio climático incrementará el efecto de "El Niño", con implicaciones significativas para la producción agropecuaria (PNUD, 2006a).

c) Migración

Ante situaciones de inundación y hambruna, con frecuencia se da un movimiento migratorio de áreas rurales a urbanas (Mortimore, 1989); en el caso de eventos hidrometeorológicos extremos el número de refugiados ambientales que se movilicen puede ser muy alto. Se ha visto que las migraciones no siguen una sola dirección ni son permanentes, sino que son multidireccionales y con frecuencia temporales o en episodios (Wilbanks y cols., 2007).

En algunos casos los eventos hidrometeorológicos extremos como inundaciones, huracanes, sequías y degradación ambiental pueden propiciar migración a zonas urbanas, con la subsecuente presión social al exceder la capacidad del lugar que los recibe, lo que se traduce en presión social con desempleo, mayor marginación, hacinamiento y diseminación de enfermedades infecciosas. Estos movimientos migratorios pueden dirigirse a zonas cercanas o bien a estados lejanos e incluso a otros países.

Un claro ejemplo es lo sucedido a raíz del huracán Mitch en 1998. La migración de hondureños (legales e ilegales) a los Estados Unidos aumentó considerablemente durante el año siguiente al huracán y, si bien fue disminuyendo conforme pasó el tiempo, no se han alcanzado los valores anteriores al huracán (Mc Leman y Smith, 2004).

También se pueden identificar patrones de migración repetitivos que son parte de una respuesta adaptativa a variaciones y cambios en el clima.

Se ha sugerido que los impactos del cambio climático en algunas regiones vulnerables pueden causar escasez, desplazar a un número importante de gente e incluso con-

ducir a movimientos masivos de refugiados ambientales; son claros ejemplos las regiones o países con sequías recurrentes y con la consecuente disminución en el abasto de alimentos. También se piensa que en las próximas décadas las migraciones relacionadas con el cambio climático representarán retos importantes para la seguridad internacional (Mc Leman y Smith, 2004).

d) Asentamientos humanos

Las condiciones de vulnerabilidad al cambio climático en los asentamientos humanos están dadas por alta concentración demográfica, procesos de industrialización, incremento de vehículos automotores y aumento de población con altos niveles de pobreza.

Los asentamientos humanos pueden verse impactados por el cambio climático de diversas formas. Una de ellas es la elevación en la temperatura por ondas de calor, que afectan principalmente a personas mayores y a niños; además propician enfermedades entéricas debidas a la falta de higiene y educación sanitaria, por lo que el principal grupo afectado es, de nuevo, el de la gente pobre. El calor también puede tener impacto sobre la productividad laboral y las actividades recreativas, lo cual tendría repercusiones económicas (Wilbanks y cols., 2007).

Igualmente, el cambio climático también impacta a los asentamientos localizados en pendientes muy inclinadas, lo mismo en zonas rurales que a los construidos en zonas metropolitanas. Estas áreas son altamente vulnerables a la erosión hídrica en forma de deslaves (IPCC, United Nations, 2006); también afecta a las poblaciones ubicadas en sitios susceptibles a sufrir inundaciones y otros desastres asociados al clima (Cross, 2001, UN-Habitat 2003).

Un ejemplo de respuesta adaptativa es la que se lleva a cabo en los asentamientos humanos en los que se propicia el desarrollo institucional; éste permite mejorar las estructuras a través de la coordinación entre los habitantes de esos asentamientos y los respectivos sectores gubernamentales, en aspectos como la planeación de abastecimiento regional de agua y el desarrollo de infraestructura.

Con el fin de incrementar las capacidades nacionales de adaptación, en México se han establecido diversos programas, tanto a nivel federal como estatal. Por ejemplo, la Secretaría de Desarrollo Social ha instrumentado los siguientes programas y acciones: a) *Zonas metropolitanas y ciudades*, que busca reducir significativamente los niveles de riesgo a los que se encuentra expuesta una proporción importante de la población ante el impacto de fenómenos hidrometeorológicos extremos; b) *Reubicación de familias asentadas en zonas de riesgo*; c) *Definición de estrategias integrales para la prevención de desastres*, cuyo objetivo es apoyar financiera y técnicamente a municipios, ciudades y zonas metropolitanas para que se elaboren estudios de riesgo o de atlas de peligros naturales; d) *Programas Emergentes de Vivienda*, que durante el año 2005 propusieron acciones de reubicación asociadas con los múltiples eventos climáticos extremos que sufrió el país (INE-SEMARNAT, 2006b).

La propia SEDESOL destaca, dentro del Programa *Hábitat*, el Programa de Prevención de Riesgos y Mejoramiento Ambiental, que tiene como fortaleza el promover y facilitar la participación de los tres órdenes de gobierno y de la sociedad civil en las zonas marginadas de las ciudades, con el fin de apoyar a la población en pobreza patrimonial. Estas actividades incluyen medidas de gestión de riesgo (muros de contención, estabilización de rocas y taludes, alcantarillado pluvial y

sistemas de alertamiento, entre otras) (INE-SEMARNAT, 2006b). La misma Secretaría ha desarrollado planes, programas y estudios para la incorporación de lineamientos que ayuden a reducir la vulnerabilidad de las ciudades a través de la regulación de los usos del suelo (Salas, 2007).

Se espera que los asentamientos expuestos a riesgos, tales como los de zonas costeras, sufran no sólo un incremento de desastres relacionados con el clima (CRED, 2005), sino también mayores impactos en contaminación, infraestructura urbana y actividad económica (Nichols y cols., 2007).

De esta manera, el cambio climático no sólo implica presiones adicionales en los asentamientos humanos, sino que se conjunta con otros problemas como la escasez de agua e inadecuadas estructuras de gobernabilidad (Feng y cols., 2006; Solecki y Rosenzweig, 2006). En algunos casos, el hacinamiento, la pobreza, la inequidad y la inseguridad conllevan presiones tan altas, que cualquier estrés adicional puede disparar serios problemas (UN-Habitat, 2003).

3.4.2 Sector de servicios

Las infraestructuras de servicios son vulnerables al cambio climático de diversas maneras y en diferentes grados, dependiendo de su estado de desarrollo, resiliencia y su capacidad de adaptación. En general, las inundaciones les provocan un mayor daño físico mientras que las sequías y las ondas de calor tienen sobre ellas impactos indirectos. Un ejemplo de estos impactos es cuando fallan las defensas contra una inundación y se interrumpe el abastecimiento de energía eléctrica, que afecta a las estaciones de bombeo de agua potable y de aguas residuales. Lo

anterior hace evidente que la protección de un sector puede salvaguardar el funcionamiento de otros (Bigio, 2003).

a) Abastecimiento de agua

Los sistemas de abastecimiento de agua pueden verse afectados por el cambio climático. A nivel regional, dicho fenómeno contribuirá quizás a la falla de fuentes de agua locales, como pozos domésticos. Los cambios en los patrones de precipitación podrían también provocar la disminución del caudal de los ríos y de los espejos de agua subterránea y en zonas costeras se presentarían, intrusiones salinas en ríos y en mantos freáticos, al mismo tiempo también podrían dañar el sistema de distribución de agua al causar erosión de las redes por lluvias intensas (Wilbanks y cols., 2007).

La sobre-explotación de acuíferos y el mal manejo de los sistemas de irrigación (agua/capa freática/suelo, drenaje y fosas sanitarias) siguen siendo un problema grave en la Ciudad de México (Magrin y cols., 2007), el cual puede llegar a convertirse en una crisis debido a las presiones del cambio climático.

Se considera que es importante seguir fortaleciendo el tratamiento de aguas residuales provenientes de actividades agropecuarias y de asentamientos humanos, así como el mejoramiento de la infraestructura del servicio de agua potable, y el promover programas nacionales de sensibilización pública sobre la necesidad de adaptación del recurso hídrico al cambio climático, en particular en aquellos estados del país con alta vulnerabilidad.

b) Saneamiento y drenaje urbanos

Los incrementos en la precipitación en zonas que de por sí son húmedas pueden propiciar

una saturación del drenaje y de los registros de agua (Parkinson y Mark, 2005).

Algunos impactos sobre el abasto de agua que ya se mencionaron antes son también válidos para los sistemas de drenaje; sin embargo, en este subsector serían un poco menores. Los sistemas de drenaje usualmente desembocan en ríos o en el mar, así que durante las inundaciones pueden resultar dañados (PAHO, 1998).

También las tormentas pueden causar efectos en el drenaje debido a la sobrecarga e inundaciones locales, en especial cuando comienzan a ser frecuentes. En las zonas rurales, las letrinas pueden verse impactadas por lluvias intensas y por inundaciones (Wilbanks y cols., 2007). Lo anterior tiene un efecto sanitario importante por contaminación con materia fecal, que propicia enfermedades entéricas, en particular entre la gente pobre. (Ahern y cols., 2005). Por ello, una medida de adaptación importante para este sector es la instrumentación, el mejoramiento y la modernización del sistema de alcantarillado.

c) Transporte, infraestructura eléctrica y de comunicaciones

El cambio climático podría tener implicaciones en las actividades de transporte, que son importantes para el abasto de productos y para la movilidad de las personas (O'Brien y cols., 2004). Hoy, las inundaciones y fenómenos hidrometeorológicos extremos traen los mayores y más costosos efectos en el transporte, no tanto por los retrasos en el tránsito como por el daño a la infraestructura y a otras propiedades (Kirshen y cols., 2006). Es urgente que se realicen estudios que evalúen el impacto potencial del cambio climático en la infraestructura de transporte y comunicaciones del país. Por ejemplo, el incremento

en la temperatura y una mayor frecuencia de veranos calientes podría resultar en rieles retorcidos y surcos en los caminos, lo que implicaría costos en la reparación (London Climate Change Partnership, 2004).

La infraestructura relacionada con el suministro de energía eléctrica también puede verse afectada por vientos fuertes. Eventos hidrometeorológicos extremos en áreas urbanas pueden ser causa de muerte por la caída de cables de alta tensión (Few y cols., 2006). Si bien la reparación de estos daños es menos costosa, la interrupción del servicio eléctrico durante un evento extremo puede afectar de forma importante la respuesta a éste. Algunas medidas de adaptación se avocan a anticipar los posibles impactos y a ampliar las redes de contacto entre regiones para permitirles contar con más capacidad y con habilidad en su operación en zonas vulnerables; también es importante invertir en cambios tecnológicos (Wilbanks y cols., 2007). Sin duda, en la expansión del sistema eléctrico se deben considerar los extremos climáticos actuales para generar diseños actualizados y promover un mayor mantenimiento.

El sector de telecomunicaciones es vulnerable a vientos intensos e inundaciones en diversas formas y grados, según el lugar, su resistencia y su capacidad de adaptación (Wilbanks y cols., 2007; Green, 2006). Por ejemplo, podría verse afectada la integridad de sus infraestructuras, su operación y su capacidad de transferencia de información, además de sufrir efectos en sus sistemas de control. Todo ello causaría cambios en la demanda promedio y pico, así como presión social exigiendo subir los estándares del servicio. Ciertamente, las reparaciones son relativamente rápidas; sin embargo, durante emergencias por eventos hidrometeorológicos extremos podrían sufrir afectaciones y esto

a su vez impactar en la respuesta ante las contingencias que se presenten. Una de las formas de adaptación, si bien costosa, es instalar redes subterráneas (Wilbanks y cols., 2007).

d) Turismo

Existe una relación en dos sentidos entre el turismo y el cambio climático (WTO, 2003). Por un lado, el sector turístico debería minimizar sus emisiones de gases de efecto invernadero y el daño al medio ambiente; por el otro, el cambio climático amenaza muchos destinos turísticos afectando no sólo a ese sector sino también su derrama en la economía local y nacional. El punto es más grave si se consideran las proyecciones de que incrementará la intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos. El sector turístico debe estar consciente de tal amenaza para poder adaptarse y ajustar sus actividades; en este campo, los horizontes de tiempo para establecer medidas de adaptación son relativamente pequeños.

Con respecto a la decisión de los viajeros sobre su destino turístico, en particular sobre los turistas que buscan ambientes cálidos y soleados, las proyecciones de aumento de temperatura señalan que los lugares de por sí cálidos pueden llegar a ser incómodos y tal circunstancia incidir en el número de visitantes a dichos lugares. Es por tanto necesario, como un mecanismo de adaptación, buscar y ofrecer nuevas opciones de diversión y descanso.

El desarrollo turístico del país durante las últimas décadas se ha basado en criterios relacionados con atractivos fisiográficos, de recursos naturales y de belleza escénica. Los principales núcleos de este tipo se ubican en la zona de Cancún, la Riviera Maya, y en el Pacífico, en Oaxaca, Colima, Jalisco, Nayarit y Baja California Sur. En el proceso

de creación y progreso de estos destinos turísticos el concepto de vulnerabilidad a cambios y fenómenos ambientales ha tenido poca relevancia. En consecuencia, los principales sitios turísticos del país se ubican en zonas de alta vulnerabilidad. El sector está fuertemente amenazado. Por ejemplo, de los 10 huracanes más intensos en la historia del Océano Atlántico, seis han incidido en el mar Caribe y los otros cuatro en el Golfo de México (INE-SEMARNAT, 2006b).

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos la creación de polos turísticos ha ocasionado daños ambientales significativos, como destrucción de manglares y humedales, que sirven de amortiguadores durante eventos hidrometeorológicos extremos.

El turismo costero puede sufrir de daños ante el cambio climático por erosión de las playas, aumento en el nivel del mar (que también afecta el uso del suelo y la infraestructura en las zonas costeras), marejadas, tormentas y reducción en el abastecimiento de agua. Además, pueden verse afectados no solamente los hoteles sino también otros desarrollos que los acompañan (por ejemplo marinas y campos de golf) (Magrín y Cols., 2007). Los ciclones de alta intensidad pueden impactar a las poblaciones asociadas económicamente con servicios turísticos, con repercusiones sociales importantes, por ejemplo en el empleo.

En la Tercera Comunicación Nacional (INE-SEMARNAT, 2006b) se afirma que “bajo los escenarios de cambio climático las afectaciones a las actividades turísticas de zonas de playa, como Cancún, estarán asociadas a daños materiales en cientos de hoteles, miles de cuartos y miles de millones de dólares dejados de percibir por la retirada de vacacionistas y el descenso general de la demanda de servicios turísticos”.

Para evitar pérdidas futuras en el país, se requiere tomar medidas de adaptación. Buena parte de estas medidas pueden ser de diseño, rediseño e ingeniería. Por ejemplo, instrumentar un reglamento de construcciones que considere recubrimientos más sólidos y uso de cortinas que protejan de los vientos intensos. Otras medidas se relacionan con el manejo de eventos hidrometeorológicos extremos (prevención, atención y remedio). En el caso del turismo, es fundamental un incremento en las medidas de seguridad tanto de los turistas como de la población que los atiende (INE-SEMARNAT, 2006b).

La *Conferencia sobre Cambio Climático y Turismo* ha recomendado efectuar en todo el sector turístico acciones urgentes que permitan enfrentar el cambio climático, considerado como uno de los principales retos, lo mismo para el desarrollo sustentable, como para el cumplimiento de los Objetivos del Milenio. En la Conferencia también se afirmó que si el sector quiere crecer de forma sustentable, debe responder rápidamente al cambio climático dentro del marco evolutivo de las Naciones Unidas (WTO, 2007).

Las respuestas específicas de este sector (WTO, 2007) estarían enfocadas en:

- 1) Mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, en particular las provenientes de actividades de hospedaje y transporte.
- 2) Adaptar los negocios y destinos del turismo a las condiciones del clima cambiante.
- 3) Aplicar tanto la tecnología existente como otra nueva, para mejorar la eficiencia energética.
- 4) Asegurar recursos financieros que permitan ayudar tanto a países como a regiones pobres.

Un crecimiento más eficiente y mejor manejado puede permitir que el turismo ayude a combatir la pobreza en países en vías de desarrollo, a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y a contribuir a conservar los recursos naturales.

3.4.3 Aspectos económicos del cambio climático

a) Sector financiero

Para este sector, los riesgos relacionados con el cambio climático son muy importantes, especialmente para sub-sectores sensibles como proyectos hidroeléctricos, de irrigación, de agricultura y de turismo (UNEP, 2002). Algunas entidades de inversión, en particular los fondos compensatorios, están alerta en cuanto a riesgos relacionados con el clima, ya sea a través de compañías de inversiones o de re-aseguramiento. Un caso especial para México es el del petróleo y el gas potencialmente afectados por huracanes en el Golfo de México (Jewson y cols., 2005).

Las agencias financiadoras, incluyendo los bancos, tienen que consultar los escenarios de cambio climático con el fin de constatar la viabilidad de las inversiones a mediano y largo plazos, por ejemplo en torno a la construcción de infraestructura como presas. Con base en esta información debe buscarse una mayor robustez, lo mismo en el diseño de dichas infraestructuras que en las inversiones a largo plazo.

Por lo tanto, es fundamental estrechar la relación entre los diferentes organismos del sector financiero para que adquieran conciencia sobre los impactos del cambio climático. Los inversionistas deben enfocar su atención en ese riesgo para reducir los

costos que les acarrearán, considerando por ejemplo el aumento en el nivel del mar o la carencia de agua.

En muchos casos parece que los posibles impactos negativos del cambio climático traerán daños monetarios más altos en las zonas industrializadas, como puede ser la reducción de los valores actuales de las propiedades. Sin embargo, los daños humanos totales pueden llegar a ser mayores en las áreas menos desarrolladas (por ejemplo, pérdidas de vida y traslado de poblaciones); además, en países en vías de desarrollo pueden representar una porción importante de su PIB (Schneider y cols, 2007).

Estos escenarios abiertos por el cambio climático develan nuevas consideraciones para la inversión, como el apoyo a agrobusiness, que tendrían un impacto positivo en poblaciones campesinas y en la producción de alimentos.

b) Comercio

El cambio climático puede movilizar al sector comercial en la reorganización regional basada en las influencias del clima sobre la producción agrícola, tales como exposición a eventos hidrometeorológicos extremos combinados con una falta de capacidad para enfrentarlos, o efectos del cambio climático en las políticas de mitigación.

El cambio climático podría impactar al comercio internacional con cierre de puertos y daño a rutas de transporte y a infraestructura comercial (O'Brien y cols., 2004), así como, por la percepción de futuros impactos que pudieran afectar a este sector. Un renglón particularmente importante es el análisis de cómo el cambio climático puede impactar a los tratados de libre comercio regionales.

También el sector privado debe considerar la necesidad de adaptarse al cambio climático. Las medidas de mitigación y adaptación deben ser el motor que lo mueva a vincularse con el Estado e integrar una política estratégicamente estructurada para estimular modificaciones sustanciales en los sistemas productivos, de modo que sean más eficientes y sustentables.

c) Costos

En fechas recientes se han elaborado diversas evaluaciones económicas de nivel mundial que señalan la necesidad de actuar inmediatamente ante el cambio climático. Stern (2006), menciona, en su ya famoso informe, que “la evidencia científica es ahora aplastante: el cambio climático presenta riesgos globales muy serios y exige una respuesta mundial urgente”. Los datos señalan que afrontar el fenómeno costaría anualmente alrededor del 1% del Producto Interno Bruto Global (PIBG), mientras que la inacción tendría un costo de entre el cinco y el 20% del PIBG por año.

Cabe destacar que algunos sectores todavía no asumen los riesgos del cambio climático, entre ellos los mercados de bienes y servicios.

Los costos de la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero están relativamente bien conocidos por las industrias y los sectores que tienen una mayor probabilidad de verse afectados por las medidas y políticas que se apliquen al respecto. Por el contrario, el monto de los impactos todavía no está tan claro, por lo que es muy importante que las evaluaciones sobre el cambio climático conlleven una apreciación sólida por parte de los tomadores de decisión de todas las pérdidas y beneficios económicos potenciales asociados con el fenómeno. Una

vez que dichos costos estén bien entendidos, podrán tomarse decisiones que combinen medidas de mitigación y de adaptación.

Una de las áreas mejor estudiadas es la de las afectaciones económicas asociadas con eventos hidrometeorológicos extremos. De acuerdo con ciertas estimaciones, el incremento en la intensidad y/o frecuencia de los desastres naturales asociados al clima puede representar grandes perjuicios por: pérdidas económicas y de vidas; daños en los sistemas que sustentan la existencia; merma del valor económico de las propiedades e infraestructura afectadas; gastos por manejo de las presiones de instituciones locales y por el uso efectivo de las estrategias para la reducción del riesgo. Muchas veces los países tienen que enfrentar emergencias que exigen aumentar el gasto público, lo cual puede llevar a incrementar los desequilibrios financieros (Wilbanks y cols., 2007).

Por otro lado, en esta era de globalización, pequeños cambios en la estructura de los precios (incluyendo costos de transporte) podrían ampliar los efectos sobre las economías regionales y en el empleo (Wilbanks y cols., 2007).

Del mismo modo, las políticas relacionadas con el cambio climático podrían incrementar los precios en la industria y el transporte, y requerir cambios en la infraestructura y en el diseño de tecnología. Así mismo, el sector privado puede hacer pequeños ajustes para disminuir las pérdidas y continuar con las ganancias.

d) Seguros

De los sectores de servicios, el de los seguros es uno de los que más pueden verse afectados directamente por eventos hidrometeorológicos extremos más frecuentes o intensos. De-

safortunadamente, durante el huracán Stan las personas soportaron la mayor parte de las pérdidas y lo manejaron a través de la solidaridad de la familia y de otras redes (Wilbanks y cols., 2007).

En México se tiene una experiencia importante en el aseguramiento contra riesgos agrícolas y agropecuarios (Agroasemex, 2007; ING Seguros, 2007); incluso, se ha creado un producto denominado *seguro agrícola catastrófico para eventos climáticos* (Agroasemex, 2007). Sin embargo, dado que en condiciones de cambio climático el riesgo aumenta, se puede esperar que en la industria de seguros incremente lo mismo el volumen de primas colectadas que en el de reclamaciones pagadas.

El cambio climático puede tener impactos negativos sobre la asequibilidad y disponibilidad de los seguros, y ello puede disminuir el crecimiento de la industria y desplazarse hacia una carga gubernamental e individual. La mayoría de las formas de aseguramiento son vulnerables ante las previsiones del cambio climático, incluyendo propiedades, responsabilidad civil, salud y vida. Por lo tanto, debe ser de la incumbencia de los aseguradores -que regulan- y de la comunidad -que establece las políticas-, impulsar una mejor comprensión de los riesgos físicos y de negocios. Los aseguradores tienen en general buena posición para participar en iniciativas que monitoreen tendencias en las pérdidas, mejoren el modelamiento de catástrofes, señalen las causas del cambio climático y preparen la adaptación a sus impactos (Mills, 2005).

3.5 Eventos Hidrometeorológicos Extremos

De acuerdo con los resultados del último Informe de Evaluación del IPCC (2007b), los eventos hidrometeorológicos extremos (inundaciones, sequías, ondas de calor) tendrán impactos, por ejemplo, en la agricultura de subsistencia. Lo anterior implica que grupos que de por sí viven en condiciones de marginación (incluyendo pobreza extrema, indígenas, analfabetas, en viviendas precarias y/o en asentamientos irregulares), podrían sufrir impactos serios por el cambio climático. Al diseñar medidas de adaptación, por ejemplo en el área agrícola, estos grupos deben ser considerados como altamente vulnerables, de tal manera que reciban el apoyo adecuado para enfrentar los cambios de forma más exitosa y en condiciones de mayor igualdad social. Otros sectores vulnerables a los eventos hidrometeorológicos extremos son minifundios; pesquería artesanal; las comunidades de zonas costeras; la industria; asentamientos; salud; turismo; transporte; energía; ecosistemas; y el sector económico y financiero. Es probable que el incremento en los eventos hidrometeorológicos extremos aumente la vulnerabilidad de la sociedad; por ejemplo, la privación que acarrear afecta de forma desproporcionada a los grupos social y económicamente en desventaja, en especial a los pobres y a los indígenas. La relación que existe entre manejo de riesgo ante desastres a largo plazo y reducción de la pobreza puede ser vista como un mecanismo de adaptación inherentemente exible, debido a la gran resiliencia de los bienes de vida.

En general, existe una serie de limitantes a la adaptación, entre ellas, la pobre apreciación del riesgo, la falta de conocimientos técnicos, el inadecuado monitoreo y la falta o insuficiencia de bases de datos. La utilidad de los pronósticos climáticos y los sistemas de alerta temprana muchas veces está limitada por estos factores. Los sistemas de alerta temprana deben estar planificados en función de las siguientes características: lugar, tipos de riesgo, aspectos culturales y sociales e infraestructura.

Es notoria la interrelación que existe entre las condiciones y sistemas (por ejemplo la interrelación inundaciones-salud) con las características geográficas; así, los eventos hidrometeorológicos extremos son un ejemplo perfecto de la interrelación de los sectores en cuanto a impacto se refiere.

La evidencia estadística asocia claramente el número creciente de eventos hidrometeorológicos extremos y su costo con las curvas de elevación de la temperatura atmosférica, del nivel de los océanos y de las concentraciones de gases de efecto invernadero. En el año 2005 se dio la estación ciclónica más fuerte en varias décadas, y tuvo, sólo en México, un impacto superior a los 5,000 millones de dólares (Zapata, 2006). Por ejemplo, el huracán Emily (julio, 2005) causó en Quintana Roo pérdidas por US\$837 millones; las pérdidas asociadas con el turismo fueron de US\$100 millones; las dunas y los arrecifes de coral sufrieron daños, y se perdieron 1,506 nidos de tortugas (CENAPRED-CEPAL, 2005). PEMEX dejó de percibir por lo menos 150 millones de dólares diarios como resultado del paso del huracán Dean en agosto de 2007 (Notimex, 2007).

En México, en los últimos años se ha trabajado intensamente en la instrumentación de acciones que facilitan la adaptación al cambio climático ante los eventos hidrometeorológicos extremos, por ejemplo huracanes. Por un lado, el CENAPRED ha desarrollado una herramienta denominada *Atlas de Riesgos ante fenómenos naturales*, que se utiliza para identificar áreas de alta vulnerabilidad. El mapeo toma en cuenta de forma explícita aspectos sociales y económicos de la población, así como la vulnerabilidad de la infraestructura, y es susceptible de ser constantemente actualizado, para reflejar los patrones socioeconómicos cambiantes. A la fecha cuenta con información para 44 ciudades, en las que residen alrededor de 14 millones de personas (CENAPRED, 2007).

Por otro lado, las acciones de identificación y zonificación de áreas expuestas a peligros muestran un crecimiento espectacular. La *Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel de Ciudad y Municipio de la SEDESOL* se actualizó en 2005, incorporando los criterios necesarios para identificar la magnitud de la vulnerabilidad y para obtener un análisis detallado de los riesgos naturales, con especial énfasis en los de tipo hidrometeorológico; esto permite proponer acciones para desarrollar capacidades de gestión local del riesgo (Salas, 2007).

En la Tabla 4 se muestran diversas áreas que, siendo importantes para la sociedad, pueden verse impactadas por el cambio climático, a la vez que se describen las diversas formas de enfrentar dichos efectos con medidas de adaptación.

Tabla 4. Áreas de interés, impactos del cambio climático y posibles respuestas de adaptación

Áreas de interés	Impactos del cambio climático	Respuestas de adaptación
Paz y seguridad	Eventos extremos -incluyendo sequías e inundaciones-, aumento en el nivel del mar e incremento en la dispersión de ciertas enfermedades, pueden actuar como amenazas desestabilizadoras que reduzcan los estándares de vida, reaviven o engendren conflictos internos o transnacionales y minen los apoyos que promueven la paz y la seguridad.	Mitigar el riesgo de conflicto fortaleciendo la capacidad institucional para responder a los eventos extremos. Promover la elasticidad en las estrategias para el sustento de la vida. Desarrollar programas de respuesta de alerta temprana y de mitigación. Apoyar programas de seguros y otros enfocados en redes de seguridad. Apoyar la capacidad para el manejo de conflicto a nivel local e internacional. La capacidad para enfrentar las manifestaciones del clima puede mitigar el riesgo al conflicto.
Gobierno justo y democrático	Eventos extremos -incluyendo sequías e inundaciones- y el aumento en el nivel del mar pueden trastornar los esfuerzos para fortalecer a la sociedad civil e incrementar la participación de grupos marginados en procesos gubernamentales. La gobernabilidad es una herramienta para crear resistencia; su falla al instrumentar y hacer cumplir los reglamentos y leyes ambientales, con frecuencia resulta en acciones que incrementan la vulnerabilidad a los estreses climáticos.	Incorporar la respuesta planificada a los desastres y su mitigación en los sistemas de gobierno. Involucrar a los grupos vulnerables de la sociedad en foros de participación que aborden esa vulnerabilidad e identifiquen medidas de adaptación a los impactos climáticos. Examinar los reglamentos y leyes existentes en búsqueda de oportunidades para mejorar la gobernabilidad y la capacidad de enfrentar las variables climáticas.
Inversión en la gente	Incremento en la prevalencia de enfermedades transmitidas por vectores (por ejemplo paludismo y dengue). Incremento en el riesgo de desnutrición debida a una menor disponibilidad y calidad de alimentos. Efectos en la salud por un menor acceso a agua potable. Aumento del riesgo de muerte por eventos climatológicos extremos.	Campañas de vacunación masiva. Sistemas de alerta temprana e información pública (por ejemplo, sobre días con alta concentración de ozono y sobre índice de calor). Incremento en el acceso a atención primaria y preventiva (mosquiteros, medicamentos de amplio espectro). Mejora en la preparación ante desastres y en la respuesta a emergencias.
Crecimiento económico	Agricultura: En algunos lugares, el aumento de la temperatura permite obtener mayores cosechas, pero en otros, éstas se ven mermadas debido a una mayor tasa de evapotranspiración y déficits de agua. Incremento en la incidencia y en el rango de plagas y enfermedades. Los eventos extremos pueden causar inundaciones, pérdida de cultivos y erosión. La sequía da como resultado reducción en cosechas.	Agricultura: Mejora genética que produce cultivos tolerantes a la sequía. Rotación de cultivos y cambios en los patrones de cultivo. Reforestación, considerando las condiciones del suelo, mejora de la infiltración del agua y proporciona sombra. Incremento en la eficiencia del uso del agua. Diversificación en actividades no agrícolas. Seguros agrícolas y esquemas de micro-créditos.
	Medio Ambiente: Temperaturas más altas y sequía conducen a un incremento de incendios forestales. Cambios en la temperatura y precipitación pueden modificar el rango de flora y fauna y ocasionar una pérdida potencial de la biodiversidad. Los eventos extremos pueden dañar los sistemas costeros, los arrecifes coralinos y los manglares.	Medio ambiente: Construcción de rompeolas. Cuidado de las playas. Regulación que desincentive el desarrollo costero y otras zonas amenazadas. Manejo forestal que reduzca el potencial de incendios. Establecer áreas protegidas para la fauna y la flora amenazadas. Reforzar la prohibición del comercio de especies amenazadas. Plantación de bosques y reforestación. Manejo comunitario de bosques y recursos naturales para asegurar la sustentabilidad de la regeneración y de las cosechas.
	Crecimiento económico y comercio: Daños y pérdidas de los recursos para el sustento. Tensión de sistemas tradicionales para enfrentar problemas. Incremento de la carga de la deuda y daño a los esfuerzos para reducir la pobreza a largo plazo. Reducción de las inversiones locales y extranjeras en áreas vulnerables al cambio climático.	Crecimiento económico y comercio: Diversificación de los sustentos de vida. Adición del valor local. Mejora en el acceso a los mercados y a las finanzas (por ejemplo, micro-créditos). Transferencia de tecnología. Uso de oportunidades en el comercio de bonos de carbono que incrementen los ingresos mientras se instalan las medidas que reduzcan emisiones.
	Energía: En algunas áreas se podrá reducir la demanda de energía por el incremento en la temperatura. Disminución del potencial hidroeléctrico debido a una menor precipitación. Incremento en la demanda de energía para aire acondicionado. Daño en las presas debido a inundaciones.	Energía: Elevación de los parámetros estructurales de las presas. Cambio a hidroeléctricas más pequeñas. Incorporación de elementos de diseño que a futuro requieran una menor generación de energía. Manejo integrado de los recursos hídricos y de los desastres. Mejora de la eficiencia energética. Canales para agua más amplios y desagüe periódico de lagos vulnerables.
Asistencia humanitaria	Incremento en la necesidad de ayuda después de desastres y en la etapa de reconstrucción. Incremento de presión sobre los sistemas de manejo de desastres.	Construcción de capacidades en las comunidades locales para colaborar en acciones de ayuda. Uso de seguros, bonos y otras formas de compartir riesgos para financiar la ayuda y la reconstrucción. Manejar el riesgo para reducir el impacto.

Modificada de: USAID. 2007. P. 5.

La construcción de consensos y concertaciones con actores clave de cada sector, ayudarán a mejorar nuestro nivel de preparación ante el cambio climático. Es claro que estas acciones de reducción de la vulnerabilidad en cuanto al agua, la agricultura y los bosques, deben considerar un tratamiento integral; los esfuerzos en uno de estos sectores requieren la participación de los otros. Es por esto que a través del trabajo inter e intra-sectorial se fortalecen y promueven políticas públicas dirigidas a disminuir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio.

En general, se sabe que es complicado concertar un buen trabajo intersectorial, por lo que en cuestiones de adaptación al cambio climático se pueden identificar algunas barreras para la integración:

- Provisión inadecuada de datos meteorológicos de alta resolución que permitan detectar tendencias y validar modelos.
- Escasez o acceso limitado a conjuntos de datos físicos y socioeconómicos para la evaluación de riesgo.
- Insuficiente incorporación de las implicaciones del cambio climático en las evaluaciones de riesgo.
- Limitado análisis de los impactos potenciales del cambio climático.
- Falta de concientización y entendimiento del riesgo y de las proyecciones de cambio climático.
- Estructuras de gobernabilidad relativamente débiles con respecto a la adaptación al cambio climático, que deben ser repensadas.
- Subdesarrollo de un enfoque preventivo y de reducción del riesgo ante desastres.
- Falta de continuidad en las políticas, estructuras, programas y planes.
- Fragmentación de proyectos que señalan al cambio climático en el manejo de desastres.

- La respuesta a la emergencia en desastres continúa concentrando los fondos disponibles.
- Existen barreras para invertir en reducción de riesgos y en la adaptación.

Es evidente que, en el futuro, el cambio climático tendrá efectos especialmente drásticos sobre los países en vías de desarrollo, tanto por su situación geográfica -que determina su vulnerabilidad-, como por los bajos ingresos que dificultan la adaptación. En México sigue existiendo una considerable desigualdad en los niveles de desarrollo entre regiones. Como ya se mencionó, el Índice de Desarrollo Humano a nivel nacional para el 2004 fue de 0.8031 y coloca a México en un nivel de desarrollo alto; sin embargo, al considerar que los valores van de 0.71 en Chiapas, hasta 0.88 en el Distrito Federal, se hace evidente la desigualdad imperante (PNUD, 2007a).

Por estas razones, trabajar en las medidas de adaptación entre los sectores que se verán afectados por el cambio climático permitirá enfrentar los riesgos de una manera organizada y sistemática; esto supone potenciar estrategias y acciones que atienden a la interrelación sectorial y la vulnerabilidad de los diversos grupos sociales del país. Cada uno de los sectores tiene un impacto en las variables de desarrollo humano (índice de salud, índice de educación e índice de ingreso); por lo tanto, una estrategia de este tipo permitirá trabajar favorablemente para evitar impactos sociales y económicos que repercutan en la sociedad, en particular en los grupos pobres y marginados.

Dado que hay una mayor probabilidad de que en el futuro cercano los cambios proyectados dejen ver sus efectos, es imperante establecer una buena planificación de medidas de adaptación.

Muchas de las decisiones que influyen directa o indirectamente sobre la adaptación al cambio climático se toman a nivel local. Es también allí en donde se dispone de conocimientos detallados sobre las condiciones naturales y humanas locales. Por consiguiente, el papel de las autoridades públicas y de las organizaciones de la sociedad civil es muy importante.

El cambio de comportamiento en la sociedad y en las comunidades depende en gran medida de la sensibilización al problema. Los ciudadanos y otros agentes pueden aún no tener conciencia de la escala y magnitud de los posibles efectos del cambio climático a corto, mediano y largo plazos; tampoco sobre las repercusiones que éste puede llegar a tener sobre sus actividades. Por ejemplo, se podrían estudiar en detalle prácticas de gestión y de uso del suelo en asociación con los agricultores, para prevenir la erosión y las corrientes de lodo que pueden alcanzar a viviendas y poblaciones. Algunos municipios

podrían desarrollar -a través de organizaciones civiles, por ejemplo, en donde participen agricultores-, iniciativas para ahorrar agua y/o mejorar su distribución. En las regiones donde las épocas de lluvia se están prolongando, habría que estudiar la posibilidad de instalar sistemas especiales de captura de aguas pluviales para reducir los desbordamientos que causan daños en zonas vulnerables.

Con el fin de propiciar el fortalecimiento de todos los grupos de interés, se insiste en la conveniencia de impulsar un diálogo estructurado entre la sociedad civil y los sectores gubernamentales responsables de difundir el conocimiento acerca de los posibles efectos del cambio climático, con el fin de analizar esos desafíos de forma sistemática. Ambas instancias podrían intercambiar opiniones y experiencias sobre estrategias globales y coordinadas, así como de posibles medidas complementarias y de reestructuración, para después analizarlas, instrumentarlas y, en su momento, evaluarlas.

4. MITIGACIÓN DE EMISIONES DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO

Desde la celebración de la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* en 1992, prácticamente todos los países del mundo se han involucrado en acciones y programas para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y para reducir o evitar los impactos de los cambios que son ya inevitables. Para ello, se han establecido dos grandes estrategias: la mitigación y la adaptación.

En el contexto del cambio climático, la mitigación es la "intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero" (IPCC, 2007c); está enfocada a limitar las emisiones netas, de forma que se revierta el aumento en sus concentraciones atmosféricas.

4.1 Protocolo de Kioto

Para la instrumentación de las acciones de mitigación acordadas en la Convención, se formuló, en 1997, el *Protocolo de Kioto*. Este acuerdo entre naciones entró en vigor en 2005 y con él se pretende disminuir, en el periodo 2008-2012, el 5.2% en las emisiones de gases de efecto invernadero, de los países desarrollados que lo ratificaron, con respecto al volumen emitido en 1990.

Se busca cumplir este propósito atendiendo al principio de *responsabilidades comunes pero diferenciadas*, que implica que quienes más dañen, o hayan dañado el medio ambiente, más deben hacer para resarcir los daños. En el caso del cambio climático, los

países que han conseguido un alto nivel de desarrollo a costa de emitir grandes cantidades de gases de efecto invernadero, deben realizar más acciones frente al fenómeno. Por ello, la instrumentación práctica de este principio se hizo dividiendo a los países en dos grupos. Los países desarrollados y en transición a una economía de mercado tienen el compromiso de reducir sus emisiones; los países en vías de desarrollo, como México, no asumen dicho compromiso, pero sí reciben el exhorto de que adopten formas de producción y de generación de energía con bajos niveles de emisión de gases de efecto invernadero.

Con base en las evaluaciones realizadas por la *International Energy Agency*, en el año 2003 México se ubicó en el sitio 68 entre todos los países, considerando el índice por habitante de emisiones de GEI por quema de combustibles fósiles, que fue de 3.64 toneladas (IEA, 2005); para el año 2005 dicha tasa pasó a ser de 3.70, conservando el sitio 68 en la lista global (IEA, 2007).

La mayor parte de los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas han ratificado y ratificado el Protocolo y están instrumentando ya las medidas que se comprometieron a tomar, con excepción de Estados Unidos.

En México se desarrollan ya múltiples acciones y programas encaminados a la mitigación de las condiciones que están acelerando el cambio climático. Estas iniciativas han sido promovidas y ejecutadas lo mismo por los diferentes

niveles de gobierno que por el sector privado, organizaciones de la sociedad civil, instituciones de educación superior e instancias internacionales.

4.2. Acciones y programas gubernamentales

En cumplimiento del compromiso que tiene nuestro país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ha elaborado y actualizado el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero y tres Comunicaciones Nacionales ante dicha Convención. México fue uno de los primeros países en firmar y ratificar el *Protocolo de Kioto*. (INE-SEMARNAP, 1994, 1997; INE-SEMARNAT 2001a, 2001b, 2006a y 2006b).

Uno de los primeros resultados de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, creada en el año 2005, es la *Estrategia Nacional de Cambio Climático* (ENACC), presentada por la Presidencia de la República el 25 de mayo de 2007, misma que "... precisa posibilidades y rangos de reducción de emisiones, propone los estudios necesarios para definir metas más precisas de mitigación y esboza las necesidades del país para avanzar en la construcción de capacidades de adaptación... contribuye así a un proceso nacional amplio e incluyente, basado en la construcción de consensos gubernamentales, corporativos y sociales para: 1) Identificar oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación; 2) Reconocer la vulnerabilidad de los respectivos sectores y áreas de competencia e iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación, y 3) Proponer líneas de acción, políticas y estrategias, que

sirvan de base para un *Programa Especial de Cambio Climático*, inscrito en la ENACC" (CICC, 2007, p. 15).

El capítulo sobre sustentabilidad ambiental del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 dedica un apartado al cambio climático y se plantea como objetivos reducir las emisiones de gases de efecto invernadero mediante:

- Impulso a la ciencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.
- Promoción del uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.
- Impulso a la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares.
- Fomento de la recuperación de energía a partir de residuos.

4.3 Acciones y programas de otros sectores

Sector privado

Cada vez más empresas se plantean objetivos sociales vinculados con el medio ambiente, ya sea al interior de sus instalaciones (plantas de tratamiento de aguas residuales, ahorro de agua y de energía, manejo adecuado de residuos peligrosos), o en el plano comunitario (reforestación, apoyo a campañas institucionales). Algunas de estas empresas incluso han conformado organizaciones especiales sobre el tema, como el Consejo Nacional de Industriales Ecologistas (CONIECO) y la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES). La SEMARNAT también ha trabajado con el *World Resources Institute* y el CESPEDES en "identificar oportunidades para la reducción de emisiones de

GEI para que las empresas mejoren su eficiencia, rentabilidad y sustentabilidad; identificar proyectos que eventualmente puedan participar en mercados internacionales de reducciones de emisiones o bonos de carbono; crear capacidades y obtener información estratégica que permita a los empresarios y al gobierno mexicano identificar oportunidades y futuras disposiciones o reglamentación del régimen internacional relacionado con el cambio climático y el control de emisiones de GEI (SEMARNAT, 2007).

Una de las grandes oportunidades de colaboración entre el sector privado y el gobierno la ofrece el *Mecanismo de Desarrollo Limpio* contemplado en el Protocolo de Kioto, que permite que los países que no tienen obligación de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, comercialicen sus reducciones en un mercado de bonos de carbono. Hasta mayo del 2007, México esperaba reducir 5'902,000 toneladas de CO₂ equivalente, por medio de los 78 proyectos que tenía registrados en este mecanismo, que tiene un elevado potencial no sólo para la industria privada nacional, sino también para el sector oficial.

De acuerdo con el *Summary for Policy Makers* del IPCC (2007c), las principales oportunidades de mitigación se darán en los siguientes sectores: generación y suministro de energía, transporte, construcción, actividad industrial, agricultura, disposición de desechos sólidos, bosques y silvicultura.

Organizaciones de la sociedad civil

En México existe un elevado número de organizaciones no gubernamentales que enfocan su acción en aspectos ambientales, y muchas de ellas abordan específicamente

el cambio climático. Sin embargo, la participación de la sociedad en dichas organizaciones no es suficientemente amplia, por lo que su influencia en las políticas públicas y en la toma de decisiones aún es limitada. Por ello, es necesaria una mayor contribución de la sociedad organizada, particularmente en los niveles estatal y municipal.

Instituciones de educación superior

En los últimos años, las principales instituciones nacionales de educación superior lo mismo han incorporado programas docentes que realizado numerosos proyectos de investigación en los que se aborda el cambio climático. Falta sin embargo impulsar una colaboración más estrecha entre ellas -en particular en instituciones de educación superior estatales- y con los organismos oficiales.

Una destacable actividad de colaboración entre las instituciones de educación superior por un lado y el Instituto Nacional de Ecología por otro, ha sido la publicación de libros y la elaboración de diversos materiales, entre ellos tres portales de Internet, en los que se abordan diferentes facetas del cambio climático y otros fenómenos relacionados con éste (Magaña, 2004; Martínez y Fernández 2004; Urbina y Martínez, 2006).

Instancias internacionales

Las organizaciones internacionales también han colaborado con México en un gran número de proyectos y acciones. Por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), desarrollaron el Centro Regional

de Tecnología Eólica (CERTE) en Oaxaca, este centro apoyará el desarrollo de las capacidades a nivel regional y nacional para la generación eoloeléctrica y el mejoramiento de esta tecnología. Asimismo, en el proyecto ILUMEX, que promovió el uso de focos fluorescentes compactos y otorgó créditos para su adquisición, colaboraron el Banco Mundial, el GEF, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Gobierno de Noruega. El Banco Mundial también cooperó para que el Gobierno del Distrito Federal implementara un

sistema de transporte menos contaminante, conocido como Metrobús.

El Instituto Nacional de Ecología y la Universidad Autónoma Metropolitana, con la colaboración técnica y financiera del GEF, a través del Banco Mundial, desarrollaron la fase de preparación de un proyecto de adaptación al cambio climático en humedales costeros del Golfo de México, para identificar potenciales medidas de adaptación a instrumentarse en el corto y mediano plazo.

5. EL PAPEL DE LOS TOMADORES DE DECISIÓN

Manejar los riesgos que representa el cambio climático, exige instrumentar acciones nacionales a partir de la arquitectura de políticas internacionales y con base en prioridades de desarrollo. Las necesidades en cuanto a alimentación, agua, erradicación de la pobreza, electrificación, educación, salud y otras prioridades de desarrollo de nen tanto las limitaciones en las políticas climáticas como las oportunidades para desarrollar acciones ganar-ganar. Al aumentar la capacidad adaptativa de la sociedad ante potenciales efectos negativos puede reducirse la vulnerabilidad en un amplio rango de impactos, sea su causa el cambio climático, la variabilidad climática u otras fuentes de riesgo (IPIECA, 2005).

El progreso en las medidas de adaptación al cambio climático depende, sí, del compromiso político y de la capacidad institucional por parte de las agencias gubernamentales, pero también del desarrollo de capacidades en todos los actores involucrados. Por tanto, se requieren políticas y estrategias sólidas para la reducción del riesgo a los impactos del cambio climático a mediano y largo plazos.

Con el fin de establecer medidas exitosas de adaptación y mitigación ante el cambio climático, se requiere que los tomadores de decisión de todos los sectores del gobierno a nivel federal, estatal y municipal apoyen no solamente la participación de todos los sectores involucrados, sino también que canalicen recursos económicos y técnicos para identificar diseñar, instrumentar y evaluar dichas medidas; además, es necesario que hagan asequible la información de los sectores co-

rrespondientes para una adecuada planificación. Al inicio del proceso es fundamental establecer un equipo interdisciplinario permanente que permita identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas; así como, investigar las barreras para la adaptación y mitigación, incluyendo el monitoreo de los esfuerzos y la evaluación.

Estas medidas de adaptación y mitigación necesariamente deben estar alineadas con los esquemas de desarrollo nacional para hacer un frente común ante factores limitantes, potencializar oportunidades y unir recursos financieros.

A los tomadores de decisión se les debe informar cuáles son las posibles pérdidas en escenarios futuros y cómo hoy podemos desarrollar medidas de adaptación a corto plazo, siempre con miras a lo proyectado para el mañana. Quizás se está haciendo ya lo adecuado, pero eso tal vez resulta insuficiente, pues las acciones de respuesta no corresponden a la tasa y al nivel de deterioro.

Se debe propiciar que las medidas sean políticamente atractivas, económicamente viables, técnicamente factibles y socialmente consensuadas (Dobles, 2007).

Sin duda existen todavía grandes brechas entre los especialistas en ciencias del clima y los tomadores de decisión, en diferentes niveles y sectores. Se hace evidente la necesidad de una comunicación efectiva para reforzar el conocimiento y enfrentar aquellas deficiencias que todavía existen en cuanto a

aceptación y comprensión del riesgo, en particular sobre el cambio climático. Se deben establecer canales de comunicación que subsanen estas carencias. Una estrategia fundamental será contar con información de calidad que incluya el entendimiento de la exposición al riesgo ante el cambio climático, y el conocimiento de las dimensiones de vulnerabilidad socioeconómica y ambiental. La información necesita ser presentada en un formato que satisfaga las demandas prácticas de los grupos de interés; asimismo, se debe efectuar un proceso de monitoreo y actualización que refleje la dinámica del riesgo dada por un clima cambiante y por las modificaciones en los parámetros de vulnerabilidad social y económica.

La consideración y la aplicación de información climática en las actividades de los diferentes sectores socioeconómicos y ambientales encuentra un obstáculo debido a la falta de estrategias de comunicación eficientes por lo cual exige esfuerzos concertados para construir puentes entre los científicos y los tomadores de decisión dentro de las instituciones instrumentadoras.

Algunos de los problemas que enfrenta la atención del problema por los sectores gubernamentales son, por un lado, que la atención al cambio climático puede sufrir por la discontinuidad en políticas, estructuras, programas y planes, que se da cuando la renovación de personal en la administración pública conlleva cambios en los equipos técnicos. Por otro lado, es posible que la preferencia por la planificación a corto plazo y las dificultades para evaluar los beneficios a largo plazo, dificulten la justificación en la inversión para la reducción del riesgo a escala nacional. Por ejemplo, la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio

climático requieren de líneas de presupuesto si es que de verdad se les quiere situar como temas prioritarios; para conseguirlos, se deben presentar casos evaluados a través de análisis de costo-beneficio y costo-efectividad, con el fin de acercar a las autoridades hacendarias elementos de justificación para una mayor asignación de gasto público.

Con el fin de fomentar la labor intersectorial es necesario establecer más comités multisectoriales e iniciativas similares, que ayuden a fortalecer e impulsar la interrelación entre el manejo del riesgo por impactos del cambio climático y la adaptación.

Dadas las condiciones del cambio climático previstas, es fundamental plantear agendas nacionales para el mediano plazo (por ejemplo, a 10 años); sin duda, las decisiones que se tomen ahora tendrán repercusión en lo que suceda a la mitad de este siglo. Se debe promover que cada sector asuma su responsabilidad específica, articulada dentro de un programa de desarrollo y en función de los impactos del cambio climático en sectores relacionados. Quienes toman las decisiones deben ubicar al cambio climático en el conjunto de problemas sociales y de desarrollo, de tal manera que se creen puntos de convergencia. En el caso de México, este enfoque está empezando a surgir, pues el Plan Nacional de Desarrollo ya considera el cambio climático; sin embargo, es un ejercicio que inicia y deberá ser evaluado con el fin de aumentar sus posibilidades de éxito.

Las acciones que se propongan para enfrentar el cambio climático deben fortalecer a los sectores agrícola, forestal, de abasto de agua, de generación de energía y de salud pública, entre otros, y robustecer acciones de educación y de lucha contra la pobreza. Los re-

tos del cambio climático deben enfrentarse a través de proporcionar energía asequible y de una forma social, económica y ambientalmente sustentable.

Para que los tomadores de decisión tengan mayor claridad en el momento de elegir cuales estrategias proponer e instrumentar para enfrentar el cambio climático, es conveniente que hayan respondido a las siguientes preguntas (Peltonen, 2007):

a) ¿Cuáles son las principales fuerzas conductoras que apoyan su decisión?

b) ¿Su decisión se relaciona explícitamente con la adaptación/mitigación al clima futuro? En caso contrario, ¿el cambio climático es un factor importante?

c) ¿Cuáles son las variables climáticas más importantes?

d) ¿Cómo podría el cambio climático afectar su capacidad para alcanzar sus objetivos?

e) ¿Cuáles son las consecuencias de actuar con retraso o de “no hacer nada”?

f) ¿Se pueden encontrar opciones “sin excusas que deben ser instrumentadas aunque no exista cambio climático”?

g) ¿Cómo se estiman estas opciones respecto a los criterios de éxito?

h) ¿Podrían algunas opciones particulares hacer difíciles algunas otras para manejar el cambio climático?

i) ¿Cuáles requerimientos legislativos y qué restricciones limitan su decisión?

j) ¿Cuáles son las reglas para tomar la decisión?

k) ¿Siente rechazo por el riesgo o se enfoca en maximizar el beneficio o minimizar el costo?

l) ¿Cuál es el tiempo de vida de su decisión?

m) ¿A partir de nueva información será necesario revisar la decisión?

6. RECOMENDACIONES

6.1 Formulación de políticas

Para avanzar en las soluciones se requiere tanto el fortalecimiento de las acciones y programas en curso, como de la adopción de nuevas medidas, lo mismo por parte de los diferentes órdenes de gobierno, como de los diversos sectores sociales y económicos, articulando ambos en un solo conjunto.

Aunque, desde luego dichas medidas exigen disponibilidad de recursos, no se lograrán instrumentar a plenitud sin la disposición –se debiera decir convicción–, de quienes son responsables de establecer normas y políticas y de hacer que se cumplan cabalmente, así como de quienes debemos acatarlas; ello si de verdad queremos un futuro menos amena-

zante para nosotros y para las generaciones por venir. De la misma manera, esta propuesta debe venir acompañada del fortalecimiento de las capacidades de todos los actores.

Son muchas las recomendaciones que se pueden hacer en relación con el cambio climático; a continuación se mencionan tres de carácter general y varias de orden particular, que se derivan de lo expuesto en este documento y de otros trabajos publicados (INE-SEMARNAT, 2006b; Osbahr y Few, 2006; CICC, 2007).

En la Figura 7 se ilustran las relaciones entre los elementos mínimos que deben garantizar una estrategia de cambio climático.

Figura 7. Elementos de una estrategia de cambio climático



Modificada de: Ministry of the Environment and Water Resources, 2006

El cambio climático es un fenómeno cuyas causas y consecuencias se vinculan con todos los sectores y todos los grupos poblacionales. Por lo tanto, se debe *promover su abordaje en forma transversal* en ambos sentidos: horizontal y vertical. El primero, entre entidades semejantes en responsabilidad y jerarquía, por ejemplo las Secretarías de Estado; el segundo, entre instancias que, con o sin relación jerárquica entre ellas, se pueden considerar partes del mismo conjunto, como los órdenes de gobierno. En este punto es fundamental considerar el papel de la sociedad organizada y del sector privado, por lo que se hace necesario establecer mecanismos de participación social en espacios tanto de discusión como de definición de políticas relacionadas con el cambio climático. Un claro ejemplo es la creación de capacidades y el fortalecimiento de los grupos de la sociedad civil en zonas de alto riesgo ante eventos hidrometeorológicos extremos.

El segundo elemento esencial para afrontar el cambio climático es la *asignación de recursos* específicamente destinados a la elaboración e instrumentación de planes de acción concreta y directamente enfocados a fortalecer los mecanismos y programas de adaptación.

La tercera recomendación se enfoca en la toma de decisiones y en el ejercicio de responsabilidades, los cuales se deben hacer de manera diferenciada. El gobierno en sus diferentes órdenes, las organizaciones de la sociedad civil, los sectores empresariales, las instituciones académicas y la población en general, deben actuar de manera coordinada y emprender acciones a su alcance para hacer más efectivas las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

Dado que las principales áreas de trabajo ante los impactos del cambio climático son el manejo de los recursos hídricos, el manejo de los riesgos por desastres, las zonas costeras, la salud pública y la seguridad alimentaria, a continuación se señalan algunas recomendaciones específicas para la formulación de políticas (Molina, 2007; SEMARNAT, 2006):

- Elaborar estrategias regionales, estatales, y municipales de acción climática que contemplen, sobre todo, medidas de adaptación en las que se incluya la participación y responsabilidad de todos los que deban estar involucrados, particularmente del sector social.
- Elaborar estudios de la relación entre los efectos potenciales del cambio climático y las condiciones socioeconómicas, con miras a la formulación de políticas públicas que impidan que las cambiantes condiciones del clima no ahonden la inequidad y las desigualdades.
- Impulsar la generación y el uso de energía proveniente de fuentes que no emitan gases de efecto invernadero; esta acción traerá beneficios múltiples, entre ellos la oportunidad de inversión redituable para el sector privado y para la creación de empleos.
- Propiciar la modernización de los sistemas y componentes del transporte público y privado, de modo que disminuyan drásticamente sus aportaciones de gases de efecto invernadero y sean más accesibles, eficientes y ambientalmente amigables.
- Analizar la diversificación de los combustibles en México, buscando que éstos sean cada vez más limpios y eficientes. Es importante analizar a fondo los bene -

cios y perjuicios del uso de biocombustibles como el caso del etanol a base de caña de azúcar u otro tipo de productos que no pongan en riesgo a la biodiversidad y a la seguridad alimentaria, como es el caso del maíz.

- Establecer lineamientos basados en criterios de ahorro energético para el desarrollo de asentamientos humanos y para la construcción de viviendas, instalaciones comerciales y oficinas públicas y privadas.
- Evaluar y fortalecer los sistemas de protección civil, particularmente en su vertiente preventiva y con énfasis en los sistemas de alerta temprana y en la elaboración, funcionalidad y disponibilidad de mapas de riesgos.
- Incorporar el cambio y la variabilidad climáticos en todas las políticas sectoriales del país.
- En el seno de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, avanzar en la preparación de la posición de México ante los potenciales acuerdos internacionales que habrán de continuar con los compromisos contemplados en el Protocolo de Kioto.
- Formular un código ambiental que impida la usual dispersión de prioridades, programas y recursos, y que fortalezca la gestión integral del medio ambiente y los recursos naturales.
- Crear mecanismos financieros para las inversiones requeridas por el Programa Especial de Cambio Climático.
- Crear un fondo presupuestal que permita manejar recursos para apoyo a la investigación, desarrollo e instrumentación de nuevas tecnologías.

6.2 Impulso a la investigación

Una de las principales medidas para enfrentar los impactos potenciales del cambio climático y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero es cambiar -a partir del conocimiento existente y del desarrollo de nuevo conocimiento- la forma en que se produce y se usa la energía.

A nivel nacional se deben explorar los potenciales específicos de las opciones innovadoras desde el punto de vista tecnológico, económico y social, partiendo siempre de un balance entre mitigación y adaptación, considerando el nivel de desarrollo y las posibles sinergias entre las políticas climáticas y las de desarrollo sustentable.

Dadas las condiciones ambientales, económicas y sociales de nuestro país, las propuestas de investigación deben también abocarse a identificar estrategias que reduzcan la vulnerabilidad e incrementen la capacidad de adaptación en los sistemas sociales, económicos y naturales.

Recomendaciones específicas en investigación:

- Mejorar los sistemas de monitoreo y modelación del clima, de forma que se unifiquen los sistemas de información climática.
- Elaborar diagnósticos de vulnerabilidad regional y sectorial que incluyan análisis detallados de los posibles impactos en áreas específicas e identifiquen las acciones requeridas para disminuirlos.

- Promover la investigación interdisciplinaria que aborde integralmente el objeto de estudio, incluyendo a las disciplinas sociales y del comportamiento.
- Ampliar y fortalecer los estudios sobre el impacto del cambio climático en la salud y en la migración, dos elementos que inciden fuertemente en las actividades productivas y en la demanda de servicios.
- Determinar los costos económicos de los posibles daños provocados por el cambio climático y las inversiones necesarias para evitarlos o reducirlos.
- Evaluar las interdependencias entre vulnerabilidad/adaptación/mitigación al cambio climático en los diferentes sectores.
- Aumentar las inversiones en investigación, desarrollo e instrumentación de nuevas tecnologías energéticas.

6.3 Educación, desarrollo de capacidades, actualización y comunicación

Un elemento muy importante en el proceso de crear conciencia sobre los problemas que a mediano y largo plazos traerá el cambio climático es dar a conocer información a todos los sectores, de tal manera que asuman una responsabilidad para la acción. Es necesario apoyar a los gobiernos, organizaciones e individuos para que tengan un acceso rápido y confiable a las ideas, estrategias, resultados de discusiones de expertos, recomendaciones y todo tipo de materiales que los motiven de forma efectiva.

Las recomendaciones específicas en educación, desarrollo de capacidades, actualización y comunicación son:

- Incorporar el tema del cambio climático en los programas educativos, conside-

rando tanto los elementos y fenómenos de orden natural como los procesos y acciones de los grupos humanos.

- Desarrollar e instrumentar programas públicos de concientización sobre el cambio climático y sus efectos.
- Facilitar y promover el acceso público de la información sobre los efectos del cambio climático.
- Adoptar procesos de participación social para abordar el cambio climático y sus efectos, y para desarrollar respuestas adecuadas.
- Fomentar la formación de recursos humanos especializados en los diversos aspectos del fenómeno, incluyendo áreas físico-químicas, sociales y del comportamiento, a fin de ampliar la masa crítica de expertos en el tema.
- Procurar, mediante una estrategia permanente de comunicación, que la sociedad mexicana haga suyo el tema del cambio climático: dicha estrategia deberá tener un alcance nacional, con derivaciones estatales y regionales, y estar basada en resultados de estudios específicos de percepción y comunicación de riesgos. Al planearla y ejecutarla se debe asumir que tanto los medios como los materiales y las acciones de comunicación pueden variar entre comunidades que tienen problemas ambientales similares.
- Adicionalmente, debe establecerse una estrategia de comunicación social que informe veraz y oportunamente a la sociedad sobre los programas y acciones que se estén llevando a cabo.
- Establecer en todas las dependencias públicas municipales, estatales y federales, programas que tengan como objetivo fortalecer las capacidades de sus trabajadores y funcionarios para desarrollar sus labores de forma ambientalmente sustentable.

- En paralelo con el sector educativo formal, promover programas que orienten y capaciten a la sociedad en general para que incorpore elementos de sustentabilidad ambiental en todos los ámbitos de su vida cotidiana: consumo, uso de recursos naturales, transporte y uso de energía, entre otros.
- Impulsar normativamente que las empresas privadas y paraestatales establezcan programas que lleven al fortalecimiento de las capacidades de sus trabajadores para ofrecer sus servicios y/o elaborar y distribuir sus productos de manera ambientalmente sustentable.
- Promover la capacitación y actualización de los tomadores de decisiones de todos los sectores, para ampliar su visión del fenómeno y propiciar que las medidas que adopten se acerquen cada vez más a lo idóneo.
- Propiciar mayor comunicación entre los especialistas y los diversos órdenes de gobierno, así como del sector privado, de manera que sus iniciativas y programas estén basados en la evidencia y sean, por lo mismo, más adecuados, eicientes y productivos.
- Fomentar la colaboración internacional para la instrumentación de procesos, prácticas y tecnologías más avanzadas.

Finalmente, es de suma importancia que en todas las dependencias y sectores se establezca como un elemento obligatorio la evaluación de todos los planes, programas y acciones que se instrumenten, y que los resultados de dicha evaluación se hagan del conocimiento público, especificando tanto los logros alcanzados como las medidas a tomar para alcanzar otros. El cambio climático perdurará por mucho tiempo; nuestras acciones para enfrentarlo tienen que ser igualmente duraderas. ■

REFERENCIAS

Adams, R. M., L. L. Houston, B. A. McCarl, M. Tiscareño, L. J. Matus, G. R. F. Weiher. 2003. The benefits to Mexican agriculture of an El Niño-Southern Oscillation (ENSO) early warning system. *Agricultural and Forest Meteorology*, 115: 183-194.

Agroasemex, 2007. Disponible en: http://www.agroasemex.gob.mx/fondos/D7_05.html

Ahern, M., R. S. Kovats, P. Wilkinson, R. Few y F. Matthies. 2005. Global health impacts of floods: epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews* 27: 36-46

Anzaldo, C. y M. Prado. 2006. Índices de marginación, 2005. CONAPO: México.

Ausubel, J. y H. D. Langford (Ed.). 1997. *Technological Trajectories and the Human Environment*. National Academy of Sciences: Washington, DC.

Bigio, A. 2003. Cities and Climate Change. En: A. Kreimer, M. Arnold y A. Karlin (Eds.) *Building Safer Cities. The Future of Disaster Risk*. World Bank: Washington.

Bonilla, P. 1996. Las Familias Rurales ante las Transformaciones Socioeconómicas Recientes. *Estudios Agrarios, Revista de la Procuraduría Agraria*, Número 2 enero-marzo de 1996.

CBD. 2003. *Climate Change and Biodiversity. Executive Summary of the report on Interlinkages between Biological Diversity and Climate Change* (CBD Technical Series no. 10).

CENAPRED, 2007. <http://www.cenapred.unam.mx/es/Atlas/>

CENAPRED-CEPAL. 2005. Características e impactos socio-económicos del huracán "Emily" en la República Mexicana. LC/MEX/L.693

CEPAL. 2002. *La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades*. CEPAL, PNUMA: Santiago de Chile.

CICC. 2006. *Primer Reporte Público Anual de Acción Climática. 2005-2006*. México. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/spp/sppa/dgapcc/reporteanual.html>

CICC. 2007. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, SEMARNAT: México.

Conde, C. y K. Lonsdale. 2005. *Engaging Stakeholders in the Adaptation Process. Technical Paper No.2. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measure*. UNDP- GEF. National Communications Support Programme. Cambridge University Press, 47-66.

CONAGO. 2006. *Declaratorias 2005*. Disponible en: <http://www.conago.org.mx/Publicaciones/>

Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich and A. Woodward, 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 y C.E. Hanson (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). 1992. Disponible en: http://unfccc.int/portal_espanol/items/3093.php

CRED. 2005. "Disaster Data: A Balanced Perspective". Disponible en: <http://www.emdat.net/documents/CREDCRUNCH-aug20054.pdf>

Cross, J. 2001. Megacities and small towns: Different perspectives on hazard vulnerability. *Environmental Hazards*, 3: 63-80

Del Valle, M. 2000. Conflictos por la tierra el caso de los indígenas de Cochibampo y Techobampo. Hermosillo, Sonora, México, D. F: Memorias del XXIV Simposio de Historia y Antropología de Sonora.

Diario El Observador, 2007. ONU advirtió del riesgo ambiental de elevada producción de etanol. 7/3/2007. Disponible en: <http://www.iica.org.uy/data/documentos/322468.pdf>

Dobles, R. 2007. Estrategia de Cambio Climático. Eje de Adaptación del Sector Hídrico. VI Diálogo Interamericano del Agua Cambio Climático y Recursos Hídricos. Cd. de Guatemala, 12 y 13 de agosto, 2007.

Downing, TE, Patwardhan A, Klein RJT, Mukhala E, Stephen L, Winograd M y Ziervogel G. 2005. Evaluación de la Vulnerabilidad para la Adaptación al Clima. En: Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. PNUD/GEF. P. 67-89.

Easterling, W. E. 2007. Food and Climate Change. The 2007 IPCC Assessment. Disponible en: <http://gop.science.house.gov/hearings/full07/April%2017/easterling.pdf>

El Universal. 2007, 14 de octubre. Garantiza SSA medicamentos por golpe de calor. Disponible en: <http://www.el-universal.com.mx/articulos/43306.html>

European Federation for Transport and Environment. 2006. Fuelling extinction? Unsustainable biofuels threaten the environment. <http://www.eeb.org/press/pr-BirdLife-EEB-T&E-Biofuels-070606.pdf>.

FAO, 2002: El cambio climático y los bosques. Boletín electrónico Julio 2002, Roma. Italia. http://www.ecosur.net/cambio_climatico_y_los_bosques.html.

Feng, H., L. Yu y W. Solecki (Eds.). 2006. *Urban Dimensions of Environmental Change—Science, Exposure, Policies, and Technologies*. Science Press, Monmouth Junction, NJ.

Ferguson, J. 2003. From Beedees to CDs: Snapshots from a Journey through India's. Research Knowledge Centres, IICD Research Brief, 4, 8 p.

Few, R, H. Osbahr, L. M. Bouwer, D. Viner y F. Sperling. 2006. *Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction. Synthesis Report*. European Union, MHW.

Fischer, G., Shah, M. y van Velthuisen, H. 2002. Climate Change and Agricultural Vulnerability. International Institute for Applied Systems Analysis.

Gabinete de Desarrollo Humano y Social. 2005. Los Objetivos de Desarrollo del Milenio en México: Informe de Avance 2006. México: GDHS y PNUD. Disponible en:
www.cinu.org.mx/ODM/Documentos/ProyectedelMilenio/ResumenEjecutivo.pdf

Gay, C., F. Estrada, C. Conde y H. Eakin. 2004. Impactos potenciales del cambio climático en la agricultura: Escenarios de producción de café para el 2050 en Veracruz (México). El clima, entre el mar y la montaña. AEC, UC serie A, No. 4: 651-660.

Gordillo, G y Wagner. 2004. Las reformas titubeantes. El campo mexicano, 1975-2000. Economía UNAM, 2 (5), 23-40. Green, J. H. 2006. The Irwin Handbook of Telecommunications. McGraw-Hill. <http://www.blogoteca.com/pesmelle/index.php?mes=11&ano=2006>

Hulme, M. 2003. Abrupt climate change: can society cope? The Royal Society, 361: 2001-2021.

Hurtado-Díaz, M., H. Riojas-Rodríguez, S. J. Rothenberg, H. Gomez-Dantés y E. Cifuentes-García. 2006. Impacto de la Variabilidad Climática sobre la Incidencia del Dengue en México. International Conference on Environmental Epidemiology and Exposure. 2-6 de septiembre de 2006. Paris, France.

International Energy Agency (IEA). 2005. Key World Energy Statistics 2003. Disponible en:
http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2005.pdf

International Energy Agency (IEA). 2007. Key World Energy Statistics 2005. Disponible en:
http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2007/key_stats_2007.pdf

INE-SEMARNAP. 1994. Primer Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990.

INE-SEMARNAP, 1995: Segundo Taller de Estudio de País: México ante el cambio climático. INE/SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología/Secretaría de Medioambiente, Recursos Naturales y Pesca), Pg. 139. Memorias. 250 pg.

INE-SEMARNAP. 1997. Primera Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

INE-SEMARNAT 2001a. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998.

INE-SEMARNAT. 2001b. México. Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, SEMARNAT: México.

INE-SEMARNAT. 2006a. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002. INE, SEMARNAT: México.

INE-SEMARNAT. 2006b. México. Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. INE, SEMARNAT, PNUD México, EPA, Global Environment Facility: México.

INE-SEMARNAT. 2007. El Cambio Climático en México. Información por Estado
http://www.ine.gob.mx/cclimatico/edo_sector/

ING Seguros, 2007 Disponible en: <http://seguros.ing-comercialamerica.com/>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. Radiative forcing report. Climate change 1996. The science of climate change, contribution of working group 1 to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change. UNEP and WMO. Cambridge University Press, 1996.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007a. Summary for Policymakers. En: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007b. Summary for Policymakers. En: 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, 7-22.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007c. Summary for Policymakers. En: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPIECA. 2005. International Policy Approaches to Address the Climate Change Challenge. Workshop. Beijing, China, 25–26 October, 2005.

Jewson, S, A. Brix y C. Ziehnman. 2005. Weather Derivative Valuation: the Meteorological, Statistical, Financial and Mathematical Foundations. Cambridge University Press: Cambridge.

Kinney, P.L., J.E. Rosenthal, C. Rosenzweig, C. Hogrefe, W. Solecki, K. Knowlton, C. Small, B. Lynn, K. Civerolo, J.Y. Ku, R. Goldberg y C. Oliveri. 2005. Assessing the Potential Public Health Impacts of Changing Climate and Land Use: The New York Climate & Health Project. En: M. Ruth, K. Donaghy y P. H. Kirshen (Eds.), Climate Change and Variability: Consequences and Responses, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.

Kirshen, P., M. Ruth y W. Anderson. 2006. Climate's long-term impacts on urban infrastructures and services: The case of Metro Boston, Chapter 7. En: M. Ruth, K. Donaghy y P. Kirshen (Eds.), Climate Change and Variability: Local Impacts and Responses. Edward Elgar Publishers: Cheltenham, England.

Klein, R. J. T., S. Huq, F. Denton, T. E. Downing, R. G. Richels, J.B. Robinson y F. L. Toth. 2007. Chapter 18: Inter-relationships between Adaptation and Mitigation. En: M. Parry y O. Canziani (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, United Kingdom and New York, NY, USA.

London Climate Change Partnership. 2004. London's Warming, A Climate Change Impacts in London Evaluation Study: London.

Maass, M. s/f. Principios Generales sobre el Manejo de los Ecosistemas. INE-SEMARNAT.
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/395/maass.html>

Magaña, Rueda, V. O. (Ed.) 2004. Los Impactos de El Niño en México. UNAM, InterAmerican Institute for the Global Change Research, SEGOB, SEP, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología: México.

Magrin, G., C. Gay García, D. Cruz Choque, J.C. Giménez, A.R. Moreno, G.J. Nagy, C. Nobre y A. Villamizar, 2007: Latin America. 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, 581-615.

Martínez, J. y A. Fernández Bremauntz. (Comps.). 2004. Cambio climático, una visión desde México. INE: México.

Mc Leman, R. y Smit, B. 2004. Climate Change, Migration and Security. Canadian Security Intelligence Service.

Mills, E. 2005. Insurance in a Climate of Change. *Science*. 309 (5737): 1040 – 1044.

Ministry of the Environment and Water Resources. 2006. Disponible en:
<http://app.mewr.gov.sg/press.asp?id=CDS3799>

Molina, M. 2007. Cambio Climático: Riesgos y Oportunidades en México. Centro Mario Molina. México, D.F.

Molina, M. y L. Molina. 2002. Air Quality in the Mexico Megacity: An Integrated Assessment. Kluwer: Dordrecht, Netherlands.

Mortimore, M. J. 1989. Adapting To Drought: Farmers, Famines, and Desertification In West Africa. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

National Assessment Synthesis Team. 2001. Climate Change Impacts on the United States - Over-view Report. The Potential Consequences of Climate Variability and Change. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.

Nicholls, R. J. 2004. Coastal flooding and wetland loss in the 21st century: changes under the SRES climate and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14: 69-86.

Nicholls, R.J. y R. S. J. Tol. 2006. Impacts and responses to sea-level rise: a global analysis of the SRES scenarios over the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society, A*, 364 (1841): 1073-1095.

Nicholls, R.J., P.P. Wong, V.R. Burkett, J.O. Codignotto, J.E. Hay, R.F. McLean, S. Ragoonaden and C.D. Woodroffe, 2007: Coastal systems and low-lying areas. 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, 315-356.

Notimex, Viernes, 21 de Septiembre de 2007. Afectó Dean producción de Pemex en agosto. Disponible en:
<http://www.correo-gto.com.mx/notas.asp?id=41025>

O'Brien, K., L. Sygna y J. E. Haugen. 2004. Vulnerable or resilient? a multi-scale assessment of climate impacts and vulnerability in Norway. *Climatic Change*, 62(1-3): 75-113.

Osbah, H. y R. Few. 2006. Linking Climate Change Adaptation and Disaster Risk Management for Sustainable Poverty Reduction. Mexico Country Study. European Union, MHW.

Ott, H.E. 2007. Climate Policy Post-2012 – A Roadmap. The Global Governance of Climate Change. Wuppertal Institute for Climate, Environment and Energy. Tällberg Foundation.

Pachauri, RK. 2007. Findings of the Reports of Working Groups I, II & III of the IPCC Fourth Assessment Report (AR4). 8th Meeting of the Africa Partnership Forum / Berlin, Germany. 22nd May 2007.

PAHO. 1998 Natural Disaster Mitigation in Drinking Water and Sewerage Systems: Guidelines for Vulnerability Analysis. Pan-american Health Organization: Washington, D.C.

Parkinson, J. y O. Mark. 2005. Urban Storm water Management in Developing Countries. IOA: London.

Parry, M. L., C. Rosenzweig, A. Iglesias, M. Livermore y G. Fischer. 2004. Effects of climate change on global food production under SRES emissions and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 14: 53-67.

Peltonen, L. 2007. Questions to Decision-Makers Facing Climate Change. Centre for Urban and Regional Studies, Helsinki University of Technology, Finland. <http://www.gtk.fi/slr/printable.php?id=66>

Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. 2007. Disponible en:
<http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/index.php?page=documentos-pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2006a. Escasez de agua, riesgo y vulnerabilidad. En: Informe sobre Desarrollo Humano 2006. PNUD. Pp. 133-170.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2006b. Indicadores de Desarrollo Humano y Género en México. PNUD: México.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2007a. Apéndice 2006-2007, Índice de Desarrollo Humano. En: Informe sobre Desarrollo Humano, México 2006-2007: Migración y desarrollo humano. Mundi-Prensa Libros: México. Disponible en: <http://saul.nueve.com.mx/estadisticas/index.html>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2007b. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/millenniumgoals/>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo/Global Environment Facility (PNUD/GEF). 2005. Marco de Políticas de Adaptación. Desarrollando Estrategias, Políticas y Medidas. Nueva York.

PNUMA. 2007. Plantemos para el planeta: Campaña de los mil millones de árboles. Disponible en:
<http://www.unep.org/billiontreecampaign/spanish/about/index.asp>

Romieu, I., F. Meneses, S. Ruiz, J. J. Sienna y J. Huerta. 1996. Effects of air pollution on the respiratory health of asthmatic children living in Mexico city. *American Journal of Respiratory Critic Care Medicine*, 154: 300-307.

Salas, SMA. 2007. Obras de Protección contra Inundaciones. Cuaderno de Investigación. SEDESOL. México, D.F.

Schneider, S.H., S. Semenov, A. Patwardhan, I. Burton, C.H.D. Magadza, M. Oppenheimer, A.B. Pittock, A. Rahman, J.B. Smith, A. Suarez y F. Yamin, 2007: Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. *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, 779-810.

SEMARNAT. 2006. Capacidades y sinergias: El desafío ambiental en México. SEMARNAT/Fondo para el Medio Ambiente Mundial: México. P. 13.

SEMARNAT. 2007. Disponible en:

www.semarnat.gob.mx/queessearnat/politica_ambiental/cambioclimatico/Page/geimexico.aspx.

Seo, S. N. 2007. Adaptations to climate change. En: *Encyclopedia of Earth. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment: Washington, D.C.*

Smith, S. D., T. E. Huxman, S. F. Zitzer, T. N. Charlet, D. C. Housman, J. S. Coleman, L. K. Fenstermaker y J. R. Seemann. 2000. Elevated CO₂ increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem, *Nature*, 408: 79-82.

Solecki, W. D. y C. Rosenzweig. 2006. Climate change and the city: Observations from metropolitan New York. In: B. Xuemei (Ed.), *Cities and Environmental Change*. Yale University Press: New York (in press).

Stern, N. 2006. Stern Review on the Economics of Climate Change. Disponible en:

http://www.hm-treasury.gov.uk/Independent_Reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

Thomas, C.D., A. Cameron, R.E. Green, M. Bakkenes, L.J. Beaumont, Y.C. Collingham, B.F.N. Erasmus, M.F. de Siqueira, Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles L., Ortega-Huerta, M.A., Townsend Peterson, A., Phillips, O.L. y Williams S.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427 (8):145-147.

Thomas, D. S. C. y C. Twyman. 2005. Equity and justice in climate change adaptation among natural-resource dependent societies, *Global Environmental Change* 15 (2): 115-124.

UN-Habitat. 2003: *The Challenge of Slums: Global Report on Human Settlements 2003*. Earthscan Publications: London.

UNEP, Government of Netherlands. 2002. *A Simplified Guide to the IPCC's "Climate Change 2002: Mitigation"*. Geneva, Switzerland: UNEP. Disponible en: http://www.unep.org/dec/docs/ipcc_wg3_booklet.pdf

Urbina Soria, J. y Martínez Fernández, J. (comps.). 2006. Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global. INE-SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México: México.

USAID. 2007. *Adapting to Climate Variability and Change. A Guidance Manual for Development Planning*. P. 5.

Vásquez-León, M., C. T. West y T. J. Finan. 2003. A comparative assessment of climate vulnerability: agriculture and ranching on both sides of the US-Mexico border. *Global Environmental Change*, 13: 159-173.

Villalobos, VM. 1998. Reunión Sobre Políticas Públicas que Afectan a los Incendios Forestales. Roma, 28 A 30 de octubre de 1998.

Villers-Ruíz, L., y Hernández-Lozano, J. 2007. Incendios forestales y el fenómeno de El Niño en México. IV Conferencia Internacional sobre Incendios Forestales. Sevilla, España. 13-17 Mayo 2007, 10 pp.

Wilbanks, T.J., P. Romero Lankao, M. Bao, F. Berkhout, S. Cairncross, J.-P. Ceron, M. Kapshe, R. Muir-Wood y R. Zapata-Martí, 2007: Industry, settlement and society. *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, 357-390.

WTO. 2003. *Climate Change and Tourism. Proceedings of the 1st International Conference on Climate Change and Tourism*. World Tourism Organization. Djerba, Tunisia, 9-11 April 2003. Pp. 55.

WTO. 2007. *Davos Declaration: Climate Change and Tourism - Responding To Global Challenges*. World Tourism Organization. Disponible en: http://www.unwto.org/media/news/en/press_det.php?id=1411&idioma=E

Zapata, R. 2006. Los efectos de los desastres en 2004 y 2005: la necesidad de adaptación de largo plazo. *Serie Estudios y perspectivas*, 54. ONU, CEPAL: México.

Agradecemos al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) el financiamiento para el desarrollo de este material, así mismo deseamos agradecer especialmente a las instituciones que participaron en el proceso de elaboración y revisión del contenido de esta publicación:

- Secretaría de Educación Pública
- Secretaría de Desarrollo Social
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios de la Secretaría de Salud
- Centro Nacional de Prevención de Desastres de la Secretaría de Gobernación
- Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México
- Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México
- El Colegio de México
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental, A.C.

