

# México

QUINTA COMUNICACIÓN NACIONAL ANTE LA  
CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL

## CAMBIO CLIMÁTICO



**México**  
**Quinta Comunicación Nacional**  
**ante la Convención Marco**  
**de las Naciones Unidas**  
**sobre el Cambio Climático**

## **Comisión Intersecretarial de Cambio Climático**

*Secretarías participantes:*

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Secretaría de Salud (SSA)

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Secretaría de Economía (SE)

Secretaría de Turismo (SECTUR)

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Secretaría de Gobernación (SEGOB)

Secretaría de la Marina (SEMAR)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Secretaría de Energía (SENER)

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)

Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)

**MÉXICO**

**QUINTA COMUNICACIÓN NACIONAL  
ANTE LA CONVENCION MARCO  
DE LAS NACIONES UNIDAS  
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO**



Primera edición: 2012

D.R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales  
Blvd. Adolfo Ruíz Cortines 4209. Col. Jardines de la Montaña  
C.P. 14210. Delegación Tlalpan, México, D.F.  
[www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)  
Periférico Sur 5000, Col. Insurgentes Cuicuilco,  
C.P. 04530. México, D.F.  
[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)

Coordinación editorial: Grupo Communicare, S.C.  
Diseño de Portada: Grupo Communicare, S.C.  
Foto de Portada: Krista Schlyer

ISBN: 978-607-8246-50-2  
Impreso y hecho en México. Printed in Mexico

# ÍNDICE

<b>Prólogo</b>			
<b>Introducción</b>	1		
<b>Acrónimos</b>	7		
<b>Unidades</b>	14		
<b>Prefijos</b>	15		
<b>Compuestos</b>	16		
<b>Resumen ejecutivo</b>	17		
<b>Executive summary</b>	I		
<b>I. Circunstancias nacionales</b>	51		
I.1 Características geográficas	51		
I.2 Recursos naturales	57		
I.3 Demografía	61		
I.4 Economía	67		
I.5 Salud	93		
I.6 Educación	94		
I.7 Referencias	98		
<b>II. Arreglos institucionales</b>	103		
II.1 Política gubernamental en México	103		
II.2 Arreglos en la Administración Pública Federal	104		
II.3 Arreglos a nivel subnacional	115		
II.4 Ley General de Cambio Climático	121		
II.5 Desarrollo Sustentable, A.C.	123		
II.6 Referencias	125		
		<b>III. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático</b>	127
		III.1 Introducción	127
		III.2 Acciones de adaptación frente al cambio climático	132
		III.3 Hacia la adaptación	140
		III.4 Análisis de riesgo	147
		III.5 El cambio climático en las ciudades	172
		III.6 Conclusiones y recomendaciones	177
		III.7 Referencias	179
		<b>IV. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero</b>	189
		IV.1 Introducción	189
		IV.2 Arreglos institucionales	190
		IV.3 Proceso de preparación del inventario y aspectos metodológicos	193
		IV.4 Panorama general	195
		IV.5 Emisiones de gases de efecto invernadero por gas	197
		IV.6 Emisiones de gases de efecto invernadero por categoría	200
		IV.7 Tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero para el periodo 1990 a 2010	225
		IV.8 Indicadores relevantes de las emisiones de GEI	226
		IV.9 Comparación internacional	230

IV.10 Conclusiones sobre el INEGI	236	<b>VII. Obstáculos, carencias y necesidades relacionadas con el financiamiento, la tecnología y las capacidades</b>	393
IV.11 Referencias	237	VII.1 Metas y objetivos de México en materia de cambio climático	393
IV.12 Anexo	238	VII.2 Necesidades técnicas, de capacitación y tecnológicas	394
<b>V. Programas para mitigar el cambio climático</b>	247	VII.3 Oportunidades para superar barreras de carácter político-legal, institucional y tecnológico	396
V.1 Políticas de mitigación e investigaciones sectoriales	249	VII.4 Necesidades financieras a nivel nacional y subnacional	398
V.2 Acciones de mitigación a nivel subnacional	331	VII.5 Elaboración de Comunicaciones Nacionales	398
V.3 Acciones en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio	337	VII.6 Referencias	399
V.4 Temas emergentes	338		
V.5 Investigación sobre escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero	345		
V.6 Investigaciones sobre oportunidades y barreras para las acciones de mitigación	346		
V.7 Conclusiones	350		
V.8 Referencias	351		
<b>VI. Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención</b>	355		
VI.1 Avances en la integración del tema de cambio climático en las políticas sociales, ambientales y económicas en México	355		
VI.2 Investigación sobre cambio climático y observación sistemática	360		
VI.3 Actividades relacionadas a la transferencia de tecnología	370		
VI.4 Información sobre educación, formación y sensibilización	372		
VI.5 Información sobre fortalecimiento de capacidades en los niveles nacional, regional y subregional	382		
VI.6 Esfuerzos para promover el diálogo y el intercambio de información	385		
VI.7 Referencias	389		

# Prólogo

México es Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) desde que ésta se firmó, hace cerca de 20 años, y ha asumido con gran seriedad y responsabilidad sus compromisos en este foro multilateral. Queda esto de manifiesto con el fortalecimiento de su capacidad para hacer frente al cambio climático, y con acciones concretas cada vez más decididas, tanto para la adaptación a sus impactos como para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Asimismo, ha dedicado grandes esfuerzos a desarrollar una sólida base de conocimiento sobre las implicaciones presentes y futuras de este fenómeno para su sociedad, sectores productivos y medio ambiente, siempre procurando que esta información sea de utilidad para sustentar las decisiones de todos los actores

relevantes. De igual forma, ha buscado ser un líder en las soluciones negociadas en el contexto internacional, favoreciendo los procesos multilaterales como la mejor vía para hacerlo.

Preparar y presentar su Quinta Comunicación Nacional ante la CMNUCC es, sin duda, un esfuerzo más que ilustra el gran compromiso de México para enfrentar el cambio climático. Esto deriva del reconocimiento al principio de “responsabilidades comunes pero diferenciadas”, y al interés nacional por encontrar soluciones al problema global, convencido además de que puede promover su desarrollo y la preservación de su medio ambiente.

**Ing. Juan Rafael Elvira Quesada**  
**Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales**



# Introducción

La Quinta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) evidencia los significativos avances que ha llevado a cabo el país. En una comparación entre los periodos comprendidos entre la Cuarta (2009) y la Quinta (2012) Comunicaciones, lo más destacable es el incremento de acciones y estudios en materia climática en todas las facetas de la actividad nacional. A continuación se mencionan las más relevantes:

- En los aspectos jurídicos, el 6 de junio de 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático que explicita y extiende las responsabilidades de los tres órdenes de gobierno en materia de adaptación y mitigación; establece deberes y mecanismos que responsabilizan a los emisores de gases termoactivos de toda la sociedad, y consolida y crea el aparato administrativo y financiero para el avance nacional en la prevención y el control del problema climático. Formaliza las metas de reducción de emisiones para los años 2020 y 2050. En el título tercero, artículo 13 se menciona la creación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) como un organismo público descentralizado de la administración pública federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, sectorizado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones de la Ley Federal de Entidades Paraestatales. El Instituto

Nacional de Ecología (INE) mencionado a lo largo de esta Comunicación se convirtió en el INECC el 10 de octubre de 2012.

- Adicionalmente, están en proceso la ampliación de las normas y la afinación de disposiciones reglamentarias que permitirán una mejor respuesta ante el fenómeno.
- El involucramiento de los sectores gubernamentales en los tres órdenes de gobierno ha crecido significativamente.
- Todos los sectores federales han incorporado políticas y actividades relacionadas con el cambio climático, al tiempo que las entidades federativas del país avanzan considerablemente en la incorporación del tema en sus políticas y planes estatales.
- Cada vez un mayor número de municipalidades establecen programas para atender el fenómeno climático.
- El sector privado se involucra en la atención del problema en el país.
- Las actividades en diversas áreas climáticas por parte de las organizaciones sociales se diversifican y multiplican.
- El sector académico se amplía y cubre un creciente número de tópicos en sus actividades de investigación y enseñanza en el tema.
- Se han multiplicado las acciones de coordinación entre autoridades y la colaboración entre ellas y los grupos locales.

- Se han aumentado las actividades que dan difusión a los resultados de acciones piloto.
- Se incrementa y consolida la cooperación bilateral y multilateral en muy diversas áreas de atención al cambio climático.
- La realización exitosa de la COP 16, en Cancún, multiplicó la actividad internacional y la participación de los sectores privado y social en materia climática.
- En la actividad nacional se culmina la ejecución del Programa Especial de Cambio Climático del actual sexenio, superando sus metas en materia de mitigación y avanzando en las relativas a la adaptación. Se presentan estudios para su extensión al año 2020.
- La disponibilidad de créditos y otros financiamientos para actividades específicas con implicaciones climáticas se han multiplicado en el periodo comprendido entre ambas Comunicaciones.

Las estrategias y programas de mediano y largo plazos han avanzado con estudios sobre oportunidades, barreras e implicaciones económicas de programas especiales para alcanzar las metas a 2020, al tiempo que se han profundizado y detallado los estudios sobre actividades y costos del desarrollo bajo en carbono para horizontes temporales mayores.

Muy diversos estudios han permitido pasar de estrategias y programas generales a acciones específicas que cubren una gran gama de actividades de mitigación, adaptación, investigación y concientización sobre el fenómeno, abarcando un amplio número de temas en sectores, regiones y localidades. Algunas de esas acciones definen más acuciosamente políticas, programas y proyectos específicos, complementándose con una variedad de atlas y mapas de riesgo, impactos y vulnerabilidad.

En cuanto a las **circunstancias nacionales** (capítulo I), se describen las actividades climáticas que pudieron consolidarse al superar paulatinamente los efectos de la crisis económica internacional y de problemas internos como la influenza A(H1N1). En la Quinta Comunicación se ha hecho un esfuerzo para presentar en forma más sistemática y didáctica la situación nacional, separando las descripciones sobre recursos naturales de las actividades económicas asociadas a ellos; adicionalmente se incor-

poraron temas importantes como los relacionados con la migración y se logró un mejor y más ilustrado tratamiento de temas como empleo, remesas, energía y transporte. Por otra parte, se abrió un espacio en este capítulo para la descripción de la evolución de los eventos hidrometeorológicos extremos en el periodo.

Los **arreglos institucionales** (capítulo II) se presentan de manera más balanceada entre sectores, en comparación con la Cuarta Comunicación, incorporando los avances en las políticas nacionales –en particular en el Programa Especial de Cambio Climático que está a punto de cumplirse exitosamente– y las nuevas estructuras para la atención del tema en la Administración Pública Federal. Se detallan los nuevos aspectos institucionales que pone en vigor la Ley General de Cambio Climático y, asimismo, se muestran los avances institucionales producto de la amplia evolución del tratamiento del fenómeno en los estados de la república, con resultados que superan a los presentados en la comunicación anterior.

En el capítulo III, que describe las medidas para facilitar la adecuada **adaptación** al cambio climático, se perfeccionan las definiciones y descripciones de riesgo, vulnerabilidad, impacto y adaptación. Aquí también se destaca la elevación de la inversión en la gestión integral del riesgo y el incremento en la demanda de información meteorológica en el periodo, debido al mayor interés que suscita el cambio climático en los diversos sectores de la sociedad, así como el aumento de las actividades de aseguramiento frente al fenómeno.

La Quinta Comunicación ha puesto mayor atención en temas de carácter general, como los ordenamientos territorial y ecológico del país –evitando la descripción sectorizada que fue objeto de la Cuarta Comunicación–, al tiempo que abunda en la descripción del papel que juegan los servicios ambientales y los aspectos sociales de la vulnerabilidad y la adaptación. En el tratamiento sectorial del riesgo se presentan mejores ilustraciones y se recogen en cuadros-resumen las actividades sectoriales específicas a fin de enriquecer la presentación del material.

En este capítulo, la Quinta Comunicación incorpora un importante tema sobre el tratamiento del cambio climático en las ciudades. De la misma forma, incluye un apartado de conclusiones y recomendaciones

que, al recoger lo más relevante del capítulo, hace notar la incrementada participación de los actores clave, de la transversalidad entre sectores y de la generación de capacidades.

En el capítulo IV, correspondiente al **Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI)**, se destaca la creciente colaboración de entidades públicas, privadas, sociales y académicas para la actualización del inventario al 2010. En éste se mantuvo la utilización de la metodología del PICC de 1996, en espera de la aplicación de la siguiente metodología en 2015. No obstante, en esta Comunicación se presenta una visión mejorada de la categoría de Desechos, a partir de la utilización de la metodología PICC de 2006, y se describen nuevas subcategorías:

- Eliminación de desechos sólidos (4A);
- Tratamiento biológico de los desechos sólidos (4B);
- Incineración a cielo abierto de desechos (4C), y
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D).

En cuanto a los arreglos institucionales del INEGEI, se presentan los avances alcanzados en la sistematización del proceso, aunque aún se requiere una mayor formalización del mismo.

La presentación de resultados del inventario es más atractiva porque se acompaña de ilustraciones, como puede verse en la comparación internacional. Del mismo modo, el capítulo incluye un útil apartado de conclusiones, que sintetiza los avances realizados en el inventario y en su proceso de elaboración.

Cabe resaltar que se añade el cada vez más importante tema sobre carbono negro, como anexo al inventario nacional. El carbono negro puede impactar el cambio climático por su capacidad para absorber grandes cantidades de energía: un gramo de sus partículas puede absorber más de un millón de veces más energía radiante que un gramo de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, las emisiones de este último son más de 3,000 veces superiores y su tiempo de vida en la atmósfera es más de 2,500 veces.

En cuanto a los programas para la **mitigación** de compuestos de efecto invernadero (capítulo V), en la Quinta Comunicación destacan la puesta en vigor de la nueva Ley General de Cambio Climático y los

resultados sobre los estudios prospectivos de una estrategia de desarrollo bajo en emisiones.

En el sector energético, la Quinta Comunicación describe los avances obtenidos a partir de los registrados en la Comunicación anterior, incluyendo los relacionados con la reglamentación y la interconexión, así como los mayores recursos asociados al tema climático y los estudios estratégicos llevados a cabo para el sector. Adicionalmente, presenta los resultados de la operación y multiplicación de programas sectoriales y las actividades para preparar las nuevas Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación.

En el sector forestal, destaca la creación e integración del amplio Programa de Manejo Forestal Sustentable. Sin duda, una comparación entre la Cuarta y Quinta Comunicaciones permite observar la multiplicación de esfuerzos en las actividades de mitigación y de cooperación internacional en los sectores agropecuario, industrial, turístico y de desarrollo social.

Otra notable diferencia entre las comunicaciones consideradas es la descripción del cada vez más amplio número de acciones de mitigación en el nivel subnacional, que ahora se multiplican en las áreas de:

- Energías renovables;
- Eficiencia energética;
- Transporte;
- Agropecuario y forestal;
- Desechos;
- Desarrollo social, e
- Industria.

Entre los temas emergentes que presenta la Quinta Comunicación destacan:

- Las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación;
- El Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>, y
- Los forzadores climáticos de vida corta.

La Quinta Comunicación incluye además la presentación de investigaciones sobre oportunidades y barreras para las acciones de mitigación, que se complementa con un conjunto de estudios de economía verde, barreras jurídicas y esquemas financieros.



En el capítulo VI, que contiene **otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención**, se desarrolla un análisis de los avances en la integración del tema de cambio climático en las políticas sociales, ambientales y económicas, que considera también los adelantos en: el marco legal de la Federación; las integraciones vertical y horizontal, y las cuestiones de género. Las acciones de integración se incluyeron como una necesidad de avance en la Cuarta Comunicación.

En el periodo informado en esta Quinta Comunicación ha habido un notable incremento en la profundidad, variedad y cobertura de las actividades de observación climática sistemática en el país y en la demanda de información que atiende, también gracias a los crecientes apoyos recibidos por el Servicio Meteorológico Nacional.

La Quinta Comunicación amplía la información sobre el número de estudios e investigaciones que se llevan a cabo en un creciente número de instituciones nacionales localizadas en múltiples partes del país (aunque el Distrito Federal sigue siendo dominante), así como sobre la variedad de sectores de pertenencia de las mismas y la diversidad de actores dedicados a esta actividad. Cabe mencionar que la mayoría de las investigaciones siguen enfocándose en temas de vulnerabilidad, impacto y riesgo, por lo que se requiere reforzar las investigaciones sociales, económicas e internacionales.

Aunado a lo anterior, se presentan los avances tanto en la capacidad de las entidades federativas para la realización de los inventarios locales, las metodologías específicas para profundizar los inventarios sectoriales y para acciones de mitigación en los sectores energía, turismo, forestal y transporte, entre otros.

Se amplía, asimismo, la información sobre tecnología, dentro de la cual destaca el crecimiento de los apoyos a la investigación y el desarrollo, al igual que las políticas de oferta para su producción, los mecanismos de difusión e intercambio y el financiamiento internacional para la transferencia de tecnología.

Sobre educación, formación y sensibilización en cambio climático, además de la considerable ampliación de acciones y programas con niñas, niños, jóvenes y consu-

midores, destaca la multiplicación de actividades en los estados de la República. Las acciones emprendidas para fomentar la participación ciudadana han registrado en este periodo un notable incremento con relación al de la Comunicación anterior.

Dirigidos al fortalecimiento de las capacidades en materia de cambio climático, se han ampliado los cursos de posgrado, de la misma manera que se ha extendido la capacitación en este tema a servidores públicos y otros profesionistas, particularmente en los estados del país, debido a la incorporación del cambio climático en las políticas y programas locales. Es importante señalar que este fortalecimiento de capacidades se ha visto favorecido también por un número cada vez mayor de acciones de colaboración internacional.

Acerca del intercambio de información, se muestra el incremento alcanzado con la creación de redes de investigación, alianzas y grupos de diálogo; en este tema también ha sido fundamental la ampliación y operación de Memorándum de Entendimiento, con un creciente número de países e instituciones extranjeras.

El capítulo final, dedicado a **obstáculos, carencias y necesidades**, señala que los requerimientos técnicos, de capacitación y financieros están delimitados en cierta medida por las metas aspiracionales sobre la mitigación de emisiones de GEI y de adaptación en el mediano (2030) y largo plazos (2050), establecidas en el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 y en la nueva Ley General de Cambio Climático; así como por las actividades planteadas en los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático y en los Planes de Acción Climática Municipal.

El cumplimiento de las metas y objetivos delineados a mediano y largo plazos implica un número mayor de capacidades técnicas y, en consecuencia, financieras, en temas de: inventarios de emisiones de GEI; observación sistemática; escenarios climáticos y económicos; investigación en mitigación, vulnerabilidad y adaptación; sensibilización, e identificación de barreras tecnológicas.

En la actualidad, las necesidades de capacitación más urgentes se encuentran en los niveles estatal y municipal, donde la elaboración de inventarios requiere de es-

pecialistas en todas sus categorías. Una necesidad que continúa siendo fundamental es generar y/o mejorar los factores de emisión propios y las metodologías para el cálculo de las emisiones en categorías como: uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, y generación de desechos sólidos urbanos.

A partir del diagnóstico realizado sobre las necesidades de modernización del Servicio Meteorológico Nacional se está mejorando la observación y la elaboración de escenarios climáticos. Este proceso también demanda un mayor número de técnicos calificados.

Durante la preparación de la Quinta Comunicación Nacional se reconoció la necesidad de continuar fortaleciendo la investigación y la instrumentación de medidas en materia tanto de mitigación como de adaptación, al tiempo que se identificaron oportunidades para maximizar el uso del conocimiento técnico-científico en el desarrollo de las políticas públicas de cambio climático.

La Quinta Comunicación identifica las necesidades financieras a niveles nacional y subnacional y describe la implementación del Programa Especial ampliado al periodo 2012–2020 y de los programas estatales y municipales de acción. Cuestiones que apenas fueron apuntadas por la Cuarta Comunicación.

México es el primer país en desarrollo que presenta su Quinta Comunicación, aunque la información contenida no es exhaustiva, incluye entre otra valiosa información, la actualización de su inventario nacional de emisiones al 2010. Con lo anterior demuestra su compromiso ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El gobierno mexicano agradece el apoyo recibido del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-México), como agencia implementadora, para su elaboración.



# Acrónimos

SCN	Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC	ASA	Aeropuertos y Servicios Auxiliares
AEAEE	Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C.	BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo	BANXICO	Banco de México
AFD	Agencia Francesa para el Desarrollo	BID	Banco Interamericano de Desarrollo
AGEB	Áreas Geo-Estadísticas Básicas	BIO3	Biodiversidad para combustibles y biodiesel en Zonas Áridas
AI	Anexo I	BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
AIE	Agencia Internacional de Energía	BM	Banco Mundial
ALyC	América Latina y el Caribe	BMU	Ministerio Federal Alemán del Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
AMACC	Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático	BRT	Sistema de Transporte Rápido (Bus Rapid Transit)
AMEXCID	Agencia Mexicana de Cooperación para el Desarrollo	CADENA	Componente de Atención a Desastres Naturales
AMO	Oscilación Multidecadal del Atlántico (Atlantic Multidecadal Oscillation)	CAEM	Comisión del Agua del Estado de México
AND	Autoridad Nacional Designada	CAMIMEX	Cámara Minera de México
ANFAD	Asociación Nacional de Fabricantes de Electrodomésticos	CANACEM	Cámara Nacional del Cemento
ANP	Áreas Naturales Protegidas	CarboNA	Programa Norteamericano de Carbono (North American Carbon Program)
ANIQ	Asociación Nacional de la Industria Química	CAT	Categorías
APF	Administración Pública Federal	CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental
ARPEL	Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en América Latina y el Caribe		

CCAC	Coalición Clima y Aire Limpio (Climate and Clean Air Coalition)	CICIMAR	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas
CCA-UNAM	Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM	CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán
CCDS	Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable	CIDE	Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C.
CCE	Consejo Coordinador Empresarial	CIMARES	Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas
CCGSS	Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste	CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CCNDS	Consejo Consultivo Nacional para el Desarrollo Sustentable	CINVESTAV-IPN	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
CCS	Captura y Secuestro de Carbono (Carbon Capture and Storage)	CLV	Central Laguna Verde
CCVM	Consejo de Cuenca del Valle de México	CMM	Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable	CMNUCC	Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, en inglés)
CEDAN	Centro de Diálogo y Análisis sobre América del Norte	CMP	Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto
CEJA	Centro de Estudios Jurídicos Ambientales	CNH	Comisión Nacional de Hidrocarburos
CEMDA	Centro Mexicano de Derecho Ambiental	COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza
CEMIE	Centros Mexicanos de Innovación en Energía	COCLIMA	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático del estado de Guanajuato
CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres	COFAN	Comisión Forestal de América del Norte
CER	Certificados de Reducción de Emisiones (Certified Emission Reduction)	COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
CERTE	Centro Regional de Tecnología Eólica	COLEF	Colegio de la Frontera Norte
CESPEDES	Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable	COLMEX	Colegio de México
CFE	Comisión Federal de Electricidad	COLPOS	Colegio de Postgraduados
CI	Conservación Internacional	COMEGEI	Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero
CIATEQ	Centro de Tecnología Avanzada, A.C.	COMPLEXUS	Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático		
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California		

CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	DOF	Diario Oficial de la Federación
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	DQO	Demanda Química de Oxígeno
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	ECCAP	Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	EDAs	Enfermedades Diarreicas Agudas
CONAPO	Consejo Nacional de Población	EDUCAREE	Educación para el Uso Racional y Ahorro de la Energía Eléctrica
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda	EMA	Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.
CONCAMIN	Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos	ENACC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
CONCYTEG	Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato	ENAREDD+	Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social	ENDESU	Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable, A.C.
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía	ENE	Estrategia Nacional de Energía
COP 15	Décima Quinta Conferencia de las Partes	ENI	Entidad Nacional Implementadora
COP 16	Décima Sexta Conferencia de las Partes	ENTE	Energía, Tecnología y Educación, S.C.
COP 17	Décima Séptima Conferencia de las Partes	EPCA	Especies de Plantas Comestibles Aprovechadas
COPARMEX	Confederación Patronal de la República Mexicana	EPOMEX	Programa de Ecología, Pesquería y Oceanografía del Golfo de México
CPCC	Coordinación del Programa de Cambio Climático del INE	ESDIG	Espacio Digital Geográfico
CRE	Comisión Reguladora de Energía	FANP	Fondo para Áreas Naturales Protegidas
CREFAL	Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
CSLF	Carbon Sequestration Leadership Forum	FCEA	Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, A.C.
CT	Ciclón Tropical	FE	Factor de Emisión
CTC-REDD+	Comité Técnico Consultivo de REDD+	FD	Fiebre por Dengue
CTS-EMBARQ	Centro de Transporte Sustentable	FHD	Fiebre Hemorrágica por Dengue
CVCCCM	Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México	FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
DA	Dato de Actividad	FINNOVA	Fondo Sectorial de Innovación
		FIP	Programa de Inversión Forestal
		FIPATERM	Fideicomiso para el Aislamiento Térmico
		FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido	IEEG	Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato
FI-UNAM	Facultad de Ingeniería de la UNAM		
FMCN	Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza	IEGEI	Inventario Estatal de Gases de Efecto Invernadero
FOMAFUR	Fondo para el Manejo del Fuego y Restauración Ambiental	IFC	Corporación de Financiación Internacional (International Finance Corporation)
FOMIX	Fondo Mixto		
FONADIN	Fondo Nacional de Infraestructura	IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
FONDEN	Fondo de Desastres Naturales		
FOPREDEN	Fondo para la Prevención de Desastres Naturales	IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas
FORDECYT	Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación	II-UNAM	Instituto de Ingeniería de la UNAM
FOVISSSTE	Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	IMCO	Instituto Mexicano de la Competitividad
FSIDT	Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía	IMJUVE	Instituto Mexicano de la Juventud
FUMEC	Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia	IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
GLP	Gas Licuado de Petróleo	IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
G20	Grupo de los 20	IMT	Instituto Mexicano del Transporte
GEF	Fondo Mundial para el Medio Ambiente (Global Environment Facility)	IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
GEI	Gas de Efecto Invernadero	INE	Instituto Nacional de Ecología
GIRA	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada, A.C.	INEA	Instituto Nacional de Educación para Adultos
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional, por sus siglas en alemán	INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
GMI	Iniciativa Global de Metano (Global Methane Initiative)	INECOL	Instituto de Ecología, A.C.
GN	Gas natural	INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
GT	Grupo de Trabajo	INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
I+D	Investigación y Desarrollo	INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
IAI	Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (Inter-American Institute for Global Change Research)	INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ICLEI	Gobiernos Locales por la Sustentabilidad	ININ	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
IDH	Índice de Desarrollo Humano	INMUJERES	Instituto Nacional de las Mujeres
		IPN	Instituto Politécnico Nacional
		ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
		JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)

KfW	Banco Alemán de Desarrollo	MRV	Medición, Reporte y Verificación
KOICA	Agencia de Cooperación Internacional de Corea	NAFIN	Nacional Financiera
LAERFTE	Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética	NAMA	Acción Nacional Apropriada de Mitigación (Nationally Appropriate Mitigation Action)
LASE	Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía	NOM	Norma Oficial Mexicana
LEAP	Long-range Energy Alternatives Planning System	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
LEDS	Estrategia de Crecimiento de Bajas Emisiones (Low Emission Development Strategy)	ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
LERM	Laboratorio de Energías Renovables de México	OMM	Organización Meteorológica Mundial
LGCC	Ley General de Cambio Climático	ONU	Organización de las Naciones Unidas
LGEEPA	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
LGPAS	Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables	OSC	Organización de la Sociedad Civil
LPDB	Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos	PAC	Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos
MZM	Metano a Mercados (Methane to Markets)	PACCCCH	Programa de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Chiapas
MASAGRO	Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional	PACCM	Programa de Acción Climática de la Ciudad de México
MAUA-Clima	Modelo de Abasto y Uso del Agua bajo condiciones de cambio climático	PACCNL	Programa de Acción ante el Cambio Climático de Nuevo León
MCE <sup>2</sup>	Centro Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente	PACMUN	Plan de Acción Climática Municipal
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio	PAESE	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental	PAIS	Programas Ambientales Institucionales
MILAGRO	Iniciativa de Megaciudad: Observaciones de Investigación Global y Local (Megacity Initiative: Local And Global Research Observations)	PDD	Documento de Diseño del Proyecto
MoMet	Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México	PDO	Oscilación Decadal del Pacífico (Pacific Decadal Oscillation)
		PEA	Población Económicamente Activa
		PEACC	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático
		PEACC-BC	Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California
		PEACCM	Estrategia Estatal de Cambio Climático en el Estado de Michoacán
		PEACC-TAB	Estrategia Estatal de Cambio Climático de Tabasco
		PECC	Programa Especial de Cambio Climático
		PECCG	Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato



PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación	PRONASE	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
PEMEX	Petróleos Mexicanos		
PEP	PEMEX Exploración y Producción	PROSENER	Programa Sectorial de Energía
PGPB	PEMEX Gas y Petroquímica Básica	PROTRAM	Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo
PIB	Producto Interno Bruto		
PIBN	Producto Interno Bruto Nominal	PSA	Pago por Servicios Ambientales
PICC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático	PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PIE	Productores Independientes de Energía	PTTU	Proyecto de Transformación del Transporte Urbano
PINCC	Programa de Investigación de Cambio Climático de la UNAM	PYMES	Pequeñas y Medianas Empresas
PMC	Programa Mexicano de Carbono	RAMSAR	Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional
PND	Plan Nacional de Desarrollo	REBISO	Reserva de la Biósfera Selva el Ocote
PNEA	Población No Económicamente Activa	REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y/o Degradación Forestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo	RENEOM	Red de Estaciones Oceanográficas y Meteorológicas
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente	RIOCC	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático
PoA	Programa de Actividades		
POISE	Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico	SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
POT	Población Ocupada Total		
PPP	Paridad del Poder Adquisitivo (Purchasing Power Parity)	SSA	Secretaría de Salud
PPQ	PEMEX Petroquímica	SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
PROAIRE	Programa para Mejorar la Calidad del Aire	SAPAL	Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de León
PROCALSOL	Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua	SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
PRODEFOR	Programa de Manejo Forestal Sustentable	SE	Secretaría de Economía
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor	SECTUR	Secretaría de Turismo
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente	SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
PROGAN	Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola	SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social y Humano del estado de Guanajuato
		SEDS	Secretaría de Desarrollo Social
PROIGESAM	Programa hacia la Igualdad de Género y la Sustentabilidad Ambiental		Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
		SEGOB	Secretaría de Gobernación
		SEMAR	Secretaría de Marina

SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
SENER	Secretaría de Energía	USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (US Agency for International Development)
SEP	Secretaría de Educación Pública		
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público		
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta	USTDA	Agencia de Desarrollo y Comercio de Estados Unidos (United States Trade and Development Agency)
SIAT-CT	Sistema de Alerta Temprana ante Ciclones Tropicales	USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
SICGAP	Sistema de Consulta Geográfica de los Atlas de Peligros y Riesgos en Zonas Costeras y Municipios de Atención Prioritaria	USEPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US Environmental Protection Agency)
SIMEC	Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación	USFS	Servicio Forestal de los Estados Unidos (US Forest Service)
SINAPROC	Sistema Nacional de Protección Civil	UV	Universidad Veracruzana
SMN	Servicio Meteorológico Nacional	UVM	Universidad del Valle de México
SNCC	Sistema Nacional de Cambio Climático	WBCSD	Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (World Business Council for Sustainable Development)
SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales		
SNIB	Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad	WMO	Organización Meteorológica Mundial (World Meteorological Organization)
SNIDRUS	Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable	WRI	Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute)
SNR	Sistema Nacional de Refinación	WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wide Fund for Nature)
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores		
SST	Sólidos Suspensivos Totales	ZMCM	Zona Metropolitana de la Ciudad de México
TCMA	Tasa de crecimiento media anual		
TNC	The Nature Conservancy	ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México
TT	Tormenta Tropical		
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana		
UCPAST	Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia de SEMARNAT		
UJAT	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco		
UMA	Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre		
UNAI	Unidad Nacional de Asociaciones de Ingenieros, A.C.		

# Unidades

bpe	Barriles de petróleo equivalente	$m^3/\text{hab}/\text{año}$	Metro cúbico por habitante por año
$^{\circ}\text{C}$	Grado centígrado	msnm	Metro sobre el nivel del mar
g	Gramo	mb	Miles de barriles
h	Hora	mbp	Miles de barriles de petróleo
ha	Hectárea	mbpce	Miles de barriles de petróleo crudo equivalente
hab	Habitante		
$\text{hab}/\text{km}^2$	Habitantes por kilómetro cuadrado	mmmpc	Miles de millones de pies cúbicos
$\text{hm}^3$	Hectómetro cúbico	mmbpce	Millones de barriles de petróleo crudo equivalente
J	Joule		
km	Kilómetro	mm	Milímetro
$\text{km}^2$	Kilómetro cuadrado	$\text{mm}/\text{año}$	Milímetro por año
$\text{km}^3/\text{año}$	Kilómetro cúbico por año	$\text{m}^3\text{-r}$	Metro cúbico rollo
$\text{km}/\text{l}$	Kilómetro por litro	%	Porcentaje
l	Litro	t	Tonelada
m	Metro	W	Watt
$\text{m}^2$	Metro cuadrado	Wh	Watt hora
$\text{m}^3$	Metro cúbico	$\text{Wh}/\text{m}^2$	Watt hora/metro cuadrado
$\text{m}^3/\text{s}$	Metro cúbico por segundo		

# Prefijos

E	Exa	=	$10^{18}$
P	Peta	=	$10^{15}$
T	Tera	=	$10^{12}$
G	Giga	=	$10^9$
M	Mega	=	$10^6$
k	kilo	=	$10^3$

# Compuestos

C	Carbono	HFC-125	Pentafluoroetano
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	Hexafluoroetano	HFC-143a	Trifluoroetano
CF <sub>4</sub>	Tetrafluoroetano	HFC-32	Difluorometano
CFC	Clorofluorocarbonos	HFC-43-10mee	Decafluoropentano
CH <sub>4</sub>	Metano	HFC-152a	Difluoroetano
CO	Monóxido de carbono	HFC-227ea	Heptafluoropropano
CO <sub>2</sub>	Bióxido de carbono	HFC-245ca	Pentafluoropropano
COVDM	Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano	N <sub>2</sub> O	Óxido nitroso
HFC	Hidrofluorocarbonos	NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
HFC-134a	Tetrafluoroetano	PFC	Perfluorocarbonos
HFC-23	Trifluorometano	SF <sub>6</sub>	Hexafluoruro de Azufre
HCFC-22	Clorodifluorometano	SO <sub>2</sub>	Bióxido de azufre

# Resumen ejecutivo

## Circunstancias nacionales

México está localizado en América del Norte, y tiene una superficie de 1,964,375 km<sup>2</sup>; de los cuales 1,959,248 km<sup>2</sup> son continentales y 5,127 km<sup>2</sup> están en sus islas. Ocupa el décimo cuarto lugar en extensión territorial a nivel mundial, y el quinto en el Continente Americano. Políticamente, es una Federación conformada por 32 entidades.

Su topografía es muy variada, lo que influye en las condiciones climáticas, tipos de suelos y vegetación predominante.

Los usos de suelo y cubierta de vegetación son también muy variados.

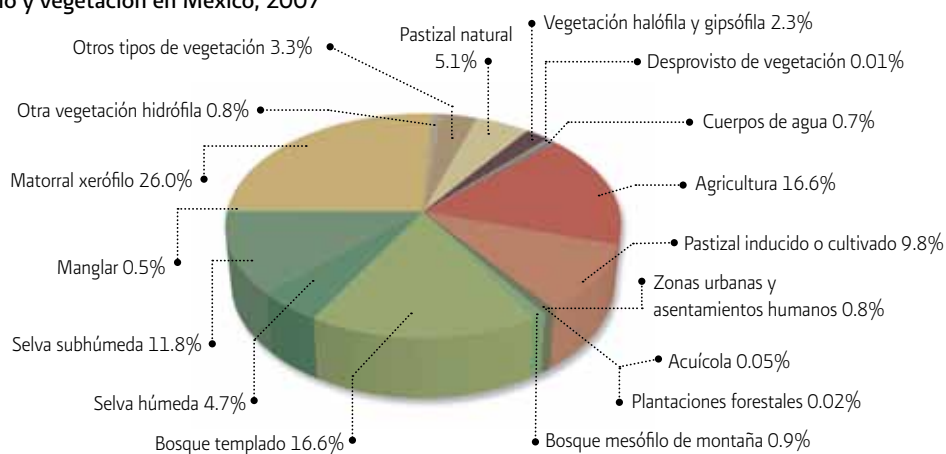
### México y sus diferentes territorios



- Territorio continental
- Mar territorial
- Territorio insular
- Zona económica exclusiva

Fuente: INEGI, 2005.

### Uso del suelo y vegetación en México, 2007



Fuente: "INEGI: Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV, escala 1:250 000. México 2011". SEMARNAT, 2012c.

México es un país “megadiverso”, que ocupa el cuarto lugar mundial en cuanto a capital natural. Cuenta con 25,300,000 ha de Áreas Naturales Protegidas (12% del territorio); 1,471 cuencas hidrológicas; una extensión de ríos y arroyos de 633,000 km; 653 acuíferos que son recargados en forma natural con 4.8% del total del agua que se precipita en su territorio; una superficie de 128,123.91 km<sup>2</sup> de humedales, además de los 93,558.9 km<sup>2</sup> que cubren los 138 humedales inscritos en la Convención Ramsar y 7,700.57 km<sup>2</sup> de manglares.

En lo que respecta a infraestructura hidráulica cuenta con: 4,462 presas y bordos de almacenamiento; 6.5 millones de ha de riego; 2.9 millones de ha de temporal tecnificado; 661 plantas potabilizadoras y 2,332 plantas de tratamiento de aguas residuales.

En 2010, México tenía 112,336,538 habitantes, de los cuales 51.2% eran mujeres y 48.8% hombres. Se ubicaba con ello como el undécimo país en población a nivel mundial. La tasa de crecimiento poblacional anual ha seguido un comportamiento tendencial decreciente, que de acuerdo a los últimos datos está actualmente en 0.77 por cada 100 mil habitantes. De acuerdo a la distribución etaria de la población, el pico más alto de edad está entre los 15 a 19 años, y la edad promedio nacional es de 26 años. En el centro del país se localiza un tercio de la población, siendo el Distrito Federal, la capital del país, la entidad federativa más densamente poblada, con 5,920

#### Densidad de Población en México, 2010



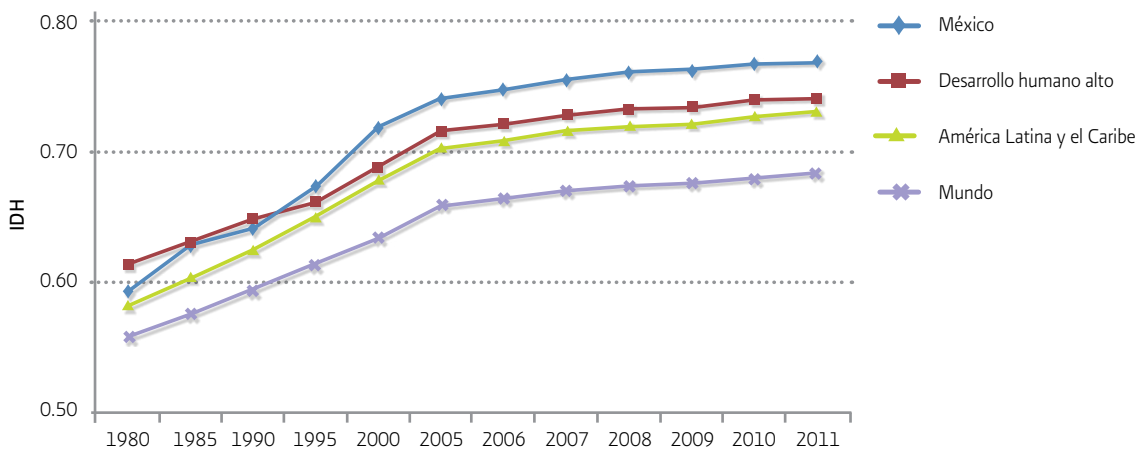
Fuente: Elaboración para la SCN con datos de INEGI, 2011a.

hab/km<sup>2</sup>, contrastando con la densidad promedio nacional de 57 hab/km<sup>2</sup>. En las zonas urbanas habitan 80.42 millones de personas, y 31.92 millones en zonas rurales.

La esperanza de vida pasó de 72.4 años a 75.4 años en el periodo 1995-2012. Si se analiza este dato por género, se observa que, en 2010, los hombres vivían en promedio 73.1 años y las mujeres 77.8 años.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), de acuerdo a la metodología y los cálculos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), fue de 0.770 en 2011. Con ello, México se ubicó en el lugar 57 dentro de los 187 países para los que se disponen de datos comparables, lo que lo pone por encima de la media regional para América Latina y el Caribe, que es de 0.731.

#### Evolución del IDH en México y el mundo, 1980-2011



Fuente: PNUD, 2012. <http://hdrstats.undp.org/es/paises/perfiles/MEX.html>

En 2009, la economía de México fue afectada por diversos factores que la llevaron, como a buena parte del mundo, a una recesión. En su caso, la recuperación ha sido relativamente rápida, iniciando desde el primer semestre de 2010. Durante ese año, el PIB creció a una tasa de 5.9%; posteriormente a 3.9% en 2011, y 4.3% durante el primer semestre de 2012. Por otra parte, en el periodo 2009-2012, la tasa anual de desempleo tuvo una tendencia a la baja.

La producción de energía primaria totalizó 9,250.7 PJ en 2010, situándose 1.8% por abajo de la que se reportó en 2009. México se situó en el décimo lugar entre los países con mayor producción de energía primaria con 1.8% de la energía total producida en el mundo durante 2012. Los hidrocarburos continuaron como la principal fuente de energía primaria en el país.

El consumo *per cápita* anual de energía fue de 75.2 GJ, equivalente a 9.86 barriles de petróleo por habitante.

En cuanto a la distribución del consumo final energético por sector, de 1990 a 2010, el sector transporte mostró un incremento continuo en su participación relativa en el uso de energía, al igual que el sector agropecuario, mientras que los sectores: industrial, residencial, comercial y público han tenido una tendencia a la baja.

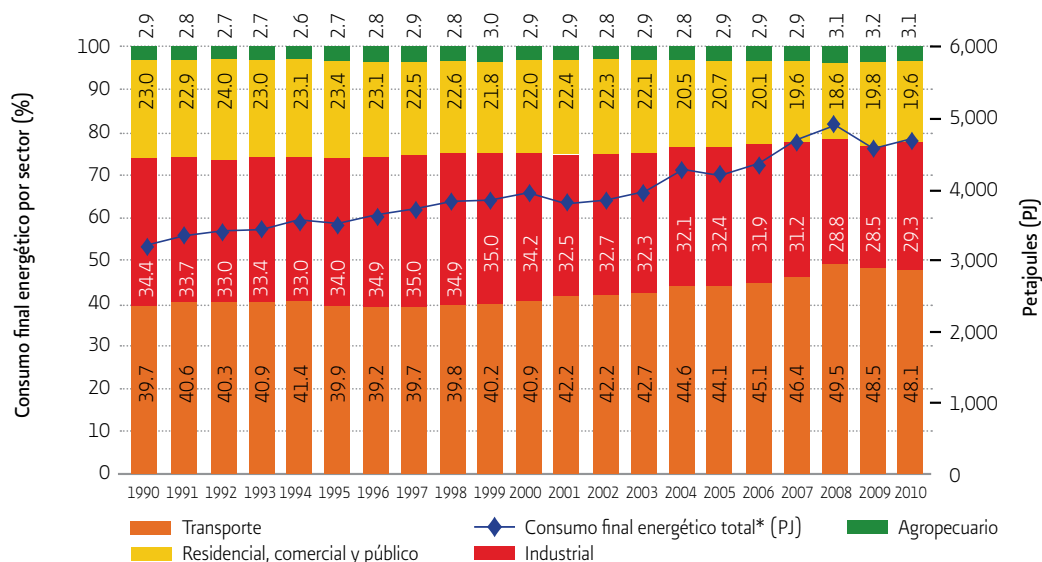
En el consumo energético por tipo de combustible, en 2010, destacan los productos petrolíferos, ya que 61.6% del consumo de energía proviene de ellos.

México ocupa un lugar preponderante a nivel mundial en la producción de alimentos. De la superficie total del país, el 16.6% se destina a la agricultura. De la superficie que se siembra, 74.1% es de temporal y 25.9% de riego. La superficie de riego tecnificado se incrementó a 578,429 ha en 2012, y se contó con 7,112 ha cultivadas en ambientes controlados (agricultura protegida). Los principales granos básicos que se cultivan son: maíz, 76%; frijol, 11.8%; trigo, 11.5% y arroz, 0.8%.

Las actividades pecuarias ocupan 109.8 millones de ha: 28% en el trópico; 23% en la zona templada, y 49% en áreas desérticas o semi-desérticas. La ganadería cuenta con alrededor de 430,000 unidades de producción dedicadas principalmente a la avicultura, porcicultura y a la producción de leche y carne de bovinos. La producción de ganado en pie fue de 8.48 millones de toneladas (Mt), en 2010, tuvo un crecimiento de 2.3% respecto a 2009. Por otra parte, la producción de carne fue de 5.72 Mt, 1.8% más que el año anterior.

Respecto a las actividades de pesca y acuicultura, en 2010 el volumen de captura alcanzó 1.62 millones

■ Consumo final de energía por sector (PJ), 1990-2010

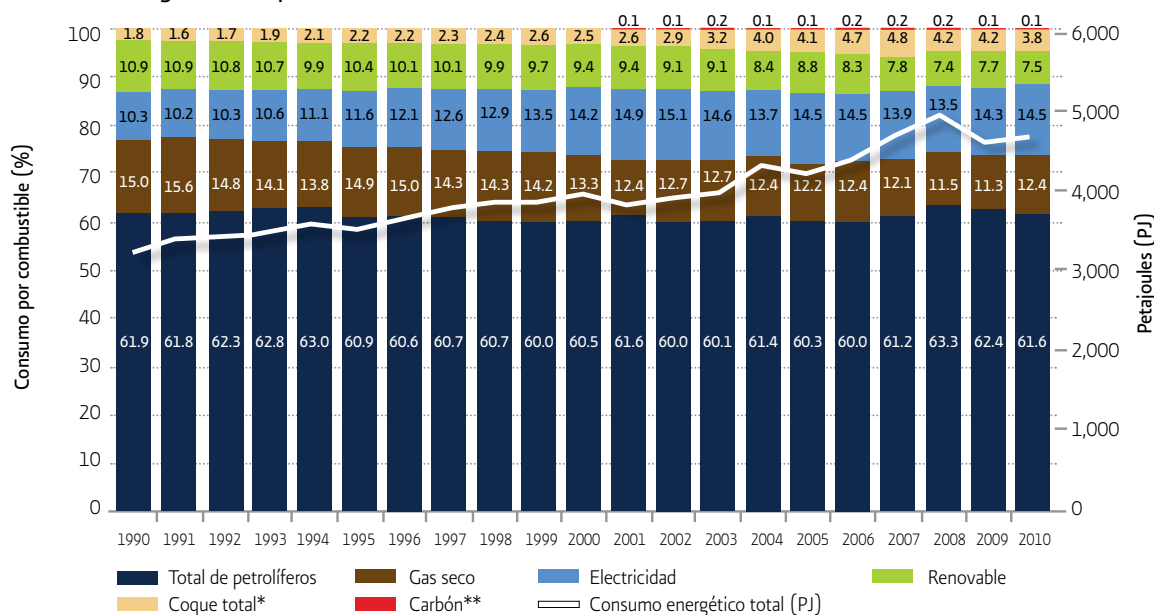


\* No incluye consumo no energético.

Fuente: SENER, 2012.



### Consumo energético total por combustible, 1990-2010



\* Coque total: suma de coque de carbón y coque de petróleo. \*\* El carbón se reporta desde 2001.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SENER, 2012.

de toneladas, de las cuales 76.9% se dedicó a consumo humano, 22.7% a consumo humano indirecto y 0.4% a uso industrial. La pesca por captura aportó 86% de la producción y la acuicultura 14%.

La producción forestal maderable disminuyó de 9.4 millones de metros cúbicos rollo (m<sup>3</sup>-r) en 2000, a 5.8 m<sup>3</sup>-r en 2009 (una disminución de 38%); por otra parte, se estima que en el periodo 2007-2012 se han reforestado 2,180,000 ha con la plantación de más de 1,930 millones de árboles.

La contribución del sector industrial al PIB, por otra parte, se derivó principalmente de la industria manufacturera, seguida de la minería y la construcción.

Asimismo, la participación económica del sector turismo en el PIB fue de 7.8%, en 2010. Las actividades del sector que más contribuyeron fueron: el transporte (26.5%), servicios inmobiliarios y de alquiler (19.7%), y alojamiento (11.6%). En 2011, México se ubicó entre los 10 destinos turísticos más importantes del mundo, con 23.4 millones de turistas internacionales y 168.1 millones de nacionales.

En 2010, se generaron en México 40 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos (4.33% más que

en 2009) y en 2011 se alcanzaron 41.1 (2.53% más que en 2010). Se estima que para 2012, la generación de residuos alcance 42.2 millones de toneladas (2.6% más que en 2011), con una aportación *per cápita* anual de 362.8 kilogramos, es decir tres kilogramos más que los generados en 2011. Del total de los residuos sólidos, 70.5% se dispone en sitios controlados.

En otros temas, el número de personas con acceso a servicios públicos de salud aumentó de 62.8 millones en 2006, a 107.5 millones en 2012, lo que implica un crecimiento de 77.17%. Con relación a las enfermedades transmitidas por vector, como la fiebre por dengue (FD) y la fiebre hemorrágica por dengue (FHD), para el periodo 2009-2011, los casos confirmados y registrados disminuyeron de 120,649 a 10,970 para FD y de 11,392 a 4,208 para FHD. Las enfermedades infecciosas gastrointestinales se encontraron entre los 32 padecimientos más frecuentes en 2009 y 2010.

El número de alumnos en el Sistema Educativo Nacional aumentó 2.86%, al pasar de 33.9 millones en el ciclo escolar 2009-2010 a 34.8 millones en el de 2011-2012. La distribución porcentual promedio fue de 49.9% hombres y 50.1% mujeres. La escolaridad

CIRCUNSTANCIAS NACIONALES EN 2010	
CRITERIO	INDICADOR
Población (millones)	112.34
Área (millones de km <sup>2</sup> )	1.96
PIB a precios de 2003 (Millones de pesos), 2010	8,369,583.07
PIB (Millones de US\$ )	745,155.19
PIB per cápita (US\$)	9,133
Aportación del Sector industrial al PIB (%)	30.0
Aportación de los Servicios al PIB (%)	64.6
Aportación del Sector Primario al PIB (%)	3.5
Superficie destinada a la agricultura (millones de ha)	32.60
Porcentaje de la población urbana respecto del total	71.59
Población de ganado (millones)	66.75
Población por debajo de la línea de pobreza (%)	46.29
Esperanza de vida al nacer (años)	75.45
Tasa de alfabetización de las personas de 15 años y más, 2010 (%)	93.6

promedio a nivel nacional en el ciclo 2011-2012 fue de 9.4 años. El porcentaje de alfabetismo en la población de 15 años y más fue de 93.6%.

## Arreglos institucionales

En México se cuenta con tres Poderes de la Unión: Ejecutivo, Legislativo y Judicial. El Presidente de la República ejerce el Poder Ejecutivo y nombra a los miembros del gabinete. Hay 18 Secretarías de Estado. Las partes integrantes de la Federación son las 32 entidades federativas.

En cumplimiento con lo dispuesto en el Artículo 26 de la Constitución y lo previsto en la Ley de Planeación, el Gobierno Federal presenta el Plan Nacional de Desarrollo (PND), que marca criterios y principios para las planificaciones sectoriales, estatales y municipales subordinadas y dependientes todas ellas al mismo.

El PND 2007-2012 está estructurado en cinco ejes rectores, cuya premisa básica es la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable. El eje 4 está enfocado en la Sustentabilidad Ambiental, con nueve temas fundamentales, entre los que se encuentra por primera vez de forma explícita el cambio climático.

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), coordina las actividades de las dependencias de la Administración Pública Federal (APF), en materia de cambio climático.

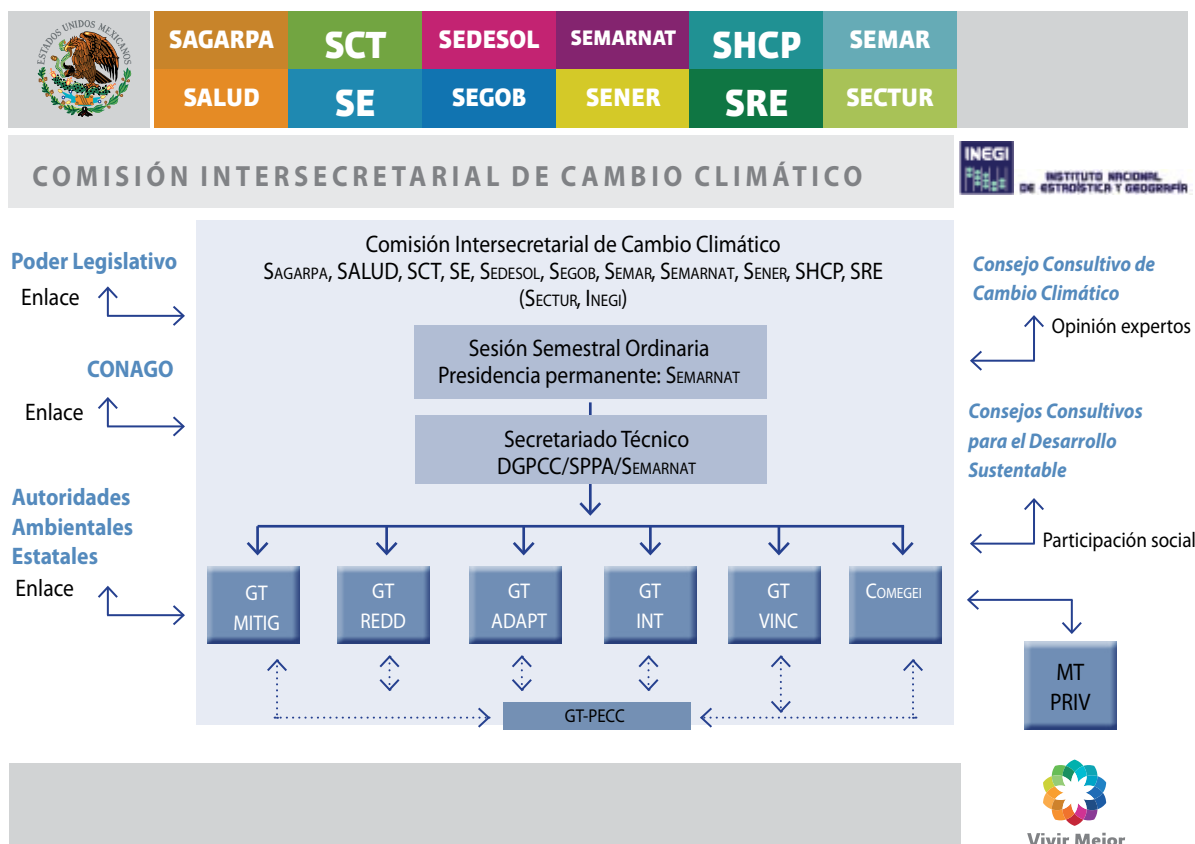
En 2007, el Presidente de la República dio a conocer públicamente la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), en la que se identifican oportunidades de mitigación y de adaptación.

Se elaboró el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) para el periodo 2009-2012, que concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la ENACC. El PECC es un instrumento de política transversal del Gobierno Federal, elaborado de manera voluntaria que busca la mitigación y adaptación al cambio climático, sin afectar el crecimiento económico. Compromete a las dependencias del Gobierno Federal con 105 objetivos y 294 metas de mitigación y adaptación para el periodo 2009-2012.

En las dependencias de la APF se han realizado avances importantes en los arreglos institucionales para atender el tema de cambio climático.

En cuanto a las Comunicaciones Nacionales, es la Coordinación del Programa de Cambio Climático (CPC) del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

■ Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, septiembre de 2012



Fuente: SEMARNAT, 2012b.

(SEMARNAT), la que coordina su elaboración. La integración de las comunicaciones se realiza con la participación de las diferentes dependencias de los gobiernos federal, estatal y municipal; centros de investigación e instituciones de educación superior, públicos y privados, y organizaciones de la sociedad civil y del sector privado.

A nivel regional se cuenta con la Comisión Regional de Cambio Climático de la Península de Yucatán, integrada por los tres estados de la misma: Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Las entidades federativas, en el ámbito de sus competencias, establecen Comisiones Intersecretariales de Cambio Climático u oficinas, que se encargan de coordinar las políticas públicas en la materia, o para diseñar o modificar sus leyes para incluir el tema de cambio climático, en congruencia con las del Gobierno Federal. También avanzan en la elaboración de su respectivo

Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC).

Los gobiernos municipales designan al personal para liderar y/o coordinar su participación en la elaboración del respectivo Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN), con la vinculación de la academia y diversos actores.

México se convirtió en el primer país en desarrollo en contar con una legislación integral sobre cambio climático, al publicar en 2012 su Ley General de Cambio Climático (LGCC), que es de orden público, de interés general y de observancia en todo el territorio nacional.

En el país se han incrementado de manera importante, los espacios y esfuerzos para construir y fortalecer los arreglos institucionales necesarios para enfrentar el cambio climático en los tres órdenes de gobierno. Con el nuevo marco institucional establecido por la Ley Gene-

■ Avances de las entidades federativas en el desarrollo de los PEACC, comisiones y leyes locales de cambio climático

- PEACC CONCLUIDOS
- PEACC EN DESARROLLO
- COMISIÓN REGIONAL DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN
- C COMISIÓN ESTATAL DE CAMBIO CLIMÁTICO
- PL PROPUESTA DE LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO
- L LEY LOCAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



■ Elaboración de los PACMUN de los municipios piloto



Fuente: PACMUN, 2012c.

## ■ Principales aspectos del decreto de la Ley General de Cambio Climático, LGCC

Descripción
Implementa los <b>tratados y protocolos</b> de los cuales México es parte y armoniza la normatividad del país con los avances en las <b>negociaciones y acuerdos internacionales</b> .
Define un <b>nuevo marco institucional</b> , pues establece la concurrencia de los tres órdenes de gobierno a través del Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC). Además, se eleva a rango de ley la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, que será asistida por el Consejo de Cambio Climático y se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
Consta de dos ejes rectores. En cuanto a <b>mitigación</b> de emisiones de gases de efecto invernadero, se establecen <b>instrumentos regulatorios</b> (el Inventario Nacional de Emisiones y el Registro Nacional de Emisiones) y <b>económicos</b> (entre otros el Fondo para el Cambio Climático), para el cumplimiento de metas de reducción de emisiones. Así, México se compromete a reducir 30 por ciento sus emisiones hacia 2020; así como 50 por ciento hacia 2050, en relación con las emisiones de 2000. Respecto a las <b>medidas de adaptación</b> , la ley establece instrumentos de diagnóstico, como el Atlas Nacional de Riesgo para 2013, o la creación de instrumentos de planificación urbana y prevención ante desastres naturales.
Garantiza que la política nacional de cambio climático estará sujeta a evaluación periódica por un consejo independiente integrado por representantes de la comunidad científica, iniciativa privada y sociedad civil.

Fuente: modificado de Presidencia de la República, 2012g.

ral de Cambio Climático, en la formulación de la política nacional en materia de cambio climático, deberá considerarse el principio de corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, y se continuará con la integración del tema en las diferentes agendas del desarrollo sustentable, con la participación de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil.

## Programas para la adaptación al cambio climático

México ha tomado un rumbo definitivo en su trabajo de adaptación. Ésta se enmarca en el contexto de la gestión de riesgo con el objetivo de reducir, prevenir y controlar en forma priorizada los impactos derivados de la ocurrencia de desastres en la población, en un sector o en una región, combatiendo las causas estructurales de los problemas, fortaleciendo las capacidades de resiliencia de los sistemas naturales y humanos y construyendo un modelo que, bajo un clima distinto, siga dando viabilidad al desarrollo. Los desastres de las décadas recientes son, cada vez en mayor medida, consecuencia del aumento de la vulnerabilidad, aún y cuando se debe reconocer que el cambio climático puede haber influido en ellos.

## La adaptación y el desarrollo

La adaptación debe ser implementada mediante la continua interacción de especialistas y actores clave. Con esa lógica, diversos programas están induciendo cambios para preparar al país frente al cambio climático.

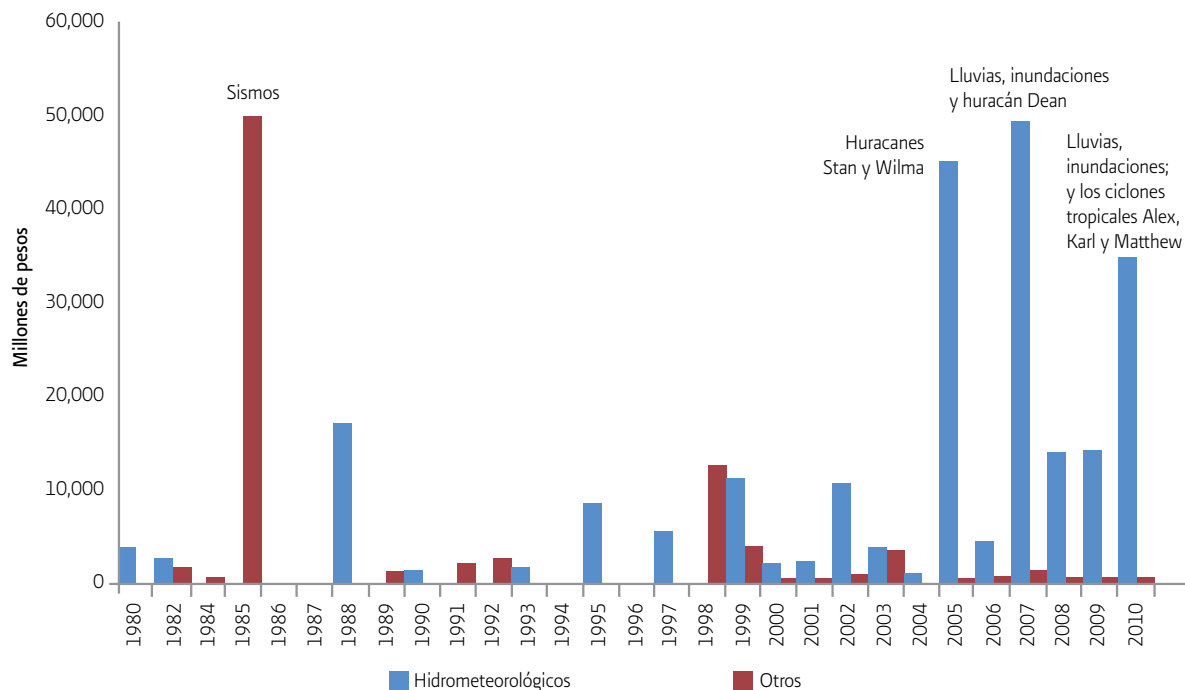
México continúa implementando estrategias de reducción de vulnerabilidad en un marco de gestión integral de riesgo ante el cambio climático.

## Implementación de proyectos piloto

El INE y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) realizan el proyecto de *“Adaptación de Humedales Costeros del Golfo de México ante los Impactos del Cambio Climático”*, en los sitios piloto: Río Pánuco Corredor Sistema Lagunar en La Vega Escondida, Tamaulipas; Laguna de Alvarado y su cuenca baja, Veracruz; Lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco; y Punta Allen en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka’an, Quintana Roo.

Por otra parte, el Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato y el INE realizan el *“Proyecto piloto de cosecha de agua de lluvia como medida de adaptación al cambio climático en la comunidad El Gato”* en Guanajuato.

## ■ Costos de los desastres en México



Fuente: CENAPRED, 2001, 2011.

## ■ Algunos programas de gobierno que incluyen adaptación al cambio climático

Acciones	Objetivo	Responsable	Período
Programa Especial de Cambio Climático (PECC)	Realizar acciones específicas que reduzcan la vulnerabilidad, actividades de evaluación de la vulnerabilidad del país y de valoración económica de las medidas prioritarias, y mejoras en la información, políticas y estrategias de desarrollo.	Gobierno Federal	2009-2012
Programas Sectoriales	Definir metas y acciones de las secretarías de Estado en materia de cambio climático.	Gobierno Federal y secretarías de Estado	2007-2012
Programa Nacional de Estadística y Geografía (PNEG)	Producir información que permita el mejor conocimiento del territorio y de la realidad económica, social y del medio ambiente del país.	INEGI	2010-2012
Programa Anual de Estadística y Geografía (PAEG)	Generar el marco conceptual para la integración de información sobre cambio climático. Promover entre los integrantes del sistema nacional de información estadística y geográfica la formulación de propuestas de indicadores sobre cambio climático.	INEGI	2011

Acciones	Objetivo	Responsable	Periodo
Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC)	Crear instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático.	Gobiernos de los Estados e INE (8 concluidos al 2012 y 24 en desarrollo)	2008-2013
Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN)	Crear capacidades entre los tomadores de decisiones de los municipios sobre cambio climático y sus impactos, así como promover políticas públicas a nivel local.	Gobiernos Locales: nueve municipios piloto en el 2011, 50 municipios en la primera etapa del 2012 y más de 200 municipios en la etapa 2012-2013	2011-2013

## Colaboración internacional

México trabaja activamente en colaboración con instituciones internacionales para la puesta en marcha de algunas acciones de adaptación.

## Hacia la adaptación

La vulnerabilidad vinculada a la sociedad es la causa principal del incremento en los desastres.

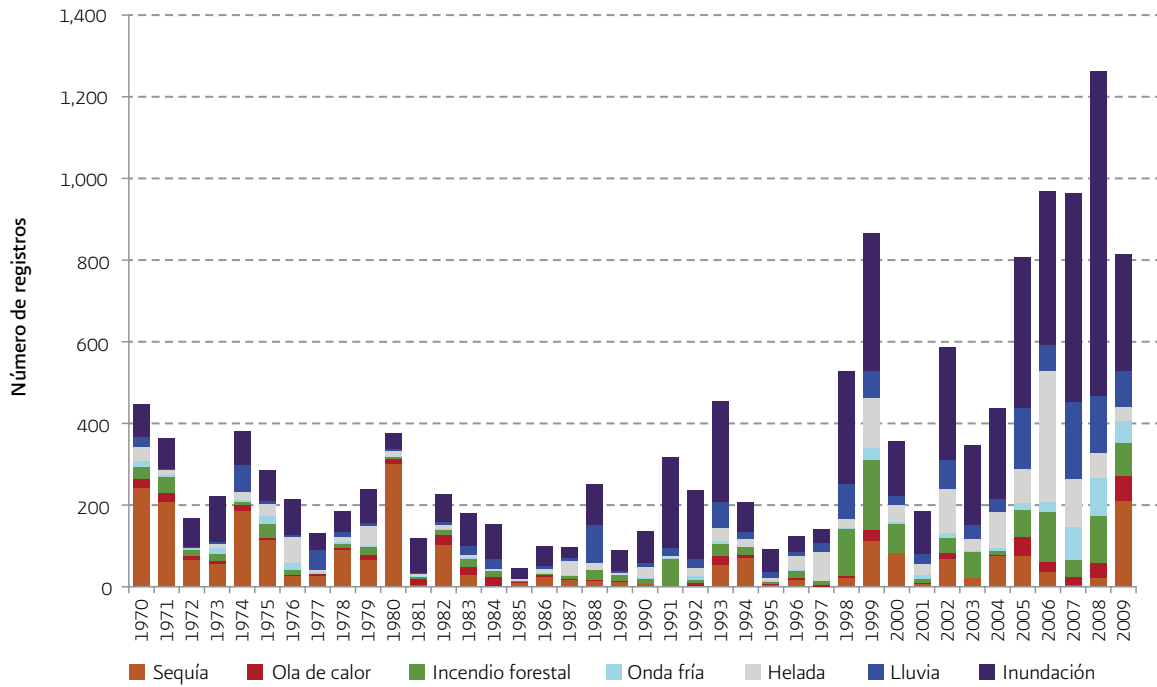
Con la coordinación del INE, el Grupo de Trabajo de Adaptación (GT-ADAPT) de la CICC y otras instituciones internacionales, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), desarrollaron la propuesta "Adaptación al cambio climático en México: Visión, elementos y criterios para la toma de decisiones", que integra la visión de los sectores relevantes, de la comunidad científica y de la sociedad. Este documento es producto de un amplio proceso participativo, y establece los elementos necesarios para identificar, articular y orientar los instrumentos de política, así como las acciones y medidas necesarias para fortalecer las capacidades de adaptación de la sociedad, los ecosistemas y los sistemas productivos. Este documento y el proceso que le dio origen son fundamentales para la futura construcción de la componente de adaptación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático que mandata la LGCC.

## Los servicios ambientales y la adaptación al cambio climático

Mantener y recuperar los servicios ambientales confiere resiliencia tanto a los ecosistemas, como a las actividades humanas en el territorio. Los servicios ecosistémicos podrían ser afectados por el cambio climático, que alteraría la producción de oxígeno; la captura de bióxido de carbono; la fertilidad de los suelos y su retención en los ecosistemas; los polinizadores de plantas; la provisión de agua, y el amortiguamiento de impacto por lluvias extremas, entre otros. Los servicios ecosistémicos se obtienen de manera directa, al interior de los socio-ecosistemas e indirectamente cuando surgen en cuencas adyacentes o lejanas. Ésta es una de las razones por las que es importante tener un enfoque territorial y ecosistémico con el fin de implementar medidas de adaptación al cambio climático, para las que la conservación y restauración de la funcionalidad ecológica de paisajes y cuencas es un aspecto crucial.

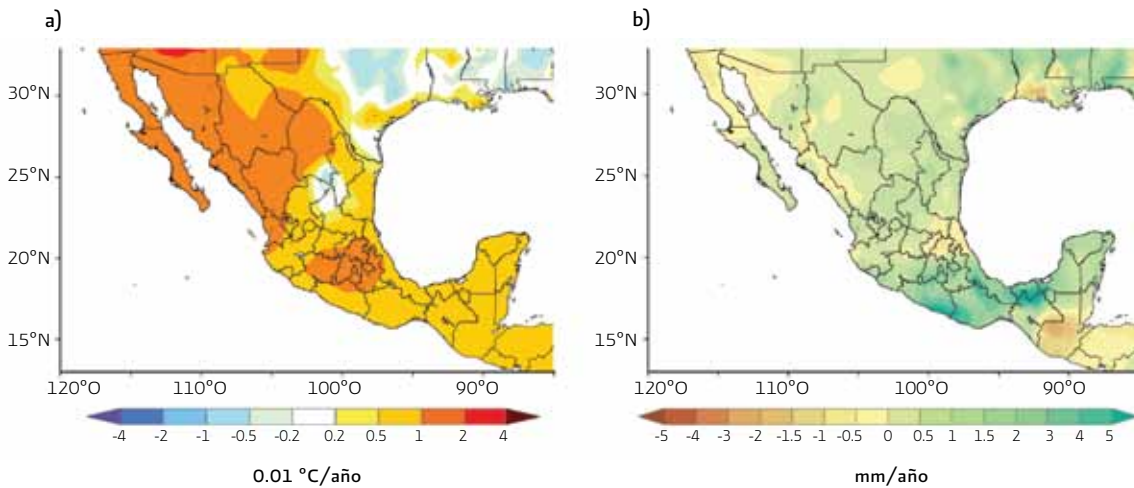
En este sentido, México reconoce la importancia de plantear medidas de adaptación integrales, que favorezcan el mantenimiento de los servicios ambientales. Ejemplos de esto son: reducir la fragmentación del hábitat y fomentar la creación de corredores biológicos, propiciar la diversificación de cultivos, y recuperar las prácticas tradicionales de manejo de especies nativas, por mencionar algunas.

■ Número de registros o informes de desastre por fenómenos hidrometeorológicos



Fuente: DesInventar-La Red, 2012.

■ a) Tendencia media anual de temperatura (0.01°C/año) y, b) precipitación anual (mm/año) en México de 1901-2009



Fuente: CRU versión 3.



## Perspectiva social en la vulnerabilidad y la adaptación

Las zonas y sectores más pobres del país presentan condiciones de alta vulnerabilidad ante el cambio climático; por lo que la evaluación de la vulnerabilidad y las propuestas de medidas de adaptación deben integrar, en su diseño las características geográficas y climáticas de la zona y de la población; la condición socio-económica; el acceso a los recursos naturales y servicios; las condiciones de salud pública, como la malnutrición infantil; el enfoque de género, y las particularidades culturales de cada región.

### Análisis de riesgo

La evaluación de la vulnerabilidad de los sectores, ya sea actual o proyectada bajo cambio climático, está basada en el análisis de riesgo en las características de cada sector, en la ubicación espacio-temporal e incluso en el marco socio-cultural de las actividades que los integran.

En 2011 en lo que hace a los impactos, la sequía es uno de los que tienen las mayores consecuencias sociales, económicas y ambientales. Desde la segunda mitad de 2010, un déficit de lluvias significativo en 19 entidades del país alcanzó el nivel de sequía severa y provocó pérdidas superiores a los 15,000 millones de pesos (respecto a 234,713 millones de pesos del PIB solamente en el sector agropecuario), debido a las hectáreas perdidas en cultivos de maíz, frijol y en cabezas de ganado. Además, la falta de agua afectó a más de 2,350 comunidades, con aproximadamente 2 millones de habitantes en total. La sequía produjo pérdidas en 1.8 millones de hectáreas cultivables de las 21 millones con las que cuenta México; y la muerte de 50,000 cabezas de ganado de las 30,553,891 en total que había en el país en ese año.

Por otra parte, los ciclones tropicales son elementos clave en la precipitación acumulada en gran parte de México y también se están viendo afectados por el cambio climático, al aumentar en intensidad.

## La vulnerabilidad de las ciudades

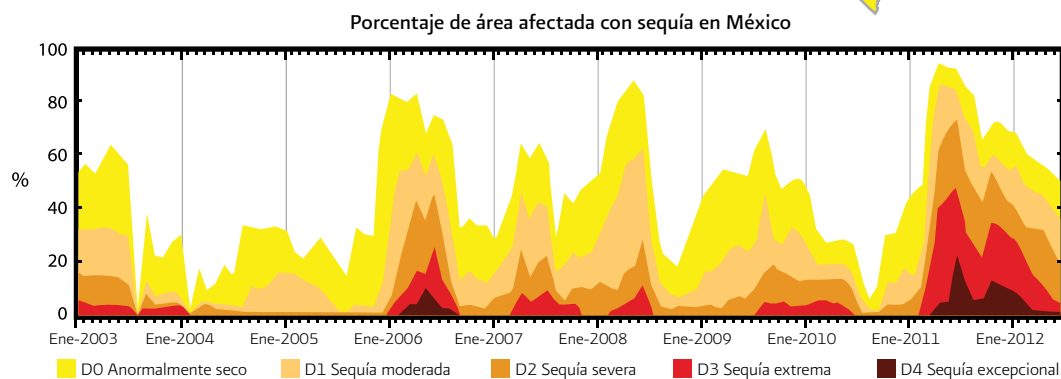
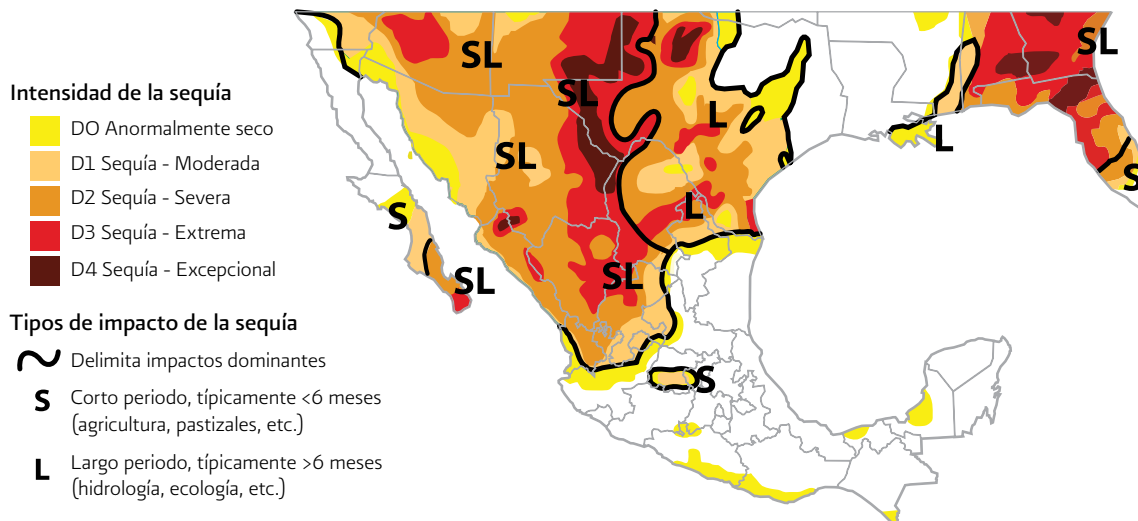
Los programas de gestión de riesgo o de adaptación frente al cambio climático podrán tener mejores resultados si se toma en cuenta los programas de reordenamiento ecológico territorial, de los que ya comienzan a reportarse diversos avances. Sin embargo, las presiones de orden económico y social han sido una limitante para lograr una reestructuración en el modelo de crecimiento urbano, por lo que es necesario el fortalecimiento de capacidades en la materia.

### Planeación urbana

Las dinámicas de orden económico y social requieren integrarse a la reestructuración del modelo de crecimiento urbano. En este sentido, un ejemplo de estos avances es la Ley General de Protección Civil, que plantea que es obligación de los desarrolladores de infraestructura, que los cambios en el uso de suelo consideren el riesgo y los peligros naturales que pudieran ocurrir. Asimismo, destaca la creación de una Escuela Nacional de Protección Civil y de un Fondo Estatal de Protección por entidad federativa; así como el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que es un instrumento de política ambiental cuyo objetivo es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

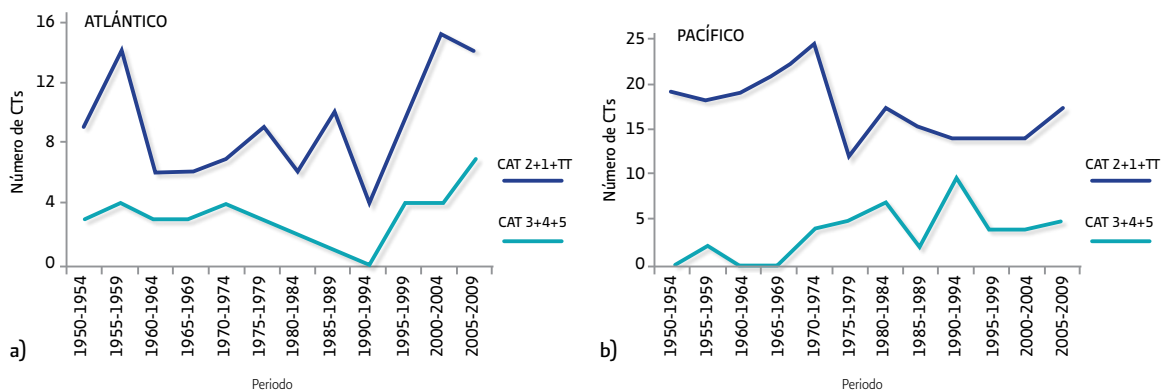
Debe enfatizarse que, independientemente de las restricciones impuestas por la incertidumbre asociada con los efectos del cambio climático, las acciones y medidas que se tomen para propiciar la adaptación son inherentes al desarrollo. En este sentido, el cambio climático representa una oportunidad para lograr articular diferentes procesos de desarrollo sustentable del país, y para continuar el trabajo pendiente a fin de disminuir su vulnerabilidad e incrementar su resiliencia. Por último, es importante resaltar que México atiende con iniciativas puntuales su compleja vulnerabilidad, aprovechando los avances de la política nacional relacionada al tema, así como las capacidades institucionales, gubernamentales, académicas y de la sociedad civil para lograrlo.

■ Monitor de la sequía. Condición observada en octubre 2011. Superficie afectada (%) en México por la sequía entre 2003 y 2012.



Fuente: SMN, 2012.

■ a) Número de ciclones tropicales (CTs) que afectaron territorio mexicano entre 1950 y 2010, categorías (CAT) de Tormenta Tropical (TT), Saffir-Simpson categorías 1 y 2; y categorías 3, 4 y 5, para el Atlántico, y b) para el Pacífico



Fuente: Domínguez, C., 2012.

## Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 1990-2010

La actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para 1990-2010, se realizó con base en las metodologías 1996 y 2006 del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) y sus Guías de Buenas Prácticas en la estimación de las emisiones de los seis gases de efecto invernadero (GEI) enunciados en el anexo A del Protocolo de Kioto, en las categorías de energía; procesos industriales; agricultura; uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, y desechos.

En 2010 las emisiones en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq.) fueron 748,252.2 Gg, lo cual indica un incremento de 33.4% con respecto a 1990, con una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 1.5%.

Las contribuciones por categoría fueron las siguientes: energía 67.3% (503,817.6 Gg); agricultura 12.3% (92,184.4 Gg); procesos industriales 8.2% (61,226.9 Gg); uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura 6.3% (46,892.4 Gg), y desechos 5.9% (44,130.8 Gg).

Las emisiones en la categoría de energía se desglosan de la siguiente manera: transporte 33.0% (166,412.0 Gg); industria de la energía 32.3% (162,969.2 Gg); emisiones fugitivas 16.5% (83,119.8 Gg); manufactura e industria de la construcción 11.3% (56,740.8 Gg), y otros sectores (residencial, comercial y agropecuario) 6.9% (34,575.8 Gg). Respecto a 1990 se observó un crecimiento de 57.9% y una TCMA de 2.3%.

En la categoría de procesos industriales, las subcategorías correspondientes contribuyeron como sigue: productos minerales 57.5% (35,233.7 Gg); consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre 24.4% (14,919.0 Gg); producción de metales 9.2% (5,627.6 Gg); producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre 6.4% (3,897.8 Gg), e industria química 2.5% (1,548.9 Gg). Respecto a 1990 se tuvo un crecimiento de 102.3% y una TCMA de 3.6%.

Para la categoría de agricultura, las emisiones de las subcategorías fueron las siguientes: suelos agrícolas 50.4% (46,479 Gg); fermentación entérica 41.2% (37,961.5 Gg) manejo de estiércol 8.2% (7,553.5 Gg); cultivo de arroz 0.15% (137.8 Gg), y quema *in situ* de residuos agrícolas 0.06% (51.9 Gg). Respecto a 1990 se observó un decremento de 0.6% y una TCMA negativa de 0.03%.

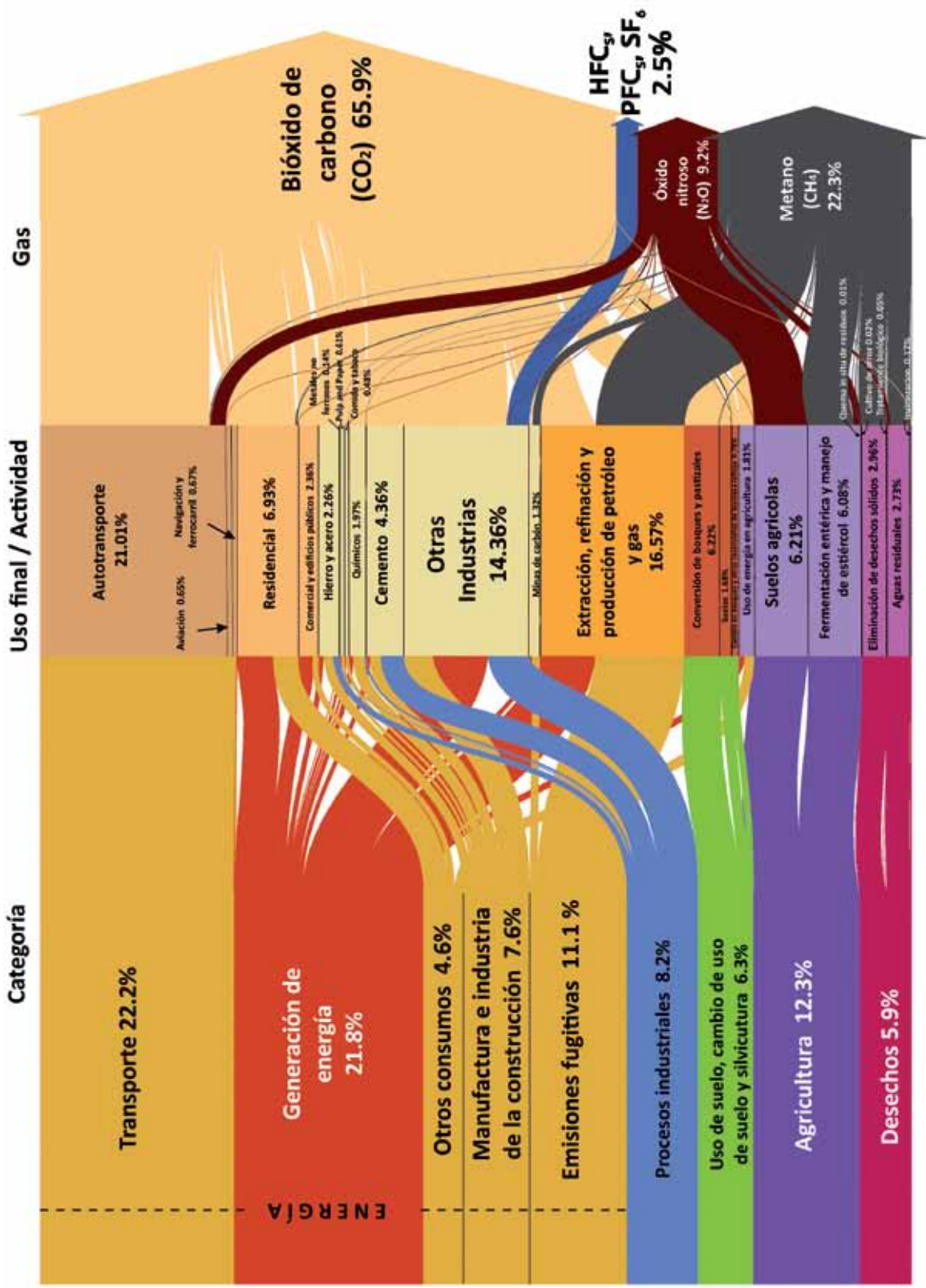
Para la elaboración del presente inventario no se contaba aún con el segundo ciclo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, el cual culmina en el año 2013, ni con la Serie V de Vegetación y Uso del Suelo del INEGI, por lo que las estimaciones están basadas en los mismos conjuntos de datos utilizados en el inventario de GEI presentado en la Cuarta Comunicación Nacional.

Este inventario presenta nuevas estimaciones para las emisiones generadas por el sector, con relación al inventario de la Cuarta Comunicación Nacional. Tales estimaciones han resultado en una disminución de las emisiones netas estimadas de 69,778 Gg de CO<sub>2</sub> a 59,622 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2006, el cual corresponde al último año con información disponible para el cálculo de emisiones.

En relación con las predicciones estimadas para el periodo 2008-2010, y a modo indicativo únicamente, se realizó un ejercicio de extrapolación lineal; sin ignorar que este procedimiento no es recomendado por el PICC/GBP USCUS cuando la tendencia histórica es cambiante, tal y como sucede en el caso de la serie histórica de emisiones netas de 1990 a 2007. Por lo tanto, es importante enfatizar que México está considerando otros enfoques metodológicos para definir los niveles de referencia para el mecanismo REDD+.

En la categoría uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, se presentaron emisiones y absorciones de GEI. En cuanto a las emisiones, las subcategorías contribuyeron de la siguiente manera: conversión de bosques y pastizales 71.6% (46,547.9 Gg), suelos 19.4% (12,593.0 Gg), y cambios en biomasa y otros reservorios de biomasa leñosa 9.0% (5,860.6 Gg); respecto de las absorciones, éstas fueron de 18,109.2 Gg, aportadas por la subcategoría de abandono de tierras agrícolas. El balance neto de las emisiones y absorciones fue de

■ Diagrama de emisiones de GEI para México (2010)



46,892.4 Gg. De 1990 a 2010 se observó un decremento de 54.2% y una TCMA negativa de 3.8%.

La categoría de desechos se calculó mediante la metodología 2006 del PICC, las subcategorías contribuyeron de la siguiente forma: eliminación de desechos sólidos 50.1% (22,117.7 Gg), tratamiento y eliminación de aguas residuales 46.2% (20,396.4 Gg), incineración e incineración abierta de desechos 2.8% (1,239.9 Gg) y tratamiento biológico de los desechos sólidos 0.9% (376.8 Gg). Respecto a 1990 se observó un incremento de 167.0% y una TCMA de 5.0%.

Las emisiones de GEI por gas en unidades de CO<sub>2</sub> eq. fueron: CO<sub>2</sub>, 493,450.6 Gg (65.9%); CH<sub>4</sub>, 166,716.4 Gg (22.3%); N<sub>2</sub>O, 69,140.1 Gg (9.2%), y el restante 2.6% se compone de 18,692.3 Gg de HFC, 128.4 Gg de PFC y 124.4 Gg de SF<sub>6</sub>.

La mejora en la eficiencia energética nacional y la inversión hacia el uso de tecnologías más eficientes han logrado que la intensidad energética (consumo de energía por peso del PIB) y la intensidad de emisiones (emisiones de CO<sub>2</sub> por peso del PIB) mejoraran entre 1990

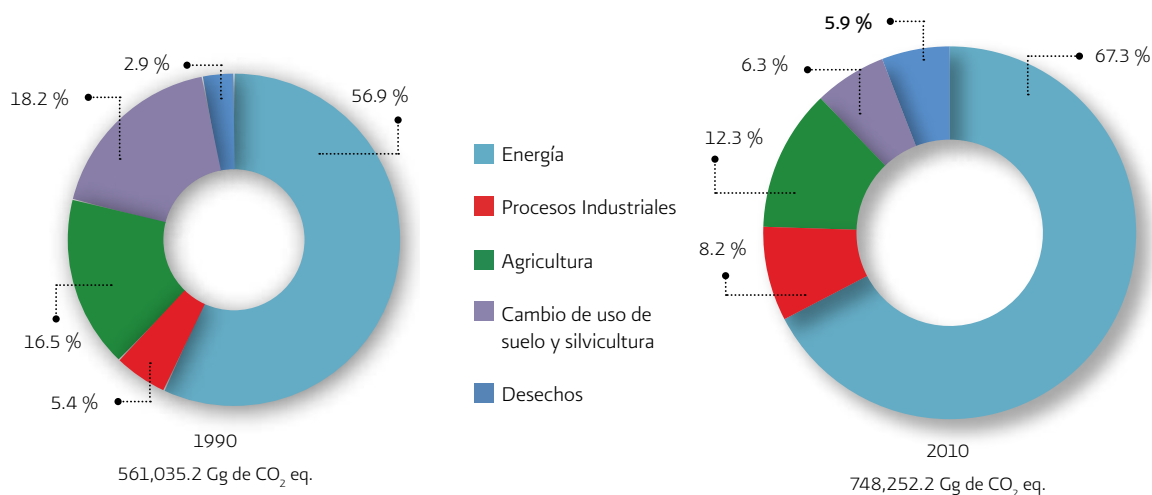
y 2010; ambas intensidades muestran una tendencia hacia la baja.

La intensidad energética disminuyó de 737.2 kJ a 688.1 kJ por peso del PIB, un decremento de 6.7%. Por su parte, la intensidad de emisiones por energía se redujo de 0.051 kg a 0.048 kg de CO<sub>2</sub> eq. por peso del PIB (a precios de 2003), lo que representa una disminución de 6.6%.

Las emisiones de GEI por habitante, considerando únicamente las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles en este inventario, fueron de 3.63 toneladas en 2009; comparado con las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles de la Agencia Internacional de Energía, que informa para México emisiones de 3.72 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante.

El crecimiento de las emisiones de GEI en México es menor al de su economía. Entre 1990 y 2010 la economía creció a una TCMA de 2.5% mientras que las emisiones lo hicieron en 1.5%. Con las cifras obtenidas en el inventario 1990-2010 se confirma que en México existen indicios de desacoplamiento entre el crecimiento económico y el crecimiento de las emisiones de GEI.

#### ■ Participación de las categorías en las emisiones de GEI



## Programas para mitigar el cambio climático

México da gran importancia a las acciones que contribuyen a la mitigación de emisiones de GEI. Con la publicación, en junio de 2012, de la Ley General de Cambio Climático, que se destaca por ser pionera a nivel internacional, se eleva incluso a nivel de obligatoriedad jurídica la política de cambio climático, incluyendo metas en materia de mitigación, como la reducción del 30% de emisiones al año en 2020 con respecto a una línea base, y 50% en 2050 con relación al año 2000. De igual manera, se establece una meta de penetración de energías alternas en la generación eléctrica, que debe llegar a 35% de la capacidad total instalada en 2024. La Ley establece además disposiciones para la mitigación en los tres órdenes de gobierno (Administración Pública Federal, las entidades federativas y los municipios).

A nivel federal, en el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), se propusieron una serie de acciones en los sectores de generación y uso de energía; agricultura; bosques y otros usos del suelo; y desechos, con la finalidad de reducir anualmente 51 MtCO<sub>2</sub> eq. en relación con la línea base al final del período. De 2008 al tercer trimestre de 2012, se logró una reducción acumulada de emisiones de 129 MtCO<sub>2</sub> eq. De acuerdo a las evaluaciones de avance, se espera que para finales de 2012 se supere incluso la meta anual de mitigación del PECC en 4% (52.76 MtCO<sub>2</sub> eq./año).

El PECC sirvió para establecer de manera integral y coherente las estrategias nacionales de la APF contra el cambio climático en el corto plazo, y delinear las de mediano y largo alcance. En su visión de largo plazo, considera una convergencia flexible hacia un promedio global de emisiones per cápita de 2.8 toneladas de CO<sub>2</sub> eq.

De acuerdo con un estudio del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) para estimar el potencial de las metas del PECC al 2020, elaborado en 2011 bajo la coordinación de la SEMARNAT, al 2020 se podrían abatir 195 MtCO<sub>2</sub> eq. contemplando el potencial adicional en algunas medidas, la entrada en vigor de nuevas normas, el impulso sustancial a diversos programas, la implemen-

tación del mecanismo REDD+, y la generación eléctrica con tecnologías limpias. Adicionalmente, este estudio señala que para alcanzar las metas aspiracionales al 2020 y 2050, es necesario incorporar 17 acciones adicionales, así como una combinación de NAMAs, que evitarían la emisión de 46.5 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2020.

## Base para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones

En el documento *Base para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones* (LEDS, por sus siglas en inglés), cuya preparación fue coordinada por el INE, se analizan acciones de mitigación y de coordinación transversal entre: gobierno, sociedad, sectores académico e industrial; y verticalmente entre los órdenes de gobierno. La estrategia busca los siguientes objetivos:

- Contribuir al crecimiento económico sustentable y equitativo.
- Reducir significativamente la huella de carbono de México.
- Proponer e implementar acciones enfocadas al desarrollo social: reducción de pobreza, creación de empleos, y mejoras en las condiciones de vida.
- Conservar el capital natural.

El documento base para esta estrategia LEDS ofrece un diagnóstico de los esfuerzos para la mitigación del cambio climático, identificando acciones clave para alcanzar las metas de reducción de emisiones planteadas por México, que abarcan todos los sectores productivos del país.

La estrategia ha sido construida alrededor de tres ejes temáticos: energía, ciudades sustentables y uso de la tierra. Estos ejes se integran transversalmente con un marco institucional, y se complementan con mecanismos de coordinación inter-secretarial y ligas con el sector privado, y verticalmente entre niveles de gobierno, considerando por ejemplo los planes estatales y municipales.



## Escenario tendencial y potencial de abatimiento de emisiones de GEI en México

Partiendo de la información del Inventario Nacional de Emisiones de GEI de 2006, datos históricos y proyecciones de crecimiento poblacional y económico para los sectores con mayores emisiones, se construyó una línea base que representa un escenario tendencial, es decir, que considera que la actividad se mantiene con las tecnologías actuales. Para la elaboración de esta línea base se asumió un crecimiento del PIB de 2.3% anual entre 2006 y 2020.

De acuerdo a los análisis tendenciales, se proyecta que las emisiones de GEI de México se incrementen a 872 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2020, y a 996 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2030. Los sectores con mayor crecimiento y emisiones de GEI serán la generación eléctrica y el transporte. Es importante reiterar que la determinación de una línea base sirve para tener una referencia para la planeación, y representa una proyección estimada.

A partir de la línea base y la intensidad de carbono en los sectores productivos, se identificaron las principales acciones para reducción de emisiones de GEI y su potencial teórico de abatimiento. El total de la suma de los potenciales de las acciones analizadas corresponde al potencial teórico de reducción de emisiones de GEI para México.

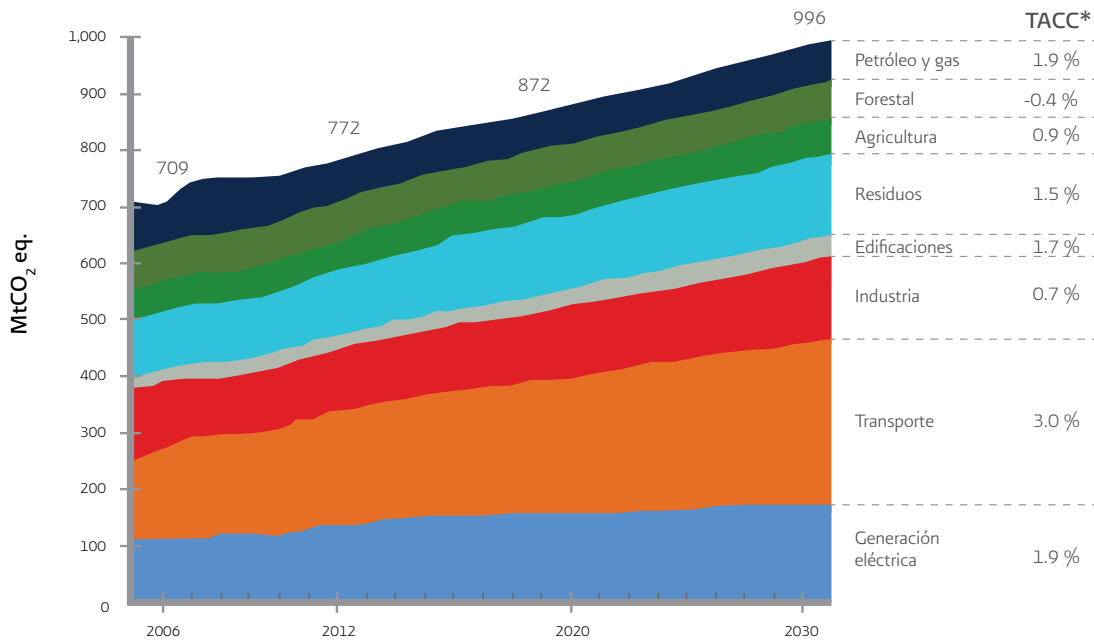
Para el 2020, el potencial identificado es de 261 MtCO<sub>2</sub> eq., lo que representa una reducción de 30% con respecto a la línea base de emisiones de GEI. Al 2030, el potencial es de 523 MtCO<sub>2</sub> eq. lo que corresponde a una reducción de 53%.

### Potencial de abatimiento al 2020 y 2030

Año	Potencial de abatimiento, MtCO <sub>2</sub> eq.
2020	261
2030	523

Fuente: INE, 2012.

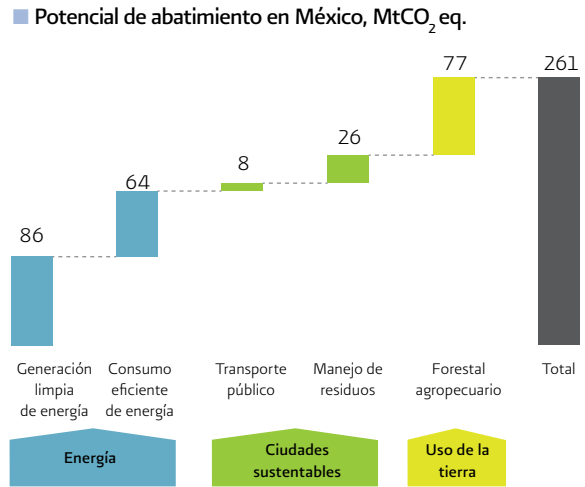
### Línea base de emisiones de GEI por sector en México al 2030, MtCO<sub>2</sub> eq.



Fuente: INE, 2012.

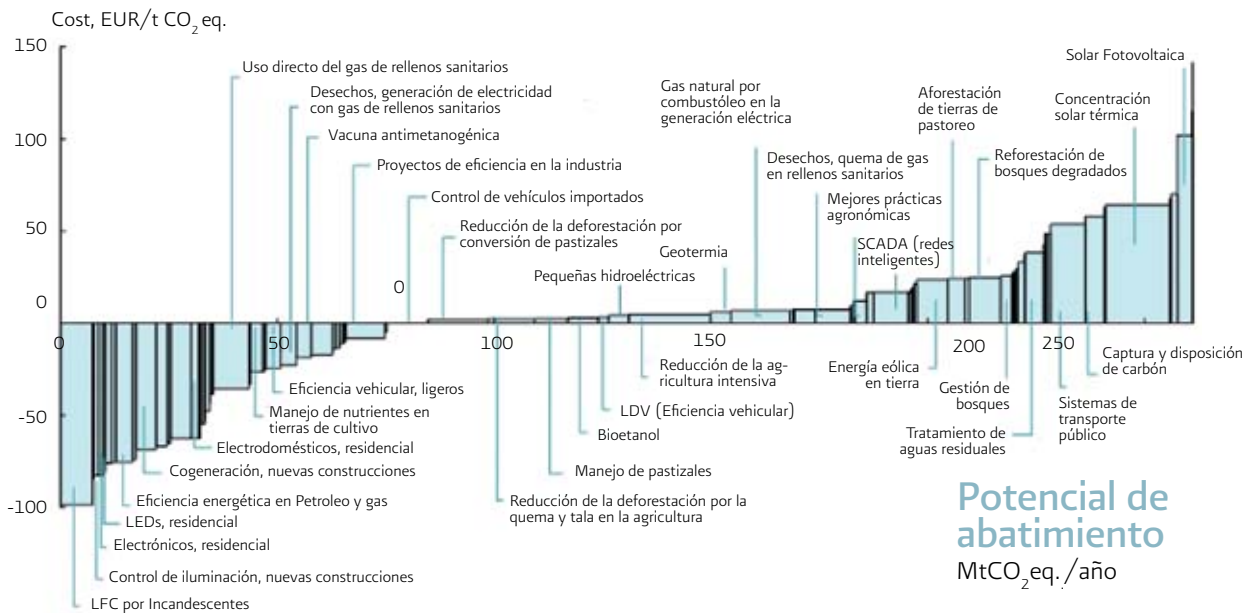
\*Tasa Anual de Crecimiento Compuesto

Para cada acción de mitigación cuyo potencial de abatimiento es analizado, se realizó un análisis costo-efectividad contra el escenario tendencial, y se determinó su costo marginal de abatimiento. Se construyó con lo anterior una curva de costos de reducción de emisiones, que expresa: el potencial de abatimiento de cada iniciativa (en toneladas de CO<sub>2</sub> eq.), y su costo marginal de abatimiento (monto incremental por cada tonelada de CO<sub>2</sub> eq. evitada o reducida con respecto al caso base).



Fuente: INE, 2010.

**Curva de costos de abatimiento de GEI para México en 2020**



Nota: El eje horizontal expresa el potencial acumulado de reducción de emisiones por iniciativa, el eje vertical muestra el costo marginal estimado por tonelada abatida (o evitada) de cada iniciativa (costo marginal se refiere a la diferencia entre el costo de la acción y la alternativa en el escenario tendencial, no incluye costos de transacción, comunicación, o información, subsidios o impuestos).

Fuente: INE, 2010.

Del lado izquierdo de la curva se encuentran aquellas iniciativas y acciones cuyo costo marginal de abatimiento es negativo, y que por tanto representan un ahorro neto con respecto al escenario tendencial. Hacia el centro se localizan las iniciativas cuyo costo de abatimiento es cer-

cano a cero. Del lado derecho están aquellos proyectos que representan costos incrementales para la economía. Para que estos últimos sean atractivos, se requiere abaratar los costos o mejorar el rendimiento de las tecnologías involucradas.



## ■ Potencial y costo ponderado de abatimiento

Año	Potencial de abatimiento, MtCO <sub>2</sub> eq.	Costo ponderado de abatimiento, USD/tCO <sub>2</sub> eq.
2020	261	1.35
2030	523	2.36

El documento base para la estrategia LEDS ahonda en el análisis de las medidas y los sectores más relevantes para la mitigación hacia el mediano plazo, tal como se ilustra a continuación:

## Energía

### Generación de energía más limpia

Las acciones agrupadas en este eje buscan transformar la matriz de generación eléctrica, aumentando la participación de energías limpias y tecnologías fósiles con mayor eficiencia. Esto está fundamentado en las siguientes Leyes:

- Ley para la Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB).
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE).
- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).

Adicionalmente, la transición energética está apoyada por la LGCC. La Secretaría de Energía (SENER) propone tres configuraciones de la matriz energética para alcanzar 35% de generación a partir de fuentes no fósiles en 2024.

- El primer escenario considera una cartera de proyectos compuesta por centrales eólicas, que contiene 28% de capacidad de respaldo con tecnología turbogás.
- El segundo escenario considera únicamente la construcción de 7 u 8 centrales nucleares, con una capacidad instalada de 1,400 MW cada una y 20,900 MW de eólica.

- El tercer escenario analiza un esquema híbrido de centrales nucleares y granjas eólicas, en el que contempla dos centrales nucleares con capacidad de 1,400 MW cada una y 20,900 MW de eólica.

El potencial estimado de abatimiento al 2020 por el desarrollo de fuentes limpias de energía es de 61 MtCO<sub>2</sub> eq., que representa el 23% del potencial total. Los principales proyectos son: la instalación de capacidad adicional de energía eólica (8.6 MtCO<sub>2</sub> eq.), energía solar (18.2 MtCO<sub>2</sub> eq.), y el cambio de combustible a gas natural para la generación termoeléctrica (13.6 MtCO<sub>2</sub> eq.).

- **Energía solar fotovoltaica.** México tenía en 2011 un potencial teórico de generación equivalente al 95% de la generación bruta nacional. Algunos estudios estiman que en México se podrían desarrollar entre 7.4 y 9.0 GW de energía solar para el 2020. El Explorador de Recursos Renovables, iniciativa conjunta de SENER y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, identifica a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Chihuahua como los de mayor potencial para la generación fotovoltaica. Baja California Sur es la mejor opción al presentar los costos marginales de generación eléctrica más altos del país, por estar aislada del Sistema Eléctrico Nacional. La cartera de proyectos de generación solar fotovoltaica programados por el sector público federal tendrá una capacidad conjunta de 61 MW. Los proyectos privados registrados ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) suman 35 MW adicionales.
- **Energía geotermoelectrica.** En 2012, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estimó el potencial posible de generación geotermoelectrica en 7,423 MW; el potencial probable en 2,077 MW; y las reservas probadas en 186 MW, adicionales a los 964.5 MW de capacidad instalada. Entre los países miembros de la OCDE, México es el segundo productor de geotermoelectricidad, con 6.5 TWh en 2011. La cartera de proyectos publicada por SENER suma 434 MW de capacidad instalada adicional, en ocho proyectos que estarán ubicados en los estados de Michoacan, Puebla, Baja California y Jalisco.

Se identifican las siguientes líneas de acción para fomentar el desarrollo de esta iniciativa:

- Impulsar el desarrollo tecnológico que reduzca los costos y riesgos de exploración.
  - Internalizar las externalidades ambientales en la generación de energía para incrementar la competitividad de las tecnologías limpias.
  - Desarrollar mecanismos financieros (distribución del riesgo, o mercados de carbono).
  - Definir los derechos de explotación geotérmico-eléctrica en el marco jurídico.
- **Energía eólica.** En 2011 la generación eólica representó 0.7% de la generación total (1.25% de capacidad instalada). La prospectiva de SENER establece alcanzar 4.2% en el 2020 (6.3% de capacidad instalada). México tiene un potencial físico de generación eólica equivalente al 72.8% de la generación bruta nacional en 2011. CFE tiene tres proyectos de generación eólica en etapa de diseño que alcanzarán una capacidad de 230 MW. Adicionalmente, se están construyendo dos centrales eólicas (Rumorosa y Sureste) con una mitigación estimada de 2.89 MtCO<sub>2</sub>/año. Existen 18 proyectos privados en construcción o por iniciar operaciones de generación eoloelectrica registrados en la CRE con capacidad total instalada de más de 2 GW, para alcanzar 3.13 GW de generación eólica privada.
  - **Energía hidroeléctrica.** Contribuyó con 14% de la generación eléctrica en 2011 (22% de capacidad instalada). La cartera de proyectos de CFE suma 5.23 GW de capacidad instalada al 2025. Esto no considera la ampliación de hidroeléctricas existentes por 778 MW adicionales. La CRE tiene registrados 10 proyectos de generación privada mini-hidráulica (hasta 30 MW de capacidad instalada) que entrarán en operación entre 2012 y 2015. La capacidad instalada total de estos proyectos se estima en 132.6 MW, adicionales a los 112 MW en operación.
  - **Biocombustibles.** Tienen un potencial de mitigación de 15 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2030. En 2008 se publicó la LPDB para promover y desarrollar los bioenergéticos. El INE propuso criterios de sustentabilidad ambien-

tal para la certificación ambiental del etanol anhidro con el objetivo de garantizar la conservación de los ecosistemas y el uso sustentable del recurso hídrico; maximizar la eficiencia productiva y el desempeño ambiental, y preservar la calidad del suelo.

- **Bioenergía.** Existen programas que apoyan la construcción de biodigestores y generadores. Se instaló el primer cogenerador eléctrico a base de bagazo de caña, con reducciones estimadas de 3.6 MtCO<sub>2</sub> eq. En el periodo 2008-2011 se instalaron 354,606 estufas eficientes de leña, con una reducción de emisiones estimada del orden de 0.96 MtCO<sub>2</sub> eq./año e importantes cobeneficios a la salud.
- **Combustóleo y carbón por gas natural.** Las turbinas de gas en ciclo combinado tienen de 50% a 62% menores emisiones de GEI que la energía térmica convencional. En 2009 casi el 60% de la demanda de energía primaria de CFE se satisfizo con gas natural, reduciendo gradualmente la intensidad de carbono de la generación eléctrica nacional.

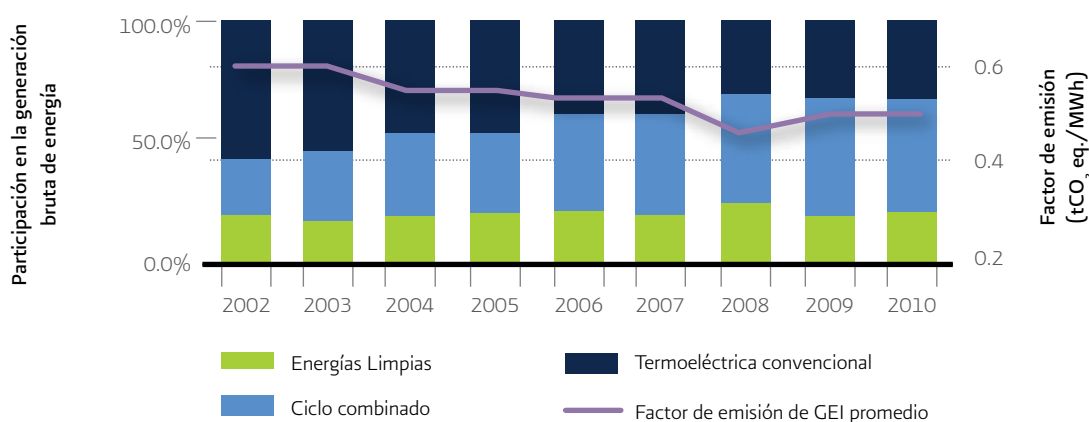
La proporción de ciclo combinado se ha incrementado de poco más del 20% en 2002 a casi el 50% en 2010, en tanto que el factor promedio de emisiones se redujo de arriba de 0.6 tCO<sub>2</sub> eq./MWh en 2002 a menos de 0.5 tCO<sub>2</sub> eq./MWh en 2010 (más de 15%).

Dentro de la cartera de proyectos en progreso se encuentra la sustitución de cinco plantas termoeléctricas convencionales, con un potencial de abatimiento de 2.5 MtCO<sub>2</sub> eq./año.

- **Energía nuclear.** La Estrategia Nacional de Energía señala la necesidad de realizar más estudios sobre su viabilidad técnica y financiera, además de dialogar con los gobiernos de los estados para discutir su posible construcción. Es necesario continuar el estudio y alcanzar definiciones hacia el futuro en materia nuclear.

El potencial teórico de abatimiento de los proyectos de eficiencia en la generación y transformación de energía es de 24.5 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 (9% del potencial de abatimiento total). Los principales proyectos comprenden: aumento de la eficiencia en las operaciones de PEMEX y CFE (1.5 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020),

■ Generación de energía por tipo de combustible y evolución del factor de emisión promedio en la generación eléctrica



implementación de redes inteligentes de distribución eléctrica (8.3 MtCO<sub>2</sub> eq.) y desarrollo de tecnologías de captura y almacenaje de carbono (4.7 MtCO<sub>2</sub> eq.) (Ver Sección V.1.3).

- **Reducción de venteo y quema de gas en producción.** La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) emitió disposiciones técnicas para reducir la quema y el venteo de gas en los trabajos de exploración y explotación de hidrocarburos (CNH.06.001/09). Esta regulación establece un mínimo de aprovechamiento de gas natural, a través de: Programa de nivel máximo (o techo nacional) para alcanzar niveles de aprovechamiento de gas, y el Programa acelerado para reducir al mínimo la quema y venteo de gas en el Activo Integral Cantarell, 2010–2012. El abatimiento alcanzado en el Activo Cantarell al 2011 es de 12.72 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales.
- **Mitigación de emisiones fugitivas en PEMEX.** PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PCPB) tiene proyectos esquema MDL para la instalación de sellos secos en compresores de gas para los complejos procesadores de gas en Ciudad PEMEX, Nuevo PEMEX y Poza Rica, con una reducción estimada en 0.026 MtCO<sub>2</sub> eq. Se han identificado proyectos de reducción de emisiones fugitivas por hasta 2.3 MtCO<sub>2</sub> eq.
- **Eficiencia energética en PEMEX.** El potencial de mitigación es mayor a 11 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 e involucra aumentos en la eficiencia operativa y térmica de sus

operaciones. Los principales proyectos son: la reconfiguración de las refinerías Madero, Minatitlán y Cadereyta, y los proyectos de cogeneración en Nuevo PEMEX, Tula y Salamanca. El ejercicio del gasto de las paraestatales es programado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y se prioriza en base a la rentabilidad de los proyectos. Dado este criterio, la inversión es usualmente asignada a proyectos de exploración y explotación de crudo. En consecuencia, los proyectos de eficiencia energética en PEMEX Refinación difícilmente alcanzan financiamiento. PEMEX actualmente tiene proyectos bajo el esquema MDL que persiguen incrementar la eficiencia térmica, entre ellos: Recuperación energética de gases de combustión para su aprovechamiento en el proceso de deshidratación de crudo Maya en la Terminal Marítima Dos Bocas (registrado), y la utilización de tecnologías de recuperación de calor en los escapes de combustión de turbo maquinaria en el activo integral Cantarell (en proceso); ambos proyectos tienen un potencial de abatimiento de 0.52 MtCO<sub>2</sub> eq. (Ver Sección V.1.3).

- **Eficiencia energética de CFE (transmisión y distribución).** El suministro nacional de energía eléctrica destinada al servicio público tuvo pérdidas totales promedio de 10.77% entre 2000 y 2011 (las mejores prácticas son 6% a 8%), y su reducción a 8% equivale a cerca de 4 MtCO<sub>2</sub> eq. Cada tres puntos

porcentuales en pérdidas equivalen a la producción anual de una planta generadora de 1,000 MW y emisiones de 1.27 MtCO<sub>2</sub> eq. CFE implementa medidas para reducir las pérdidas técnicas: la incorporación de nuevas líneas, subestaciones y mejoras en los sistemas de distribución.

- **Redes inteligentes de energía eléctrica.** Aportan un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible utilizando tecnologías de comunicación, control, monitoreo y autodiagnóstico. Permiten la gestión activa de la demanda e incorporan tecnologías de almacenamiento, para el despacho y control correctos de energías renovables intermitentes (solar y eólica). Se identifica como una barrera la falta de estándares técnicos abiertos y públicos que permitan el funcionamiento entre sistemas de distintos fabricantes.
- **Captura y almacenamiento de carbono (CCS,** por sus siglas en inglés) con un potencial en México de 4.7 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020. CCS puede utilizarse para la recuperación mejorada de hidrocarburos, capturando beneficios derivados de la venta de crudo y de la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>. PEMEX cuenta con pozos candidatos a CCS en la región de Poza Rica: los pozos Poza Rica, Tajín y Coapechaca, y en la región sur PEMEX en campos maduros ubicados en el activo Cinco Presidentes en Tabasco. La legislación actual no

contempla el acceso y uso de acuíferos profundos para el almacenamiento de carbono (Ver Sección V.4.2).

### Uso sustentable de energía

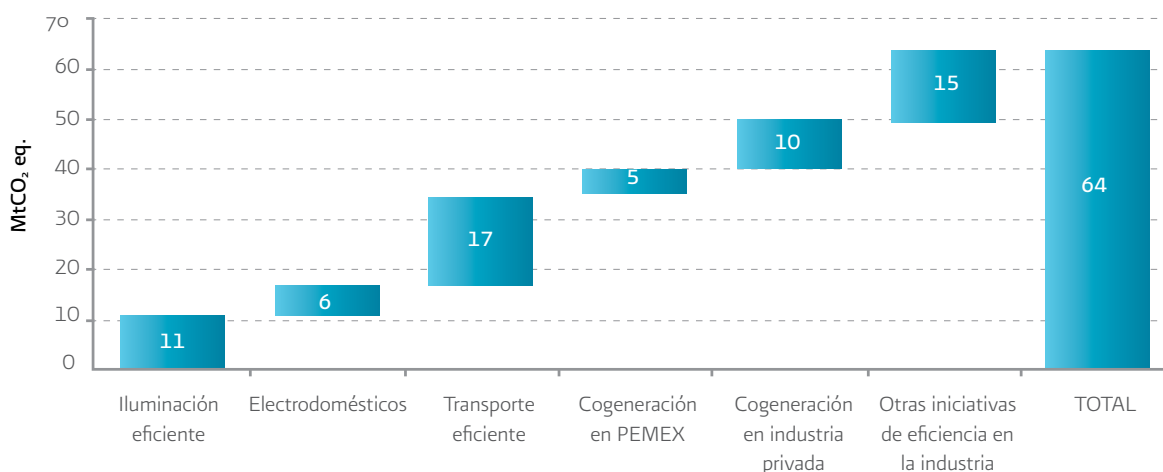
Del PRONASE (Ver Sección V.1.3), estudios de la CONUEE y del INE (INE, 2010), se identificó un potencial de reducción de emisiones de 64 MtCO<sub>2</sub> eq., equivalente al 24.5% de la meta de abatimiento de México al 2020.

Las acciones pertenecen a cuatro categorías principales:

- Normas y estándares para regular el consumo energético futuro.
- Sustitución de tecnologías a aquellas más eficientes a través de programas sociales.
- Certificación de productos con tecnologías eficientes.
- Cambios de prácticas y comportamientos de los usuarios finales.

Entre 2009-2011, como resultado de la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en eficiencia energética, se registró un ahorro de energía eléctrica de 6,112 GWh, con ahorros térmicos por 7.43 millones de barriles de petróleo equivalente (bpe) (Ver Cuadros V.13 y V.14).

#### ■ Potencial de abatimiento de las áreas prioritarias del PRONASE



Fuente: INE, 2012.

- **Norma de eficiencia para iluminación.** En el año 2011 entró en vigor la norma oficial que establece límites mínimos de eficacia para iluminación en los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público (NOM-028-ENER-2010). Los ahorros anuales, estimados preliminarmente por el INE, derivados del menor gasto energético, son 1,430 millones de dólares al 2020 con un impacto positivo directo en los usuarios finales. Con esta iniciativa se pueden llegar a abatir hasta 11 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales en el 2020.

Otras iniciativas de aumento de la eficiencia en el consumo energético en el sector residencial y comercial, en dispositivos como refrigeradores, equipos de climatización o electrodomésticos, pueden llegar a abatir hasta 6 MtCO<sub>2</sub> eq. en el 2020.

- **Norma de eficiencia para vehículos ligeros.** La implementación de la norma que establece los estándares mínimos de rendimiento de combustible para vehículos nuevos, ayudará a alcanzar un rendimiento promedio de la flota de vehículos de 15 km/l en el 2016 (desde 12.3 km/l, estimado en 2010). Los beneficios previstos incluyen:
  - Reducir la demanda energética en 372 millones de bpe acumulados entre 2016 y 2030.
  - Evitar la emisión de 6 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales en el 2020 y de 18 MtCO<sub>2</sub> eq. en el 2030.
  - Generar ahorros económicos para los usuarios, derivados del ahorro en gasolina, cercanos a 513 mil millones de pesos, acumulados al 2030.
  - Producir ahorros para el gobierno que se estiman en 103 mil millones de pesos, asociados a los subsidios correspondientes en el mismo periodo.
  - Reducir emisiones de otros contaminantes locales como NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e hidrocarburos. Se estima que los ahorros derivados de evitar afectaciones a la salud por estas sustancias serían de 338 millones de dólares.

México ha realizado esfuerzos para desacelerar el crecimiento del parque vehicular por la importación de vehículos usados de norteamérica. A finales de 2011,

acuerdos firmados entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Economía (SE) obligan a que los vehículos usados que sean importados definitivamente al país cumplan con la norma oficial que establece los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes (NOM-041-SEMARNAT-2006). Con esto se ha logrado homologar las especificaciones para todo el parque vehicular nacional. Estos esfuerzos deben ir acompañados de un esquema de chatarrización que haga efectivo el retiro de circulación de los automóviles poco eficientes, y de un sistema estricto de verificación vehicular en todo el territorio nacional.

México lleva a cabo programas masivos de ahorro de energía eléctrica como:

- **Programa Luz Sustentable.** Ver Sección V.1.3 FIDE.
- **Programa Cambia Tu Viejo por Uno Nuevo.** Ver Sección V.1.3 FIDE.
- **Hipotecas Verdes.** Los ahorros obtenidos por eficiencia energética y agua son cercanos al 2-3% del ingreso familiar. Este programa puede extenderse para otorgar 2.7 millones de créditos entre 2013 y 2020, con un potencial de abatimiento de 2.6 MtCO<sub>2</sub> eq. (Ver Sección V.1.8)
- **Esquema de Sustitución Vehicular.** Ver Sección V.1.4.
- **Programa Transporte Limpio.** Ver Sección V.1.4.
- **Programa GEI México.** Ver Sección V.1.7.
- **Cogeneración.** La instalación de plantas de cogeneración para los nueve centros de proceso de PEMEX con mayor generación de vapor podría ayudar a abatir hasta 14 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020. El potencial de cogeneración estimado en otras industrias equivale al abatimiento de 10 MtCO<sub>2</sub> eq., y representa beneficios económicos potenciales por más de 1,600 millones de dólares anuales.

Como parte de la estrategia de bajo carbono se analizan los efectos de la estructura actual de subsidios a la energía y a los recursos en la eficiencia de su consumo. Un estudio del Centro Mario Molina estima que retirar el subsidio a combustibles al autotransporte permitiría reducir la demanda de gasolina y diesel en un 23% hacia el

2020 y abatir 24 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales. Actualmente, el precio de la gasolina Magna tiene un desliz mensual equivalente a 1% de su precio, con el objetivo de equilibrar las finanzas públicas y reducir la dependencia del exterior. Se ha estimado que en el periodo comprendido entre 2007 y 2011, este desliz evitó emisiones de entre 67 y 145 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Ciudades sustentables

El potencial técnico de reducción de emisiones de GEI identificado al 2020 es de 26 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales. Esto incluye proyectos de inversión en infraestructura de transporte urbano y optimización de sistemas de transporte, con un potencial de abatimiento de 8 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020, y acciones de manejo de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas, con un potencial de abatimiento de 26 MtCO<sub>2</sub> eq.

### Transporte

Del potencial total identificado (8 MtCO<sub>2</sub> eq.) se han identificado proyectos de infraestructura de transporte urbano con un potencial de abatimiento al 2020 cercano a 2 MtCO<sub>2</sub> eq.: tres líneas de tren suburbano en la zona metropolitana del Valle de México, con una inversión estimada de 24 mil millones de pesos; siete trenes urbanos en otras ciudades, con una inversión estimada de 30 mil millones de pesos; siete corredores de Sistemas de Transporte Rápido (BRT, por sus siglas en inglés) en construcción o listos para construir y 21 en diferentes etapas de planeación. La inversión estimada para los 21 proyectos en planeación es de entre 10 y 15 mil millones de pesos.

Además de los beneficios estimados por el abatimiento de emisiones de GEI, también se espera que la implementación de los proyectos de BRT genere cobeneficios sustanciales: reducción de contaminantes locales, que se traduzca en una disminución de enfermedades asociadas valorada entre 60 y 80 millones de dólares; reducción en el consumo de combustibles fósiles, con un menor gasto federal por concepto de subsidios a combustibles de

entre 10 y 13 millones de dólares; mayor productividad relacionada con una reducción de tiempos de traslado (40-53 millones de horas-hombre ahorradas), con valor de entre 26 y 34 millones de dólares anuales y mejoría en la calidad de vida; creación de empleos temporales en la construcción de infraestructura y migración de empleos informales a formales para los operadores del sistema BRT.

Las barreras al funcionamiento eficiente del transporte urbano y a la reducción en sus emisiones incluyen:

- La intervención de diversas entidades y políticas gubernamentales no alineadas ha generado ciudades dispersas, desconectadas y extensas, con altas ineficiencias en el transporte.
- Alta resistencia a la modernización y al cambio en los sistemas actuales de transporte público por parte de los concesionarios actuales.
- Tarifas controladas en el transporte público generan incentivos perversos, reducen la eficiencia en el uso del transporte y limitan la calidad y el crecimiento del sector.

Los proyectos de optimización de los sistemas de transporte inter-urbano incluyen:

- Incrementar la participación de los ferrocarriles en el transporte terrestre de carga.
- Mejorar la logística del transporte carretero de carga, mediante la operación coordinada de los vehículos, la creación de cooperativas y asociaciones, la construcción de terminales especializadas y corredores de carga, y la puesta en marcha de un sistema de información confiable.

### Manejo sustentable de residuos

La gestión integral de residuos constituye una fuente de oportunidades para generar mercados y cadenas productivas formales. La infraestructura actual es insuficiente y no permite un manejo óptimo, que impulse su aprovechamiento, recolección y reciclaje. Se identifican las siguientes acciones con un potencial de abatimiento de 26 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020:

- Impulsar la participación del sector privado en proyectos de reciclaje, separación de basura, reutilización, confinamiento de desechos, y creación de centros de acopio. Desarrollar mecanismos y regulaciones que hagan corresponsables a las organizaciones del manejo de los residuos que generan.
- Corregir los sistemas tarifarios de los servicios de recolección y tratamiento, de forma que se incentive la reinversión en mejoras tecnológicas y logísticas, y se puedan implementar las mejores prácticas a nivel mundial.
- Reforzar las campañas educativas e informativas para sensibilizar a la población sobre la importancia de reducir la generación de desechos y el consumo de agua.

Los proyectos que deben impulsarse dentro de este sector caen en cuatro categorías básicas:

- **Tratamiento de aguas residuales.** Además del beneficio por reducción de emisiones, el agua tratada se puede aprovechar para otras actividades, mientras que el  $\text{CH}_4$  se puede aprovechar en la generación de electricidad para la operación de las Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- **Captura y aprovechamiento de biogás producto de rellenos sanitarios y PTARs.** En los rellenos sanitarios de gran capacidad, el aprovechamiento del  $\text{CH}_4$  para la generación de electricidad genera ingresos que superan la inversión tecnológica.

Se tienen identificados proyectos para el aprovechamiento de biogás para generación de energía en 29 rellenos sanitarios de 19 ciudades de la República Mexicana, con un potencial de abatimiento de 4.4  $\text{MtCO}_2$  eq. (INE, 2010).

Se han identificado tres proyectos de tratamiento de aguas residuales con un potencial de abatimiento de 1.02  $\text{MtCO}_2$  eq. al 2020: La planta de Atotonilco, Hidalgo, que con capacidad para tratar 23  $\text{m}^3/\text{s}$  será la más grande del país, tiene un potencial de mitigación de 0.50  $\text{MtCO}_2$  eq. por año.

- **Reciclaje.** Esta actividad incrementó su capacidad en 154% entre 2002 y 2011, y ofrece grandes oportu-

nidades para el sector industrial por el ahorro de costos asociado.

- **Composta.** Puede ayudar a aumentar la productividad de la producción agrícola, pero aún es necesario analizar con mayor profundidad el valor en el mercado y las alternativas para lograr proyectos viables.

## Usos de la tierra

En el ámbito forestal se trabaja en dos líneas específicas para la mitigación de emisiones de GEI: la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+) y el Proyecto de Bosques y Cambio Climático (Ver Sección V.1.5 CONAFOR). También se presentó la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas en 2010 (Ver Sección V.1.5).

A finales de 2006, la superficie cubierta por esquemas de conservación y manejo de ecosistemas terrestres y recursos naturales fue superior a 500 mil  $\text{km}^2$ . Gracias a la combinación de programas gubernamentales, la tasa de pérdida de cobertura forestal se ha reducido en 50% entre el 2000 y el 2010.

El sector forestal tiene un potencial teórico de abatimiento de emisiones de 57  $\text{MtCO}_2$  eq., basado en alternativas para evitar la pérdida de cobertura forestal: reforestación, aforestación y deforestación evitada. Existen varios proyectos en marcha que tienen un potencial de abatimiento significativo al 2020:

- Programa de Manejo Forestal Sustentable (PRODEFOR): 6.7  $\text{MtCO}_2$  eq.
- Programa de Cultivo Forestal en Bosques Templados: 3.8  $\text{MtCO}_2$  eq.
- Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA): 3.6  $\text{MtCO}_2$  eq.
- Otros proyectos dentro del esquema ProÁrbol: 7.8  $\text{MtCO}_2$  eq.
- Ocho proyectos de acción temprana REDD+: 10.1  $\text{MtCO}_2$  eq.

El potencial de abatimiento anual de emisiones estimado en el sector agropecuario es de 20  $\text{MtCO}_2$  eq. y se basa en: la mejora de prácticas agropecuarias en los

principales cultivos, la restauración de tierras degradadas, la reducción o eliminación de labranza y el manejo adecuado del ganado. La implementación de muchas de estas iniciativas también representaría un aumento en la productividad de las actividades del sector.

Se han identificado proyectos que tienen un potencial de mitigación estimado en 5.1 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020; el mayor potencial corresponde a proyectos de manejo de residuos pecuarios (3.5 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales).

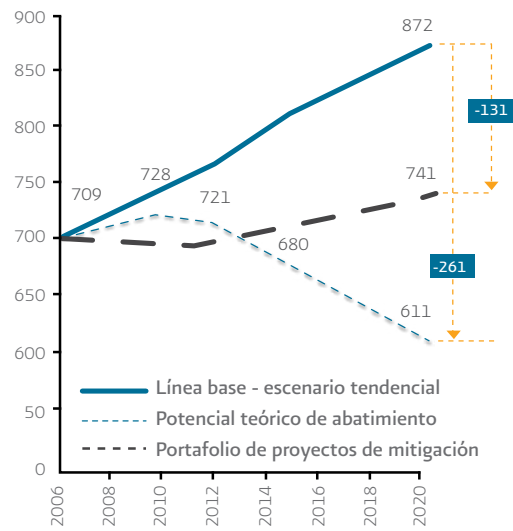
Las prácticas que pueden promoverse de forma masiva para abatir las emisiones provenientes de las actividades agropecuarias incluyen:

- Adaptación a cultivos de menores requerimientos hídricos para mejorar la conservación de agua y suelos.
- Racionalización del uso de agroquímicos, uso de biofertilizantes y mejoramiento de semillas.
- Reconversión productiva sustentable fomentando los cultivos perennes y la labranza de conservación, en sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles.
- Mejora en la productividad y variedad de cosechas, rotación extendida de cosechas y reducción de tierras sub-utilizadas, sistemas de cosecha menos intensivos, uso extendido de cosechas cubiertas.
- Mejora en la eficiencia energética y uso de energías alternativas.
- Ajustes de la carga animal y planificación en tierras de agostadero.
- Masificación del tratamiento de los desechos pecuarios para autogeneración de energía.

## Cartera de proyectos de mitigación de México 2010-2020

A partir del análisis anterior y de estudios de costo-efectividad, de contexto, de prioridades y de barreras sectoriales para cada una de las acciones identificadas, se ha identificado una cartera de más de 150 proyectos con un potencial de abatimiento total estimado en 130 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales al 2020, y que representan la mitad del compromiso adquirido por México para ese año. Más de 100 de esos proyectos están en ejecución, y representan un potencial de mitigación de 70 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020.

## Potencial de abatimiento de emisiones, MtCO<sub>2</sub> eq. anuales



Fuente: INE, 2012.

Esta cartera comprende iniciativas de diferentes tipos: normativas y regulatorias, de desarrollo y sustitución tecnológica, programas sociales, mejores prácticas, desarrollo de capacidades, etc. Los proyectos se encuentran en diferentes etapas de diseño y ejecución.

## Portafolio de proyectos según su etapa

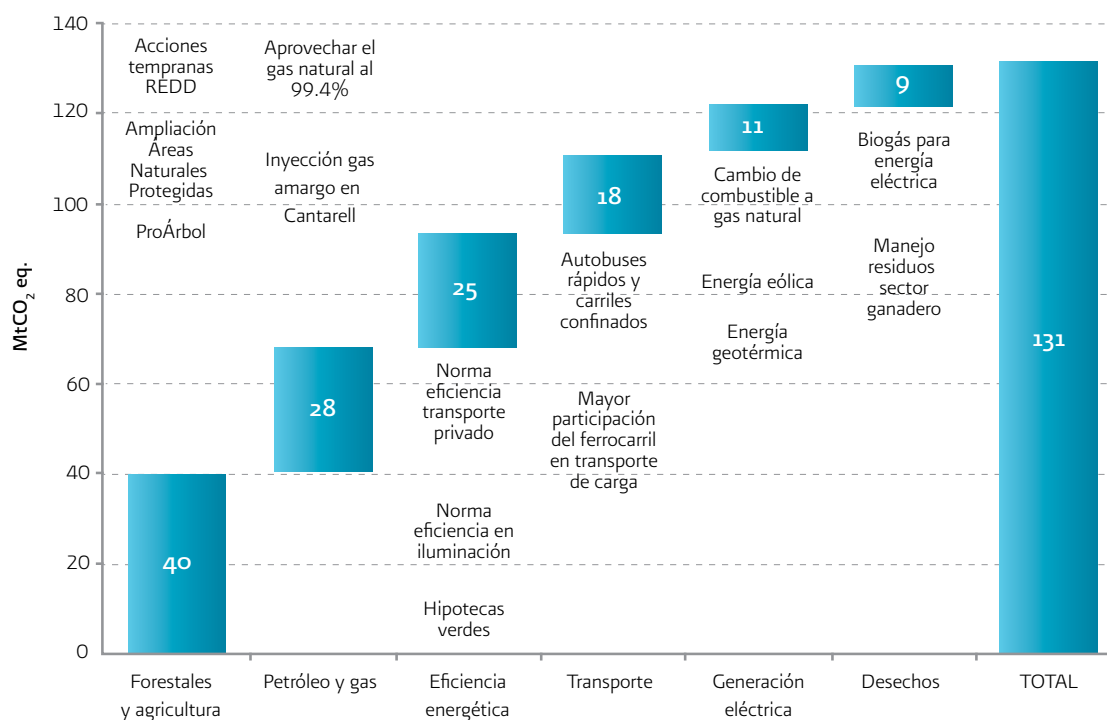
Concepto	Diseño	Ejecución
<b>Número de proyectos</b>		
Por definirse	54	102
<b>Potencial de abatimiento al 2020</b>		
130	61	70

Fuente: INE, 2012.

El mayor potencial de abatimiento de estos proyectos (92 MtCO<sub>2</sub> eq., 70% del total de la cartera) se concentra en los sectores forestal y agropecuario, petróleo y gas, y eficiencia energética.



■ **Potencial de abatimiento del portafolio de proyectos de mitigación por sector, MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020**



**Análisis financiero de las acciones de mitigación**

Análisis preliminares sugieren que para lograr el abatimiento de 261 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 se tiene un requerimiento de inversión cercano a los 138 mil millones de dólares. El monto promedio anual corresponde a 6% de la inversión total de México en 2011. Este análisis es sensible al precio del crudo (estimado en 60 dólares por barril al 2030) y al costo de capital (4%).

A partir de la curva de costos se obtienen los siguientes estimados:

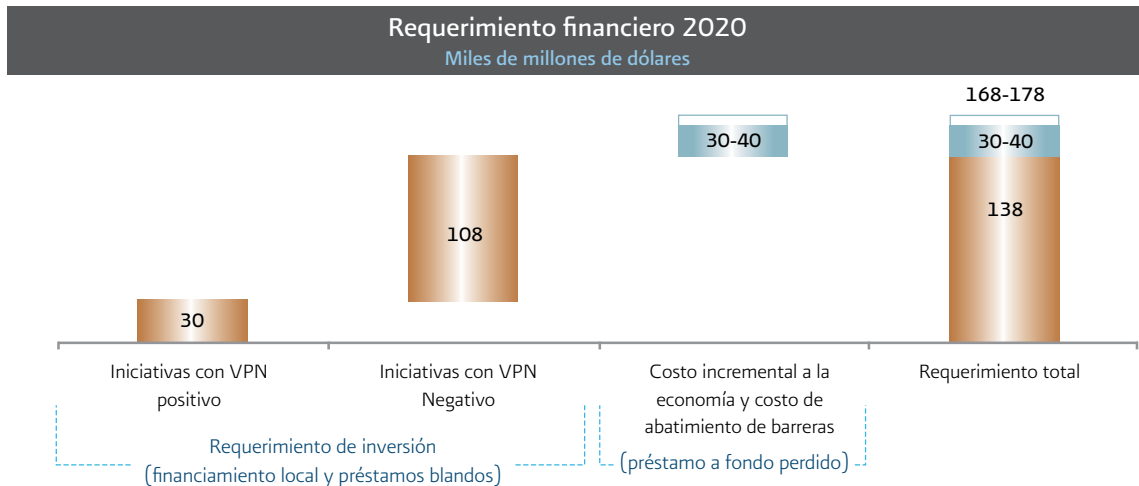
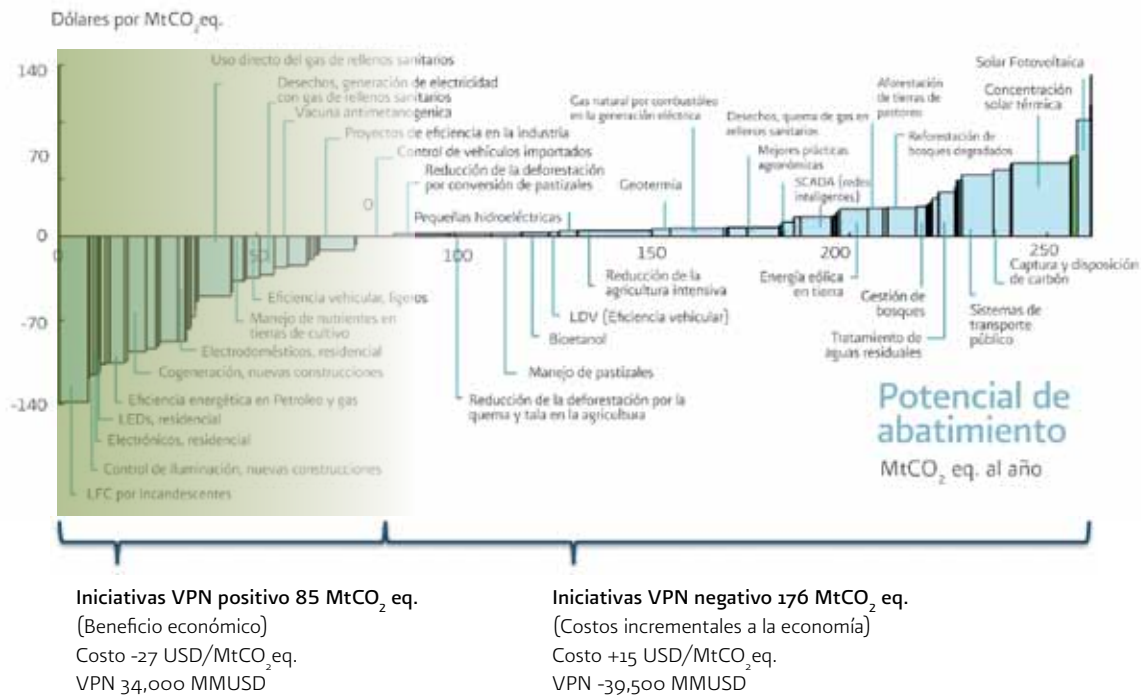
- Las acciones de mitigación con costos de abatimiento negativos o cero requieren de una inversión de 30 mil millones de dólares al 2020. Estas iniciativas presentan un beneficio económico estimado de 34 mil millones de dólares gracias a sinergias existentes con el proceso de desarrollo económico.

- Las acciones de mitigación con costos de abatimiento positivos requieren de una inversión de 108 mil millones de dólares al 2020. Esto incluye iniciativas con co-beneficios que las hacen atractivas aun y cuando implican un costo, e intensivas en capital que representan fuertes inversiones en infraestructura. El impacto a la economía por la implementación de estas acciones es de casi 40 mil millones de dólares.
- Los beneficios y los impactos entre las acciones de mitigación son muy cercanos, con una diferencia menor a 6 mil millones de dólares, sin embargo no son transferibles. Se estima que la implementación de las acciones de mitigación representará un impacto a la economía por 30 mil a 40 mil millones de dólares. Esto se debe al costo marginal incremental de las acciones de mitigación y al abatimiento de barreras. Para poder cubrir este impacto se prevé que México requerirá de apoyos económicos en fondos no-recuperables.

La aportación principal viene de capital privado que representa 43% de la inversión requerida, seguido del

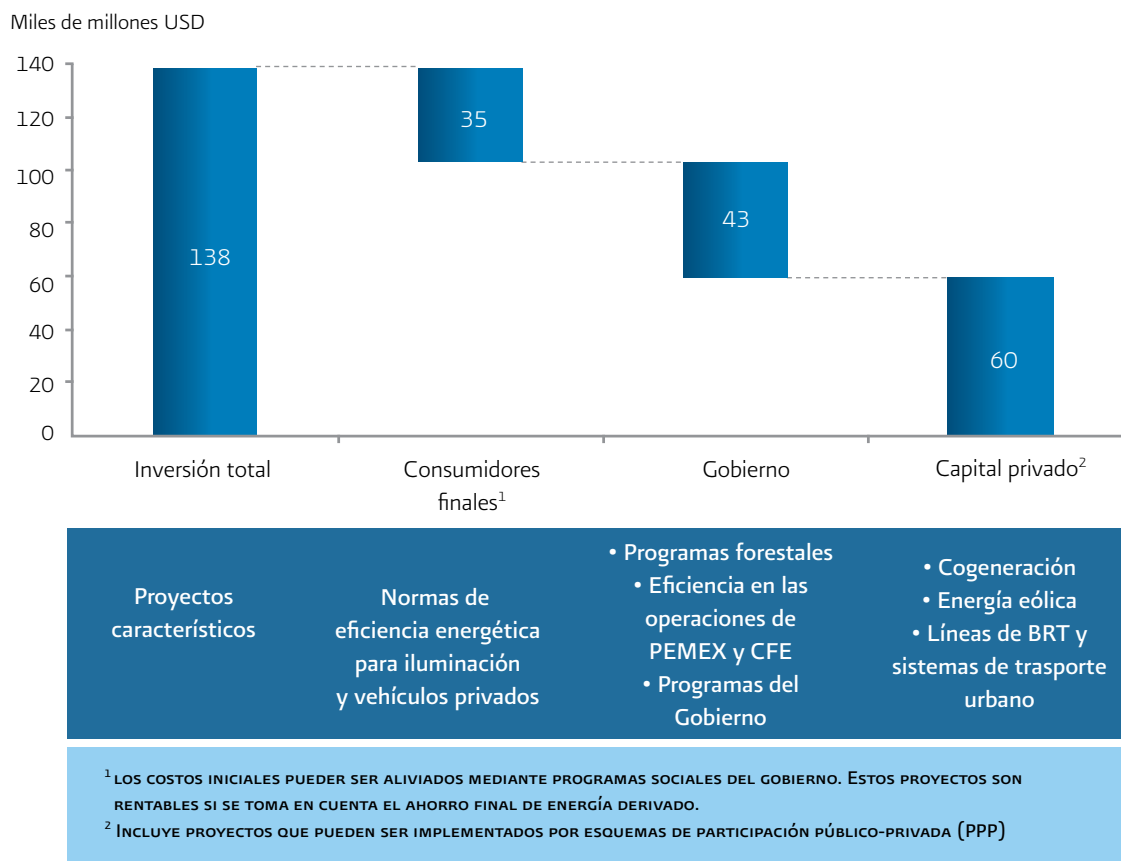
sector público que aporta 31%, y los consumidores finales que absorben el 25% del gasto.

■ Curva de costos de abatimiento al 2020



VPN: Valor Presente Neto.  
 Fuente: INE, 2012.

## ■ Capital estimado necesario para cumplir las metas de mitigación al 2020



Fuente: INE, 2012.

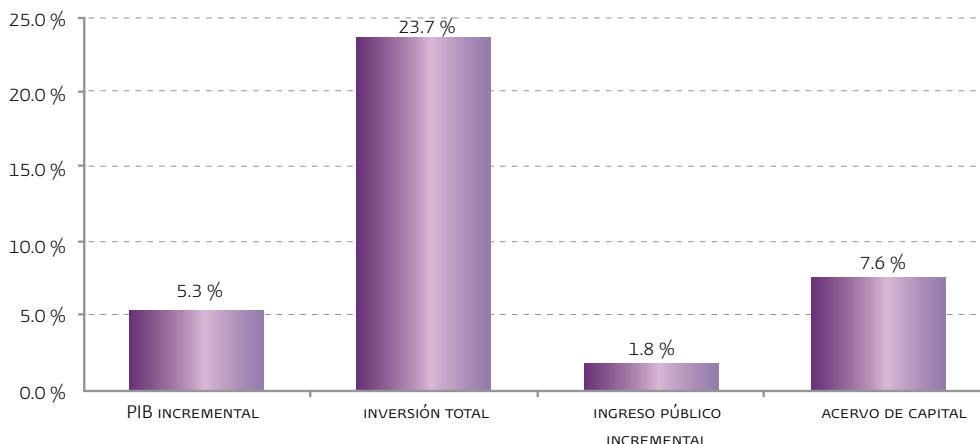
## Análisis económico de las medidas de mitigación

Utilizando un modelo computable de equilibrio general, se realizó un primer cálculo de los impactos macroeconómicos de las acciones de mitigación contempladas en la cartera de proyectos de la estrategia LEDS. Se concluye que para el año 2030 tras la implementación de la totalidad de las iniciativas de abatimiento identificadas, bajo el supuesto que México cuente con acceso a fondos internacionales: el PIB nacional sería 5.3% mayor con respecto al escenario base. Asimismo, se espera un crecimiento del nivel de inversión, que sería 23.69% mayor, con un capital 7.56% superior. Bajo tales supuestos, se observa que la inversión incremental requerida para la

implementación de la estrategia de bajo carbono tendría como resultado la generación de entre 300 mil y 550 mil empleos. La tasa de desempleo en el escenario tendencial se estima en 12%, mientras que en el escenario de bajo carbono sería de 6.7%. La estrategia de bajo carbono es además marcadamente progresiva, y favorecería la distribución de riqueza en los segmentos sociales de menor ingreso. En resumen, con la estrategia LEDS no existe destrucción de valor económico, y los costos incrementales de implementación son compensados por ganancias en productividad, seguridad energética, calidad ambiental, e impactos positivos sobre salud e inclusión social.

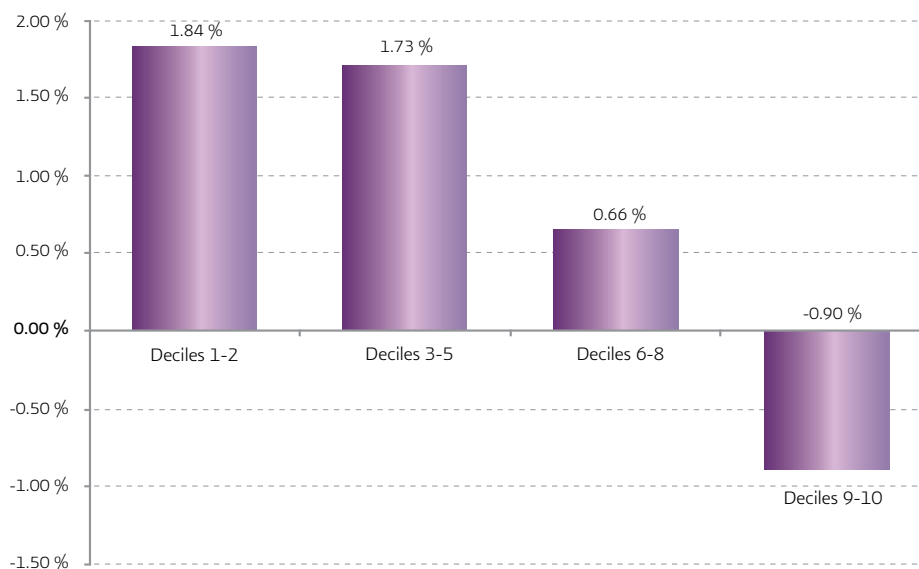
Respecto a los avances en la implementación de proyectos de mitigación, México cuenta con un total de 147 proyectos del Mecanismo para un Desarrollo

■ Efecto incremental de la implementación de la estrategia de bajo carbono hacia el 2030, contra el escenario tendencial



Fuente: INE, 2012. Economic analysis of Mexico's Low Emissions Development Strategy-LEDS Mexico (Ibarrarán & Boyd).

■ Cambios en la distribución de la riqueza hacia el 2030

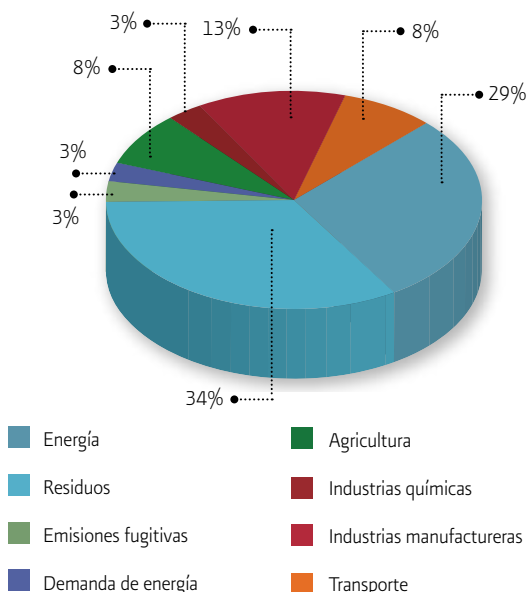


Fuente: INE, 2012. Economic analysis of Mexico's Low Emissions Development Strategy-LEDS Mexico (Ibarrarán & Boyd).

Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. En el periodo 2009-2012 se recibieron Certificados de Reducción de Emisiones para 27 proyectos, sumando un total de 11.30 MtCO<sub>2</sub> eq. A julio de 2012, México se ubicó en el cuarto lugar por número de proyectos registrados y en el quinto por la cantidad de certificados obtenidos y por las reducciones esperadas de proyectos registrados a nivel internacional.

México impulsa además el diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés) en diversos sectores productivos. En colaboración con diversos sectores, durante el periodo 2011-2012, se diseñaron y propusieron 12 NAMAs en: vivienda, transporte, electrodomésticos, eficiencia energética, cemento, industria química, minería, industria petrolera y electricidad.

■ **Proyectos MDL por tipo, 2009-2012**



Fuente: Elaborado para la 5CN con datos de CMNUCC, 2012.

## Acciones de mitigación a nivel subnacional

México continúa fortaleciendo sus capacidades para identificar e implementar acciones de mitigación con recursos de diversas fuentes de financiamiento federal, estatal, municipal e internacional.

En el sector energía destaca el uso de energías renovables especialmente eólica, solar y biogás; la elaboración de la reglamentación para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y para la sustentabilidad energética, y acciones de eficiencia energética.

En el sector transporte se promueve la modernización del servicio público y de los medios de transporte no motorizados.

En el sector forestal se llevan a cabo proyectos para reducir las emisiones por deforestación y degradación, así como programas de reforestación y manejo forestal.

En materia de desarrollo social, se construyeron rellenos sanitarios, plantas de composta y se adoptaron medidas de mitigación en plantas de tratamiento de

aguas residuales. A través de las actividades de vivienda sustentable se han instalado paneles solares y calentadores solares de agua, lámparas ahorradoras de energía, sistemas ahorradores de agua en inodoros, regaderas y llaves, aire acondicionado eficiente, y el aprovechamiento de los residuos sólidos.

## Otra información relevante

La institución oficial responsable de la observación sistemática climatológica y meteorológica y el monitoreo de otros indicadores relacionados al cambio climático, es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Varias instituciones públicas, privadas y académicas también realizan actividades en la materia. La información generada por la observación e investigación de escenarios se publica impresa y en línea como boletines y atlas de vulnerabilidades y riesgos. En 2010, el SMN identificó necesidades de modernización.

A niveles nacional y estatal, la investigación sobre cambio climático se enfoca en los sectores agropecuario, hídrico, turístico, energético, transporte, vivienda y zonas urbanas, en la vulnerabilidad de las zonas costeras, biodiversidad y recursos naturales. Los fondos sectoriales y mixtos entre el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y las secretarías federales y los gobiernos estatales respectivamente, son fuentes de financiamiento.

## Información sobre educación, formación y sensibilización

El Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) de la SEMARNAT, en colaboración con la Secretaría de Educación Pública (SEP), busca integrar el tema del cambio climático en la educación escolar a través de la publicación y distribución de libros y materiales educativos al igual que la capacitación a maestros. El CECADESU promueve la comunicación educativa mediante proyectos y campañas de sensibilización.

A fin de guiar la integración del cambio climático en las actividades educativas a nivel estatal, se elaboraron “Programas Estatales de Educación Ambiental, Comunicación Educativa y Formación de Capacidades en Condiciones de Cambio Climático” en 31 entidades federativas.

Otras instituciones públicas y organizaciones de la sociedad civil contribuyen a sensibilizar a la ciudadanía en temas sobre eficiencia energética, consumo sustentable y cambio climático.

## Capacitación a niveles nacional y subnacional e internacional

El CECADESU brindó capacitación a profesionistas y servidores públicos a través de diversos cursos y talleres en el ámbito nacional.

A nivel subnacional, los talleres impartidos en el marco de la elaboración de los PEACC y los programas municipales de acción ante el cambio climático contribuyeron a fortalecer las capacidades.

A través de la Agencia Mexicana de Cooperación para el Desarrollo (AMEXCID) de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), México llevó a cabo proyectos de capacitación en otros países para fomentar la mitigación y adaptación al cambio climático a nivel internacional.

## Esfuerzos para promover el diálogo internacional y el intercambio de información

México contribuyó al diálogo internacional realizando y presidiendo la Décimo Sexta Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP 16) en 2010 y al encabezar el Grupo de los 20 (G20) durante 2012. En la COP 17 en Durban, Sudáfrica (2011), el Fondo Verde, proyecto promovido por México desde 2008, fue aprobado.

México promueve el intercambio de información participando en: redes de investigación e intercambio de información a nivel internacional, nacional y sub-

nacional; alianzas y grupos de diálogo; a nivel bilateral, colaborando con países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, España, Dinamarca, Francia, Noruega, Indonesia y Corea del Sur, entre otros.

## Obstáculos, carencias y necesidades relacionadas con el financiamiento, tecnología y las capacidades

Las necesidades técnicas, de capacitación y financieras, son definidas en gran medida, por las metas aspiracionales de México sobre la mitigación de emisiones de GEI y de adaptación en el mediano (2030) y largo plazos (2050), establecidas en el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), en la Ley General de Cambio Climático y a nivel subnacional, por las actividades planteadas en las entidades federativas y los municipios.

Con la finalidad de cumplir con las metas y objetivos delineados se requiere entre otros:

- Incrementar la capacitación para la elaboración de inventarios de emisiones de GEI.
- Aumentar la disponibilidad de algunos datos relevantes: información de series de tiempo para subcategorías del inventario; información para refinar el inventario para mayores niveles (tiers).
- Solventar problemas de confidencialidad y de seguridad en niveles II y III.
- Institucionalizar redes de estimación de inventarios.
- Perfeccionar los factores de emisión.

Para la observación sistemática se requiere:

- Mejorar las redes de estaciones meteorológicas sistematizadas en el monitoreo del tiempo.
- Perfeccionar la observación climatológica y de los escenarios de variabilidad y cambio climático a escala nacional y regional.

En materia de adaptación, el paso siguiente sería el diseño de rutas de implementación de proyectos piloto, sectoriales y a gran escala. Por ejemplo, tecnologías para el sector agrícola, gestión del recurso hídrico y estrategias para la resiliencia de sistemas naturales y humanos.

Por otra parte, algunas oportunidades para superar barreras a la adopción de acciones de mitigación incluyen:

- Incrementar los incentivos para la transferencia de tecnología, la autogeneración, la cogeneración y la eficiencia energética de procesos.
- Aumentar la participación de energías alternativas y la internalización de las externalidades.
- Fortalecer el marco regulatorio para mejorar la tecnología de captura y secuestro de carbono.
- Continuar la promoción del uso de aparatos y electrodomésticos eficientes; aplicación más estricta de las normas de eficiencia energética en nuevas edificaciones.
- Aprobación de la norma de eficiencia vehicular para homologar los estándares de desempeño ambiental de los vehículos en todo el país; ampliar la renovación de la flota vehicular; instrumentar mejores medidas para el tránsito en ciudades y las formas de conducción, diseñar políticas técnicas y regulatorias para expandir las redes de sistemas de transporte público masivo.

- Mejorar el sistema de recolección de residuos, bajo criterios homogéneos para su gestión en todo el país; y aumentar la participación social a través de campañas de educación y sensibilización.
- Ampliación de mejores prácticas a través de programas de información y capacitación en el uso de agroquímicos; alimentación de ganado; tecnificación de riego y formas de cultivos; manejo de excretas, y residuos agrícolas, entre otros; fortalecer los programas existentes para desincentivar la deforestación (la meta es tener deforestación cero al año 2020) y elaborar programas de autorregulación de la utilización sustentable de los bosques; además se requiere mejorar las capacidades de monitoreo forestal.

Otra área de oportunidad es el financiamiento para la implementación de los programas de acción ante el cambio climático en las entidades federativas y en los municipios. Aunque las actividades varían en cada entidad y municipio, se identifican sectores prioritarios, entre otros: hídrico; agropecuario y forestal, y la educación y difusión de información sobre cambio climático.

En la Sexta Comunicación Nacional ante la CMNUCC en 2016, el gobierno mexicano informará los avances nacionales y subnacionales acerca del cambio climático en el periodo 2013-2016, así como el primer y segundo informes bienales (2014 y 2016).

# Executive Summary

## National circumstances

Mexico is located at the North American region; its total surface is 1,964,375 km<sup>2</sup>; 1,959,248 km<sup>2</sup> are continental, and 5,127 km<sup>2</sup> are islands. It is the world's 14<sup>th</sup> largest country, and the 5<sup>th</sup> in the Americas. It is a federation comprised by 32 States.

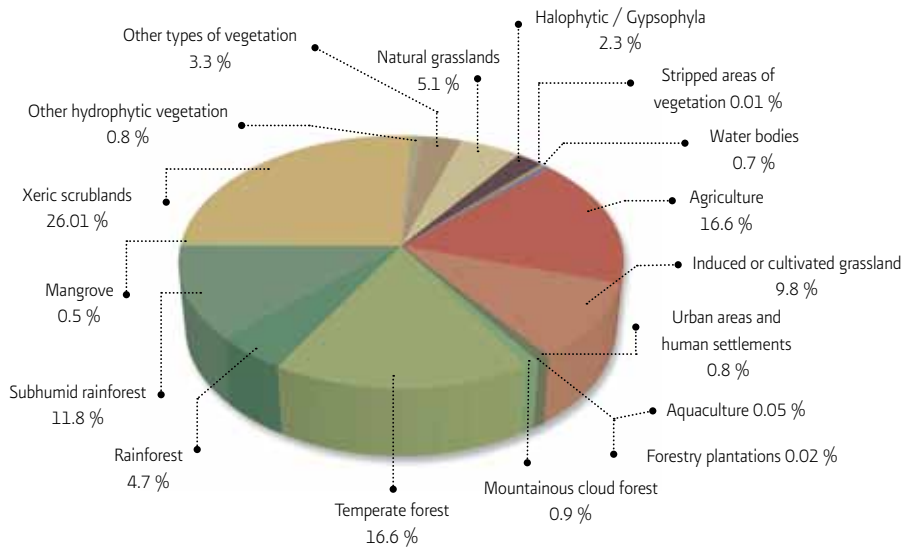
It is a country with diverse topographic characteristics which have an impact on climate conditions, types of soils, and prevailing vegetation. Likewise, soils are classified according to their use and vegetation cover.

■ Mexico and its territories



■ Main Land      ■ Territorial Sea  
■ Island Territory      ■ Exclusive Economic Zone

■ Land use and land cover in Mexico, 2007





Mexico is a “megadiverse” country, holding the world’s 4<sup>th</sup> place due to its natural capital. It has 25,300,000 hectares of Protected Natural Areas (12% of its territory); 1,471 hydrologic basins; 633,000 km of rivers and creeks; 653 naturally-filled aquifers with 4.8% of the total water precipitated in its territory; a surface of 128,123.91 km<sup>2</sup> of wetlands, in addition to 93,558.9 km<sup>2</sup> covering the 138 wetlands included in the Ramsar Convention, and 7,700.57 km<sup>2</sup> of mangroves.

Its hydraulic infrastructure consists of: 4,462 dams and water storing structures; 6.5 million hectares for irrigation; 2.9 million hectares of technified seasonal lands; 661 water purifying plants, and 2,332 wastewater treatment plants.

In 2010, Mexico’s population was 112,336,538 inhabitants: 51.2% women, and 48.8% men; the country was the world’s 11<sup>th</sup> most populated. Its annual growth rate showed a decreasing trend of 0.77 for every 100 thousand inhabitants. As regards the country’s age distribution, the highest rate was from 15 to 19 years, and the national average age was 26 years. One third of Mexico’s population lives in its central area; the Federal District, the country’s capital city, is the most densely populated area with 5,920 inhabitants/km<sup>2</sup>, while the national average was 57 inhabitants/km<sup>2</sup> in 2010. The urban population was 80.42 million, and 31.92 million in its rural areas.

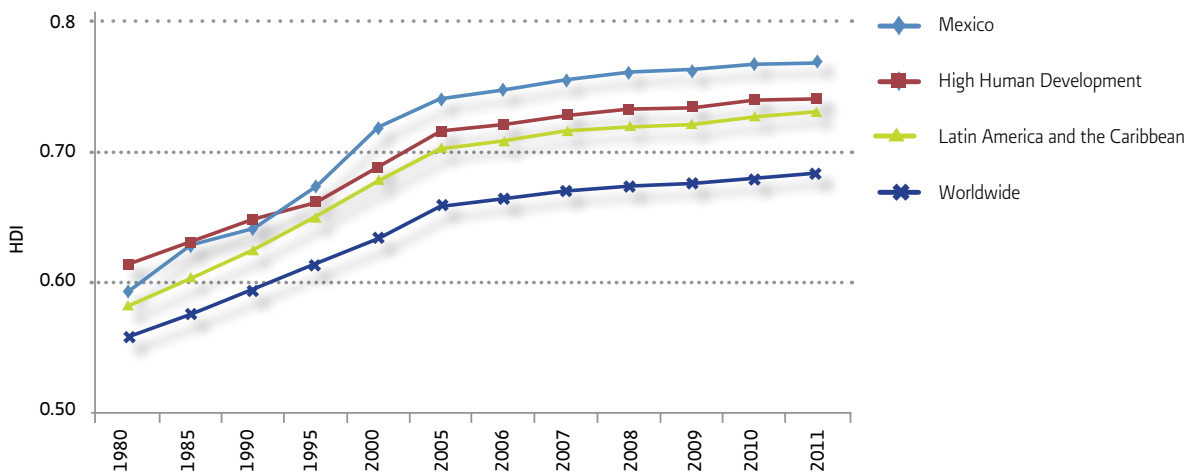
■ Population Density in Mexico (inhab/km<sup>2</sup>), 2010



Between 1995 and 2012, life expectancy increased from 72.4 years to 75.4 years, or a 3-year rise; in 2010, the life expectancy of men was 73.1 years, and 77.8 years for women.

The Human Development Index (HDI) from the United Nations Development Programme (UNDP) for Mexico was 0.770 in 2011. The country had the 57<sup>th</sup> place among the 187 countries with available comparable data, above the 0.731 regional average for Latin America and the Caribbean.

■ Evolution of the HDI in Mexico and the World: 1980-2011



In 2009 the Mexican economy was impacted by several factors that drove it into a recession, as many other countries in the world. In 2010's first half the country started to recover. The GDP grew at a 5.9% rate in 2010; 3.9% in 2011, and 4.3% during the first half of 2012. From 2009 to 2012 the annual unemployment rate showed a declining trend.

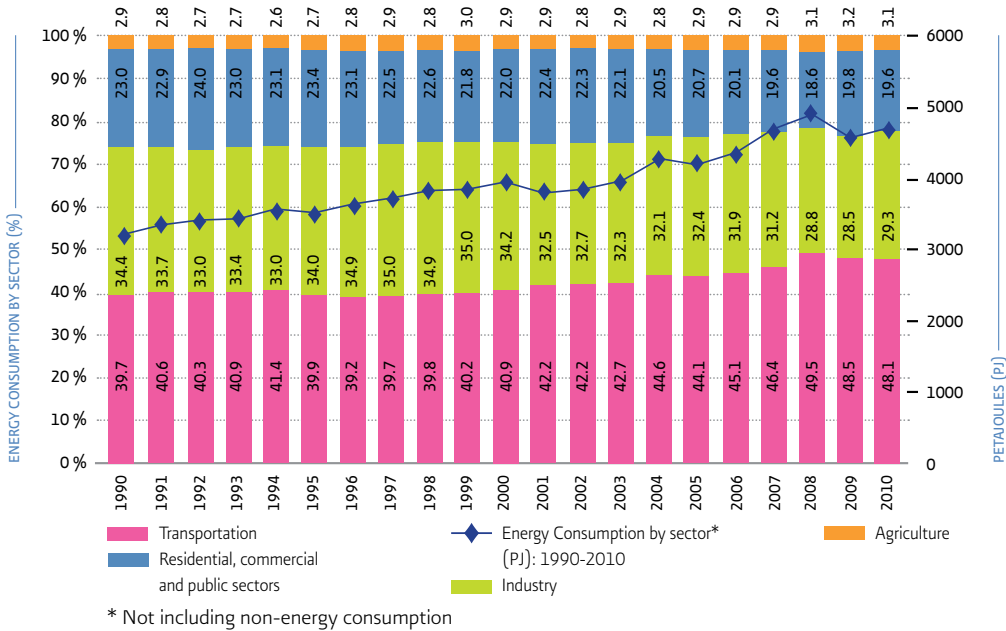
In 2010 the primary energy production totaled 9,250.7 PJ, 1.8% less than in 2009. Hydrocarbons are still being the country's main primary energy source. In 2010 Mexico was the world's 10<sup>th</sup> country in primary energy production (1.8% of the total energy produced in the world).

In 2010, as regards the energy consumption by type of fuel, oil products stand out with a 61.6% share.

Mexico has a predominant place in food production in the world; 16.6% of its territory is destined to agriculture. Of the cultivated land, 74.1% is seasonal, and 25.9% is irrigation land. The technified irrigation surface was increased to 578,429 hectares in 2012; the country has 7,112 cultivated hectares in controlled environments (protected agriculture). The main basic cultivated grains are: maize, 76%; beans, 11.8%; wheat, 11.5%, and rice, 0.8%.

Livestock activities are carried out across 109.8 million hectares: 28% in tropical areas; 23% in temperate

■ Energy Consumption by Sector (PJ): 1990-2010

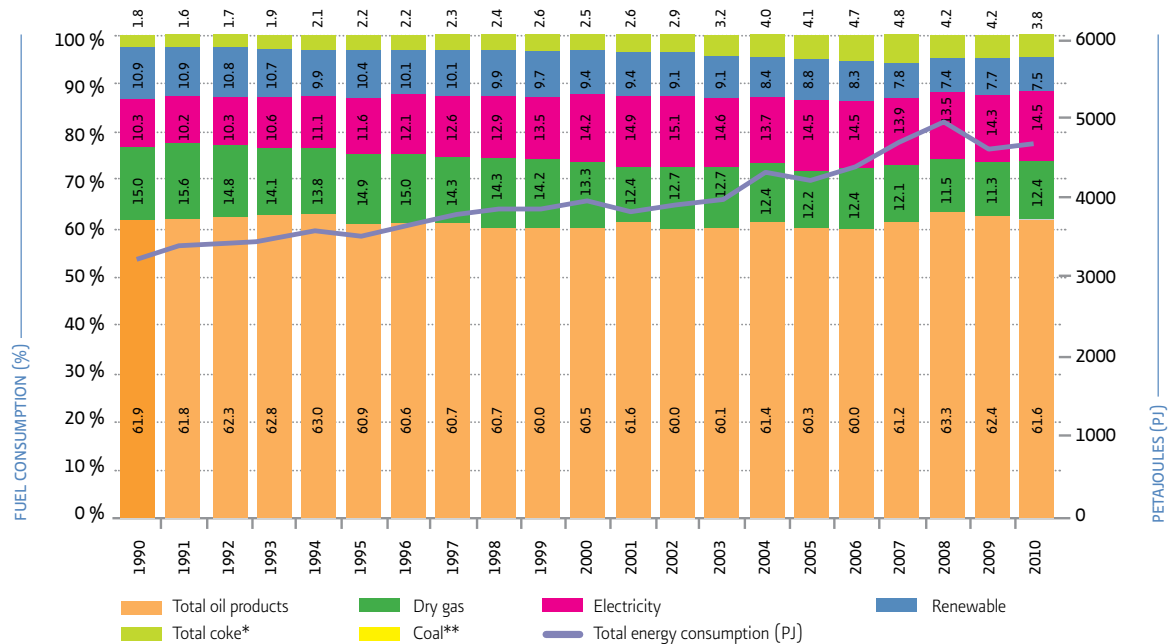


The annual *per capita* energy consumption was 75.2 GJ, or 9.86 oil barrels.

As regards the distribution of end-use consumption of energy by sector, from 1990 to 2010 the transport sector had an on-going growth in its share of energy usage, as well as the agricultural sector, whereas other areas: Industrial, residential, commercial, and public have shown a decreasing trend.

regions, and 49% in desert or semi-desert areas. Livestock has around 430,000 production units mainly allocated to aviculture, pigs, and bovine milk and meat production. The live cattle production in 2010 was 8.48 million tons (Mt), a 2.3% annual growth compared to 2009. The production of meat was 5.72 Mt (1.8% more than last year).

■ Total Energy Consumption by Fuel (PJ): 1990-2010



\*Total coke: Total of coal coke and oil coke. \*\*Coal is reported since 2001.

As regards fishing and aquafarming activities, in 2010 the volume reached 1.62 Millions of tons. 76.9% for human consumption 22.7% for indirect human consumption, and 0.4% for industrial use. Fishing accounted for 86% of production, while aquafarming represented 14%.

The timber forest production declined from 9.4 million cubic meter rolls (m<sup>3</sup>-r) in 2000 to 5.8 m<sup>3</sup>-r in 2009 (a 38% decrease). Moreover, it is estimated that between 2007 and 2012, 2,180,000 hectares have been reforested with more than 1,930 million trees.

The contribution of the industrial sector in the GDP was chiefly derived from the manufacturing industry, followed by mining, and construction.

In 2010 the economic share of tourism in the GDP was 7.8%. The main activities were: Transportation (26.5%), real estate and leasing services (19.7%), and lodging (11.6%). In 2011 Mexico was one of the 10 most important tourism destinations in the world; this year alone 23.4 million international tourists visited our country, and 168.1 million domestic tourists.

In the year 2010 the economic activity generated 40 million tons of urban solid waste (4.33% more than in 2009), while 41.1 million tons were generated in 2011 (2.53% more than in 2010). It is estimated that by 2012, this generation will be 42.2 million tons of waste (2.6% more than in 2011), and an annual *per capita* waste generation of 362.8 kg, 3 kg more than in 2011. Of the total, 70.5% is disposed at managed sites.

The number of Mexicans with access to public health services increased from 62.8 million in 2006 to 107.5 million in 2012, or a 77.17% growth. As for vector transmitted diseases, such as dengue fever (DF) and dengue hemorrhagic fever (DHF); between 2009 to 2011 the DF cases have diminished from 120,649 to 10,970 and for DHF from 11,392 to 4,208. Gastro-intestinal infectious diseases were among the 32 most common ailments in 2009 and 2010.

The number of students enrolled in the National Education System rose 2.86% from 33.9 million during the 2009-2010 school year to 34.8 million in 2011-2012.

NATIONAL CIRCUMSTANCES 2010	
CRITERIA	INDICATOR
Population (millions)	112.34
Area (millions of km <sup>2</sup> )	1.96
GDP to Prices of 2003 (Millions of Mexican pesos), 2010	8,369,583.07
GDP (Millions of USD)	745,155.19
GDP per capita (USD)	9,133
Contribution of Industry to GDP (%)	30.0
Contribution of Services to GDP (%)	64.6
Contribution of Primary Sector to GDP (%)	3.5
Surface dedicated to agriculture (millions of hectares)	32.60
Urban population percentage with respect to the total	71.59
Population of livestock (millions)	66.75
Population below poverty threshold (%)	46.29
Life expectancy (years)	75.45
Literacy rate of population from 15 years and older, 2010 (%)	93.6

The average percentage distribution was 49.9% men, and 50.1% women. The average domestic schooling in the 2011-2012 period was 9.4 years. The literacy percentage of the 15 years old and older student population was 93.6%.

## Institutional arrangements

The Mexican political system includes three Union Powers: Executive, Legislative, and Judiciary. The President of the Republic holds the Executive Power and appoints the members of his cabinet. There are 18 State Ministries. The Federation consists of the 32 States.

Pursuant to Section 26 of the Mexican Constitution and as established in the Planning Act, the Federal Government submits the National Development Plan (PND, Spanish acronym) sets forth criteria and principles for sector, state, and municipal planning which are all subordinated to and depend on the Federal Government.

The 2007-2012 PND is structured around five governing axes. Its fundamental premise is the pursuit of a Sustainable Human Development. The 4<sup>th</sup> axis is focused on Environmental Sustainability with nine basic

themes. For the first time ever, climate change is explicitly included in the PND.

The Inter-ministerial Commission on Climate Change (CICC, Spanish acronym) coordinates the activities of the different agencies of the Federal Public Administration (APF, Spanish acronym) regarding climate change.

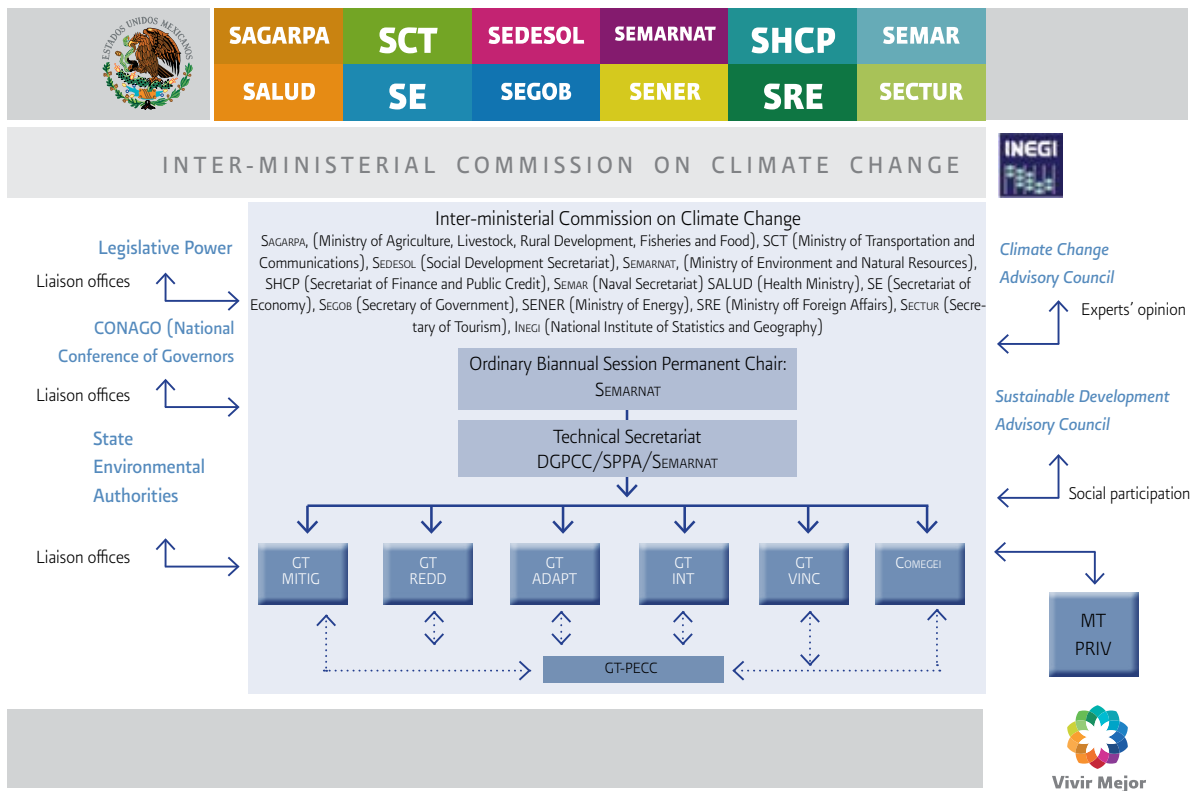
In 2007 the President of Mexico publicly announced the National Strategy for Climate Change (ENACC, Spanish acronym) which identifies mitigation and adaptation opportunities.

The Climate Change Special Program (PECC, Spanish acronym) was developed for the 2009-2012 period which outlines and develops the guidance contained in the ENACC. The PECC is a cross-cutting policy instrument of the Federal Government developed voluntarily which seeks the mitigation and adaptation to climate change, with no negative impact on the economic growth. It involves agencies of the Federal Government with 105 objectives and 294 goals of mitigation and adaptation for the years 2009-2012.

Federal agencies have made substantial progress on institutional arrangements to address the climate change problem.

Regarding the National Communications, the Coor-

■ Structure of the Inter-ministerial Commission on Climate Change, September 2012



dination of the Climate Change Program (CPCC, Spanish acronym) of the National Ecology Institute (INE, Spanish acronym) of the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT, Spanish acronym) leads and coordinates its development. This integration is carried out with the participation of the federal, state, and municipal agencies, research centers, and public and private higher education institutions, as well as of civil and private sector organizations.

At regional level, the Regional Climate Change Commission of the Yucatan Peninsula includes the three States of the area: Campeche, Quintana Roo and Yucatan.

Within the scope of their powers, the different States establish local offices of Inter-ministerial Commissions on Climate Change charged with coordinating the appropriate public policies, designing or modifying their laws to include climate change issues aligned with Federal Government provisions. They also make progress on the development of the State Action Plan on Climate Change (PEACC, Spanish acronym).

Municipal governments appoint the personnel to lead and/or coordinate the activities of the municipality in the development of the Municipal Climate Action Plan (PACMUN, Spanish acronym) working with the academia and other stakeholders.

Mexico became the first developing country in enacting comprehensive climate change laws. The Climate Change General Act (LGCC, Spanish acronym) is an instrument of public interest enforceable in all the national territory.

The country has seen a substantial growth of spaces and efforts as regards institutional structures in all three government levels to face climate change. The new institutional framework established in the LGCC, with respect to the domestic policy on climate change, the principle of joint responsibility between the State and the general public is to be considered. Climate change will continue to be integrated to the different sustainable development agendas with the participation of the public, private, academic, and civil society members.

■ Progress of Federal States in the development of PEACC, Commissions, and Local Laws on Climate Change

■ CONCLUDED PEACC

■ DEVELOPING PEACC

■ REGIONAL COMMISSION FOR THE YUCATAN PENINSULA

**S** STATE COMMITTEE ON CLIMATE CHANGE

**PL** PROPOSED LAW ON CLIMATE CHANGE

**L** LOCAL LAW ON CLIMATE CHANGE



■ Progress of PACMUN



## MAIN ASPECTS OF THE CLIMATE CHANGE GENERAL ACT (LGCC)

It implements the treaties and protocols to which Mexico is a party, and harmonizes the country's regulations with any advances on international negotiations and agreements.

It defines a new institutional framework, as it establishes the concurrence of three government instances by means of the National System on Climate Change (SNCC, Spanish acronym). Likewise, the Inter-ministerial Commission on Climate Change is enacted as an Act to be assisted by the Climate Change Board. Furthermore, the National Institute of Ecology and Climate Change (INECC, Spanish acronym) is created.

It has two governing lines. Regarding the greenhouse gases emissions mitigation, regulating instruments are established (National Emission Inventory and the National Emission Registry), as well as economic instruments (as well as the Fund for Climate Change) to meet emission reduction goals. In this way, Mexico agrees to reduce by 30% its emission by 2020, as well as 50% by 2050 compared to emissions in the year 2000. As for adaptation measures, the LGCC sets forth diagnostic instruments, such as the National Risk Atlas for 2013, or the development of urban planning and natural disaster prevention instruments.

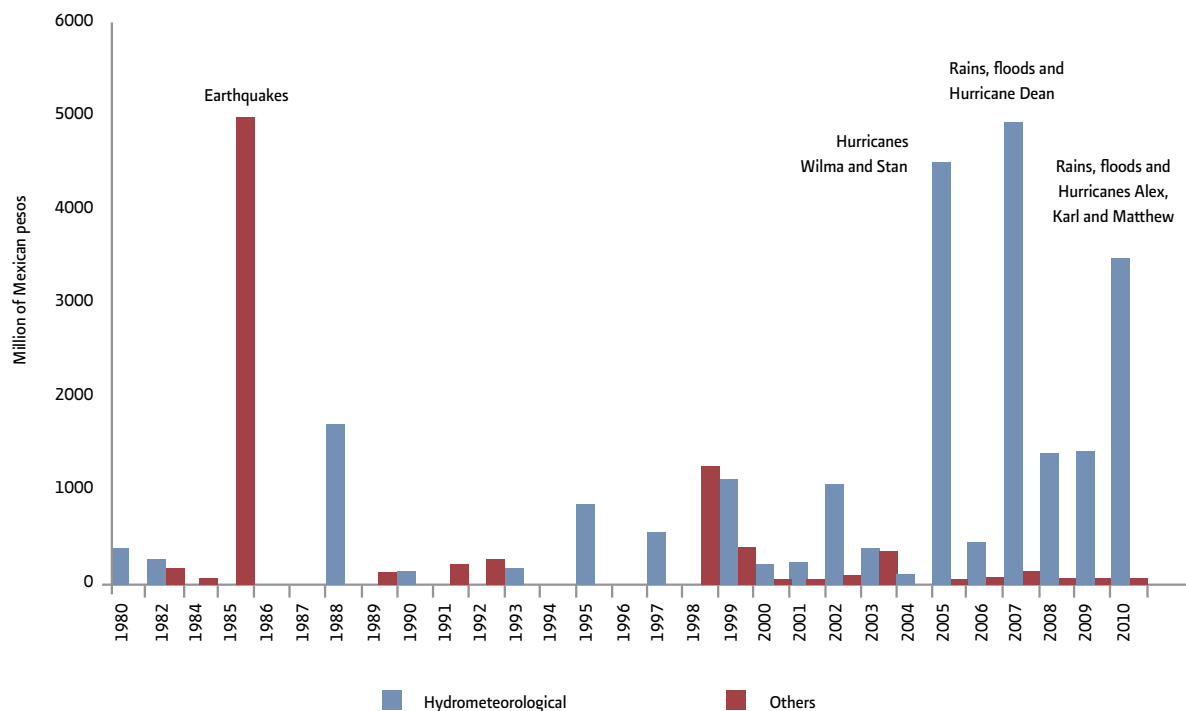
It guarantees that the national climate change policy will be subject to a regular assessment by an independent body consisting of representatives of the scientific community, the private sector, and the civil society.

## Climate Change Adaptation Programs

Mexico has taken a definite course in its adaptation activities. Such activities are carried out within a context of priority risk management to reduce, prevent, and control potential disasters among the population, in certain sec-

tors, or regions, fighting the structural causes of problems, strengthening the resilience capacities of natural and human systems, building up a model which under a different climate is able to continue the feasibility of development. The disasters seen over recent decades are mainly due to a higher vulnerability, although it may be acknowledged that climate change has probably influenced these events.

### ■ Cost of Natural Disasters in Mexico



## Adaptation and Development

Adaptation requires to be implemented by a continuous interaction between specialists and key actors. A number of programs have been inducing changes to prepare the country to the challenges involved in climate change.

Mexico continues implementing vulnerability reduction strategies within a comprehensive climate change risk management approach.

## International Cooperation

Mexico is working actively to cooperate with international institutions to implement a number of adaptation actions.

### Toward adaptation

The vulnerability associated with societies is the main cause of a higher number of disasters.

GOVERNMENT PROGRAMS WHICH INCLUDE CLIMATE CHANGE ADAPTATION	
ACTIONS	OBJECTIVE
2009-2012 Special Program on Climate Change (PECC)	Undertake specific actions to reduce vulnerability by means of a vulnerability assessment of Mexico and based on the economic valuation of priority measures, as well as improvements in information, and development policies and strategies.
2007-2012 Sectoral Programs	Define goals and actions of Ministries on climate change.
2010-2012 National Program on Statistics and Geography (PNEG)	Generate information that allows a better knowledge of the territory and Mexico's economic, social and environmental reality.
2011 Annual Statistics and Geography Program (PAEG)	Generate the conceptual framework to integrate information on climate change. Promote the creation of indicator proposals on climate change among members of the national system of statistical and geographical information.
2008-2013 State Action Program on Climate Change (PEACC)	Create support instruments to design sustainable public policies and actions related to climate change issues.
2011-2013 Municipal Climate Action Plan (PACMUN)	Create capacities among municipal decision-makers on climate change and its impact, as well as promote local public policies.

## Implementation of pilot projects

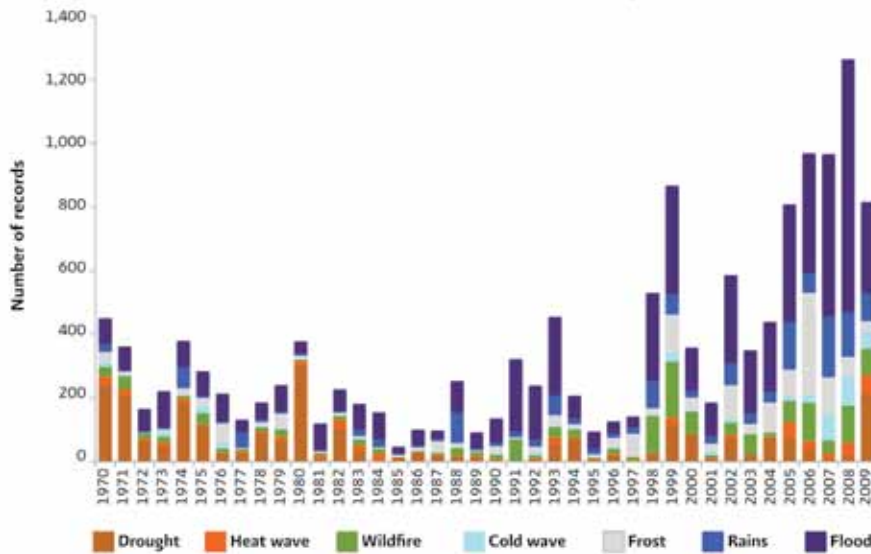
INE and the Mexican Institute of Water Technology (IMTA, Spanish acronym) are implementing a project called "*Adaptation of Coastal Wetlands of the Gulf of Mexico to Climate Change Impacts*" in the following pilot sites: Panuco River, Lagoon System Corridor in La Vega Escondida, Tampico, State of Tamaulipas; Alvarado Lagoon and its lower basin, State of Veracruz; Carmen Lagoons-Pajonal-Machona, State of Tabasco, and Punta Allen, in Sian Ka'an Biosphere Reserve, State of Quintana Roo.

The Atmospheric Sciences Center of the Guanajuato University and INE are implementing the "*Pilot project of rainwater harvesting as an adaptation measure against climate change in El Gato community*" in Guanajuato.

Under INE coordination, the Adaptation Taskforce (GT-ADAPT, Spanish acronym) of the CICC, and other international agencies such as UNDP and GIZ, developed the proposal "*Adaptation to Climate Change in Mexico: Vision, elements, and criteria for decision-making*", which integrates the vision of the relevant sectors of the scientific community and the society at large. This document is the result of a wide participative process, and establish the required elements to identify, articulate and guide the policy instruments, as well as the needed measures and actions to strengthen the adaptation capabilities of the society, ecosystems and productive systems. This document and the process of inception are essential for the future construction on the adaptation component of the National Strategy of Climate Change mandated by LGCC.

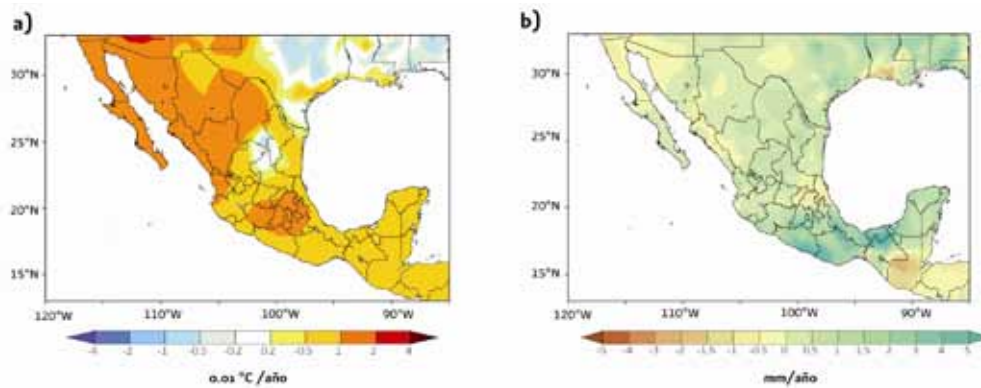


## Disasters associated with extreme hydrometeorological events in Mexico



## Temperature and Precipitation Trends and Scenarios

Since the early XX Century, climate trends in Mexico indicate increases in the surface temperature and slight changes in precipitation. The climate change scenarios, including regional scenarios, are not precise enough yet to convey the specific details of the temperature and precipitation trends.



a) Annual mean temperature trend (0.01°C/year), and b) annual precipitation (mm/year) in Mexico between the years 1901 and 2009.

## Ecosystems Services and Climate Change Adaptation

Maintaining and recovering environmental services gives resilience both to ecosystems and to human activities in the territory. Ecosystems services might be affected by climate change, oxygen production, carbon dioxide sequestration, soil fertility and its retention in ecosystems; the pollinators of plant species and crops, water supply, and

a lower impact due to heavy rains, among other factors. Ecosystems services are obtained directly within ecosystems themselves, and indirectly as a result of neighboring or distant basins. This is one of the reasons why it is important to have a territory and ecosystems approach, so as to implement climate change adaptation measures where the conservation and restoration of landscape and basin environmental functionality is a crucial element.

In this regard, Mexico acknowledges the relevance of proposing integrated adaptation measures to foster ecosystems services. Examples of this are: the reduction of habitat fragmentation and the promotion of biological corridors, fostering crop diversification, the recovery of traditional practices of management with native species, to mention just a few.

measures must include the area's geographical, climate and population characteristics in their design, as well as the socio-economic conditions, access to natural resources and services, public-health conditions, such as child undernourishment, gender considerations, and the specific cultural features of each area.

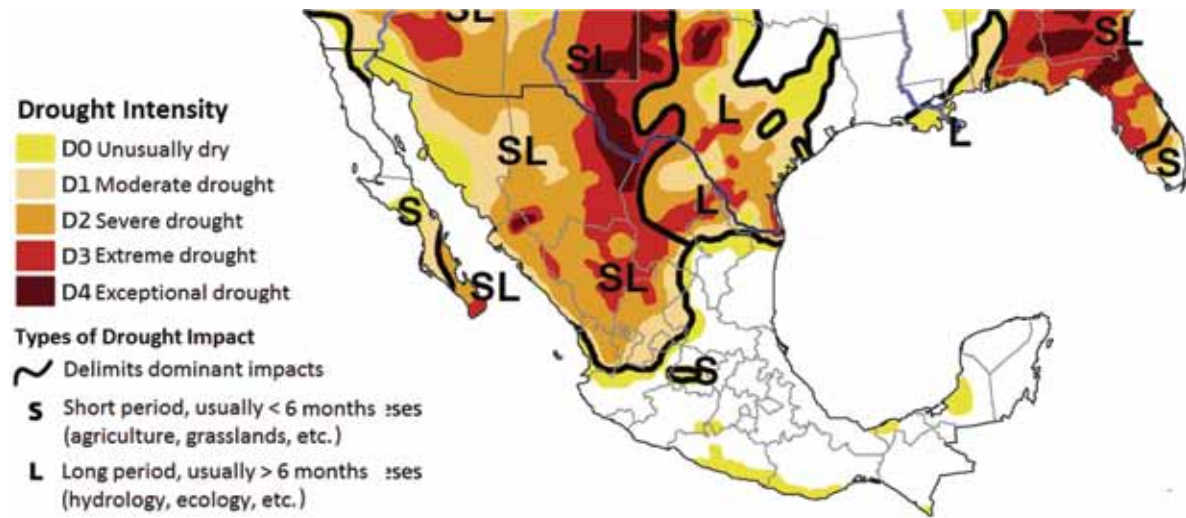
## Social Perspective on Vulnerability and Adaptation

Mexico's poorest areas and sectors show high-vulnerability conditions to climate change. Therefore, the assessment of vulnerability and the proposal of adaptation

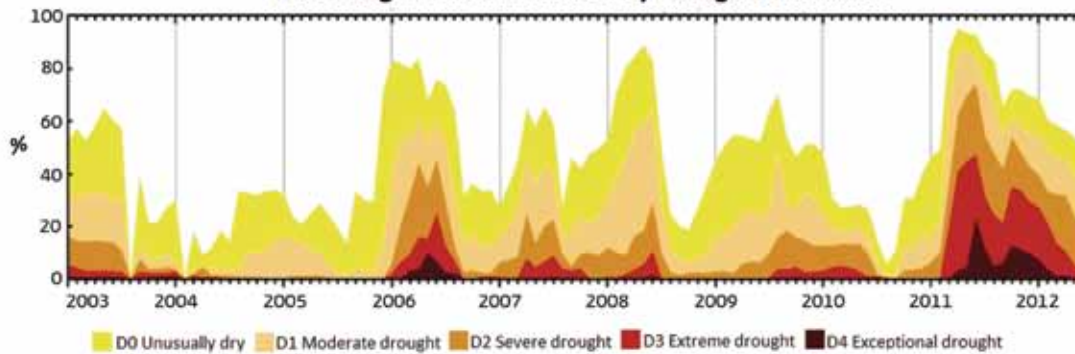
## Risk Analysis

The assessment of vulnerability of sectors to climate change, whether current or projected, is based on a risk analysis, the characteristics of each sector, its space and time location, and even the socio-cultural environment of its activities.

### ■ Drought Monitoring Situation in October 2011

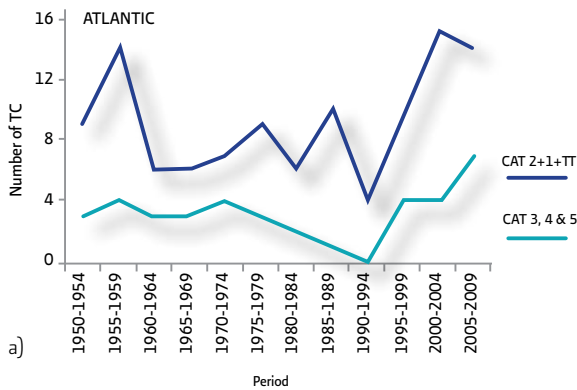


Percentage of areas affected by droughts in Mexico



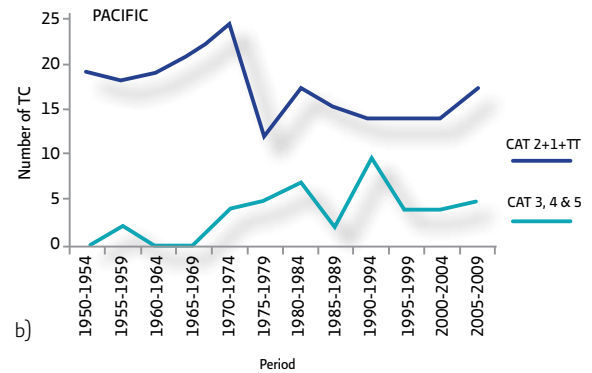
Droughts have serious social, economic, and environmental effects. Since the second half of 2010 a significant lack of rains in 19 states of Mexico became a severe drought causing losses of over 15,000 million pesos with respect to 234,713 million pesos of the GDP, in the agricultural and livestock sector alone, due to lost lands in corn and bean crops, as well as in livestock. Furthermore, lack of water had a negative impact on 2,350 communities, nearly 2 million people. 2011 drought caused 1.8 million hectares in losses of the 21 million hectares arable lands of Mexico, and the death of 50,000 heads of cattle from a total of 30,553,891 in 2011.

Tropical cyclones are key factors in the accumulated precipitation in large areas of Mexico and there are also been impacted by climate change through an increase in intensity.



## Urban Planning

Economic and social dynamics require to be incorporated to the urban growth model restructuring. In this sense, an example of such progress is the Civil Protection Act (*Ley General de Protección Civil*) which establishes that infrastructure developers are liable for considering risk and natural hazards that may occur due to changes in the land use. It also sets forth the creation of a National School of Civil Protection, as well as a Protection State Fund for every state in Mexico; the Territory General Environmental Planning Program (Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, POEGT), an environmental policy tool aimed at regulating land use and productive activities in order to protect the environment, preserve, and use natural resources in a sustainable manner.



a) Number of tropical cyclones (TCs) affecting Mexico between 1950 and 2010, categories (CAT) of Tropical Storm (TS), Saffir-Simpson categories 1 and 2; and categories 3, 4, and 5, in the Atlantic, and b) the Pacific

## Vulnerability of Cities

Climate Change Risk Management or Adaptation Programs could have better results if territorial environmental reorganization programs are considered, which already start reporting some progress. Economic and social pressures, however, have limited the restructuring of the urban growth model, and therefore, strengthening capacities in this area is needed.

It must be emphasized that regardless of the restrictions involved in the uncertainty associated with climate change effects, all actions and measures taken to foster adaptation are inherent to development. Consequently, climate change represents an opportunity to implement several sustainable development processes in Mexico, as well as to continue the current activities to reduce vulnerability and increase resilience. Finally, worth noting is that Mexico is addressing its complex vulnerability with its current activities, making the best use of domestic policies related to this issue, as well as institutional, governmental, academic, and civil capacities to achieve this goal.

# National Inventory of Greenhouse Gas Emissions, 1990-2010

Updating of the National Inventory of Greenhouse Gas Emissions (INEGEI, Spanish acronym) for the 1990-2010 period was carried out based on the 1996 and 2006 methodologies of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and its Good Practice Guidelines to estimate the emissions of the six greenhouse gases (GHG) included in Annex A to the Kyoto Protocol under the sectors of: energy; industrial processes; agriculture; land use, land use change and forestry; and waste.

In 2010 the emissions in units of carbon dioxide equivalents (CO<sub>2</sub> eq.) amounted to 748,252.2 Gg, a 33.4% increase compared to 1990, with an annual average growth rate (AAGR) of 1.5%.

Itemized by sectors, there were: Energy, 67.3% (503,817.6 Gg); agriculture, 12.3% (92,184.4 Gg); industrial processes, 8.2% (61,226.9 Gg); land use, land use change and forestry, 6.3% (46,892.4 Gg), and waste, 5.9% (44,130.8 Gg).

Emissions under the energy sector are itemized as follows: Transport, 33.0% (166,412.0 Gg); energy industry, 32.3% (162,969.2 Gg); fugitive emissions, 16.5% (83,119.8 Gg); manufacturing and construction industry, 11.3% (56,740.8 Gg); other sectors (residential, commercial, agriculture and livestock), 6.9% (34,575.8 Gg). Compared to 1990, emissions in this category recorded a 57.9% growth, and an AAGR of 2.3%.

As regards the industrial processes sector, the respective subsectors were: Mineral products, 57.5% (35,233.7 Gg); halocarbon and sulfur hexafluoride consumption, 24.4% (14,919.0 Gg); metal production, 9.2% (5,627.6 Gg); production of halocarbons and sulfur hexafluoride, 6.4% (3,897.8 Gg) and chemical industry, 2.5% (1,548.9 Gg). Compared to 1990, emissions in this sector had a 102.3% growth, and an AAGR of 3.6%.

For the agriculture sector, emissions of the different source categories were as follows: Agricultural soils, 50.4% (46,479 Gg); enteric fermentation, 41.2% (37,961.5 Gg); manure management, 8.2% (7,553.5 Gg);

rice cultivation, 0.15% (137.8 Gg), and *in situ* burning of agricultural residues, 0.06% (51.9 Gg). Compared to 1990, emissions in this sector declined 0.6%, and a negative AAGR of 0.03%.

At the time of compiling this inventory, information was unavailable for the second cycle of the National Forestry and Soils Inventory, scheduled to end in 2013, neither the Series V INEGI's cartography on land use and vegetation. Estimates are therefore based on the same set of data used in the GHG inventory presented in the Fourth National Communication.

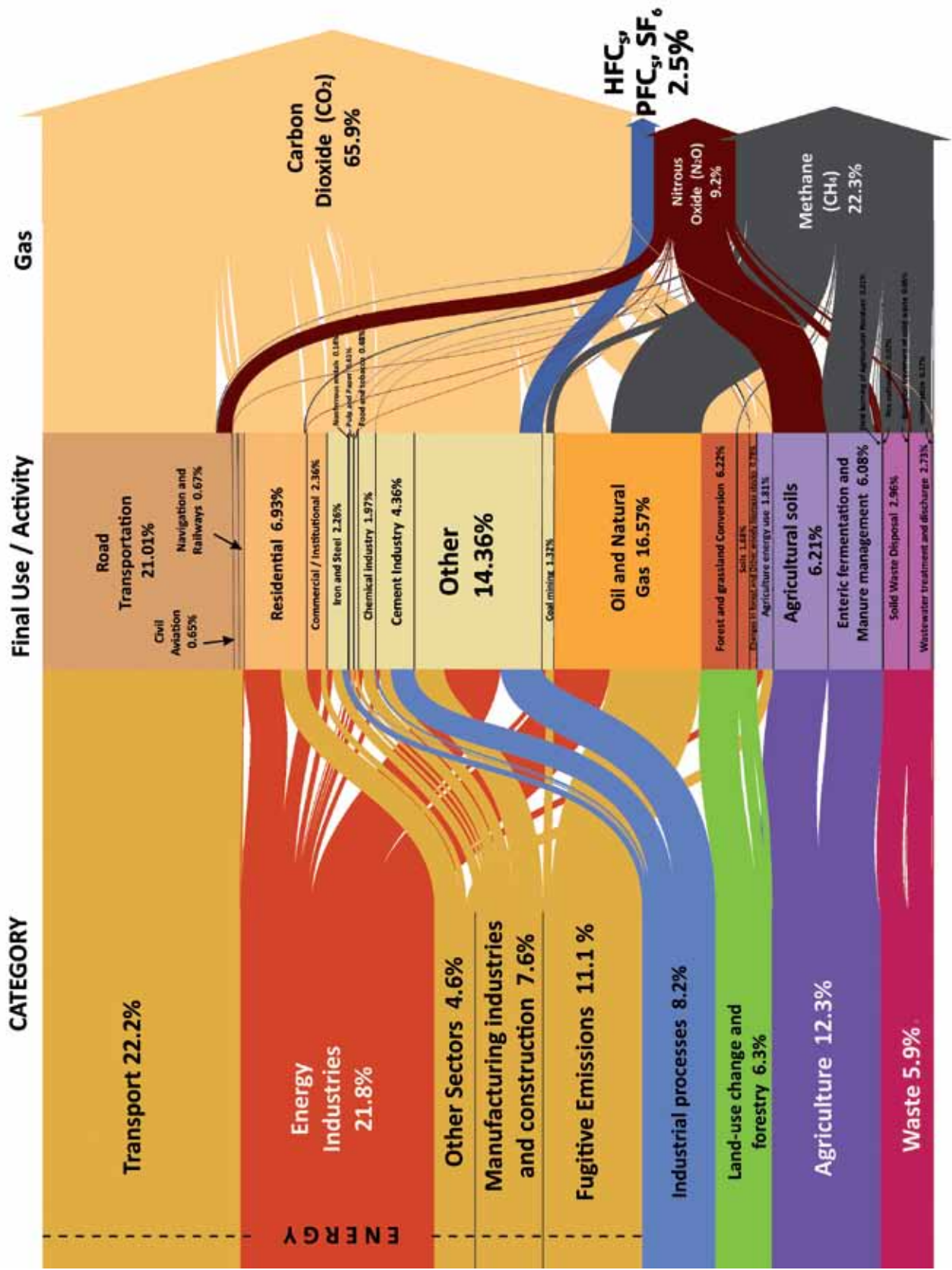
This inventory has new estimates for the emissions produced by the sector, compared with the Fourth National Communication Inventory. These estimates have resulted in a reduction of net emissions from 69,778 Gg of CO<sub>2</sub> to 59,622 Gg of CO<sub>2</sub> for the year 2006, which corresponds to the last year with available information for calculating emissions.

In regard to the predictions estimated for the period from 2008-2010, and only in an indicative way, an exercise of linear extrapolation was carried out; although this procedure is not recommended by IPCC/GPG LULUCF with changing historical trend, as in the case of the historical series of net emissions from 1990 to 2007. It is therefore important to note that Mexico is considering other methodological approaches to define the levels of reference for the REDD+ mechanism.

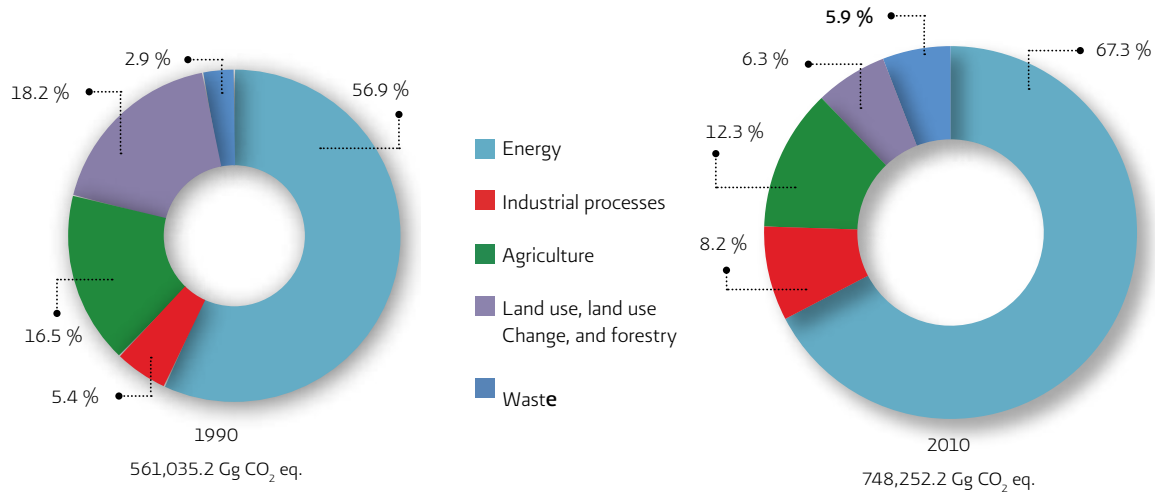
As for the land use, land use change and forestry sector, GHG emissions and absorptions were reported, and the respective subcategories were: Forest and grassland conversion, 71.6% (46,547.9 Gg), soils, 19.4% (12,593.0 Gg) and biomass changes and other timber biomass reservoirs, 9.0% (5,860.6 Gg); with respect to sequestration, these were 18,109.2 Gg, from the abandonment of agricultural land subcategory. The net balance of emissions and absorptions was 46,892.4 Gg. Between 1990 and 2010, emissions in this category declined 54.2%, and a negative AAGR of 3.8%.

The waste sector was estimated according to the IPCC 2006 methodology. Subsectors were as follows: Solid waste disposal, 50.1% (22,117.7 Gg), wastewater treatment and disposal, 46.2% (20,396.4 Gg), incineration and open incineration of waste, 2.8% (1,239.9 Gg)





## GHG Emissions by Sectors



and biological treatment of solid waste, 0.9% (376.8 Gg). Compared to 1990, emissions in this category recorded a 167.0% growth, and an AAGR of 5.0%.

GHG emissions by gas in CO<sub>2</sub> eq. units were: CO<sub>2</sub>, 493,450.6 Gg (65.9%); CH<sub>4</sub>, 166,716.4 Gg (22.3%); N<sub>2</sub>O, 69,140.1 Gg (9.2%), and the remaining 2.6% consists of 18,692.3 Gg of HFC, 128.4 Gg of PFC, and 124.4 Gg of SF<sub>6</sub>.

The improvement of the domestic energy efficiency, as well as investments in more efficient technologies have resulted in improvements in energy intensity (energy consumption by GDP weighted) and emission intensity (CO<sub>2</sub> emissions by GDP weighted) between 1990 and 2010. Both show a downward trend.

Energy intensity declined from 737.2 kJ to 688.1 kJ by GDP weight, or a 6.7% decrease. Energy emission intensity in turn went from 0.051 kg to 0.048 kg of CO<sub>2</sub> eq. by GDP weight (at 2003 prices), a 6.6% decline.

GHG emissions per inhabitant, considering only CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel consumption in this inventory, were 3.63 tons in 2009, compared to CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel consumption of the International Energy Agency which reports 3.72 tons of CO<sub>2</sub> per inhabitant for Mexico.

The increase of GHG emissions in Mexico is below its economic growth. Between 1990 and 2010, the Mexican economy grew at a 2.5% AAGR, while emissions 1.5%. With the figures reported in the 1990-2010 In-

ventory it is confirmed that there are signals in Mexico of a decoupling between the economic growth and the rise in GHG emissions.

## Programs to mitigate climate change

Mexico places great importance on the actions that contribute to the mitigation of GHG emissions. The publication in June 2012 of the General Law on Climate Change, a groundbreaking law at the international level, made the climate change policy legally binding, including mitigation goals such as the 30% reduction of emissions by the year 2020 in relation to a baseline and the 50% reduction by 2050 in relation to the year 2000. It also sets a goal of clean energy penetration into electricity generation, which must reach 35% of total installed capacity by 2024. LGCC also establishes provisions for mitigation in the three orders of government: federal, states and municipalities.

At the federal level, in the Special Climate Change Program (PECC) 2009-2012, a series of actions were implemented in the energy and generation and use sectors; agriculture, forests and other land uses and waste, in order to achieve annual emissions reductions of 51

MtCO<sub>2</sub> eq. in relation to the baseline by the end of the period. From 2008 to the third quarter of 2012, PECC achieved an accumulated emissions reduction of 129 MtCO<sub>2</sub> eq. According to the progress reviews, by late 2012, Mexico is expected to have exceeded its PECC annual mitigation goal by 4% (52.76 MtCO<sub>2</sub> eq. /year).

The PECC was useful to establish federal government strategies against climate change in the short term and outline the medium- and long-term goals. In its long-term vision, it considers a flexible convergence towards a global average of 2.8 tons of CO<sub>2</sub> eq. emissions *per capita*.

According to a study by the Mexican Institute for Competitiveness (IMCO, Spanish acronym) to estimate the potential of the PECC goals by 2020, elaborated in 2011 under the coordination of SEMARNAT, by 2020 it will be possible to reduce 195 MtCO<sub>2</sub> eq. by contemplating the additional potential in certain measures, the entry into force of new standards and the substantial boost given to various programs, the implementation of the REDD+ mechanism and electricity generation using clean technologies. This study also points out that achieving the goals for 2020 and 2050 will require incorporating an additional 17 actions as well as a combination of NAMAs, which would contribute 46.5 MtCO<sub>2</sub> eq. of mitigation in 2020.

## Basis for a Low Emission Development Strategy

In the Base document for a Low Emission Development Strategy (LEDS), coordinated by INE, mitigation and cross-cutting coordination actions were analyzed between government, society, academic and industrial sectors and vertically between the orders of government. The strategy pursued the following objectives:

- Contribute to sustainable, equitable economic growth.
- Significantly reduce Mexico's carbon footprint.
- Propose and implement actions focusing on social development: poverty reduction, job generation and improved living conditions.
- Preserve Natural Capital.

The base document for the LEDS strategy offers a diagnosis of the efforts to mitigate climate change, by identifying key actions to achieve the emissions reduction goals set by Mexico, which include all the productive sectors.

The strategy has been built around three core thematic pillars: energy, sustainable cities and land use. These pillars are integrated in a cross-cutting manner within an institutional framework and complemented through inter-ministerial coordination mechanisms and links with the private sector; and vertically integrated between government levels by considering state and municipal plans, for example.

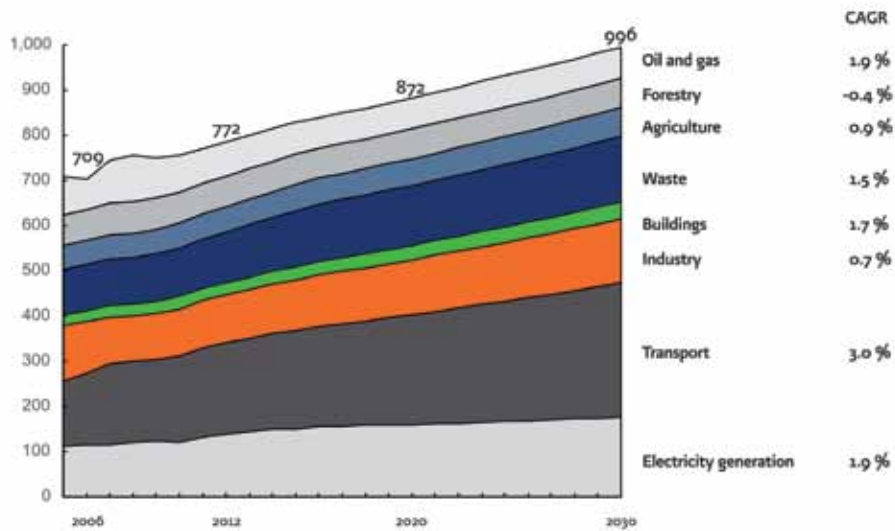
## BAU scenario and potential for GHG emissions reduction in Mexico

Using information from the 2006 National GHG Emissions Inventory, historical data and economic and population growth projections for sectors with the highest emissions, a baseline was constructed representing a BAU scenario, in other words, considering that activity will be maintained with the current technologies. This baseline was constructed on the assumption of 2.3% annual GDP growth between 2006 and 2020.

According to the analyses mentioned earlier, GHG emissions in Mexico are expected to rise to 872 MtCO<sub>2</sub> eq. in 2020, and 996 MtCO<sub>2</sub> eq. in 2030. The sectors with the highest GHG growth and emissions will be electricity generation and transportation. It is important to stress that establishing a baseline provides a reference for planning and represents an estimated projection.

The baseline and carbon intensity in productive sectors were used to identify the main actions for reducing GHG emissions and their abatement potential. The total sum of potentials for the actions analyzed corresponds to the abatement potential for GHG emissions reduction for Mexico.

■ GHG Baseline Emissions by Sector in Mexico to 2030, MtCO<sub>2</sub> eq.

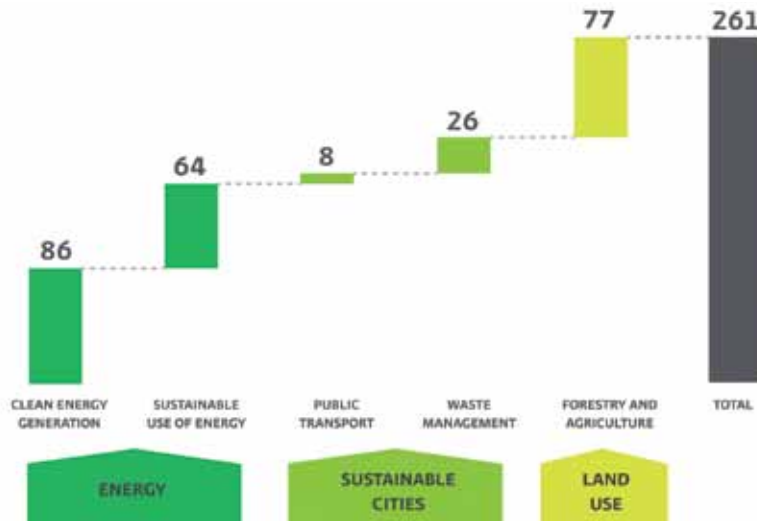


For 2020, the abatement potential identified is 261 MtCO<sub>2</sub> eq., which represents a 30% reduction of the GHG emissions baseline in regard to the BAU scenario. For 2030, the potential is 523 MtCO<sub>2</sub> eq., a 53% reduction.

Year	Reduction potential MtCO <sub>2</sub> e
2020	261
2030	523

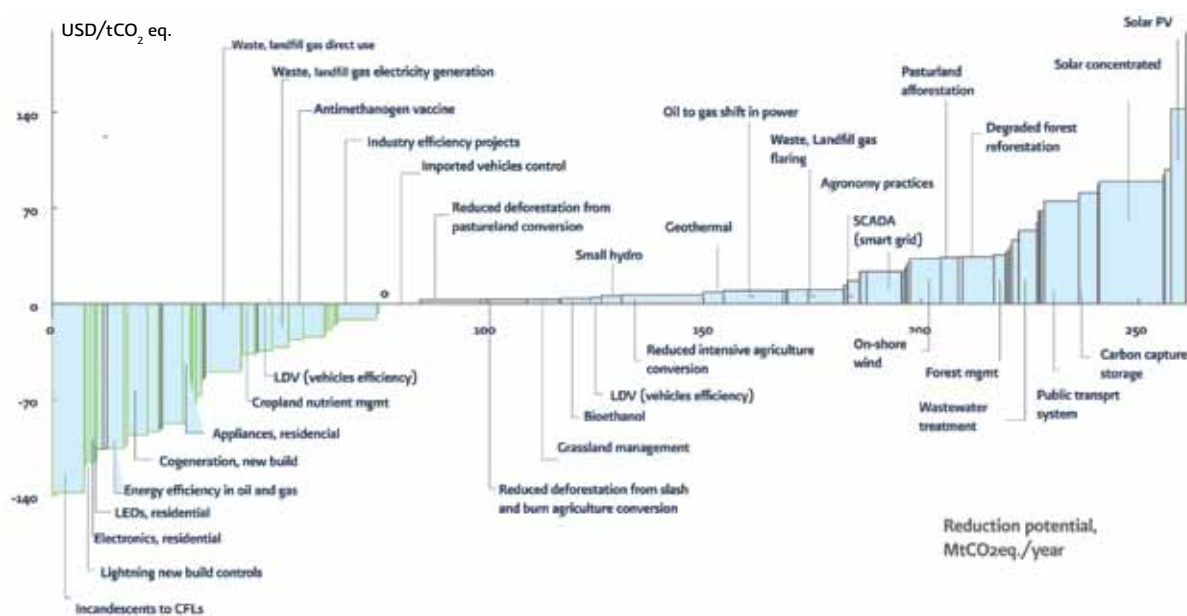
For each mitigation action whose reduction potential is analyzed, a cost-effectiveness analysis was undertaken in regard to the BAU scenario and its marginal reduction cost determined. This was used to construct an emissions reduction cost curve, expressing the potential for reduction of each initiative (in tons of CO<sub>2</sub> eq.), and its marginal reduction cost (incremental amount per ton of CO<sub>2</sub> eq. avoided or reduced in relation to the base case).

■ Abatement Potential in Mexico, MtCO<sub>2</sub> eq.





■ GHG abatement cost curve for Mexico in 2020



The horizontal axis represents the accumulated emissions reduction potential by initiative; the vertical axis shows the estimated marginal cost by ton reduced (or avoided) of each initiative (marginal costs refers to the difference between the cost of the action and the alternative in the BAU scenario and does not include the costs of transaction, communication or information, subsidies or taxes).

The left side of the curve shows the initiatives and actions whose marginal reduction cost is negative and therefore represents net savings in regard to the BAU scenario. The initiatives whose reduction cost is nearly zero are located towards the center. On the right side of the curve are the projects that represent incremental costs for the economy. Making these projects attractive requires lowering the cost or improving the performance of the technologies involved.

Year	Reduction potential MtCO <sub>2</sub> eq.	Weighted cost of reduction, USD/tCO <sub>2</sub> eq.
2020	261	1.35
2030	523	2.36

The base document for the LEDS strategy explores the analysis of the measures and the most important strategies for mitigation in the medium term, as shown below.

## Energy

### Cleaner Energy Generation

The actions grouped together in this core thematic pillar seek to transform the matrix of electricity generation by increasing the share of clean energies and using fossil technologies more efficiently. The energy transition is based on the following Laws:

#### Energy Laws

- Law for the Promotion and Development of Bioenergy (*Ley para la Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, LPDB*)
- Law for the Sustainable Use of Energy (*Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, LASE*)
- Law for the Use of Renewable Energies and the Financing of the Energy Transition (*Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables*)

*y el Financiamiento de la Transición Energética, LAERFTE)*

Additionally the energy transition is supported by the General Law of Climate Change (LGCC). The Energy Ministry (SENER) proposes three configurations of the energy matrix to achieve 35% of electricity generation from non-fossil fuels in 2024.

- The first scenario considers a portfolio of projects comprising wind energy power plants that contain 28% of the reserve capacity with gas turbine technology.
- The second scenario only considers the construction of 7 or 8 nuclear power plants, with an installed capacity of 1,400 MW each.
- The third scenario analyzes a hybrid scheme of nuclear power plants and wind farms, with two nuclear power plants with a capacity of 1,400 MW each.

The estimated reduction potential for 2020 for the development of clean energy sources is 61 MtCO<sub>2</sub> eq., which accounts for 23% of the total potential. The main projects are the installation of additional wind energy (8.6 MtCO<sub>2</sub> eq.), solar energy (18.2 MtCO<sub>2</sub> eq.), and the change of fuel to natural gas for thermoelectric generation (13.6 MtCO<sub>2</sub> eq.).

- **Photovoltaic Solar Energy** In 2011, Mexico had a theoretical electricity generation potential equivalent to 95% of gross national generation. Some studies estimate that Mexico could develop between 7.4 and 9.0 GW of solar energy by 2020. The Renewable Resource Explorer, a joint initiative between SENER and the Institute for Electrical Research has identified the states of Baja California, Baja California Sur, Sonora and Chihuahua as having the greatest potential for photovoltaic generation. Baja California Sur is the best choice since it has the highest marginal costs of electricity generation in the country, since it is isolated from the National Electricity System. The

portfolio of photovoltaic solar generation projects planned for the federal public sector will have a joint capacity of 61 MW. The private projects registered with the Energy Regulating Commission (CRE, Spanish acronym) will provide an additional 35 MW.

- **Geothermoelectric Energy.** In 2012, the Federal Electricity Commission (CFE, Spanish acronym) estimated the possible potential of geothermoelectric generation at 7,423 MW; the probable potential at 2,077 MW; and proven reserves at 186 MW, in addition to 964.5 MW of installed capacity. Among OECD member countries, Mexico is the second largest producer of geothermoelectricity, with 6.5 TWh in 2011. The portfolio published by SENER includes eight projects to be located in Michoacan, Puebla, Baja California and Jalisco.

The following lines of action to promote the development of this initiative have been identified:

- Promote technological development to reduce the costs and risks of exploration.
  - Internalize environmental externalities in energy generation to boost the competitiveness of clean technologies.
  - Develop financial mechanisms (risk distribution or carbon markets).
  - Define the rights to geothermoelectric exploitation in the legal framework.
- **Wind Energy.** In 2011, wind energy generation accounted for 0.7% of the total generation (1.25% of installed capacity), a figure that SENER expects to reach 4.2% in 2020 (6.3% of installed capacity). Mexico has a physical potential of wind generation equivalent to 72.8% of the gross national energy generation in 2011. CFE has three wind generation projects at the design stage that will reach a capacity of 230 MW. Two wind power plants are currently being constructed (Rumorosa and Sureste) with an abatement of 2.89 MtCO<sub>2</sub>/year. There are 18

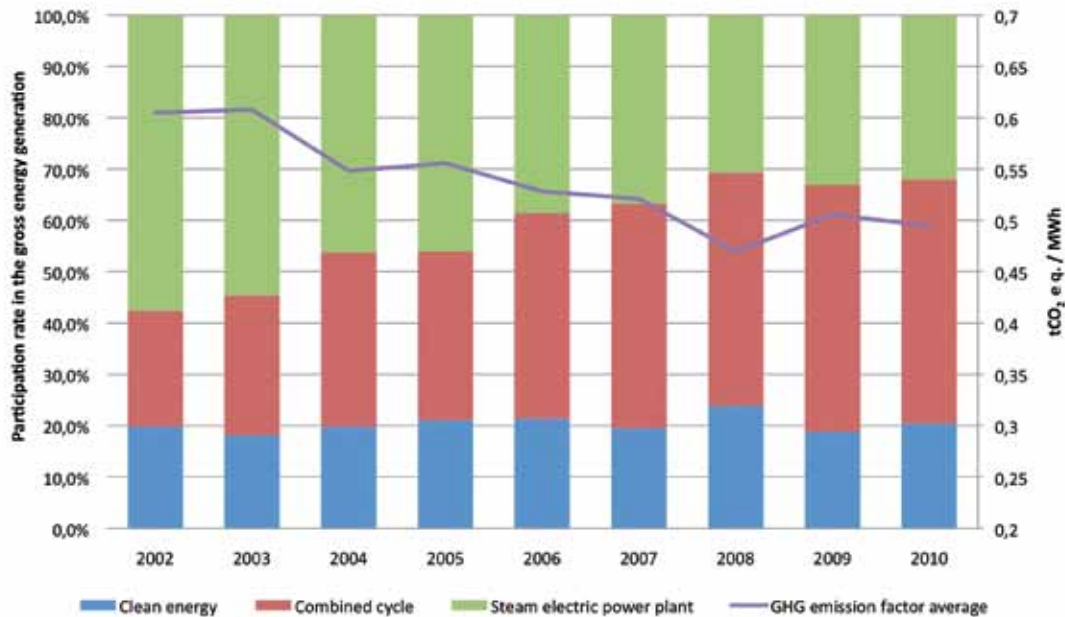
private projects under construction or about to begin wind power generation operations registered with CRE with a total installed capacity of over 2 GW projected to reach 3.13 GW of private wind-generated electricity.

- **Hydroelectric energy.** Represented 14% of electricity generation in 2011 (22% of installed capacity). CFE's project portfolio totals 5.23 GW of installed capacity by 2025. This does not consider the expansion of existing hydroelectric power stations by another 778 MW. The CRE has 10 private mini-hydro power generation projects registered (with up to 30 MW of installed capacity) scheduled to begin operating between 2012 and 2015. The total installed capacity of these projects is estimated at 132.6 MW in addition to the 112 MW in operation.
- **Biofuels.** With an estimated abatement potential of 15 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2030. In 2008, the Law for the Promotion and Development of Biofuels (LPDB) was passed. INE has established sustainability criteria for the environmental certification of anhydrous ethanol to guarantee the conserva-

tion of ecosystems and sustainable water use, maximize productive efficiency, environmental performance and preserve soil quality.

- **Bioenergy.** There are currently projects in place to develop biodigesters and generators. The first sugarcane bagasse cogenerator system was installed with an estimated reduction in emissions of 3.6 MtCO<sub>2</sub> eq. Up to date, 72 thousand efficient wood cook stoves were installed with an estimated reduction of emissions of 0.58 MtCO<sub>2</sub> eq. and health cobenefits.
- **Shift from Fuel Oil and Coal to Natural Gas.** Combined cycle gas turbines produce 50% to 62% less GHG emissions than conventional thermal energy. In 2009, nearly 60% of CFE's primary energy demand was covered with natural gas, gradually reducing the carbon intensity of national electricity generation. The proportion of combined cycle has risen from just over 20% in 2002 to nearly 50% in 2010, while the emissions factor of the electric generation system has dropped from over 0.6 tCO<sub>2</sub> eq./MWh in 2002 to less than 0.5 tCO<sub>2</sub> eq./MWh in 2010, (over 15%).

■ Energy Generation by Type of Fuel and Evolution of Average Emission Factor in Electricity Generation



The portfolio of projects in progress includes the replacement of five conventional thermoelectric plants with a reduction potential of 2.5 MtCO<sub>2</sub> eq./year.

- **Nuclear Energy.** The National Energy Strategy indicates the need to undertake more studies on technical and financial viability and to coordinate with state governments on nuclear energy development.

The theoretical potential for abatement from efficiency projects for the generation and transformation of energy is 24.5 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020 (9% of the total potential for abatement). The main projects include: increasing the efficiency of PEMEX and CFE operations (11.5 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020), implementing smart grids (8.3 MtCO<sub>2</sub> eq.) and developing carbon capture and storage technologies (4.7 MtCO<sub>2</sub> eq.).

- **Reduction of gas venting and flaring in production.** The National Hydrocarbon Commission (CNH, Spanish acronym) issued technical regulations to reduce gas flaring and venting in the exploration and exploitation of hydrocarbons. This regulation establishes a minimum of natural gas extraction through the Maximum Level Program and the Accelerated Program to reduce the minimum of gas flaring and venting in the Cantarell Complex 2010 – 2012. The reduction achieved in the Cantarell Complex is 15.25 MtCO<sub>2</sub> eq. annually.
- **Mitigation of fugitive emissions in PEMEX.** PEMEX Gasand Basic Petrochemicals (PGPB, Spanish acronym) has CDM scheme projects for the installation of dry seals in gas compressors in Ciudad PEMEX, Nuevo PEMEX and Poza Rica, with an estimated reduction of 0.026 MtCO<sub>2</sub> eq., fugitive emission reduction projects have been identified for up to 2.3 MtCO<sub>2</sub> eq.
- **Energy Efficiency in PEMEX.** The mitigation potential of increasing operative and thermal efficiency is greater than 11 MtCO<sub>2</sub> eq. for 2020. The main projects are the reconfiguration of Madero, Minatitlan and Cadereyta refineries, and co-generation

projects in Nuevo PEMEX, Tula and Salamanca. State investments are arranged by the Ministry of Finance and Public Credit (SHCP, Spanish acronym) and prioritized on the basis of profitability. Given this criteria, investment is usually assigned for crude oil exploration and exploitation projects. Consequently, energy efficiency projects rarely achieve financing. PEMEX currently has projects in the CDM scheme that seek to increase thermal efficiency in Dos Bocas Maritime Terminal (under validation) and in the Cantarell Complex (in process). Both processes have a reduction potential of 0.52 MtCO<sub>2</sub> eq.

- **CFE Energy Efficiency (transmission and distribution).** The national electricity supply had an average total loss of 10.77% between 2000 and 2011 (best practices are 6% to 8%); a reduction to 8% is equivalent to nearly 4 MtCO<sub>2</sub> eq. Three percentage points in losses is equivalent to the annual production of a generation plant of 1000 MW and emissions of 1.27 MtCO<sub>2</sub> eq. CFE implements measures to reduce technical losses: the incorporation of new lines, substations and improvements in distribution systems.
- **Smart Grids.** These networks provide a safe, efficient, sustainable supply using communication technologies, control, monitoring and self-diagnosis. They allow the active demand management and incorporate storage technologies for the proper use and control of intermittent renewable energies (solar and wind). One constraint that has been identified is the lack of open, public standards and systems compatibility.
- **Carbon Capture and Storage (CCS).** With a potential of 4.7 MtCO<sub>2</sub> eq. to 2020. CCS can be used for enhanced oil recovery, capturing benefits derived from the sale of crude oil and the reduction of CO<sub>2</sub> emissions. There are several PEMEX candidate oil fields to implement CCS in Poza Rica, Tajin and Coapechaca wells, and in Cinco Presidentes in Tabasco. Current legislation does not consider access to or use of deep aquifers for carbon storage.

## Sustainable Energy Use

The National Program for Sustainable Energy Use 2009-2012 (PRONASE, Spanish acronym), identifies energy efficiency opportunities for short, medium and long-term savings. With seven priority areas: transport, lighting, domestic appliances, cogeneration, buildings, electric motors and water pumps.

Based on PRONASE, and studies by the National Commission of Efficient Energy Use (CONUEE) and INE, a potential for emissions reduction of 64 MtCO<sub>2</sub> eq. was identified, this is equivalent to 24.5% of Mexico's reduction goal for 2020.

The actions can be grouped into four main categories:

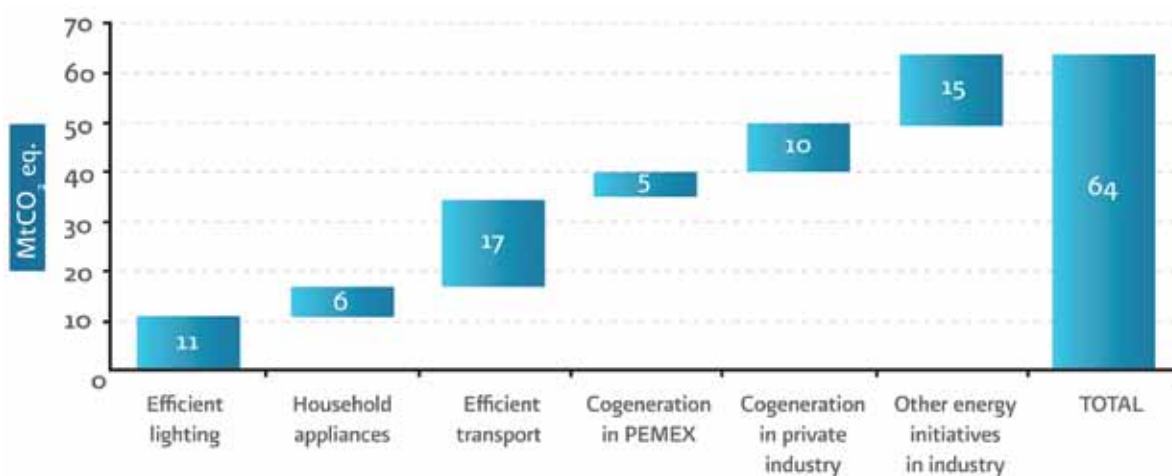
- standards and regulations for energy consumption
  - technology substitution through social programs
  - product efficiency certification
  - end users behavioral changes
- **Lighting Efficiency Standard.** In 2011, the official standard establishing minimal efficiency limits for lighting in the residential, commercial, service, industrial and public lighting sectors came into effect. Annual savings from lower energy use, were estimated at \$1.43 billion USD for 2020 with a direct positive effect on end users. This initiative will result in up to 11 MtCO<sub>2</sub> eq. per year from avoided emissions by 2020.

Other initiatives for increasing efficiency in energy consumption in the residential and commercial sector from refrigerators, air conditioning units or domestic household appliances can achieve reductions of up to 6 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020.

- **Efficiency Standards for Light Vehicles**

Implementation of regulation establishing minimum fuel consumption for new vehicles will achieve an average fleet yield of 15 km/l in 2016 (from an estimated of 12.3 km/l, in 2010). Expected benefits include:

- An accumulated reduction in energy demand by 372 million barrels of oil equivalent between 2016 and 2030.
- Preventing annual emissions of 6 MtCO<sub>2</sub> eq. in 2020 and 18 MtCO<sub>2</sub> eq. in 2030.
- Economic benefits to users from fuel savings of approximately 513 billion pesos, accumulated by 2030.
- Government savings from avoided subsidies estimated at 103 billion pesos accumulated by 2030.
- Reducing emissions of other local contaminants such as NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> and hydrocarbons. Savings prevented associated health expenses are expected to total 338 million USD accumulated by 2030.



Mexico has made an effort to reduce growth of the vehicle fleet as a result of North American used vehicle imports. In late 2011, agreements signed between SEMARNAT and the Ministry of Economy forced imported used vehicles to comply with the emissions standard to achieve uniform specifications for the entire fleet. These efforts must be complemented by a scrapping program to remove inefficient vehicles from circulation, coupled with a strict nationwide vehicle verification system.

Mexico carries out massive energy saving programs such as:

- **Sustainable lighting program**, with the objective of replacing 47 million incandescent light bulbs for compact fluorescent lamps. This program is the world's largest of its kind and generates annual savings of 2,048 GW/h, and avoids 14 MtCO<sub>2</sub> eq. of GHG emissions.
- **Appliance modernization program** (operated by SENER), grants subsidies and loans for the purchase of new air conditioning and refrigerator units in exchange for old appliances to be scrapped.
- **Green mortgages**, provides additional financing for the purchase of green technologies in new households. Water and energy savings can reach 2-3% of household income. This program can grow to cover 2.7 million additional credits between 2013-2020, with an abatement potential of 2.6 MtCO<sub>2</sub> eq.
- **Vehicle Substitution Scheme**, by renewing the vehicle fleets, a reduction of emissions of 2.24 MtCO<sub>2</sub> eq. were achieved between 2004 and 2011.
- **Clean Transportation Program**, featuring new strategies, technologies and best practices. The program reduces fuel consumption, GHG emissions and operations cost for federal freight, passengers, tourism and private transportation.
- **Cogeneration**, the installation of cogeneration plants for the new processing centers at PEMEX can achieve reductions of up to 14 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020. The estimated potential for cogeneration in other industries is equivalent to a reduction

of 10 MtCO<sub>2</sub> eq., and represents potential economic benefits of over 1,600 million dollars annually. As part of the low carbon strategy, the effects of the current energy and resources subsidy structure were analyzed. A study by the Mario Molina Center estimates that withdrawing the subsidy from road transport fuels will achieve a 23% reduction in demand for gasoline and diesel by 2020 and an abatement of 24 MtCO<sub>2</sub> eq. annually.

The GHG Mexico Program (Programa GEI México) with 166 companies has developed technical capacities for GHG inventories in: industry, commerce, transportation and services in the last seven years. Emissions for 100 companies accounted for 121 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Sustainable Cities

The technical potential for GHG reduction identified in this thematic pillar for 2020 is 26 MtCO<sub>2</sub> eq. annually. This includes investment projects in urban transport infrastructure and the optimization of transport systems with a potential reduction of 8 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020, and solid urban waste management and wastewater treatment actions with a potential of 26 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Transportation

Urban transport infrastructure projects with a potential for reduction by 2020 of nearly 2 MtCO<sub>2</sub> eq. have been identified: 3 suburban train lines in the metropolitan area of the Valley of Mexico with an estimated investment of 24 billion pesos, 7 urban trains in other cities with an estimated investment of 30 billion pesos, 7 BRT corridors under construction or ready to be built and 21 at various stages of planning. Estimated investment for the 21 projects currently being planned is between 10 and 15 billion pesos.

In addition to the estimated benefits of GHG emissions reduction, the implementation of BRT pro-

jects is expected to generate substantial co-benefits: reduction of local pollutants, which represent a reduction of associated diseases valued at between 60 and 80 million USD; reduction of fossil fuel consumption, leading to a drop in federal spending on fuel subsidies of between 10 and 13 million USD; greater productivity linked to reduced travelling times (40-53 million man-hours saved), with a value of between 26 and 34 million USD annually and improved quality of life, generation of temporary jobs in infrastructure construction and the migration of informal to formal jobs for BRT system operators.

Barriers to efficient functioning and the reduction of urban transport emissions include:

- The intervention of various entities and unaligned policies has created disperse, disconnected and large cities with inefficient transport.
- High resistance to modernization and changes in current public transport systems by current concessionaries.
- Controlled tariffs in public transport create perverse incentives, reduce the efficiency of transport use and limit the quality and growth of the sector.

Projects for the optimization of inter-urban transport systems include:

- Increasing the participation of railroads in land freight transport.
- Improving the logistics of road freight transport, through the coordinated operation of vehicles, the creation of cooperatives and associations, the construction of specialized terminals and cargo corridors and the implementation of a reliable information system.

The total amount of GHG reduction potential estimated is 8 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Sustainable Waste Management

Integral waste management is a source of opportunity for creating formal markets and production

chains. The current infrastructure is insufficient and does not allow optimal potential abatement of 26 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020 have been identified:

- Promote private sector participation in recycling, garbage separation, re-use and waste confinement projects and create collection centers. Develop mechanisms and regulations to make organizations jointly responsible for the waste they produce.
- Correct tariff systems for waste collection and treatment services in order to encourage re-investment in technological and logistic improvements and implement the best practices.
- Reinforce education and information campaigns in order to make the population aware of the potential reduction of waste generation and water consumption.

The projects, that must be promoted in this sector, fall into four basic categories:

- **Wastewater treatment.** In addition to the benefit of reducing emissions, treated water can be used for other activities, while CH<sub>4</sub> can be used to generate electricity for running wastewater treatment facilities.
- **Capture and use of biogas from landfills and wastewater treatment facilities.** In large-capacity landfills, CH<sub>4</sub> use for electricity production generates income that exceeds investment.

Projects have been identified to use biogas for power generation in 29 landfills in 19 cities in Mexico with the potential reduction of 4.4 MtCO<sub>2</sub> eq.

Three wastewater treatment projects have been identified with a potential reduction of 1.02 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020: The Atotonilco, Hidalgo facility will be the largest in the country, with a capacity to treat 23 m<sup>3</sup>/s and a mitigation potential of 0.50 MtCO<sub>2</sub> eq. per year. and provides great opportunities for the industrial sector, due to the savings in associated costs.

- **Compost.** This may help to increase the productivity of agricultural production, its value on the market must be analyzed in greater depth.



## Land use

Regarding forestry, Mexico works in two specific lines for mitigation of GHG emissions: National Strategy for Reduction of Emissions by Deforestation and Degradation (ENAREDD+, Spanish acronym) and the Project of Forest and Climate Change.

México is at the forefront at the international level in the preparation of the REDD+ scheme.

During 2010, the CICC published “The Vision of Mexico on REDD+: Towards a National Strategy”. Also, prepared a Climate Change Strategy for Natural Protected Areas, which enhance the adaptation capacity of ecosystems and population by contributing to the mitigation of the emissions and the enrichment of carbon reservoirs.

In late 2006, the area covered by conservation schemes and land ecosystems and natural resource management exceeded 500,000 km<sup>2</sup>. As a result of the combination of government programs, the rate of forest cover loss between 2000 and 2010 was reduced 50%.

The forestry sector has a theoretical potential for emissions reduction of 57 MtCO<sub>2</sub> eq., based on alternatives to prevent the loss of forest cover, reforestation, afforestation and avoided deforestation. There are various projects underway with a significant potential for reduction by 2020:

- Sustainable Forestry Management Program (PRODEFOR, Spanish acronym): 6.7 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Forestry Cultivation Program in Temperate Forests: 3.8 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Wildlife Conservation Management Units (UMAS, Spanish Acronyms): 3.6 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Other projects within the ProÁrbol Scheme: 7.8 MtCO<sub>2</sub> eq.
- 8 REDD+ pilot projects: 10.1 MtCO<sub>2</sub> eq.

ProÁrbol is the main federal program to support the Forestry Sector; Comprises in a single scheme the incentives to the owners of forest land to pursue actions oriented toward the protection, conservation, restoration and sustainable use of the resources on

tropical and temperate forest and arid lands of Mexico.

The estimated potential for the annual reduction of emissions in the agricultural sector is 20 MtCO<sub>2</sub> eq. and is based on improved agricultural practices in the main crops, the restoration of degraded lands and the reduction or elimination of tillage and proper cattle management. Implementing many of these initiatives would increase the productivity of activities in the sector. Projects have been identified with an estimated potential for mitigation of 5.1 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020; the greatest potential corresponds to agricultural residue management projects (3.5 MtCO<sub>2</sub> eq. annually).

Practices that can be massively promoted to reduce emissions from agricultural activities include:

- Adaptation of crops to lower water requirements to improve water and soil conservation.
- Rationalization of use of agrochemicals and biofertilizers and seed improvement.
- Sustainable productive reconversion encouraging perennial crops and conservation farming in agroforestry and combined agriculture and cattle-raising.
- Improved harvest productivity and variety, extended crop rotation and education of under-used lands, less intensive harvesting systems and extended use of covered crops.
- Improved energy efficiency and use of alternative energies.
- Adjusting livestock numbers and planning for summer pastures.
- Mass use of livestock waste treatment for own electricity generation.

## Mexico's Mitigation Portfolio 2010-2020

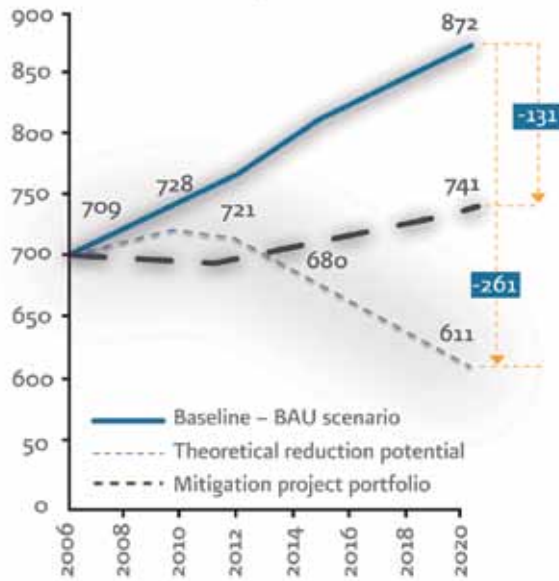
On the basis of this analysis and studies of cost-effectiveness, context, priorities and sectoral barriers for each of the actions analyzed, a portfolio of over 150 projects has been identified with a total abatement potential estimated at 130 MtCO<sub>2</sub> eq. annually by 2020, these represent half



Mexico's goal for that year. Over 100 of these projects are currently underway and represent a mitigation potential of 70 MtCO<sub>2</sub> eq. for 2020.

This portfolio includes several types of initiatives: standards and regulatory, development and technological substitution, social programs, best practices, capacity building, etc. The projects are at various stages of design and execution.

■ Emissions Abatement Potential, MtCO<sub>2</sub> eq. annually

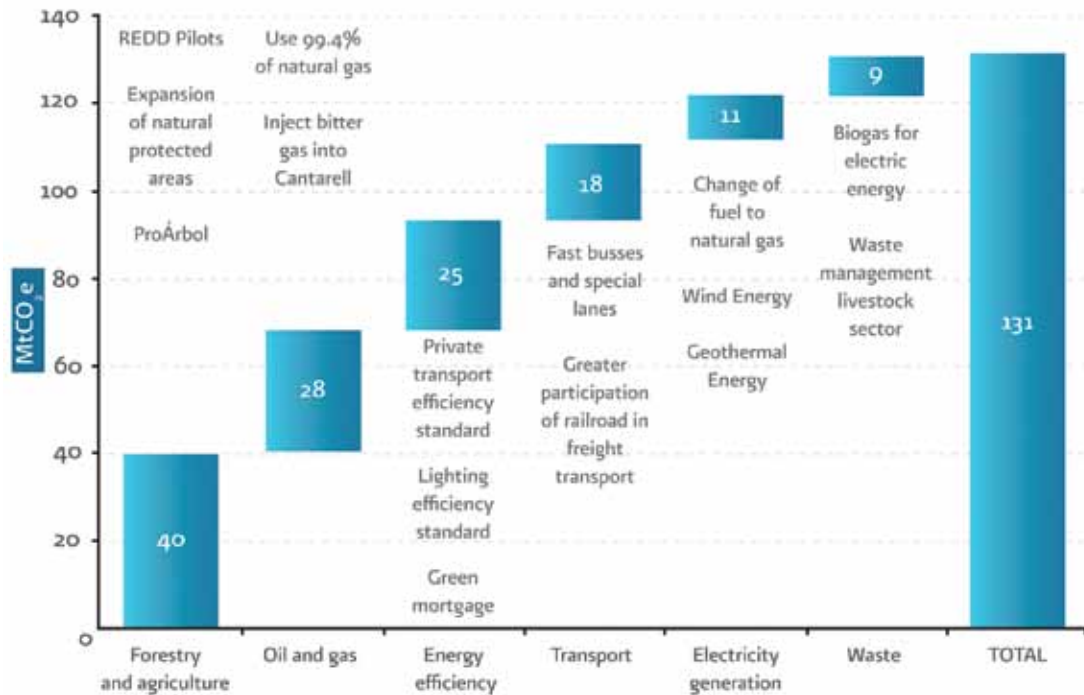


■ Project Portfolio by Stage

	Concept	Design	Implementation
<b>Number of projects</b>	To be defined	54	102
<b>Reduction potential by 2020 MtCO<sub>2</sub> eq.</b>	130	61	70

The greatest potential for reduction in these projects (92 MtCO<sub>2</sub> eq., 70% of the total portfolio) is concentrated in the forestry, agriculture, oil and gas industries and energy efficiency sectors.

■ Potential abatement of the projects portfolio by sector, MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020



## Financial Analysis of Mitigation Actions

Preliminary analyses suggest that achieving a reduction of 261 MtCO<sub>2</sub> eq. by 2020 will require an investment of nearly 138 billion USD. The average annual amount is equivalent to 6% of total investment in Mexico in 2011. This analysis is sensitive to the price of crude oil (estimated at 60 USD per barrel by 2030) and the cost of capital (4%).

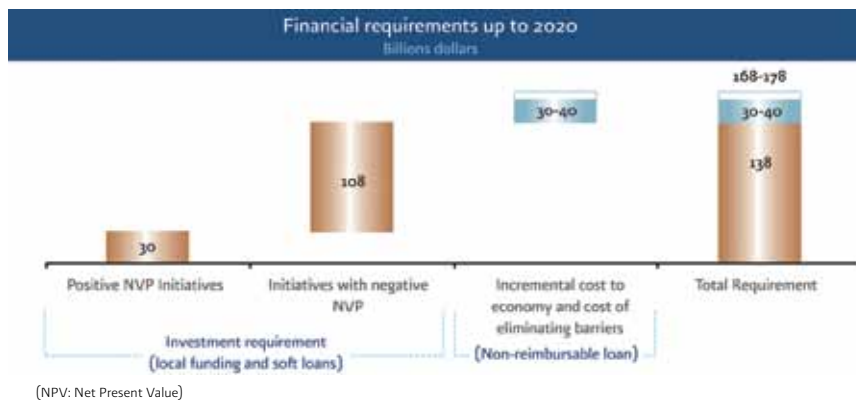
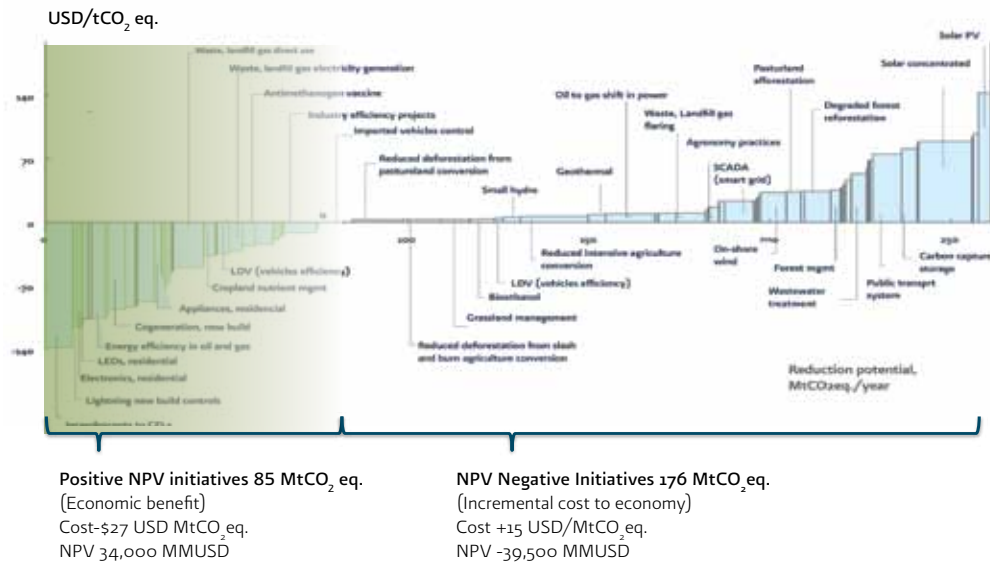
The following estimates are obtained from the cost curve:

- Mitigation actions with negative or zero reduction cost require an investment of 30 billion USD by 2020. These initiatives have an economic benefit

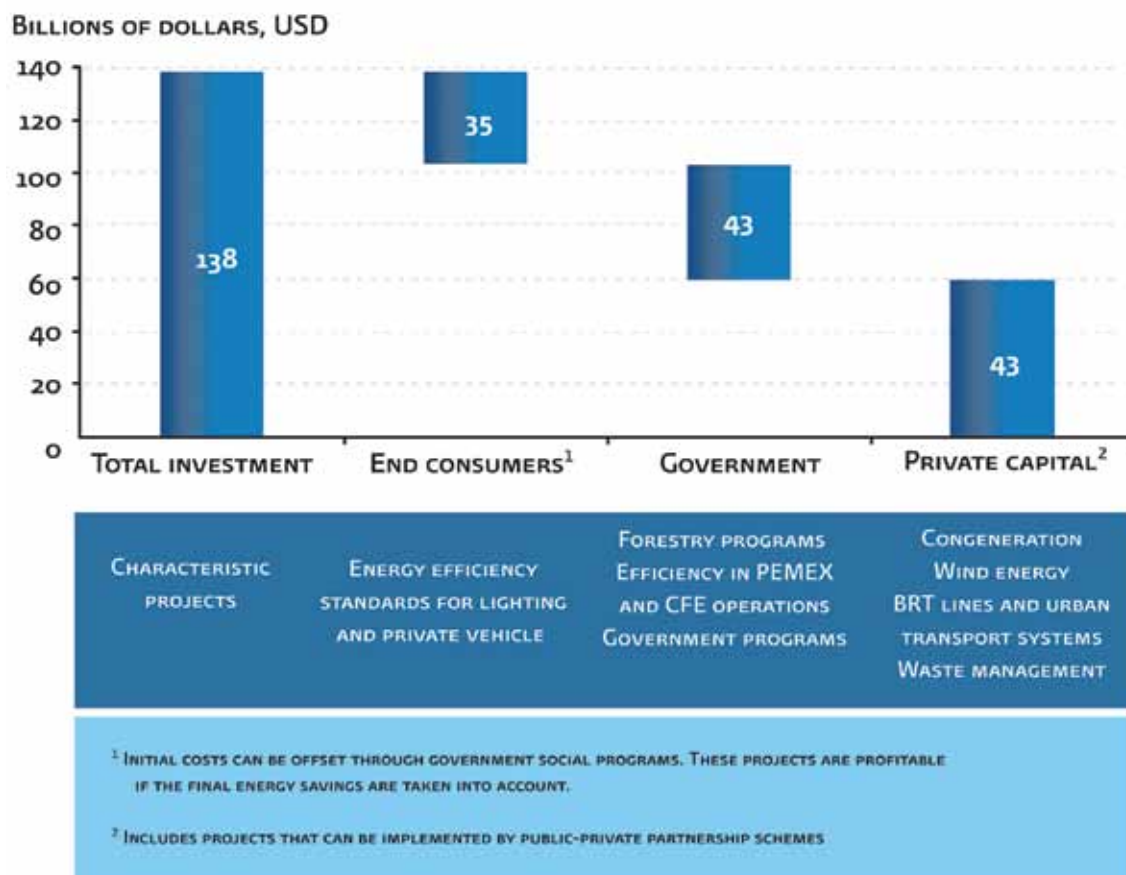
estimated of 34 billion thanks to existing synergies with the process of economics development.

- Mitigation actions with positive reduction cost require an investment of 108 billion USD by 2020. This includes initiatives with co-benefits that make them attractive, although they imply cost and are capital intensive, which involves a heavy investment in infrastructure. The economic impact of the implementation of these actions is near to 40 billion USD.
- The benefits and the impacts of mitigation actions are closely related, with a difference lower than 6 billion USD. It is estimated that mitigation actions will have an impact on the economy of 30

### GHG abatement cost curve for Mexico in 2020



■ Estimated capital required for achieving mitigation goals by 2020



to 40 billion USD. This is due to the incremental marginal cost of mitigation actions and the elimination of barriers. In order to cover this impact, it is estimated that Mexico will require economic support in non-recoverable funds.

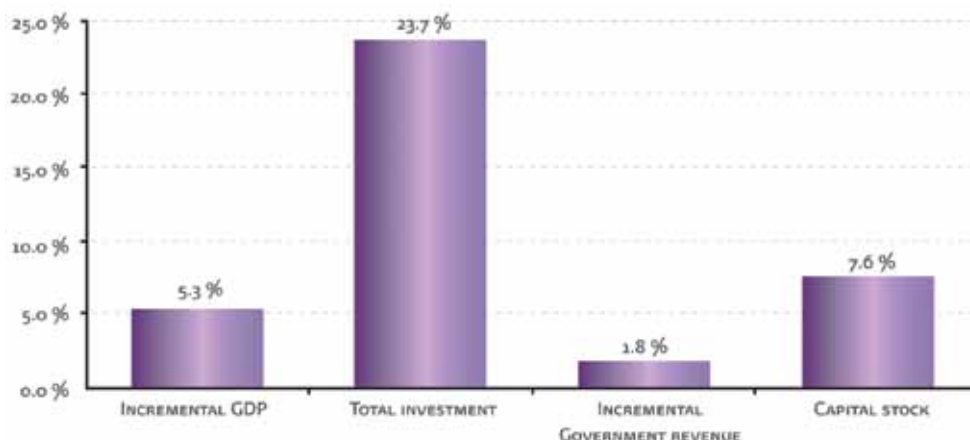
The main contribution comes from private capital, representing 43% of the investment required, followed by the public sector, which contributes 31% and the end users, who absorb 25% of the expense.

### Economic Analysis of Mitigation Measures

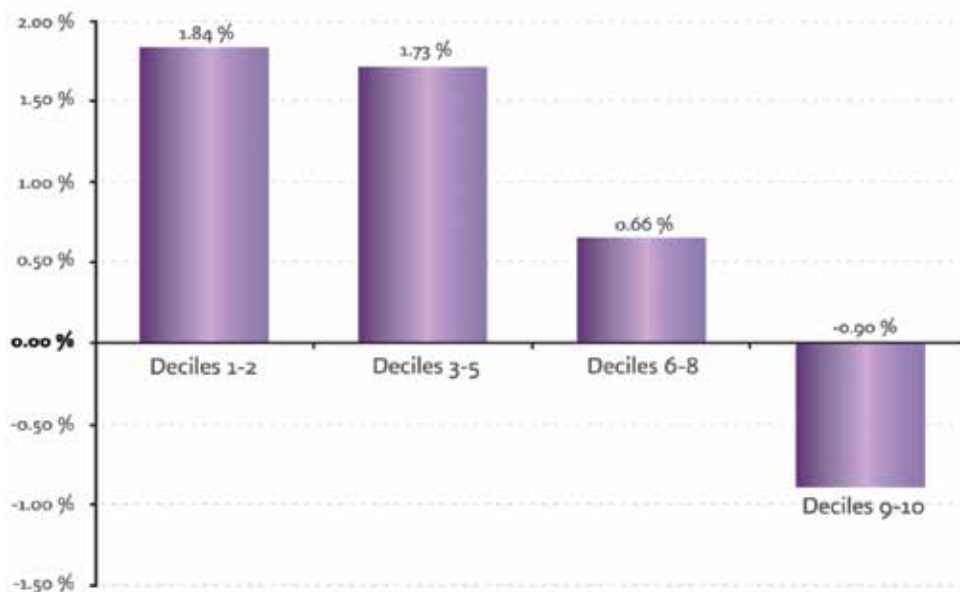
A computable general equilibrium model was used to make an initial calculation of the macroeconomic im-

part of the mitigation actions contemplated in the portfolio of LEDS strategy projects. It concluded that by the year 2030, following the implementation of all the reduction initiatives identified, assuming that Mexico has access to International funds, national GDP will be 5.3% higher than the base scenario. An increase in investment levels is also expected, which will be 23.69% greater, with a 7.56% higher capital stock. On the basis of these assumptions, the incremental investment required for the implementation of the low carbon strategy will generate between 300,000 and 550,000 new jobs. The unemployment rate in the trend scenario is estimated at 12% whereas in the low carbon scenario it would be 6.7%. The low carbon strategy is extremely progressive and would encourage the distribution of wealth in the social sectors with the lowest income. In short, with

■ Incremental Effect of Low Carbon Strategy by 2030 Compared with BAU Scenario



■ Changes in the Distribution of Wealth in 2030



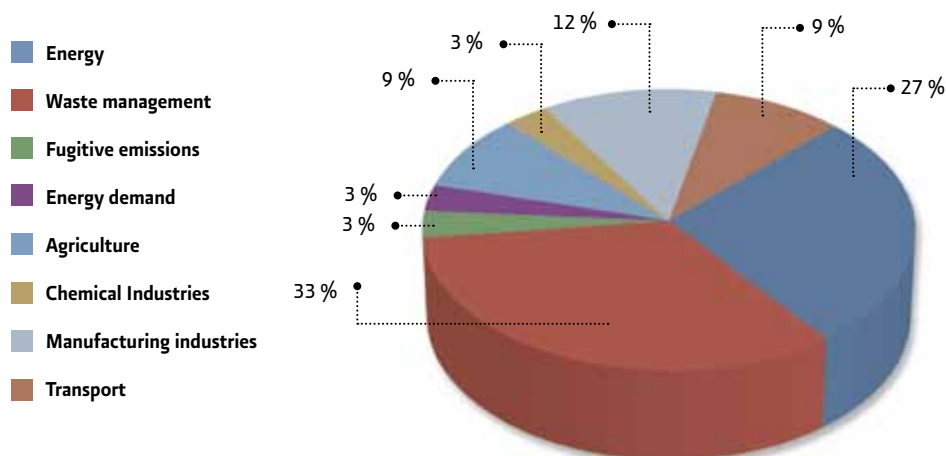
the LEDS strategy, there is no destruction of economic value and the incremental cost of implementation are offset by gains in productivity, energy security, environmental quality and positive impacts on health and social inclusion.

Regarding the progress in the implementation of the mitigation projects, Mexico has a total of 147 projects in the Clean Development Mechanism (CDM) in the Kyoto Protocol. During the period from 2009 to 2012,

Emissions Reduction Certificates were received for 27 projects, accounting for a total amount of 11.30 MtCO<sub>2</sub> eq. In July of 2012, Mexico had the fourth largest number of projects registered and the fifth largest number of certificates obtained for the expected reductions of projects registered internationally.

Mexico also promotes the design of Nationally Appropriate Mitigation Actions (NAMAs) in various productive sectors. In collaboration with various sectors,

■ CDM Projects 2009-2012



in 2011-2012 twelve NAMAs were designed and promoted in the following categories: households, transportation, domestic appliances, energy efficiency, cement, chemical industry, mining, oil industry and electricity.

tion measures in wastewater treatment facilities were adopted. By means of sustainable household activities solar panels and water solar heaters have been installed, as well as energy saving lamps, water saving systems in toilets, showers and faucets, efficient air conditioning, and solid waste use, all of these at a subnational level.

## Mitigation Actions at Subnational Level

Mexico keeps on strengthening its capacities to identify and implement mitigation actions with resources coming from federal, state, municipal, and international financing sources.

At the subnational level, the energy sector stands out in the use of renewable energies, particularly the wind, solar, and biogas energies, the development of provisions to use renewable sources and sustainability, as well as energy efficiency actions.

Also, efforts are being made to modernize public transportation and promote non-motorized transportation means at the subnational level.

Several subnational projects in the forestry sector are being implemented to reduce emissions from deforestation and degradation; reforestation and forest management programs.

Regarding the social development area, waste landfills and compost plants were constructed, and mitiga-

## Additional relevant information

The official institution in charge of the systematic climate and meteorological observation, and monitoring other indicators related to climate change is the National Meteorological Service (SMN, Spanish acronym) of the Water National Commission (CONAGUA, Spanish acronym). A number of public, private, and academic institutions also carry out activities in this area. The information generated from the observation and research of scenarios is published both printed and on-line as vulnerabilities and risk bulletins and charts. In 2010 the SMN identified several modernization requirements.

At a national and state levels, research on climate change is focused on the agricultural and livestock, water, tourism, energy, transportation, household and

urban areas sectors, as well as on the vulnerabilities of coastal areas, biodiversity, and natural resources. Sector and mixed funds between the National Science and Technology Council (CONACYT, Spanish acronym), the federal ministries and the states are financing sources.

## Information on Education, Training, and Public Awareness

The Education and Training Center for Sustainable Development (CECADESU, Spanish acronym) of SEMARNAT, in cooperation with the Public Education Ministry (SEP, Spanish acronym) seeks to incorporate climate change issues to school education with the publication and distribution of educational books and material on climate change, and teacher training. The CECADESU promotes educational communication by means of projects and public awareness campaigns.

To incorporate climate change issues to educational activities at a state level, "State Programs on Environmental Education, Educational Communication and Capacity Building under Climate Change Conditions" were developed in 31 states of Mexico.

Other public agencies and civil organizations contribute to sensitize the population on energy efficiency, sustainable consumption, and climate change issues.

## Training at a National, State, and International Level

The CECADESU provided training to professionals and public officials in several national courses and workshops.

At a state level, workshops provided within the development scope of PEACC and climate change municipal action programs contributed to reinforce the existing capacities.

Through the Mexican Agency for the Cooperation of Development (AMEXCID, Spanish acronym) of the Foreign Affairs Ministry (SRE, Spanish acronym), Mexico

implemented training projects in other countries to promote climate change mitigation and adaptation at an international level.

## Efforts to promote the International Dialogue and Information Exchange

Mexico contributed to the international dialogue by hosting and chairing the 16<sup>th</sup> Conference of the Parties to the UNFCCC (COP 16) in 2010, and chairing the G20 Summit in 2012. During COP 17 in Durban, South Africa (2011), the Green Fund, a project promoted by Mexico since 2008, was approved.

Mexico promotes the exchange of information participating in: Research networks and information exchange at an international, national and state level; alliances and discussion groups; bilateral cooperation with countries like United States, United Kingdom, Denmark, Spain, Germany, France, Norway, Indonesia and South Korea, among others.

## Related Funding, Technology and Capacity Obstacles, Deficiencies, and Needs

Technical, training, and funding needs are largely defined by Mexico's aspiring goals on GHG emission mitigation and adaptation at medium (2030) and long (2050) terms, as established in the 2009-2012 Special Program on Climate Change (PECC), in the Climate Change Act (LGCC), and at a subnational level, by the activities foreseen by states and municipalities.

To meet such goals and objectives, it is necessary:

- To increase training to develop GHG emission inventories, increase the availability of some relevant data, Information on time series for the inventory subcategories; data to refine the inventory for higher tiers;
- To solve confidentiality and security problems at levels II and III.

- Institutionalize inventory estimation and climate change research networks, and
- Enhancing of emission factors.

Regarding systematic observation:

- The improvement of automatized meteorological stations to monitor the current weather is needed.
- Climate observation, and variability and climate change scenarios at a national and regional level.

The next step in adaptation would be the design of implementation roadmaps for pilot projects at large-scale. For instance, technologies for the agriculture sector, water resources management, and the development of technologies for the resilience of natural and human systems.

Some opportunities to overcome barriers for mitigation actions are:

- Increase incentives for technology transfers, self-generation, cogeneration, and process energy efficiency.
- Increase the incorporation of alternative energies and the internalization of externalities.
- Reinforce the legal framework to improve carbon capture and storage technology.
- Continue with the promotion of efficient household electrical appliances; enforcement of energy efficiency standards in new buildings.
- Approval of a vehicle efficiency standard to homologate vehicle environmental performance standards in all Mexico; extend the renewal of vehicles; imple-

ment better traffic improvement measures in cities and driving alternatives; design technical and regulatory policies to expand the massive public transportation system networks.

- Improve the garbage collection system under homogeneous criteria To handle waste in all the Mexican territory, increase social participation through education and sensitization campaigns.
- Extension of better practices by means of information and training programs in the use of agrochemical products; cattle feeding; technified irrigation and cultivation alternatives; manure and agriculture waste management, among others; enhance the existing programs to discourage deforestation (the goal is having a zero deforestation by 2020), and develop self-regulation programs for the sustainable use of forests. Likewise, forest monitoring capacities need to be improved.

Another area of opportunity is funding to implement climate change action programs in states and municipalities. Although activities are different in the states and municipalities, priority sectors have been identified, such as: Water, agriculture and forests, and the education and dissemination of climate change information.

In the 6<sup>th</sup> Communication to the UNFCCC in 2016 the Mexican government will report on: National and state progress regarding climate change during the 2013-2016 period, as well as in the first and second biennial update report (2014 and 2016).

# I. Circunstancias nacionales

## I.1 Características geográficas

### I.1.1 Ubicación geográfica

México está localizado en América del Norte, entre los meridianos 118°22'00" y 86°42'36" de longitud oeste y entre los paralelos 32°43'06" y 14°32'27" de latitud norte. Los límites internacionales de México son: al norte con Estados Unidos con una longitud de línea fronteriza de 3,152 km; al sureste con Guatemala y Belice 956 km y 193 km, respectivamente; al sur y oeste con el océano Pacífico y al este con el Golfo de México y el Mar Caribe. La longitud total de línea de costa es de 11,122 km 70.4% (7,828 km) en el océano Pacífico y 29.6% (3,294) en el Golfo de México y Mar Caribe (INEGI, 2011a).

La superficie total de México es de 1,964,375 km<sup>2</sup>; de los cuales 1,959,248 km<sup>2</sup> son continentales y 5,127 km<sup>2</sup> de islas. Por lo anterior, ocupa el décimo cuarto lugar en extensión territorial a nivel mundial y, el quinto en el continente americano, después de Canadá, Estados Unidos, Brasil y Argentina (INEGI, 2011a y 2012a). La superficie marítima constituida por el Mar Territorial y la Zona Económica Exclusiva, definidas a través de tratados internacionales con los países vecinos, es de 3,149,920 km<sup>2</sup> (Figura I.1).

■ Figura I.1. México y sus diferentes territorios



Fuente: INEGI, 2005.

En términos de gobierno y administración del territorio, México está dividido en 31 estados y un Distrito Federal (Figura I.1); cada estado se constituye a su vez por municipios, que son en total 2,456. El Distrito Federal se integra por 16 delegaciones políticas; es la capital del país y sede de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial del gobierno (INEGI, 2011a y 2012a).



## I.1.2 Orografía por regiones

Su topografía es muy variada, lo que influye en las condiciones climáticas, tipos de suelo y vegetación predominante. Las zonas montañosas cubren 44.7% de la superficie (SEMARNAT, 2000 y 2010a). Entre las formas topográficas resaltan: la Altiplanicie Mexicana, meseta amplia de altitud superior a 1,500 msnm; Sierra Madre Oriental a 3,700 msnm; Sierra Madre Occidental a más de 3,000 msnm; Cordillera Volcánica, a más de 5,500 msnm y Sierra Madre del Sur o de Oaxaca, su punto más alto está a 3,710 msnm (UNAM, 2003). La Cordillera Volcánica también conocida como Eje Neovolcánico, constituye uno de los conjuntos volcánicos más destacados del mundo, e incluye: al Pico de Orizaba 5,610 msnm; el Popocatepetl 5,500 msnm; el Iztaccíhuatl

5,220 msnm; y el Nevado de Toluca 4,600 msnm (SEMARNAT, 2000; INEGI, 2011a). Así pues, se presentan diferentes relieves en el país (Figura I.2).

Con el propósito de exponer las circunstancias de los recursos naturales, población, economía, energía, y educación, entre otros, el país fue dividido en seis regiones: Noreste, Noroeste, Occidente, Centro, Sur y Sureste. En el Cuadro I.1 se presentan los estados que las conforman, la superficie total de cada región, así como sus principales formas de relieve (SEMARNAT, 2012a; INEGI, 2011a).

La ciudad con mayor altitud en México es Toluca de Lerdo, capital del Estado de México, ubicada a 2,660 msnm. Entre las de altitud menor a 10 msnm están: Mexicali, Baja California; Campeche, Campeche; Chetumal, Quintana Roo; Villahermosa, Tabasco, y Mérida, Yucatán (INEGI, 2011b).

■ Figura I.2. Relieve mexicano



Fuente: INEGI, 2005.

■ Cuadro I.1. Regiones de México, superficie y formas de relieve

Regiones	Estados	Superficie km <sup>2</sup>	Principales formas de relieve
Centro	Distrito Federal, Estado de México, Hidalgo, Morelos, Puebla y Tlaxcala	87,813	Eje Neovolcánico Llanura Costera del Golfo Norte Sierra Madre Oriental Sierra Madre del Sur
Noreste	Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Durango, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas	803,231	Grandes Llanuras de Norteamérica Llanura Costera del Golfo Norte Mesa del Centro Sierra Madre Occidental Sierras y Llanuras del Norte Sierra Madre Oriental
Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Sinaloa y Sonora	382,336	Llanura Sonorense Llanura Costera del Pacífico Península de Baja California Sierra Madre Occidental Sierras y Llanuras del Norte
Occidente	Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Nayarit y Querétaro	218,690	Eje Neovolcánico Llanura Costera del Pacífico Mesa del Centro Sierra Madre Occidental Sierra Madre Oriental Sierra Madre del Sur
Sur	Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz de Ignacio de la Llave	302,498	Cordillera Centroamericana Eje Neovolcánico Llanura Costera del Golfo Norte Llanura Costera del Golfo Sur Sierras de Chiapas y Guatemala Sierra Madre del Sur Sierra Madre Oriental
Sureste	Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán	164,680	Llanura Costera del Golfo Sur Península de Yucatán Sierras de Chiapas y Guatemala

Fuente: Elaboración para la SCN, con datos de SEMARNAT, 2012a; INEGI, 2011a.

### I.1.3 Clima

En México el clima está determinado por varios factores, tales como la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las diversas condiciones atmosféricas y la distribución de tierra y agua. En consecuencia, el país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo con la humedad existente en el medio, en húmedo, subhúmedo, seco y muy seco (Figura I.3).

El clima seco se encuentra en la mayor parte del centro y norte del país, regiones que comprenden 28.3% del territorio nacional; se caracteriza por escasa nubosidad y precipitaciones de 300 a 600 mm anuales, con temperaturas promedio de 22°C a 26°C en algunas regiones, y en otras de 18°C a 22°C.

El clima muy seco registra temperaturas promedio de 18°C a 22°C, con casos extremos de más de 26°C; presenta precipitaciones anuales de 100 a 300 mm en promedio, y se encuentra en 20.8% del país.

Figura I.3. Climas en México



Fuente: INEGI, 2012a.

El clima cálido se subdivide en cálido húmedo y cálido subhúmedo. El primero ocupa 4.7% del territorio nacional y se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 22°C y 26°C y precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm anuales. El clima cálido subhúmedo se encuentra en 23% del país; en él se registran precipitaciones entre 1,000 y 2,000 mm anuales y temperaturas que oscilan de 22°C a 26°C, con regiones que superan esta última.

El clima templado se divide en húmedo y subhúmedo; en el primero se registran temperaturas entre 18°C y 22°C y precipitaciones en promedio de 2,000 a 4,000 mm anuales; comprende 2.7% del territorio nacional. El clima templado subhúmedo se encuentra en 20.5% del país; en su mayoría presenta temperaturas entre 10°C y 18°C y de 18°C a 22°C; sin embargo en algunas regiones puede disminuir a menos de 10°C; se caracteriza por precipitaciones de 600 a 1,000 mm en promedio durante el año (CONAGUA, 2012a).

### Fenómenos hidrometeorológicos

De acuerdo a la información del Servicio Meteorológico Nacional, los ciclones que han impactado al país en los últimos 60 años son 272; 70% provenientes del océano Pacífico y 30% del Atlántico. Conforme a la escala Saffir/Simpson, del total de ciclones 51.1% fueron tormentas tropicales; 33.8%, H1; 5.1%, H2; 4.1%, H3; 3.7%, H4 y 2.2%, H5; el desglose se muestra en el Cuadro I.2.

Cuadro I.2. Número de ciclones que han impactado en México, 1951-2011

	T	H1	H2	H3	H4	H5	Total	%
Del Atlántico	44	12	7	6	8	6	83	30.5
Del Pacífico	95	80	7	5	2	0	189	69.5
Total	139	92	14	11	10	6	272	100

T: tormenta tropical; H: Huracán.

Fuente: Modificado de INE, 2011.

En el periodo 2000-2009, los fenómenos hidrometeorológicos son los que tuvieron mayores repercusiones económicas en el país, con más de 96% de los efectos en 2009 (Ver Capítulo III).

En 2009 estos fenómenos afectaron a más de 372,000 personas, ocasionaron daños en cerca de 36,000 ha de cultivo y pastizales, y afectaron más de 1,000 km de caminos y carreteras, entre otros daños no menos importantes, alcanzando un total de más de 14,000 millones de pesos (1,067 millones de dólares de 2010) (SECOB, 2010).

### Sequías

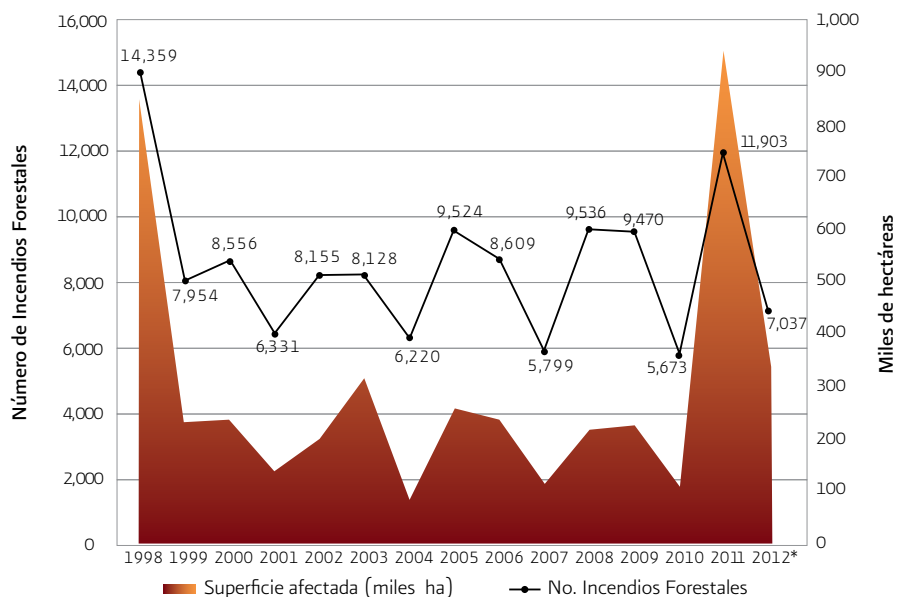
En México las sequías son eventos climáticos que representan una de las mayores amenazas para sectores productivos como el agropecuario, porque los periodos de estiaje se asocian con cosechas pobres y, por tanto, con la hambruna en algunas regiones donde se presentan (CONAGUA, 2012b) (Ver Capítulo III).

En 2012 las lluvias de mayo permitieron la recuperación de algunas regiones del país, de 43.5% a finales de abril a 46.1% a finales del siguiente mes. En mayo de 2012 el porcentaje del territorio sin afectación por la sequía fue muy superior al registrado doce meses atrás cuando solamente 6.5% del país fue clasificado sin afectación (CONAGUA, 2012b).

### Incendios forestales

En 2011 se presentó la temporada más seca de la última década. En la Figura I.4 se presenta el comportamiento de los incendios forestales de 1998 al primer semestre

■ Figura I.4. Número de incendios forestales y superficie afectada (miles de ha), 1998-2012



\* Primer semestre.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SEMARNAT, 2012b.

de 2012, así como la superficie afectada. En 1998 se registró el mayor número de incendios (14,359), que afectaron 847,689 ha: 41.5% de pastizales, 23.4% de arbolado y 35.1% de arbustos y matorrales. En 2011 un total de 11,903 incendios afectaron 944,783 ha: 63.7% de pastizales, 8.1% de arbolado y 28.2% de arbustos y matorrales.

En 2012 las entidades federativas con mayor número de incendios fueron: Chihuahua (1,473), Estado de México (985), Michoacán (885), Jalisco (600), Puebla (381), Distrito Federal (337), Durango (270), Chiapas (244), Tlaxcala (208) y Oaxaca (195). En las otras 22 entidades federativas ocurrieron 1,399 incendios (SEMARNAT, 2012b).

### I.1.4 Suelo

El territorio nacional está formado por 26 tipos de suelos diferentes, pero tres son los predominantes: los Leptosoles, que se encuentran en 28.3% del territorio, tienen utilidad forestal y ganadera, ya que su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad; los Regosoles (13.7%), cuyo uso es fo-

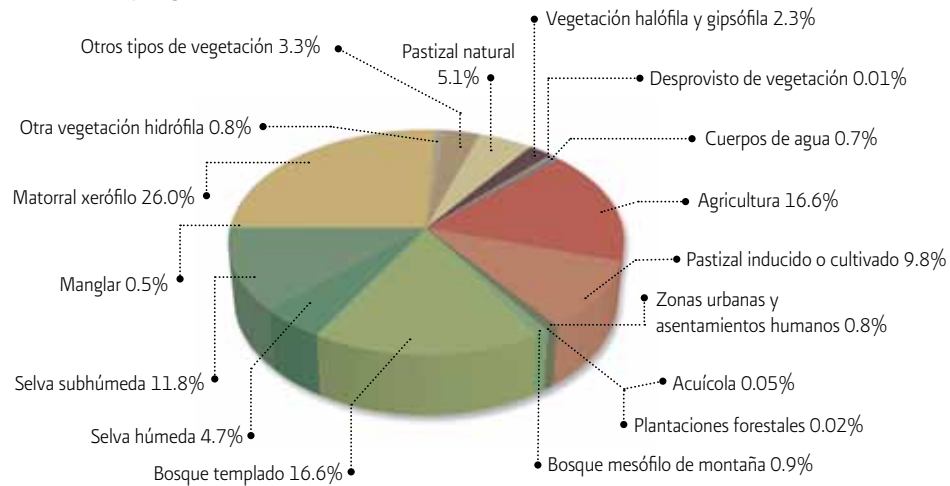
restal y ganadero, principalmente; y los de tipo Phaeozems que abarcan 11.7% del territorio y son los suelos típicos de la agricultura de temporal. A esos tres le siguen en importancia los suelos Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%), de modo que en conjunto estos tipos de suelo cubren 81.7% del país (INEGI, 2007).

Los suelos se dividen también según su uso y cubierta de vegetación: 26% están cubiertos por matorral xerófilo; 17.5% por bosques; 16.5% por selva; 14.9% por pastizales; 16.6% se destina a la agricultura; 5.6% para diversos usos como áreas sin vegetación, cuerpos de agua, áreas urbanas y otros tipos de vegetación (Figura I.5) (SEMARNAT, 2010c).

En el periodo 1993-2003, las principales causas de cambio de uso de suelo fueron: agricultura y uso pecuario, con una contribución de 17.5%; sobrepastoreo, 17.5%; deforestación, 7.4%; urbanización, 1.5%; sobreexplotación de la vegetación, 1.1% y las actividades industriales, 0.5%; el resto (54.8%) se encuentra sin degradación aparente (SEMARNAT, 2010b).

Los principales procesos de degradación de los suelos en México fueron: degradación química, que afectó 17.9% del territorio; erosión hídrica, 11.8%; erosión eólica, 9.5%

■ **Figura I.5. Uso del suelo y vegetación en México, 2007**

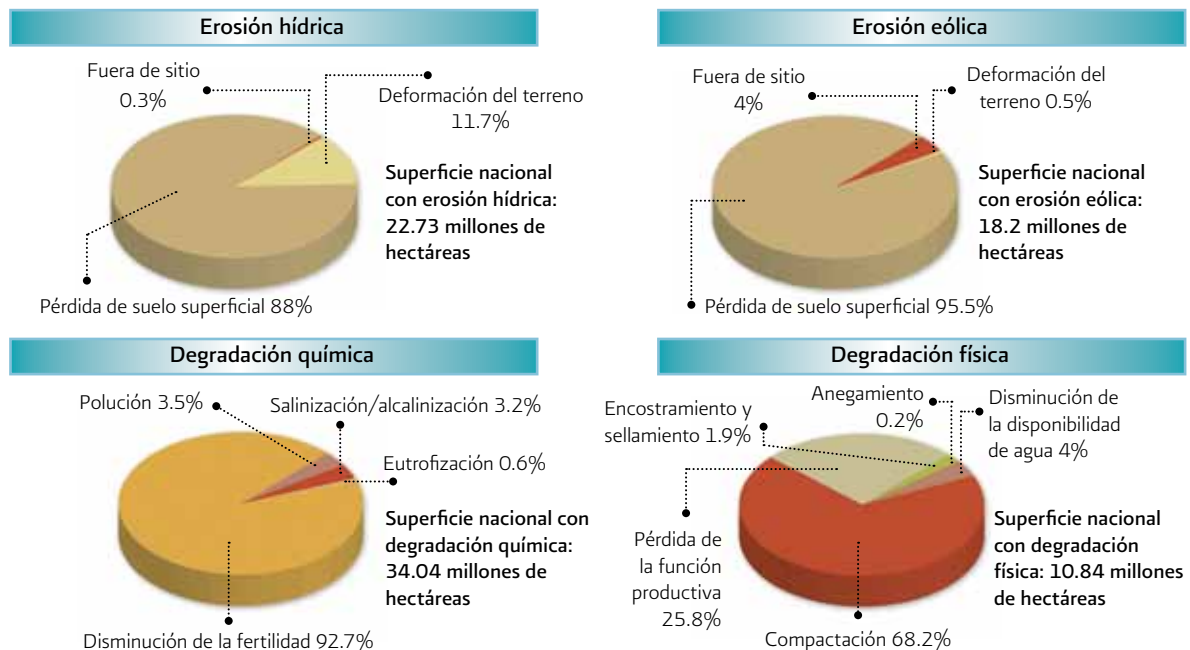


Fuente: "INEGI: Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV, escala 1:250 000. México 2011". SEMARNAT, 2012c.

y la degradación física se asoció con 6% de la superficie; en total 45.2% que correspondió a 88.7 millones de ha (SEMARNAT, 2010b y c, 2012c; INEGI, 2012c). El resto se encuentra sin degradación aparente (Figura I.6).

En la erosión hídrica y eólica, el tipo específico dominante fue la pérdida de suelo superficial; en la degradación química, la disminución de la fertilidad del suelo, y en la erosión física, la compactación (Figura I.6).

■ **Figura I.6. Superficie relativa afectada por la degradación de suelos según tipo, en México 2002**



Nota: Los porcentajes pueden no sumar 100% debido al redondeo de cifras.

Fuente: SEMARNAT y Colegio de Postgraduados (CP). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000. Memoria Nacional 2001-2002. México 2003 (SEMARNAT, 2012c).

## I.2 Recursos naturales

México es un país “megadiverso”, que ocupa el cuarto lugar mundial en cuanto a capital natural. Cuenta con la mayoría de los ecosistemas presentes en el planeta. La heterogeneidad de su medio físico y su ubicación geográfica, principalmente, hacen posible que se desarrollen prácticamente todos los ecosistemas terrestres, y a lo largo de sus costas y mar territorial existe también una extraordinaria diversidad marina.

El desarrollo económico y social del país ha contribuido al deterioro de los ecosistemas naturales, que se han hecho vulnerables a los efectos del cambio climático (CONABIO, 2009b).

Para evitar el deterioro de ecosistemas con alta biodiversidad se han declarado por decreto 174 Áreas Naturales Protegidas (ANP), que comprenden una superficie de 25.3 millones de ha, es decir, 12.9% del territorio (Presidencia de la República, 2012).

### I.2.1 Recursos hídricos

De acuerdo a las “Estadísticas del Agua en México 2011” de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se tienen identificadas 1,471 cuencas hidrológicas en el país, y para 2010 se tenían publicadas las disponibilidades medias anuales<sup>1</sup> de 931. Las cuencas del país se organizan en 37 regiones hidrológicas y éstas, a su vez, en 13 regiones hidrológico-administrativas (CONAGUA, 2012c).

La extensión de ríos y arroyos es de 633,000 km. Por los ríos principales fluye 87% del escurrimiento del país y las cuencas por donde pasan abarcan 65% de la superficie continental. Dos tercios del escurrimiento pertenecen a siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Balsas, Pánuco, Santiago y Tonalá, y sus cuencas representan 22% de la superficie total.

<sup>1</sup> Valor que resulta de la diferencia entre el volumen medio anual de escurrimiento de una cuenca hacia aguas abajo y el volumen anual actual comprometido aguas abajo (NOM-011-CNA-2000).

Los siete principales lagos tienen una capacidad de almacenamiento de 10,410 hm<sup>3</sup> y se localizan en las regiones Centro, Sur y Sureste del país. Las cuencas donde se ubican esos lagos totalizan 1,692 km<sup>2</sup>. El lago de Chapala, en el estado de Jalisco, es el más grande de los lagos interiores de México; su profundidad oscila entre 4 y 6 m, tiene capacidad para almacenar un volumen medio de 8,126 hm<sup>3</sup>, en una cuenca que mide 1,116 km<sup>2</sup> (Ver Capítulo III).

Para la gestión del agua subterránea, el país se divide en 653 acuíferos que son recargados en forma natural con 4.8% del total del agua que precipita. A diciembre de 2009, en 16 acuíferos costeros había intrusión salina, y 32 estaban bajo el fenómeno de salinización de suelos y aguas subterráneas salobres. Los acuíferos sobreexplotados eran 100, de los que se extrajo 53.6% del agua subterránea para todos los usos (Figura I.7).

A partir de las evaluaciones de calidad del agua para los tres indicadores de la misma (DBO5, DQO y SST), aplicadas por CONAGUA a los sitios de monitoreo en el año 2009, se determinó que 21 cuencas están clasificadas como fuertemente contaminadas en algún indicador, en dos de ellos o en todos.

De acuerdo a la información del Registro Público de Derechos de Agua, el volumen de agua destinado a usos consuntivos fue de 80.6 km<sup>3</sup> en 2009: 62.6% (50.5 km<sup>3</sup>) provino de fuentes superficiales (ríos, arroyos y lagos), y 37.3% (30.1 km<sup>3</sup>) de las subterráneas

■ Figura I.7. Acuíferos sobreexplotados en México, 2009



Fuente: CONAGUA, 2012c.

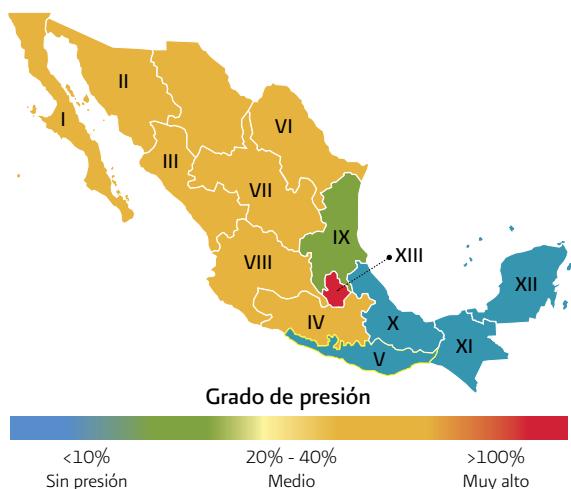
(acuíferos). En el periodo 2001-2009, los volúmenes concesionados de agua superficial y subterránea aumentaron 15 y 21%, respectivamente.

El mayor volumen de agua concesionado se destina al uso agrícola (76.7%), en específico para riego (México es uno de los países con mayor infraestructura de riego en el mundo); 14.1% se destina al abastecimiento público; 4.1% a la industria autoabastecida, y 5.1% a la generación de energía eléctrica (excluyendo hidroelectricidad).

En el mismo periodo, el porcentaje que representó el agua empleada en usos consuntivos respecto al agua renovable, -indicador del grado de presión que se ejerce sobre el recurso hídrico- fue de 17.5% en promedio nacional, considerado como moderado; sin embargo, los estados de las regiones Centro, Norte y Noroeste del país experimentan un grado de presión fuerte sobre el recurso (Figura 1.8).

La infraestructura hidráulica con la que cuenta México para proporcionar el agua requerida para los diferentes usuarios nacionales, se compone principalmente de: 4,462 presas y bordos de almacenamiento (150,000 millones de m<sup>3</sup> de capacidad de almacenamiento); 6.5 millones de ha con riego; 2.9 millones de ha con temporal tecnificado.

■ **Figura 1.8. Grado de presión sobre el recurso hídrico en México**



Nota: Los números romanos representan las regiones hidrológico-administrativas.

Fuente: CONAGUA, 2012c.

Al cierre de 2012 se contará con 661 plantas potabilizadoras con capacidad para un caudal de 95,792 litros por segundo, y 2,332 plantas de tratamiento de aguas residuales con capacidad para un caudal de 115,625 litros por segundo, alcanzando una cobertura de 55.1% (Presidencia de la República, 2012).

## I.2.2 Ecosistemas terrestres

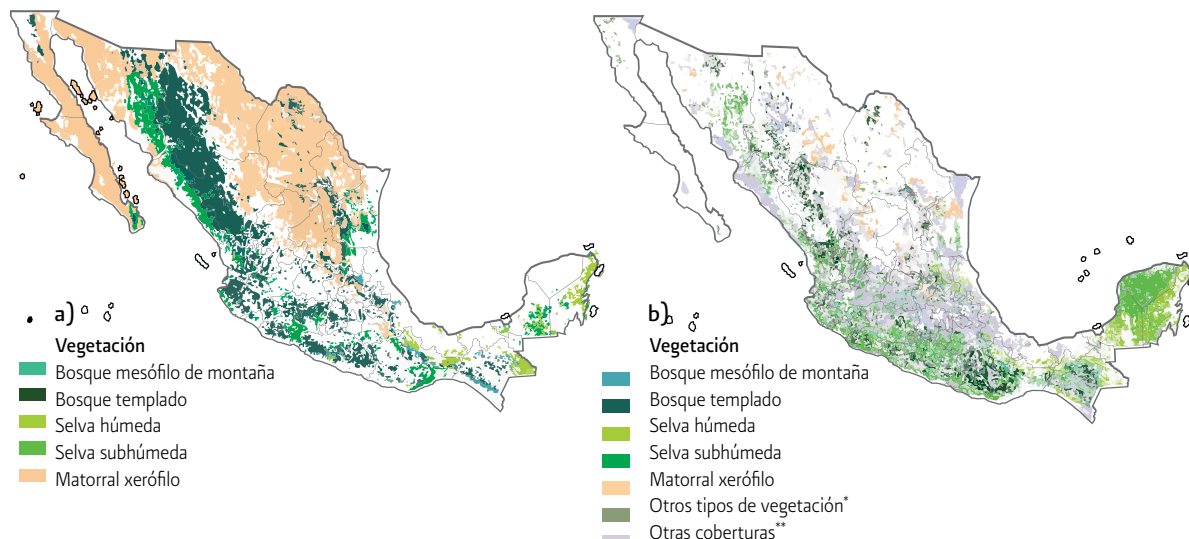
De acuerdo con el “Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2012. Compendio de Estadísticas Ambientales” (SEMARNAT, 2012c), en 2007 la vegetación natural remanente en óptimo estado de conservación era de 69.5% (equivalente a 49.5% del territorio); esta vegetación conservaba el estado primario. Esta condición corresponde a la vegetación en la que permanecen la mayoría de las especies del ecosistema original, los procesos ecológicos no han sido alterados significativamente, no presenta perturbación considerable y es, en principio, la de mayor importancia por su biodiversidad y por su provisión de servicios ambientales.

En 2007 las selvas fueron la formación vegetal más afectada por la degradación, pues tan sólo alrededor de 36% de su superficie (11.5 millones de ha) correspondía a selva primaria (Figura 1.9a y 1.9b). En el caso de los bosques, en ese mismo año 62% de su superficie (poco más de 21 millones de ha) permanecía en condición primaria; a manera de comparación, en el mundo en 2010 el 36% de los bosques<sup>2</sup> existentes eran primarios (FAO, 2010). La formación vegetal con menor superficie degradada en el país en 2007 correspondió a los matorrales xerófilos, la cual se calcula en alrededor de 8.5% de su superficie remanente (4.3 millones de ha), aunque

<sup>2</sup> Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), los bosques son las tierras que abarcan más de media hectárea de superficie con una cubierta de árboles cuya altura es superior a los 5 metros y con una cubierta de copas de al menos 10%, o con árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos in situ. La definición no incluye la tierra sometida a usos predominantemente agrícolas o urbanos. Por lo anterior, las categorías de bosques y selvas del sistema de clasificación empleadas en este capítulo quedan incluidas en la definición de los bosques de la FAO.



■ Figura I.9. Vegetación primaria (a) y secundaria (b) en México, 2007



Notas: \*Incluye vegetación halófila y gipsófila, vegetación de galería, palmar natural, vegetación de dunas costeras, chaparral, matorral submontano, sabana, matorral subtropical, palmar inducido y sabanoide. \*\*Incluye agricultura, cuerpos de agua y áreas urbanas.  
Fuente: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie IV, escala 1: 250 000. México 2011. SEMARNAT, 2012c.

podría ser mayor puesto que muchos matorrales están sujetos a la ganadería extensiva y resultan difíciles de identificar mediante las imágenes satelitales.

En el norte y parte del centro del país se encuentran las zonas áridas y semiáridas, caracterizadas por los matorrales xerófilos, pastizales y bosques espinosos. En las planicies costeras y secas del Pacífico, centro del Golfo de México y noroeste de Yucatán se encuentran los bosques tropicales secos y semisecos; en las zonas más húmedas inferiores a los 900 msnm se ubican los bosques tropicales perennifolios, y a mayores altitudes los bosques de niebla; finalmente, en las sierras habitan los bosques de coníferas y de encinos (CONABIO, 2009b).

La vegetación actual de México refleja los grandes cambios que la original ha sufrido como resultado de las actividades humanas a lo largo del tiempo.

### I.2.3 Ecosistemas costeros e insulares

De las 32 entidades federativas, 17 se localizan en la costa y representan 56% del territorio. Existen 150

municipios que tienen frente litoral y representan 26% del territorio continental. Adicionalmente, hay 111 municipios con influencia costera alta y media (CIMARES, 2011). La longitud de la línea de costa de esas entidades es de 11,122 km, y es habitada por alrededor de 15% de la población del país.

Con base en las características ambientales, tales como corrientes marinas, geomorfología, batimetría, climas y productividad, entre otras, los mares de México se clasifican en cuatro regiones: I) Pacífico Norte, II) Mar de Cortés, III) Pacífico Centro Sur y IV) Golfo de México y Mar Caribe (Figura I.10). En éstas se localizan ecosistemas, componentes y ambientes marinos y costeros de gran importancia ecológica y que tienen influencia en el desarrollo económico y bienestar social de la zona costera y marina de México. Las zonas marinas y costeras están amenazadas tanto por el efecto del cambio climático como por eventos geofísicos, contaminación, sobreexplotación, destrucción de hábitats y degradación de sus ecosistemas (CONABIO, 2012).

Dentro de la Zona Económica Exclusiva se localizan más de 3,000 islas, que incluyen islas pequeñas, islotes,



■ **Figura I.10. Regionalización de los mares de México**



Fuente: CIMARES, 2011.

cayos o rocas, identificadas únicamente por su posición geográfica; están habitadas 144, con una población que corresponde a 0.6% del total nacional.

Las tres islas más grandes del territorio insular mexicano,<sup>3</sup> son: Isla Tiburón, ubicada en la región II, tiene una superficie de 1,200.93 km<sup>2</sup> (23.4% del territorio insular total); Isla Ángel de la Guarda en la región II, con 931.43 km<sup>2</sup> (18.15%), e Isla Cozumel en la región IV, con 477.86 km<sup>2</sup> (9.3%) (INEGI, 2012a).

## Humedales

Se ha reportado que los humedales mexicanos se distribuyen principalmente en la zona costera; de acuerdo al mapa de humedales potenciales<sup>4</sup> (CONABIO, 2009; RAMSAR, 2010), existe una superficie de 128,123.91 km<sup>2</sup>, que corresponde a 6.52% del total del país (CIMARES, 2011). Los humedales incluyen, por ejemplo: lagunas costeras someras con sus pastizales marinos, marismas y oasis de la península de Baja California; cenotes, manglares y petenes de la península de Yucatán; popales, tulares, palmares y selvas inundables de la planicie costera; manglares de Marismas Nacionales y de la

<sup>3</sup> Disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/islas/default.aspx?tema=T>

<sup>4</sup> Humedales potenciales son aquellas áreas que por sus características ecológicas (vegetación, suelo, agua, pendiente, etc.) tienen la capacidad de albergar un humedal, siempre y cuando no exista intervención humana.

Encrucijada en el Pacífico; lagunas interdunarias de Veracruz; pastizales inundables de las planicies costeras del Golfo de México, además de cuerpos de agua continentales considerados humedales.

“La frecuencia y los cambios en la presencia de los fenómenos El Niño y La Niña, así como la frecuencia e intensidad de huracanes, han producido inundaciones y sequías que han afectado todo el territorio mexicano. Entre las principales causas naturales de reducción de humedales están la sequía, las tormentas, la subsidencia y la elevación del nivel del mar. En los humedales de agua dulce, la presión de la agricultura de riego y la sobreexplotación de los acuíferos han sido la causa de la desecación de un buen número de ellos, particularmente en zonas áridas y semiáridas” (CONABIO, 2009a).

Al 2009 se contaba con 130 humedales inscritos en la Convención Ramsar; en 2010 se incorporaron diez más; en 2011, otros cuatro y en 2012 también cuatro, así que actualmente se cuenta con un total de 138 humedales, que abarcan una superficie aproximada de 9.3 millones de ha (INEGI, 2012a).

## Manglares

México es uno de los cinco países con mayor extensión de manglares. Están presentes en los 17 estados costeros, y son ecosistemas altamente productivos, desde el punto de vista biológico, ecológico y económico. La extensión estimada de los manglares es de 7,700.57 km<sup>2</sup>; en las regiones Sur y Sureste del país (estados de Campeche, Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Yucatán y Quintana Roo) se encuentran 5,188.25 km<sup>2</sup> (67.4% de la superficie total); el estado con la menor extensión (0.28 km<sup>2</sup>) es Baja California, en la región Noroeste de México (CONABIO, 2012).

## Lagunas costeras

Existen diversos rasgos que conforman la línea costera, como lagunas, estuarios, esteros, marismas, bahías,

caletas, ensenadas, cenotes, aguadas, sartenejas, entre otros, haciendo un total de 133 rasgos en el país.

La zona costera de México se caracteriza por ser de los ambientes de más alta producción, que en conjunto incluye aproximadamente 400 especies de peces, 50 de moluscos y 90 de crustáceos (CONABIO, 2009b).

## Arrecifes

Además de su importancia biológica, estos sistemas son una protección natural contra el impacto de fenómenos meteorológicos extremos, y en algunas regiones son uno de los principales atractivos turísticos. Los arrecifes son altamente sensibles a los contaminantes marinos y a los de origen terrestre, como la basura; a los cambios en la turbidez del agua por la puesta en suspensión de sedimentos finos asociada a los procesos de dragado; a los efectos cambio climático, fundamentalmente a la acidificación del océano; al cambio de temperatura de la superficie marina, y al aumento acelerado del nivel del mar. En México destacan el sistema arrecifal Lobos-Tuxpan, y el Veracruzano, el banco de Campeche y parte del sistema arrecifal mesoamericano en la región del Caribe (CIMARES, 2011). Este último es un ecosistema de aproximadamente 1,000 km de longitud que comprende a cuatro países, entre ellos México. Es considerado el sistema arrecifal de barrera más grande del Mar Caribe y el segundo del mundo, después de la Gran Barrera Arrecifal australiana (CONABIO, 2012).

## I.2.4 Biodiversidad

México ocupa el cuarto lugar en número y diversidad de especies animales y vegetales, después de Brasil, Colombia e Indonesia en cuanto a diversidad de especies de vertebrados; y después de Australia, Brasil e Indonesia, con relación al número de especies endémicas de vertebrados. En conjunto, las especies conocidas en México representan 12% del total mundial en una superficie que corresponde a 1.5% del total mundial (CONABIO, 2006 y 2009b).

La distribución de las especies endémicas tiene un patrón bien definido: el menor número de especies endé-

micas se encuentra en las regiones tropicales húmedas; una proporción mayor en las regiones tropicales subhúmedas, y una muy alta en las regiones áridas y semiáridas (CONABIO, 2009b y c).

## I.3 Demografía

### I.3.1 Población

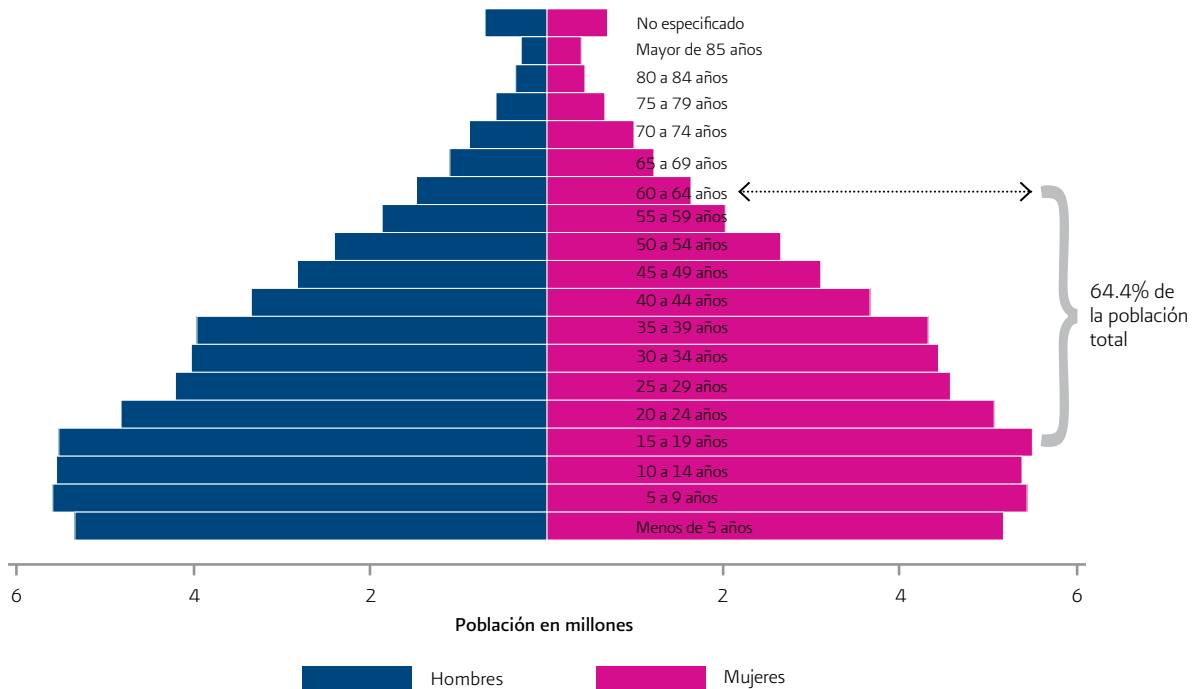
De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, realizado por el INEGI, se contabilizaron 112,336,538 habitantes en México: las mujeres representaron 51.2% y los hombres 48.8%. El país ocupó el undécimo lugar en población a nivel mundial (INEGI, 2011c).

La población en 2010 rebasó en más de 3,940,000 habitantes (3.64%) lo proyectado en 2006 (CONAPO, 2006; INEGI, 2011c). Con este desfase se espera que, en un par de décadas, la demanda de recursos por parte de la población sea mayor a la prevista.

De acuerdo a la distribución etaria de la población, el pico más alto de edad fue en el rango de 15 a 19 años (Figura I.11), y el promedio nacional de 26 años. La población de 0 a 14 años de edad fue de 32,515,796 personas, 0.2% menor que la de este mismo grupo en 2000. La población en edad productiva, de 15 a 64 años de edad, representó 64.4% (71,484,423 personas) de la población total. En este grupo se observó un crecimiento de 23.1% con respecto a 2000.

Finalmente, los adultos mayores representaron 6.25% (6,938,913 de personas) del total de la población, lo que representa un crecimiento de 46.1% respecto a 2000. Existe una tendencia al envejecimiento demográfico que ya anticipaban las proyecciones (CONAPO, 2011). A mediados de 2030, la población de adultos mayores de 60 años, que son más vulnerables a cierto tipo de condiciones climáticas, como las ondas de calor entre otras, representará 16% de la población (CONAPO, 2006).

■ Figura I.11. Distribución etaria de la población en México, 2010



Fuente: Elaboración para la SCN con datos de INEGI, 2011c.

### 1.3.2 Distribución y densidad de población

La población, a mediados de 2010, se distribuyó en el territorio nacional como sigue: 26% en el Noreste-Noroeste; 20% en Occidente; 32% en el Centro, y 22% en el Sur-Sureste.

En el periodo 2000-2010, la población urbana pasó de 68.06 a 80.42 millones de personas (18.2%); y la rural, de 29.43 a 31.92 millones de personas (8.5%) (CONAPO, 2011).

Por tamaño de ciudad, la población se distribuyó como sigue: 71.6% (80.42 millones de personas) en zonas metropolitanas, conurbaciones y localidades de más de 15,000 habitantes, y 28.4% (31.91 millones de personas) en localidades con menos de 15,000 habitantes (CONAPO, 2011).

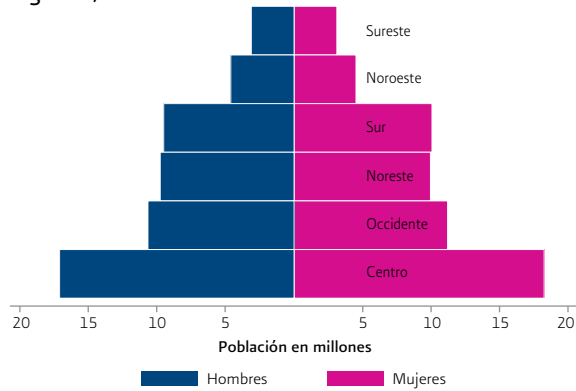
Los estados con mayor número de habitantes fueron: Estado de México, con 15,175,862 habitantes; Distrito

Federal, 8,851,080 habitantes, ambos localizados en la región Centro; Veracruz de Ignacio de la Llave, con 7,643,194 habitantes, perteneciente a la región Sur; Jalisco, con 7,350,682 habitantes y localizado en la región Occidente.

Los estados con menor número de habitantes fueron: Baja California Sur (Noroeste) y Colima (Occidente) con alrededor de 650,000 habitantes en cada uno (INEGI, 2011c). El número de habitantes por regiones y diferenciado entre hombres y mujeres, se muestra en la Figura I.12.

En 2010 la densidad promedio nacional fue de 57 hab/km<sup>2</sup>. El Distrito Federal, con una superficie de 1,484 km<sup>2</sup>, presentó la densidad de población más elevada (5,920 hab/km<sup>2</sup>); en el Estado de México fue de 679 hab/km<sup>2</sup> (Figura I.13). Los estados con menor densidad fueron: Baja California Sur, 9 hab/km<sup>2</sup>; Durango, 13 hab/km<sup>2</sup>, y Chihuahua, estado que tiene la mayor superficie (247,487 km<sup>2</sup>), 14 hab/km<sup>2</sup> (INEGI, 2011a).

■ Figura I.12 Distribución de la población mexicana por regiones, 2010



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de INEGI, 2011c.

■ Figura I.13. Densidad de Población en México, 2010



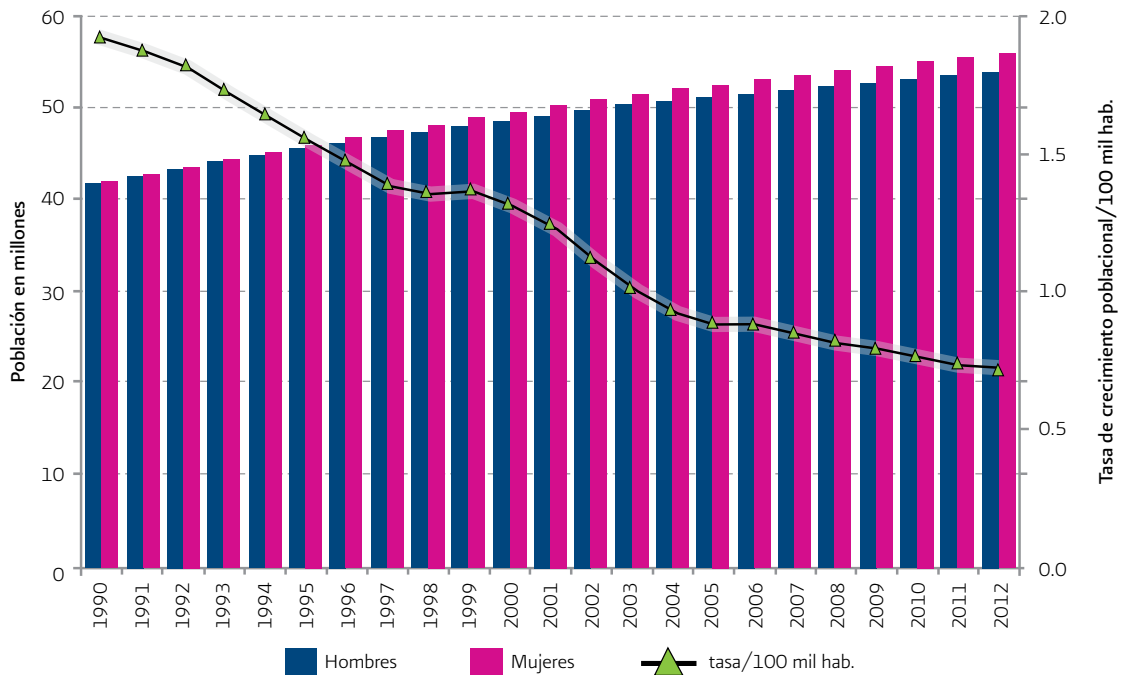
Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de INEGI, 2011a.

### I.3.3 Tasa de crecimiento poblacional

El crecimiento total de la población en el periodo 1990-2012<sup>5</sup> fue de 26.05 millones de personas: 12.10 millo-

nes de hombres y 13.94 millones de mujeres. En el periodo, la tasa de crecimiento presentó un comportamiento tendencial decreciente y continuo, de 1.92 por cada 100,000 habitantes en 1990 a 0.77 por cada 100,000 habitantes en 2010 (Figura I.14) (CONAPO, 2012).

■ Figura I.14. Población nacional y tasa de crecimiento poblacional, 1990-2012



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de CONAPO, 2006 y 2012.

<sup>5</sup> Para 2012 es cifra estimada.

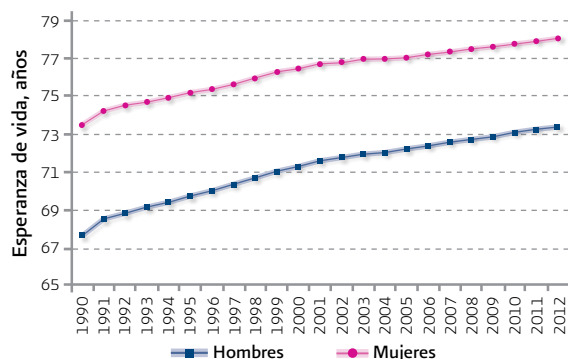
### I.3.4 Esperanza de vida

En el periodo 1995-2012, la esperanza de vida pasó de 72.4 a 75.4 años, es decir, un incremento de 3 años; por género, en 2010 los hombres vivían 73.1 años y las mujeres 77.8 años. La pérdida de dinamismo en el aumento del indicador se concentra en la mortalidad de adultos mayores, ya que en la senectud el riesgo de morir no ha disminuido, como sucedió en el caso del intervalo de edades de 0 a 64 años (CONAPO, 2006).

En el periodo 1990-2012, se observó un incremento neto de 5.7 años en los hombres y de 4.5 años en las mujeres (Figura I.15) (CONAPO, 2006 y 2012).

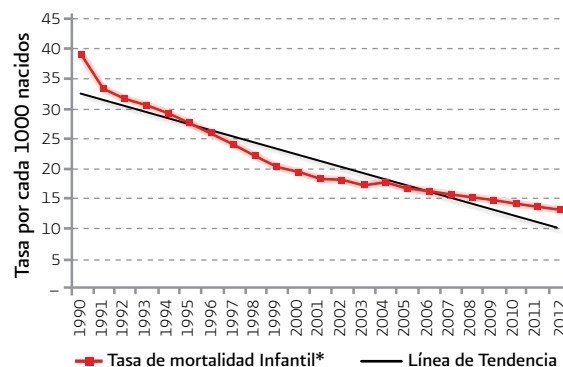
Tomando 2012 como año base, el CONAPO (2006, 2012) proyectó que al 2030, la esperanza de vida aumentará 3.3 años para los hombres y 2.9 años para las mujeres; y al 2050 los hombres vivirán 6.5 años más y las mujeres 5.9 años más. Estos incrementos previstos equivalen a una reducción promedio en la probabilidad de fallecer en todas las edades (excepto en la senectud), así como al descenso implícito en la tasa de mortalidad infantil (Figura I.16).

■ Figura I.15. Esperanza de vida de los mexicanos, 1990-2012



Fuente: Elaboración para la SCN con datos de CONAPO, 2006 y 2012.

■ Figura I.16. Tasa de mortalidad infantil, 1990-2012



\*Tasa por cada mil.

Fuente: Elaboración para la SCN con los datos de CONAPO, 2006 y 2012.

### I.3.5 Pobreza

La Ley General de Desarrollo Social establece que para medir el nivel de pobreza se deben considerar los siguientes factores: ingreso; rezago educativo; acceso a los servicios de salud; acceso a la seguridad social; calidad y espacios de la vivienda; servicios básicos en la vivienda; acceso a la alimentación, y grado de cohesión social.

En el periodo 2008-2010, la población en pobreza en el país pasó de 48.8 a 52 millones de personas, que significó un aumento de 6.6% (CONEVAL, 2011).

En 2010 el porcentaje mayor (entre 60 y 80%) de la población con pobreza respecto al total estatal se presentó en los seis estados siguientes: Puebla y Tlaxcala de la región Centro; Guerrero, Oaxaca y Chiapas de la región Sur, y Zacatecas de la región Noreste (Figura I.17).

Las regiones Noreste (Coahuila de Zaragoza, Chihuahua, Nuevo León y Tamaulipas), Noroeste (Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur) y Sur (Quintana Roo) presentaron menor índice de pobreza, al registrar un rango de 20 a 40% de su población en esta situación.

■ Figura I.17. Distribución espacial de la población en pobreza, 2010



Fuente: CONEVAL, 2010.

### 1.3.6 Índice de Desarrollo Humano

En lo que respecta a su Índice de Desarrollo Humano (IDH), de acuerdo a la metodología y los cálculos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), este fue de 0.770 en 2011. Con ello, México se ubicó en el lugar 57 entre los 187 países para los que se disponen de datos comparables, lo que lo coloca por encima de la media regional para América Latina y el Caribe, que es de 0.731 (Figura I.18).

### 1.3.7 Migración

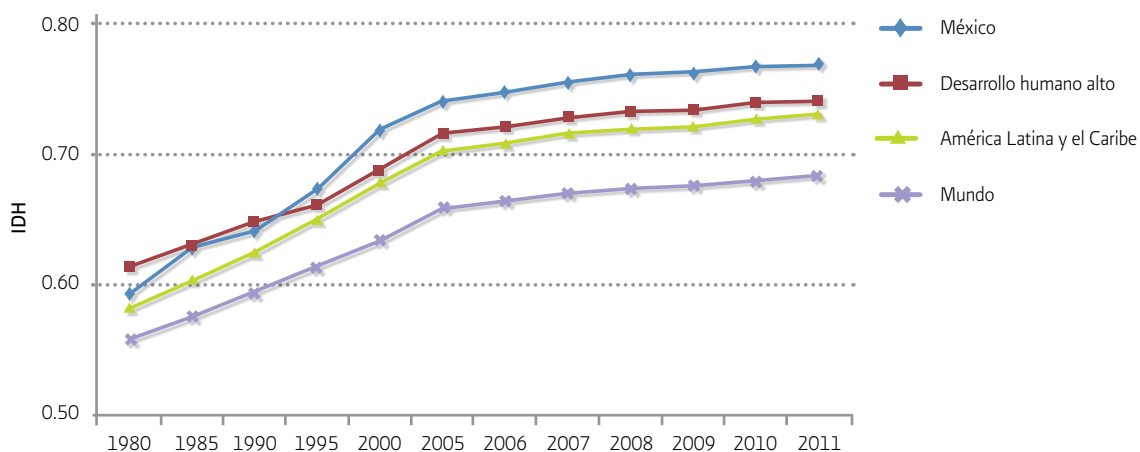
El fenómeno de la migración conlleva importantes implicaciones en los ámbitos demográfico, económico y social de las distintas entidades federativas del país. El flujo migratorio se concentra hacia Estados Unidos, por factores como la problemática económica de México, las disparidades económicas y salariales entre ambos países, la ubicación geográfica y un contexto de creciente integración económica (CONAPO, 2010).

Se estima que en el año 2000 las personas nacidas en México que vivían en Estados Unidos fueron 8.1 millones; en 2008 este grupo ascendió a 11.8 millones y en 2010 a 11.9 millones.

Las estimaciones más recientes indican una tendencia a la baja en el volumen de los flujos migratorios hacia Estados Unidos, lo cual guarda relación con la crisis económica de 2008 en ese país que afectó severamente a los sectores económicos donde tradicionalmente se han empleado los inmigrantes mexicanos, pero también debido al endurecimiento de la política migratoria estadounidense.

La participación de las mujeres en esos flujos migratorios aumentó de 12 a 26% en 2007 y 2010, respectivamente. La razón principal fue la búsqueda de empleo, situación que se acentúa con el tiempo.

■ Figura I.18. Evolución del IDH en México y el mundo, 1980-2011



Fuente: PNUD, 2012. <http://hdrstats.undp.org/es/paises/perfiles/MEX.html>

En la Figura I.19 se muestra el grado de intensidad migratoria por estado en 2010 (CONAPO, 2010).

En relación a la migración interna del país, en 2010 las cinco entidades federativas que más emigrantes tuvieron fueron Distrito Federal, Veracruz de Ignacio de la Llave, Puebla, Michoacán de Ocampo y el Estado de México; mientras que aquellos con menos emigrantes fueron Aguascalientes, Campeche, Colima, Quintana Roo y Baja California Sur.

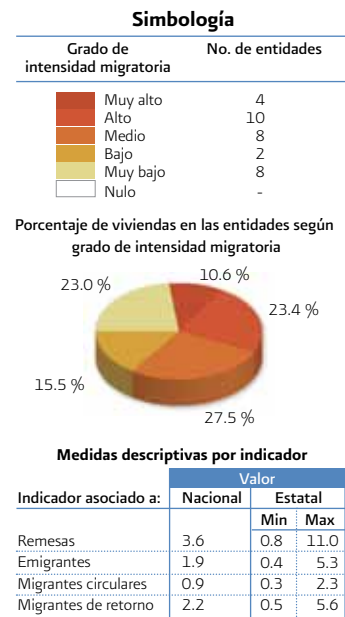
Las entidades federativas receptoras de la población emigrante fueron el Estado de México, Distrito Federal, Baja California, Nuevo León y Jalisco.

Sin embargo, las entidades con mayor saldo neto migratorio por entidad federativa según lugar de nacimiento fueron el Estado de México y Baja California; mientras que las entidades con saldo neto negativo, es decir, que tuvieron más emigrantes que inmigrantes, fueron Distrito Federal, Veracruz de Ignacio de la Llave, Oaxaca, Michoacán de Ocampo y Guerrero, como se muestra en la Figura I.20 (INEGI, 2010b) (Ver Capítulo III).

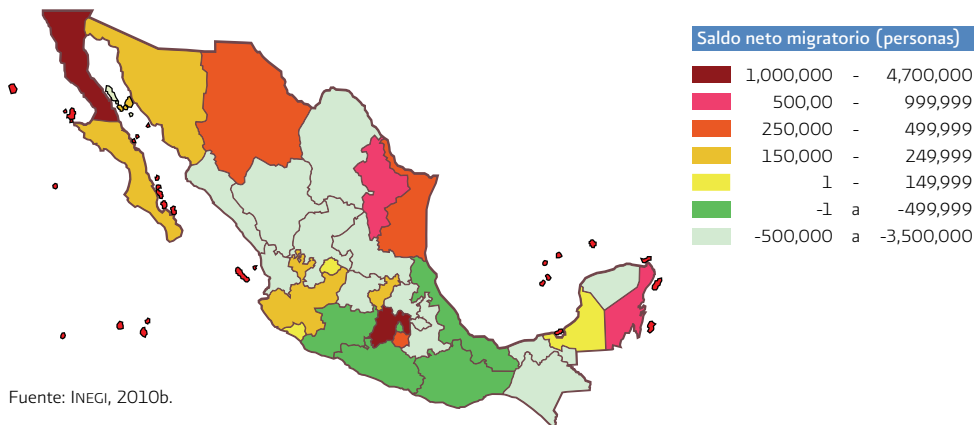
■ Figura I.19. Grado de intensidad migratoria a Estados Unidos por estado, 2010



Fuente: CONAPO, 2010.



■ Figura I.20. Saldo neto migratorio por entidad federativa según lugar de nacimiento, 2010



Fuente: INEGI, 2010b.

## I.4 Economía

### I.4.1 Evolución de la economía

En 2009 la economía de México fue afectada por diversos factores que la llevaron, como a buena parte del mundo, a una recesión: se frenaron los flujos de capitales, el brote de influenza A(H1N1) en el territorio nacional a finales de abril e inicios de mayo del mismo año afectó temporalmente la actividad en varios sectores y regiones del país, particularmente los relacionados con el turismo y el esparcimiento. La tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) cayó a un ritmo anual de 9.2% durante el primer semestre de 2009, y su descenso continuó a 6% en el segundo semestre. Las importaciones de bienes y servicios se redujeron a tasas anuales de 22.5 y 33.5% durante el primer y segundo trimestres de 2009, respectivamente (SHCP, 2010).

En el primer semestre de 2010, el PIB creció a un ritmo anual de 5.9%. Este comportamiento se debió a una mejoría significativa en la actividad industrial de Estados Unidos y los servicios relacionados con su comercio exterior, principalmente con la actividad económica, que se tradujo en una aceleración significativa de las exportaciones de México, primordialmente las de los sectores automotriz, aparatos eléctricos y electrónicos, y minerometalúrgico (SHCP, 2011). Estos factores contribuyeron a que en el segundo semestre la economía mexicana continuara su recuperación a una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 5.6%.

En 2011 el entorno externo fue menos favorable que lo esperado, como consecuencia principalmente del efecto sobre las cadenas de suministros del desastre natural y los problemas nucleares ocurridos en Japón; no obstante, a pesar de las condiciones económicas internacionales adversas, desde finales de 2010 el nivel del Producto Interno Bruto (PIB) de México es superior a los niveles registrados antes de la crisis económica y financiera de 2008-2009, por lo que la actividad económica ha pasado de una etapa de recuperación a una de expansión. De esta manera, en 2011

el PIB presentó un crecimiento anual de 3.9%, en términos reales, y en el primer semestre de 2012 creció a una tasa anual de 4.3% real (SHCP, 2012; Presidencia de la República, 2012).

### Análisis en el periodo 1990 a 2012

Durante 2008 y 2009, la economía internacional experimentó una de las crisis financieras globales más profundas desde la Gran Depresión de la década de 1930. Como resultado, la actividad económica en la mayoría de los países, incluyendo a México, experimentó una importante contracción.

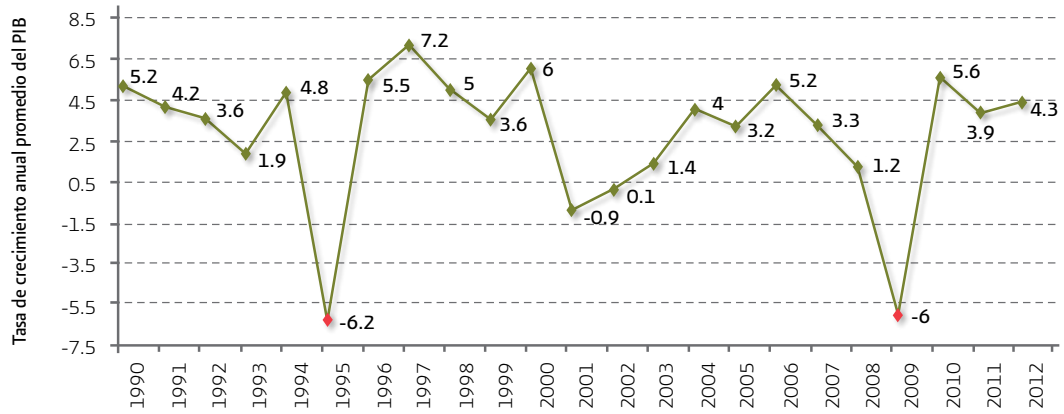
A diferencia de lo observado en décadas anteriores, en el país fueron implementadas políticas contracíclicas<sup>6</sup> para atenuar el impacto de la crisis financiera internacional sobre el bienestar de las familias y la situación de las empresas (Presidencia Mexicana del G20, 2012).

Para evaluar el efecto de las políticas contracíclicas, se realizó una comparación entre lo sucedido en las crisis de 1994-1995 y de 2008-2009. En ambos periodos la caída de la actividad económica en el país fue similar (-6.2% en 1995, -6% en 2009), aunque el entorno económico internacional era diferente, dado que la producción industrial en Estados Unidos aumentó en 4.8% en 1995, mientras que se contrajo 9.3% en 2009 (Figura I.21) (SHCP, 2011).

<sup>6</sup> "Políticas contracíclicas" es un término utilizado para referirse a los instrumentos de política macroeconómica (política fiscal, monetaria y cambiaria) que puede emplear el Estado para estimular la economía en tiempos de recesión. En el ámbito nacional, desde 2008 se establecieron medidas de política fiscal contracíclicas para hacer frente a los choques externos.



■ Figura I.21. Tasa de crecimiento media anual del PIB, 1990-2012



PIB (Año base 2003).

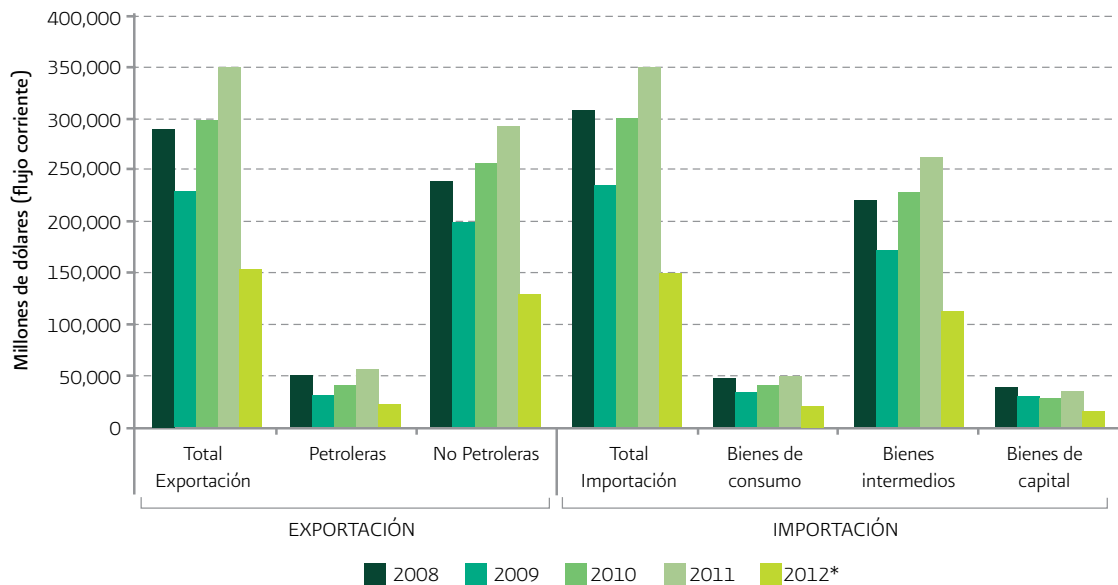
Fuente: INEGI, 2012i y Presidencia de la República, 2012.

## I.4.2 Balanza comercial

Las exportaciones (petroleras y no petroleras) e importaciones de bienes tuvieron un ritmo de crecimiento nominal hasta la mitad de 2008, pero se desaceleraron en la segunda mitad del mismo y llegaron a su nivel más bajo en el primer semestre de 2009 (Figura I.22),

como reflejo de la menor actividad económica mundial (SHCP, 2010). En 2010, la actividad industrial y los servicios relacionados con el comercio exterior se vieron impulsados por la recuperación de la producción manufacturera de Estados Unidos, y por un dinamismo más moderado en los sectores vinculados con la demanda interna (SHCP, 2011).

■ Figura I.22. Balanza comercial, 2008-2012

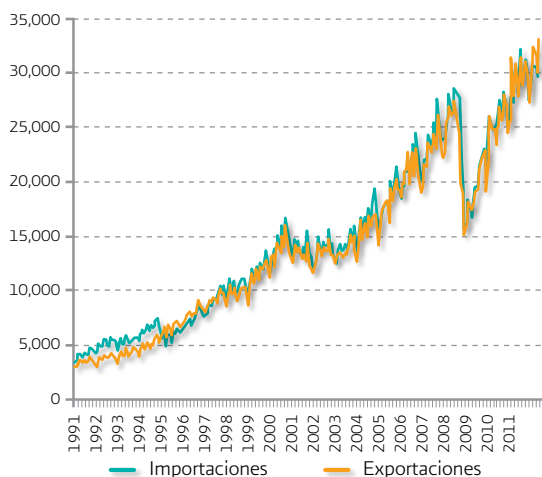


\*A junio, cifras preliminares.

Fuente: INEGI, 2012d.

■ Figura I.23. Balanza comercial, 1991-2012

a) Millones de dólares (corrientes) en exportaciones e importaciones.

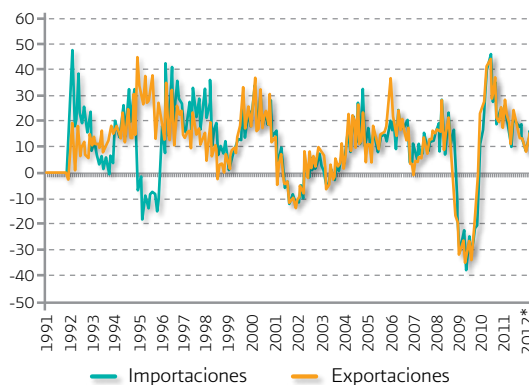


\*A junio de 2012. Cifras preliminares.  
Fuente: INEGI, 2012d.

El crecimiento anticipado para la producción industrial estadounidense y la mayor competitividad del país permiten que en 2012 se mantenga el proceso de expansión de la economía mexicana debido a la evolución favorable de la demanda externa e interna de nuestro país. Lo anterior se traduce en una expansión de la producción industrial (manufacturera; construcción; minería; electricidad, agua y suministro de gas) y de los servicios relacionados con el comercio exterior (SHCP, 2012; Presidencia de la República, 2012).

En el análisis para los años 1990 y 2012, las importaciones tuvieron una desaceleración en los periodos de crisis económica mundial de 1994-1995 y 2008-2009 (Figuras I.23a y I.23b). Las exportaciones descendieron desde la segunda mitad de 2008 hasta la segunda mitad de 2009 (Figura I.23a). En 2010, los sectores agropecuarios, industrial y de servicios registraron un avance anual incremental, lo cual se ve reflejado en la balanza comercial de exportaciones e importaciones (Figura I.23b). La variación porcentual estimada para 2011-2012 es menor respecto a 2010, aun cuando el total de las exportaciones e importaciones en millones de dólares va en aumento paulatino.

b) Variación porcentual de las importaciones y exportaciones.



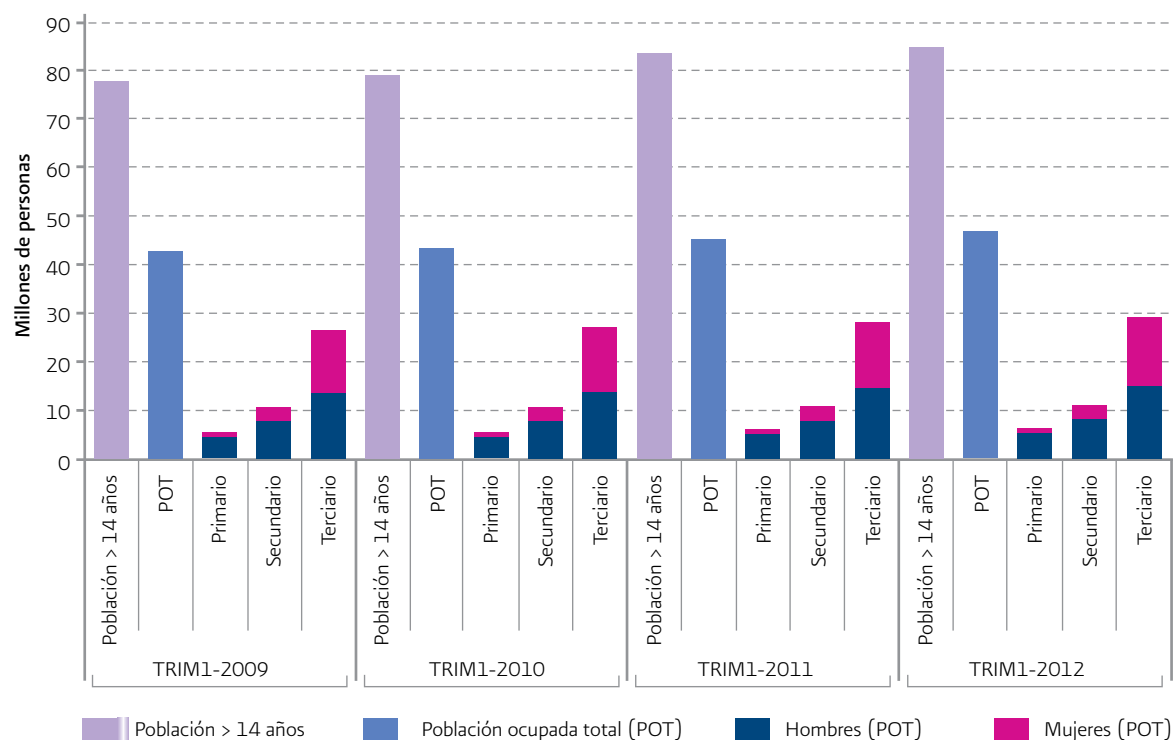
### I.4.3 Empleo

La Población Económicamente Activa (PEA) aumentó de 45.2 millones de personas al primer trimestre de 2009 a 49.6 millones al primer trimestre de 2012, un incremento total de 8.87%. En 2012, la PEA representó 58% de la población mayor de 14 años, y la Población No Económicamente Activa (PNEA) 42%.

De acuerdo al INEGI (2012f), la PEA ocupada en los diferentes sectores productivos<sup>7</sup> fue de 95%, y 5% no tenía una ocupación. En cuanto a la Población Ocupada Total (POT), los hombres tienen mayor presencia en los sectores primario y secundario; y las mujeres en el sector terciario. El número de la POT en el sector primario fue menor que en el terciario, es decir que las personas se ocupan más en el comercio y los servicios y

<sup>7</sup> Sectores.- Primario: agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca. Secundario: industria extractiva y de la electricidad, industria manufacturera y construcción. Terciario: comercio, restaurantes y servicios de alojamiento, transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento, servicios profesionales, financieros y corporativos, servicios sociales, servicios diversos, gobierno y organismos internacionales.

■ Figura I.24. Distribución de la Población Ocupada Total, por género en los diferentes sectores productivos, primer trimestre del periodo 2009-2012



Fuente: Elaboración para la 5CN, con datos de INEGI, 2012e.

menos en el sector agropecuario, silvícola, caza y pesca (Figura I.24).

La edad promedio de la PEA para el periodo fue de 38.2 años para los hombres y 37.9 años para las mujeres; el promedio de escolaridad de la PEA fue de 9.2 años para hombres, es decir, secundaria terminada, mientras que para las mujeres el promedio fue de 9.8 años, equivalente al primer año de educación media superior. En el periodo 2009-2012, la tasa anual de desempleo<sup>8</sup> en México tuvo una tendencia a la baja. En el periodo 2010-2012, la tasa anual de desempleo en la mujeres fue menor que la de los hombres (INEGI, 2012f); y por nivel educativo las tasas más altas se concentraron en la población con los niveles educativos más altos.

<sup>8</sup> Como porcentaje de la PEA.

## I.4.4 Remesas

Las remesas son los recursos que los residentes en el exterior, principalmente de origen mexicano, envían a México. Éstas tuvieron el comportamiento que se muestra en el Cuadro I.3.

■ Cuadro I.3. Comportamiento de las remesas familiares, 2009-2011

	2009	2010	2011
Ingresos por remesas (miles de millones de dólares)	21.24	21.27	22.70
Variación anual (%) respecto al año anterior	-15	0.14	6.72
Valor promedio por remesa (dólares)	317.00	315.00	326.00
Variación anual (%) respecto al año anterior	-8.36	-0.63	3.49

Fuente: BANXICO, 2010-2012.

En 2009, las remesas mostraron una tendencia negativa, lo cual fue congruente con la contracción que registró el empleo en el sector de construcción de vivienda de Estados Unidos<sup>9</sup> (BANXICO, 2010). La recuperación de la crisis económica inició a partir del segundo trimestre de 2010, por lo que el Banco de México prevé que los ingresos por remesas continúen recuperándose de forma consistente con la evolución del empleo de los trabajadores mexicanos en Estados Unidos (BANXICO, 2011 y 2012).

### Análisis en el periodo 1990-2012

El ingreso de recursos al país por concepto de remesas mostró una desaceleración continua a partir del primer trimestre de 2004 y hasta finales de 2009 (Figura I.25). Cabe señalar que la desaceleración del ingreso por remesas abarcó a las 32 entidades federativas del país y, de hecho, en más de un tercio de ellas la correspondiente tasa anual fue negativa (BANXICO, 2005 a 2011).

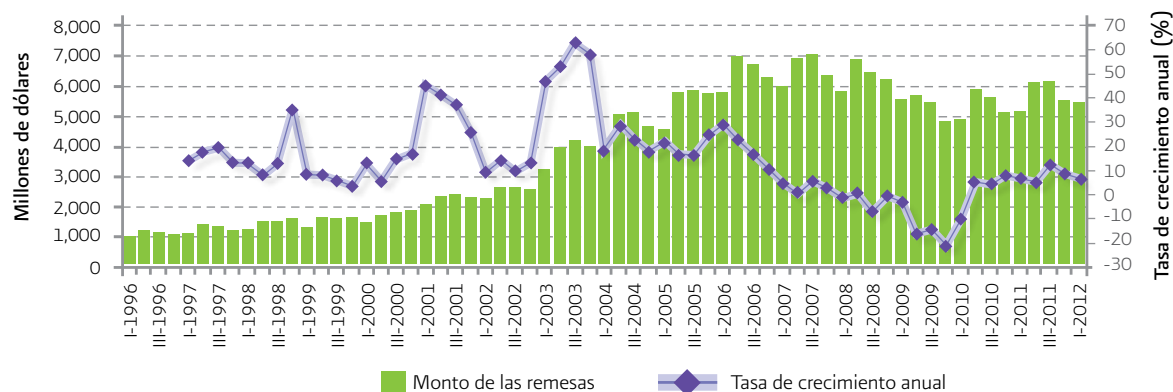
## I.4.5 Energía

En 2009 México se situó en el décimo lugar entre los países con mayor producción de energía primaria; su producción fue 1.8% de la energía total producida en el mundo. El consumo de energía *per cápita* en 2010 fue de 75.2 GJ,<sup>10</sup> lo que es equivalente a 9.86 barriles de petróleo por habitante (SENER, 2010a).

### Producción de energía primaria

La producción de energía primaria totalizó 9,852.9 PJ en 2009. Los hidrocarburos continúan siendo la principal fuente de energía primaria. La producción de hidrocarburos (petróleo crudo, gas natural y condensados) representó 90.5%; la energía producida a partir de fuentes renovables,<sup>11</sup> 6.2%; el carbón mineral, 2.2% y la energía nuclear, 1.1% (SENER, 2009). Se exportaron 2,868.7 PJ de energía primaria equivalente a 35% de

■ Figura I.25. Evolución de las remesas y las tasas de crecimiento anual, 1996-2012



Dólares constantes.

Fuente: Elaboración para la 5CN, con datos BANXICO, 2012.

<sup>9</sup> Del total de emigrantes mexicanos trabajando en Estados Unidos, 17.6% laboró en el sector construcción en 2009.

<sup>10</sup> Corresponde a 0.0752 PJ.

<sup>11</sup> Geoenergía, energía eólica, hidroenergía, biomasa (leña y bagazo de caña).

la producción nacional. La oferta interna bruta de energía fue equivalente a 8,246.96 PJ; por tanto, la relación producción-oferta interna bruta de energía fue equivalente a 1.19, lo que implicó que la mayor parte de la oferta se cubrió a través de la producción nacional. En tanto, las importaciones totales representaron 20.1% de la oferta (SENER, 2009).

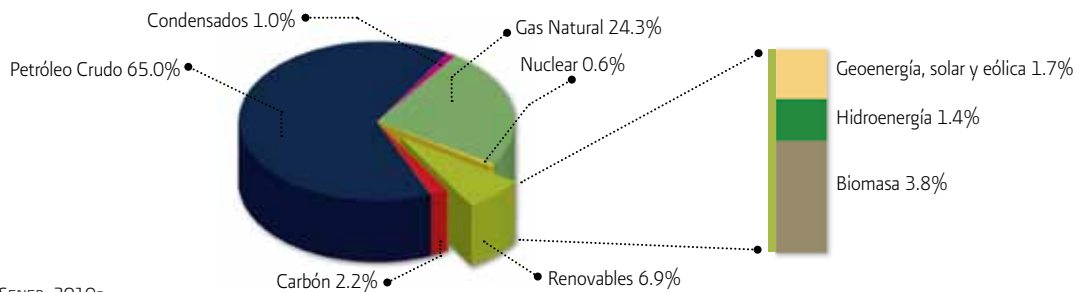
La producción de energía primaria totalizó 9,250.7 PJ en 2010, 1.8% menor al año anterior. La estructura de producción de la energía primaria por las diferentes fuentes de energía se muestra en la Figura I.26. La exportación total de energía fue de 3,620.8 PJ en 2010, lo que significó 5% mayor que la de 2009. La oferta interna bruta de energía fue equivalente a 8,151.94 PJ.

Las importaciones de energía ascendieron a 1,987.3 PJ; representaron 24.4% de la oferta interna bruta total en 2010, y 19.7% mayores que las registradas en 2009 (SENER, 2010a).

### Análisis en el periodo 1990-2012

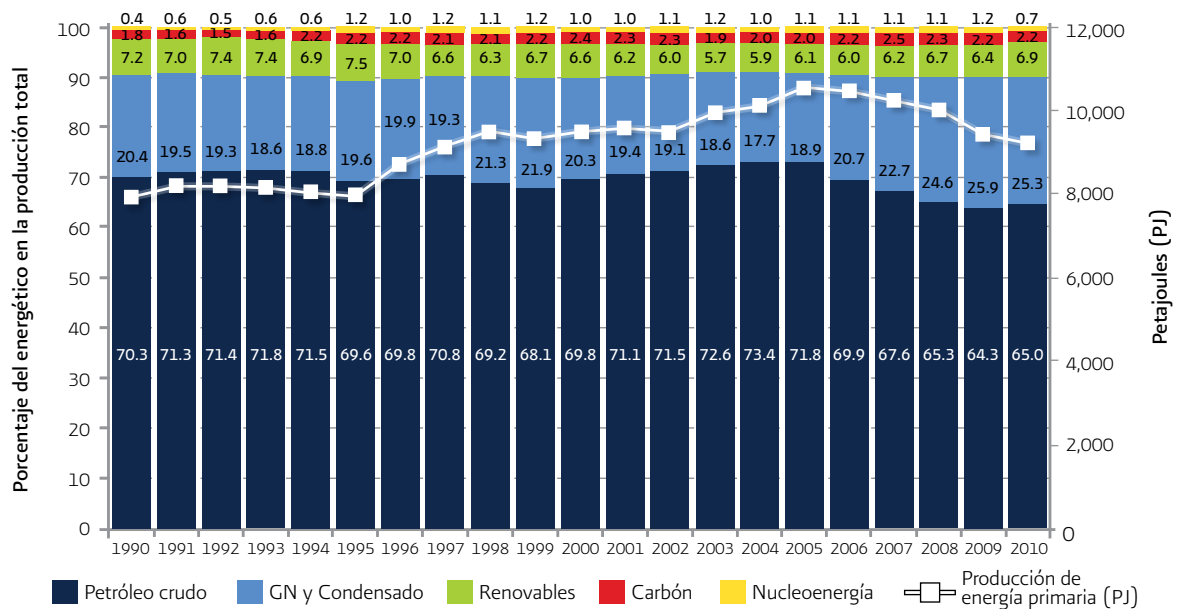
La estructura del porcentaje de aportación a la producción de la energía primaria fue muy similar a lo largo del periodo 1990-2010, manteniéndose el petróleo crudo como principal fuente de energía primaria (Figura I.27). También es notable la caída de la producción de petróleo crudo en los periodos de crisis económica, 1994-1995 y 2008-2009.

■ Figura I.26. Estructura de producción de energía primaria, 2010 (9,250.7 PJ)



Fuente: SENER, 2010a.

■ Figura I.27. Producción de energía primaria, 1990-2010



Fuente: SENER, 2012.

## Análisis regional

La energía total producida en cada una de las regiones del país, tanto de energía primaria como secundaria, se desglosa en el Cuadro I.4, en donde se aprecia que la re-

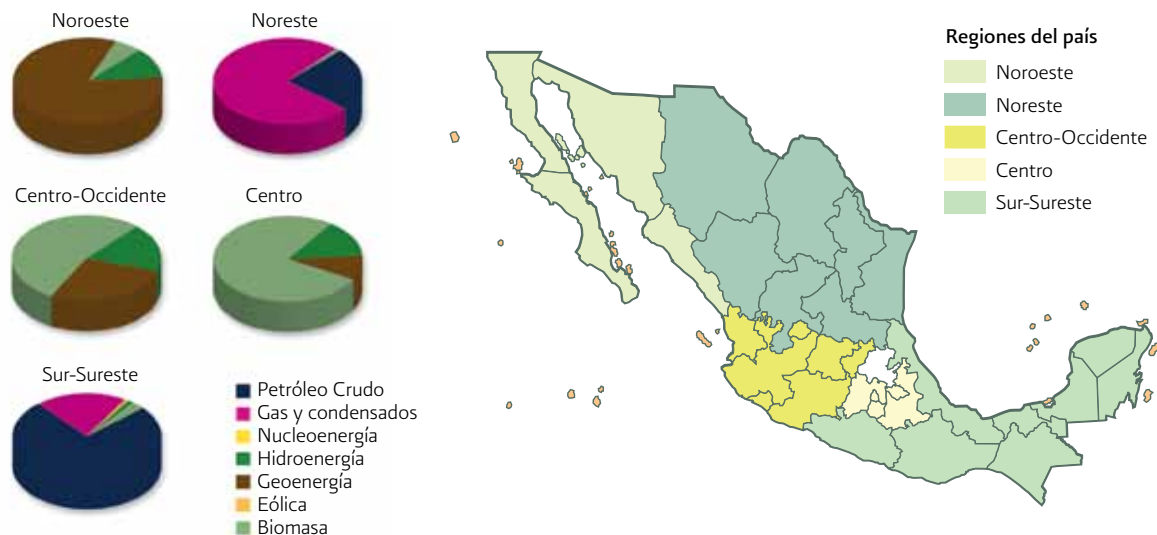
gión con mayor producción de energía es la Sur-Sureste, con 72.5% del total. En la Figura I.28 se muestra la producción de energía primaria por regiones y por tipo de tecnología (SENER, 2010a).

■ Cuadro I.4. Producción regional de energía, 2010

Producción (PJ)	Región Noroeste	Región Noreste	Región Centro-Occidente	Región Centro	Región Sur-Sureste	Total Nacional
<b>Energía Primaria</b>						
Petróleo crudo	0.00	238.85	0.00	0.00	5,769.80	6,008.65
Condensados	0.00	28.51	0.00	0.00	64.00	92.51
Gas natural	0.00	745.10	0.00	0.00	1,501.91	2,247.01
Nucleoenergía	0.00	0.00	0.00	0.00	63.95	63.95
Hydroenergía	14.30	1.43	21.77	11.80	82.96	132.26
Geoenergía	109.40	0.00	33.31	7.22	0.00	149.94
Energía eólica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.60
Biomasa						
Bagazo de caña	1.95	2.98	26.61	6.29	51.14	88.97
Leña	6.40	11.50	39.15	56.28	145.97	259.31
<b>Total Energía Primaria</b>	<b>132.04</b>	<b>1,028.38</b>	<b>120.85</b>	<b>81.59</b>	<b>7,680.32</b>	<b>9,043.18</b>
<b>Energía Secundaria</b>						
Coque de petróleo	0.00	43.72	0.00	0.00	0.00	43.72
Gas LP	0.00	38.25	2.49	16.59	276.00	333.33
Gasolinas y naftas	0.00	259.10	113.41	170.12	392.82	935.45
Querosenos	0.00	16.93	16.45	44.96	26.99	105.33
Diesel	0.00	209.02	86.41	103.03	201.85	600.31
Combustóleo	0.00	83.93	108.45	194.71	367.21	754.30
Productos no energéticos	0.00	28.21	38.71	12.57	96.45	175.94
Gas seco	0.00	361.83	14.93	14.88	993.52	1,385.16
Electricidad	109.58	275.32	118.82	77.56	292.00	873.29
<b>Total Energía Secundaria</b>	<b>109.58</b>	<b>1,316.31</b>	<b>499.67</b>	<b>634.43</b>	<b>2,646.83</b>	<b>5,206.83</b>
<b>Total de Energía</b>	<b>241.62</b>	<b>2,344.69</b>	<b>620.52</b>	<b>716.03</b>	<b>10,327.15</b>	<b>14,250.01</b>

Fuente: SENER, 2010a; SENER, 2012.

■ **Figura I.28. Producción de energía primaria por regiones del país, 2010**



Nota: La producción de energía a base de carbón, coque de carbón y energía solar, no está incorporada en el Balance Regional de Energía del Balance Nacional de Energía, 2010.

Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2010a.

### Producción de petróleo crudo y gas natural

La producción de petróleo crudo y gas natural para el periodo 2009-2012 se muestra en el Cuadro I.5, en donde se observa que para ambos casos la producción ha ido en descenso paulatino.

En la Figura I.29, se indica una relación directa entre las crisis económicas de 1994-1995 y de 2008-2009 y la producción de petróleo crudo, ya que en ambos periodos la producción de petróleo crudo sufrió también un

descenso. Aunado a lo anterior, el comportamiento sostenido de menor producción de petróleo crudo a partir de 2004, se debió principalmente a la declinación y cierre de pozos del Activo Integral Cantarell (la producción del activo Cantarell disminuyó considerablemente de 63% de la producción total en 2004 a 19% en 2010), lo que no ha sido compensado por la producción del resto de los activos integrales, en especial Ku-Maloob-Zaap y Litoral de Tabasco, aun cuando en 2011 el primero fue el mayor productor de crudo (PEMEX, 2011b).

■ **Cuadro I.5. Producción de petróleo crudo y gas natural, 2009-2012**

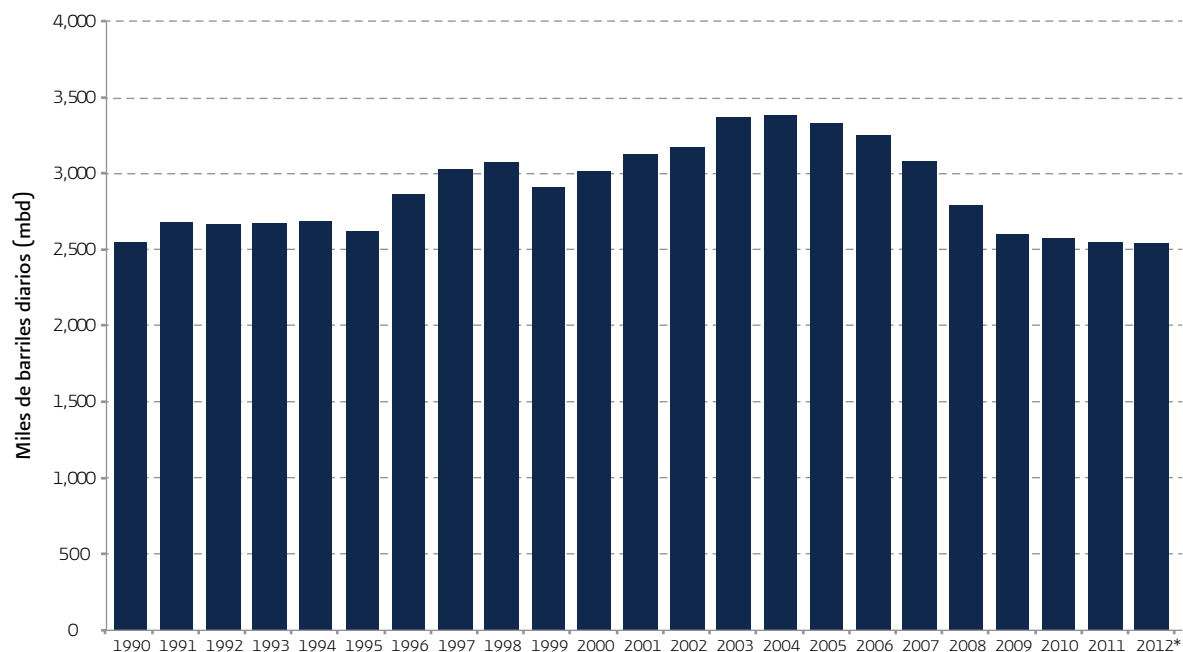
	Petróleo Crudo (mbpd)	Variación Anual (%) <sup>a/</sup>	Gas Natural (mmpcd)	Variación Anual (%) <sup>a/</sup>
2009	2,601.5	-6.8	7,030.7	1.6
2010	2,575.8	-1	7,020.0	-0.2
2011	2,550.1	-1	6,594.1	-6.1
2012*	2,539.2	--	6,399.0	--

a/ respecto al año anterior.

\*Al primer semestre.

Fuente: SENER, 2012.

■ Figura I.29. Producción de petróleo crudo (mbd), 1990-2012



\*Al primer semestre.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos SENER, 2012.

## Carbón mineral lavado

La producción de carbón mineral, en 2009, fue de 207.75 PJ, 9.4% menor a lo producido en 2008. En 2010 la producción de carbón mineral lavado fue 202.6 PJ y tuvo una contracción de 2.5% respecto del año anterior. El carbón térmico, utilizado para generación de electricidad en plantas carboeléctricas, aportó 81.6% de la producción total de carbón mineral y disminuyó 2.7% respecto a 2009. La producción de carbón siderúrgico, el cual es consumido en su mayoría en el sector industrial, totalizó 37.28 PJ, o sea, 18.4% del total, y mostró una caída de 1.6% respecto a 2009 (SENER, 2010a).

## Demanda final de energía

La demanda de energía o consumo nacional de energía está compuesta por el consumo del sector energético, por las recirculaciones, por la diferencia estadística y por el consumo final total, como se observa en el Cuadro I.6.



■ Cuadro I.6. Consumo nacional de energía (PJ)

	2009	2010	Variación porcentual (%) 2010/2009	Estructura porcentual	
				2009 %	2010 %
<b>Consumo nacional</b>	<b>8,076.77</b>	<b>8,151.94</b>	<b>0.9</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Consumo sector energético	2,690.26	2,618.47	-2.7	33.3	32.1
Consumo transformación	1,682.59	1,582.14	-6.0	20.8	19.4
Consumo propio	823.22	845.71	2.7	10.2	10.4
Pérdidas por distribución	184.45	190.62	3.3	2.3	2.3
Recirculaciones	574.98	561.19	-2.4	7.1	6.9
Diferencia estadística	-4.14	32.25	-878.9	-0.1	0.4
Consumo final total	4,815.67	4,940.04	2.6	59.6	60.6
Consumo no energético	225.63	262.24	16.2	2.8	3.2
Consumo energético	4,590.04	4,677.79	1.9	56.8	57.4

Fuente: SENER, 2010a.

## Análisis en el periodo 1990-2012

En cuanto a la distribución del consumo final energético por sector, de 1990 a 2010 el sector transporte ha mostrado un incremento continuo en su participación en el uso intensivo de la energía, al igual que el sector agropecuario, mientras que la participación de los sectores industrial, residencial, comercial y público ha tenido una

tendencia a la baja (Figura I.30). En lo que se refiere a la distribución del consumo dentro del sector industrial,<sup>12</sup> en el Cuadro I.7 se presentan los consumos de las ramas más intensivas en uso de energía, las variaciones en 2010 respecto al año anterior y la participación por rama dentro del sector:

<sup>12</sup> Incluye consumo de electricidad.

■ Cuadro I.7. Consumo de energía en el sector industrial (PJ)

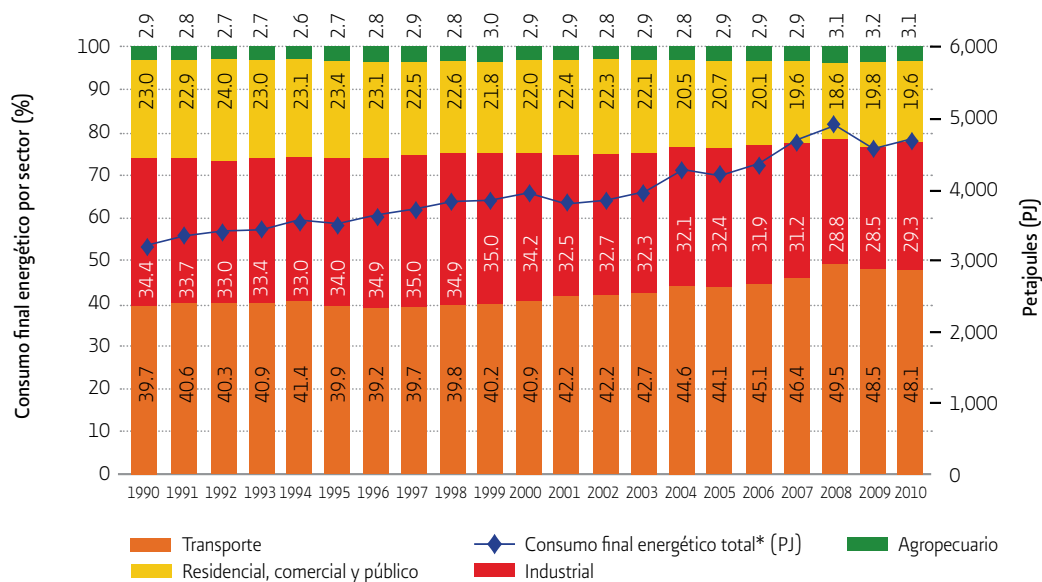
	2009	2010	Variación porcentual (%) 2010/2009	Estructura porcentual	
				2009 %	2010 %
<b>Total</b>	<b>1,306.95</b>	<b>1,368.74</b>	<b>4.73</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Otras ramas	517.54	547.20	5.73	39.60	39.98
Siderurgia	172.66	182.47	5.68	13.21	13.33
Cemento	123.35	119.90	-2.80	9.44	8.76
Azúcar	90.97	90.06	-1.01	6.96	6.58
PEMEX petroquímica	85.46	95.66	11.93	6.54	6.99
Química	81.95	86.28	5.29	6.27	6.30

	2009	2010	Variación porcentual (%) 2010/2009	Estructura porcentual	
				2009 %	2010 %
Minería	65.46	67.51	3.13	5.01	4.93
Celulosa y papel	51.87	53.47	3.08	3.97	3.91
Vidrio	50.36	56.61	12.41	3.85	4.14
Cerveza y malta	18.16	19.05	4.88	1.39	1.39
Construcción	12.00	12.29	2.44	0.92	0.90
Aguas envasadas	11.99	12.87	7.35	0.92	0.94
Automotriz	9.70	10.05	3.60	0.74	0.73
Hule	7.28	7.34	0.90	0.56	0.54
Aluminio	4.08	3.81	-6.67	0.31	0.28
Fertilizantes	3.73	3.79	1.65	0.29	0.28
Tabaco	0.394	0.386	-2.01	0.03	0.03

El consumo de energía en las ramas del sector industrial se estima en base a la "Encuesta sobre el Consumo de Energía del Sector Industrial" y el comportamiento de la producción de cada rama, reportada por INEGI. Se revisó la información sobre consumo de coque de carbón en la industria siderúrgica, por lo que los valores mostrados en este reporte no corresponden a los de Balance Nacional de Energía de años anteriores.

Fuente: SENER, 2010a.

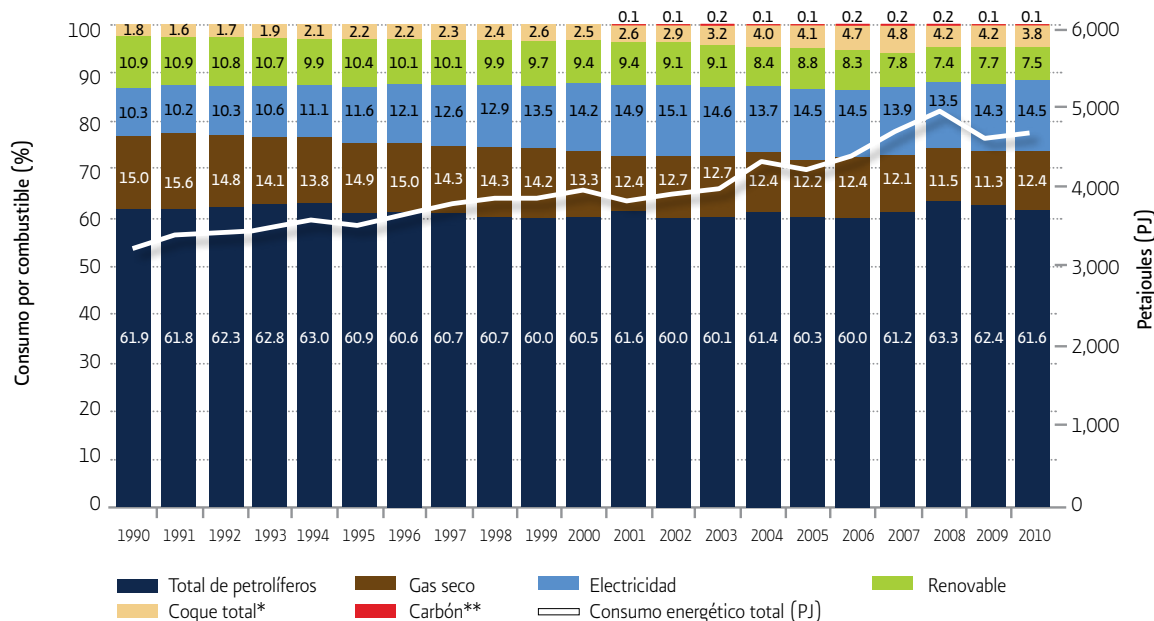
■ Figura I.30. Consumo final de energía por sector (PJ), 1990-2010



\* No incluye consumo no energético.

Fuente: SENER, 2012.

■ Figura I.31. Consumo energético total por combustible, 1990-2010



\* Coque total: suma de coque de carbón y coque de petróleo. \*\* El carbón se reporta desde 2001.

Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2012.

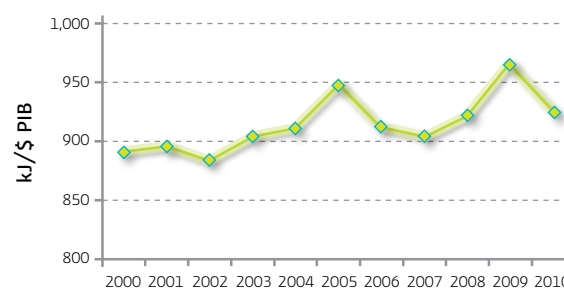
En 2010, en el consumo energético por tipo de combustible destacan los productos petrolíferos: 61.6% del consumo de energía proviene de estos energéticos (Figura I.31).

### Indicadores económicos y energéticos

En 2009 la intensidad energética<sup>13</sup> fue de 965.1 kJ por peso de PIB producido, 4.8% mayor que la registrada en 2008. En 2010, dicho indicador fue de 924.3 kJ por peso de PIB producido, 4.2% inferior al registrado en 2009 (Figura I.32). La disminución en la intensidad energética en 2010 es resultado de un incremento del PIB de 5.4%, que fue más acelerado que el del consumo nacional de 1.9% (SENER, 2010a, 2012).

<sup>13</sup> Es la cantidad de energía requerida para producir un peso de Producto Interno Bruto (PIB) a precios constantes de 2003. La intensidad energética es una relación entre el consumo nacional de energía (kJ) y el PIB (\$).

■ Figura I.32. Intensidad energética, 2000-2010 (kJ)



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2012.

Para el periodo 2000-2010, existió una fuerte relación entre el PIB y el consumo nacional de energía (coeficiente de correlación lineal<sup>14</sup> 0.96), que mostró una fuerte relación entre el uso de energía y el desarrollo económico del país (SENER, 2010a).

<sup>14</sup> El coeficiente de correlación de Pearson mide la relación lineal que existe entre dos variables y puede fluctuar entre el -1 y el 1. Un coeficiente cercano a 1 indica una fuerte relación positiva entre las variables analizadas.

## I.4.6 Hidrocarburos

### Reservas de hidrocarburos

Las reservas remanentes totales, también denominadas 3P, corresponden a la suma de las reservas probada, probable y posible, y desde 2009 se reportan al 1 de enero de cada año. En 2009 el total de las reservas de hidrocarburos fue de 43,562.6 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (mmbpce); en ese total, la reserva probada participó con 32.8%, la probable con 33.3% y la posible con 33.8%, como se muestra en la Figura I.33. Las reservas totales de aceite crudo ascendieron a 30,929.8 millones de barriles (mmb); el aceite pesado participó con 54.4% de ese volumen, el aceite ligero con 35.4% y el superligero con 10.2%. Las reservas totales de gas natural fueron de 60,374.3 miles de millones de pies cúbicos (mmmpc) (SENER, 2012; PEMEX, 2009).

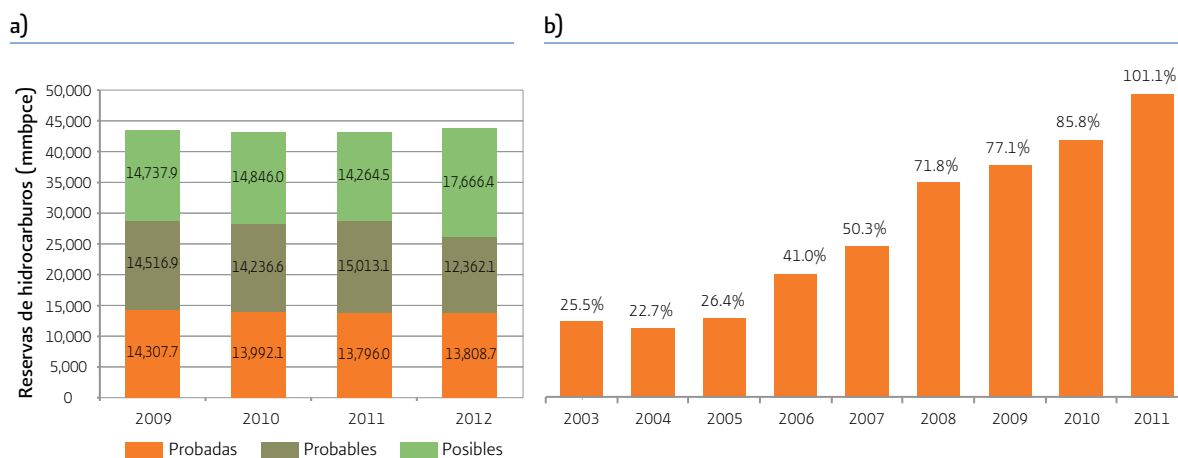
En 2010 y 2011 las reservas remanentes totales fueron muy similares, en promedio de 43,075 mmbpce,

con una participación promedio de las reservas probadas de 32.3%; probables de 34%, y posibles de 33.8% (SENER, 2012; PEMEX, 2010a y 2011a).

En 2012 las reservas totales aumentaron 1.7% respecto a 2011, y tuvieron un valor de 43,837.3 mmbpce; a ese total las reservas probadas aportaron 31.5%, las probables 28.2% y las posibles 40.3% (Figura I.33a). En lo que respecta a las reservas totales de aceite crudo y gas natural, se tienen 30,612.5 mmb y 61,640.9 mmbpce, respectivamente. Considerando la densidad del aceite crudo, el aceite pesado contribuye al total con 52.4%, el aceite ligero con 35.3% y el aceite superligero con 12.4% (SENER, 2012; PEMEX, 2012).

Respecto a la tasa de restitución de las reservas probadas de petróleo (1P), ésta alcanzó un valor de 101.1% al cierre de 2011 (Figura I.33b), con lo que se cumplió de manera anticipada la meta establecida en el Programa Sectorial de Energía 2007-2012 de alcanzar 100% para el 1 de enero de 2013 (Presidencia de la República, 2012).

■ Figura I.33. (a) Reservas (3P) de hidrocarburos en México en mmbpce, 2009-2012, (b) Tasa de restitución de reservas (1P) en (%), 2003-2011



Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SENER, 2012.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos de Presidencia de la República, 2012.

## Producción de petrolíferos

En el Cuadro I.8 se presenta el volumen total de crudo procesado en el Sistema Nacional de Refinación (SNR), que comprende seis refinерías de petróleo, así como la producción de petrolíferos (gasolinas, diesel, combustóleo, queroseno y otros), para el periodo 2009-2012 (Figura I.34).

En 2009 los ingresos por exportaciones de petróleo crudo alcanzaron un valor de 25,600 millones de dólares; en 2010 aumentaron a 35,900 millones de dólares, 40.3% más que en el año previo.

La importación de petrolíferos en 2009 y 2010 alcanzó un valor de 13,300 y 20,300 millones de dólares, respectivamente (PEMEX, 2010b).

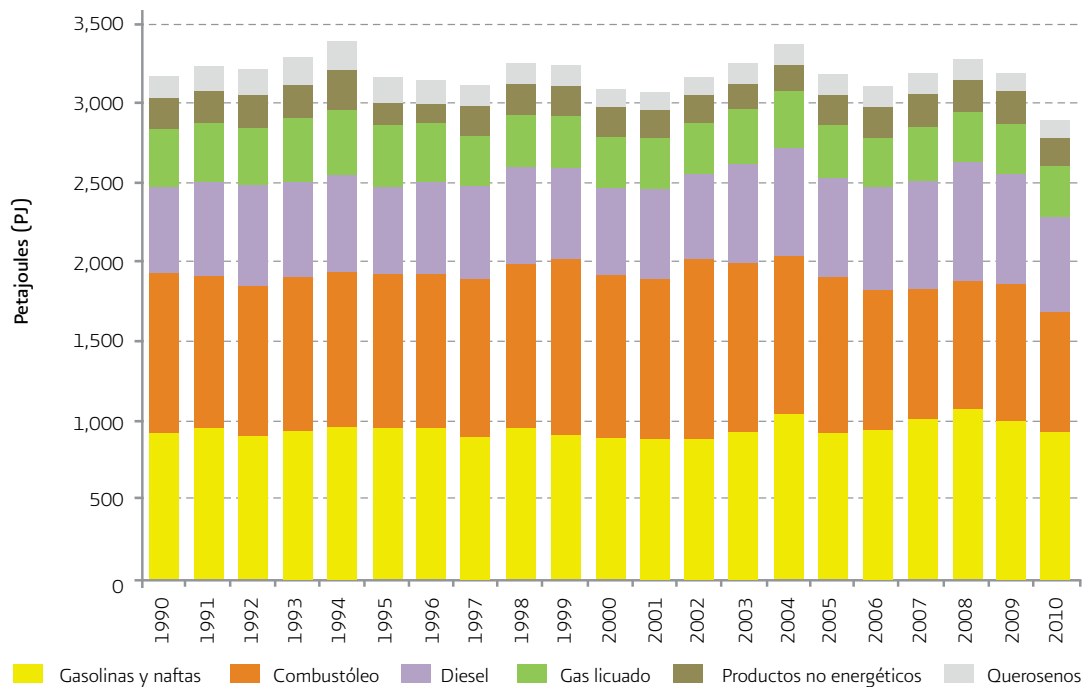
■ Cuadro I.8. Procesamiento de petróleo crudo y producción de petrolíferos, 2009-2012

	Procesamiento de petróleo crudo (mbd)	Variación Anual (%) <sup>a/</sup>	Producción de Petrolíferos (mbd)	Variación Anual (%) <sup>a/</sup>
2009	1,294.9	2.69	1,524.9	2.6
2010	1,184.1	-8.6	1,415.8	-7.16
2011	1,166.5	-1.5	1,378.7	-2.62

<sup>a/</sup> respecto al año anterior.

Fuente: SENER, 2012.

■ Figura I.34. Producción de petrolíferos, 1990-2010 (PJ)



\* Incluye: Coque de carbón, coque de petróleo, gas licuado, querosenos y productos no energéticos.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SENER, 2012.

## I.4.7 Electricidad

### Generación de energía eléctrica

En 2009 la generación total de energía eléctrica para el servicio público ascendió a 235,106 GWh, cifra 0.32% menor respecto al año previo. En 2010 la generación

se incrementó hasta 242,537 GWh, lo que significó un aumento de 3.16% respecto a 2009 (SENER, 2012). La participación de los Productores Independientes de Energía (PIE) en la generación de energía eléctrica fue de 0.7% en 2000 y de 33% en 2010 (Figura I.35).

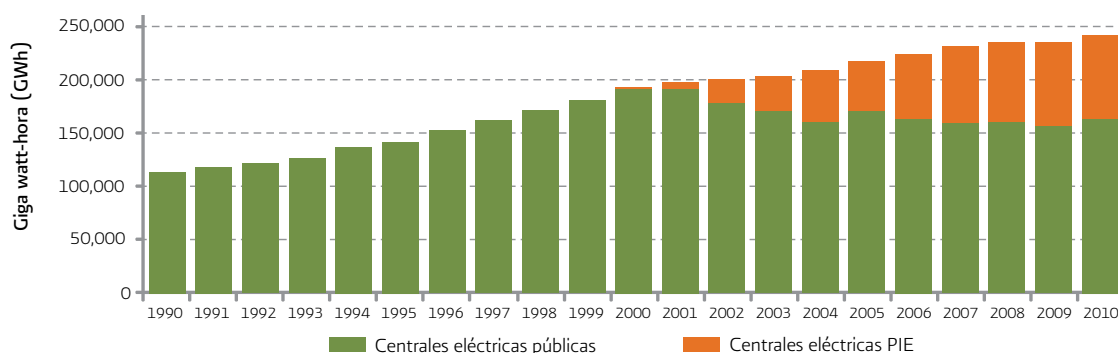
Considerando los registros disponibles en el Sistema de Información Energética de 2002 a 2012, la genera-

ción de energía eléctrica se ha basado principalmente en tres tecnologías: termoeléctricas, 66%; hidroeléctricas, 13% y carboeléctricas, 8%. En conjunto, las plantas duales, nucleoeeléctricas, geoeeléctricas y eólicas aportan 13%. En 2010 la aportación de las plantas de ciclo combinado fue de 47% (SENER, 2012).

Respecto a las centrales hidroeléctricas, que son la fuente renovable que más contribuye a la generación de energía eléctrica, en el periodo 2002-2012 aportaron en promedio 13%; en 2009 su producción bajó 32% respecto a 2008, como resultado de una disminución de 16.6% en la generación del Sistema Hidroeléctrico Grijalva y de que las demás

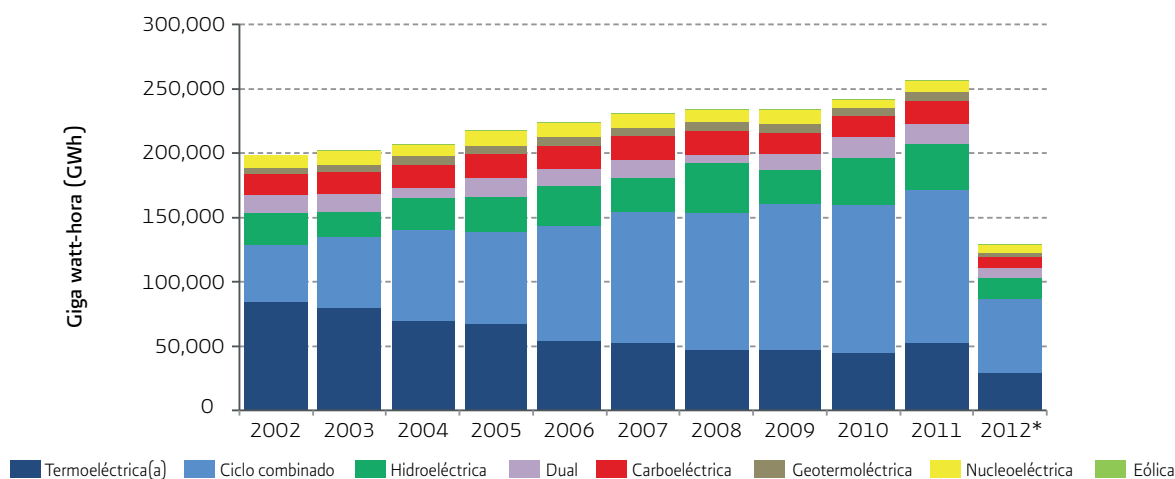
centrales hidroeléctricas se vieron afectadas por la época de sequía. Por otra parte, la capacidad instalada a partir de centrales eólicas se ha incrementado significativamente, al pasar de 2.2 MW en 2006 a 1,012.2 MW en junio de 2012. Dicha capacidad incluye los parques de PIE Oaxaca II, III y IV, con una capacidad total de 306 MW. La aportación de la energía eólica pasó de menos de 0.05% en 2006 a 0.14% en 2011, y se espera que en 2012 su aporte alcance 0.5%, lo anterior debido al desarrollo de nuevas obras de infraestructura en el periodo 2007-2012 que incrementarán la capacidad en 409 MW (Figura I.36) (SENER, 2012; Presidencia de la República, 2012).

■ Figura I.35. Generación de energía eléctrica, 1990-2010 (GWh)



PIE: Productores Independientes de Energía.  
Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2012.

■ Figura I.36. Generación de energía eléctrica por tecnología, 2002-2012 (GWh)



\* Al primer semestre.  
(a) Termoeléctricas: Centrales de combustóleo y/o gas (vapor), turbo gas y combustión interna.  
Fuente: Elaboración para la 5CN con datos disponibles a partir de 2002 de SENER, 2012.

## Consumo de energía para generación eléctrica

En 2010 el 58% del combustible utilizado para la generación de electricidad fue gas natural; 22%, combustóleo; 19%, carbón mineral, y 1%, diesel (SENER, 2012).

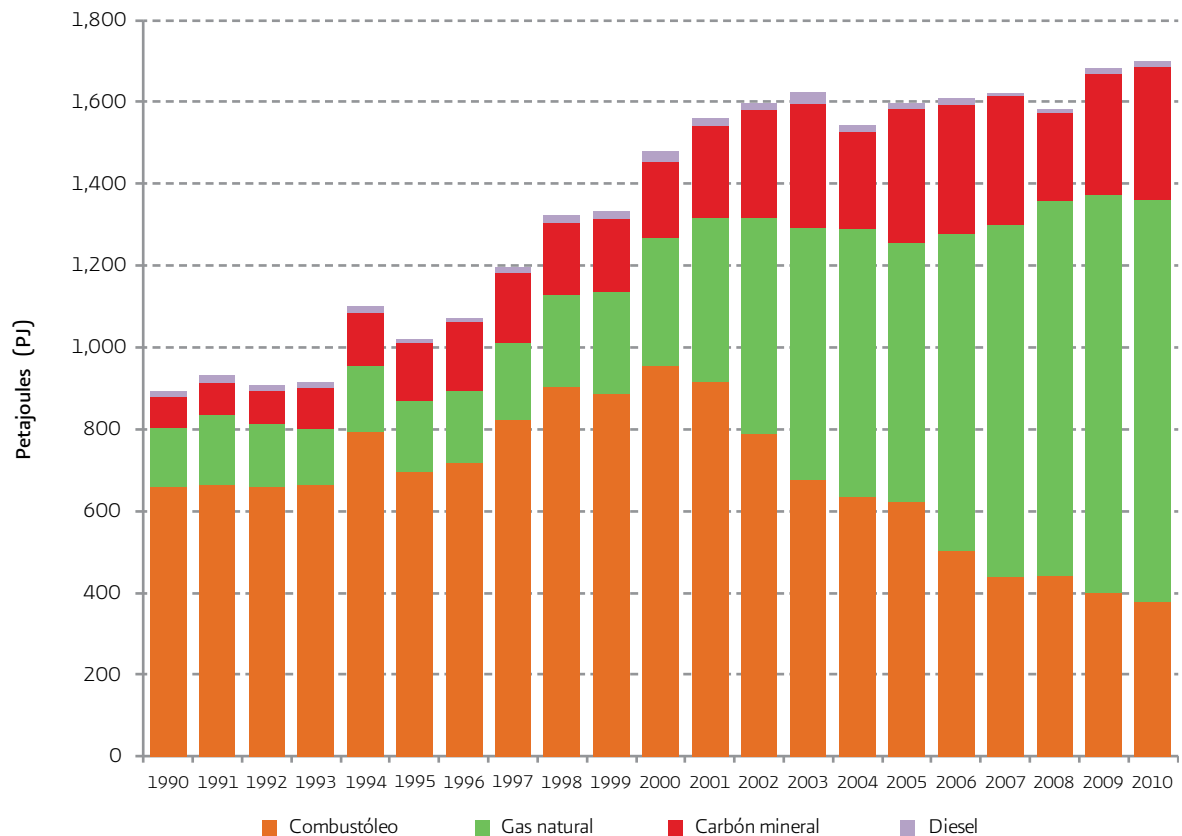
### Análisis del periodo 1990-2012

El consumo de energéticos para la generación de energía ha tenido cambios sustanciales. De 1990 al 2000, el principal combustible utilizado fue el combustóleo, con una participación promedio anual de 68.9%; por su par-

te el gas natural, carbón mineral y diesel aportaron 18, 12 y 1.1% en promedio anual, respectivamente. A partir del periodo 2000-2010, se ha revertido el comportamiento del consumo del combustóleo, ya que su uso ha disminuido en 60%, mientras que el consumo de gas natural ha aumentado en 212.5% en el mismo periodo. Además, la contribución del carbón mineral ha aumentado 76.3%, mientras que el uso de diesel ha disminuido 41.4% (Figura I.37).

Con relación al consumo final de electricidad por sectores, en el Cuadro I.9 se puede observar el crecimiento en 1990 y 2010 y la TCMA (Figura I.38) (SENER, 2012).

■ Figura I.37. Consumo de combustibles fósiles para generación eléctrica, 1990-2010 (PJ)



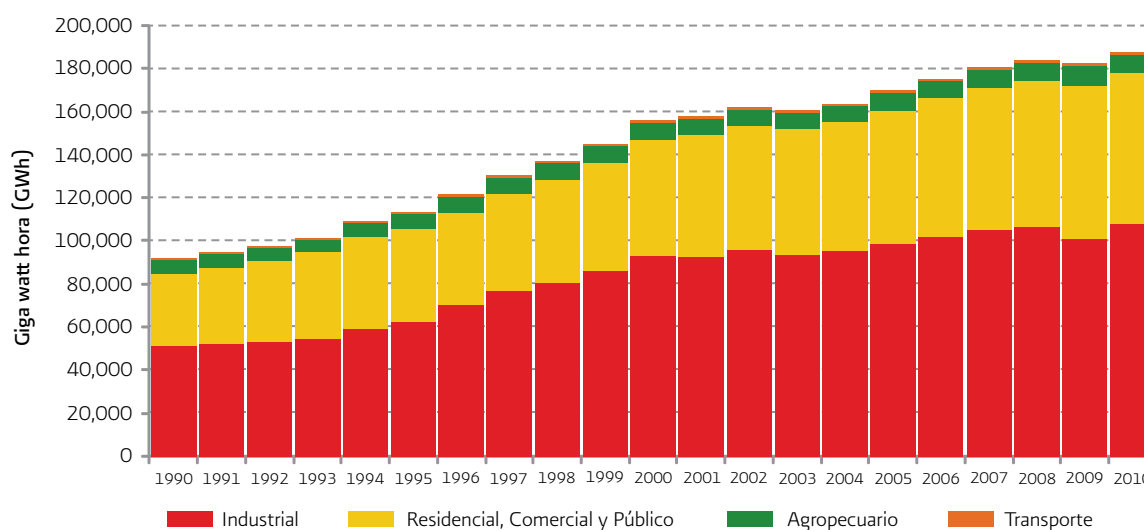
Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SENER, 2012.

■ Cuadro I.9. Consumo final de energía eléctrica, 1990 y 2010 (GWh)

	1990	2010	Crecimiento (%) 2010/1990	TCMA (%)
<b>Total</b>	<b>92,123.1</b>	<b>187,813.4</b>	<b>103.9</b>	<b>3.6</b>
Residencial	20,390.0	49,407.0	142.3	4.5
Comercial	8,285.0	13,069.0	57.7	2.3
Público	4,529.2	7,723.0	70.5	2.7
Transporte	752.2	1,190.8	58.3	2.3
Agropecuario	6,706.9	8,599.6	28.2	1.3
Industrial	51,459.7	107,824.0	109.5	3.8

Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2012.

■ Figura I.38. Consumo final de electricidad por sectores, 1990-2010 (GWh)



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SENER, 2012.

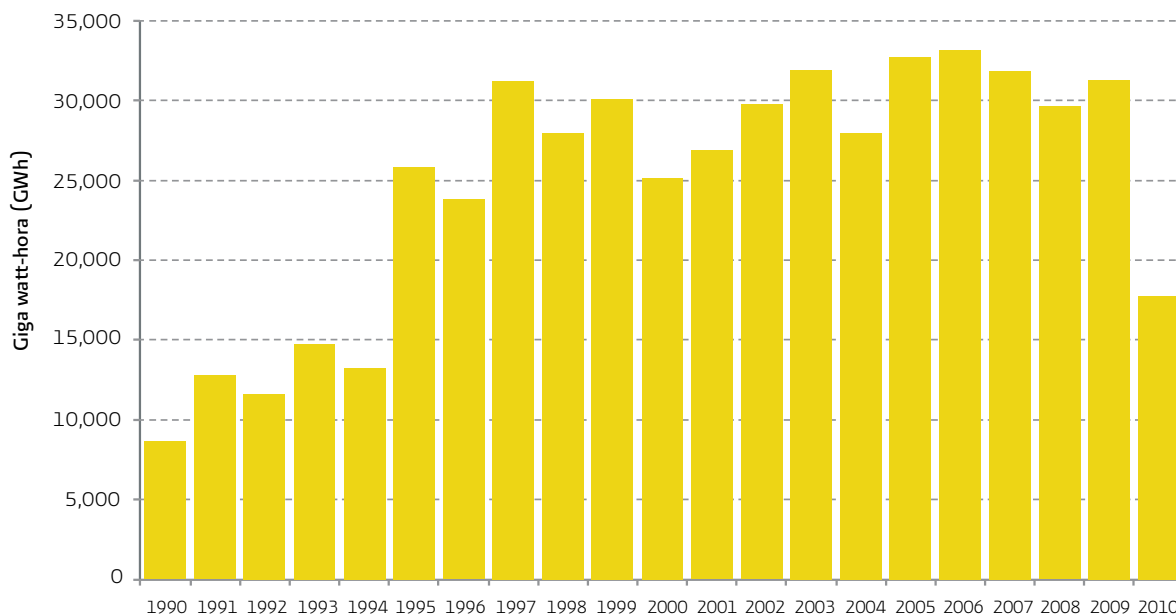
## Energía nuclear

La Central Laguna Verde (CLV) se localiza en el municipio Alto Lucero, en Veracruz, en la región Sur-Sureste de México; su capacidad de generación anual es de 1,364.9 MW, y representa 2.85% de la capacidad efectiva de generación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) (CFE, 2012).

En 2010 la generación de electricidad con energía nuclear disminuyó 43.3% al pasar de 31,318.06 GWh en 2009 a 17,761.94 GWh en 2010 (Figura I.39), debido a los trabajos de modernización y repotenciación en la CLV (SENER, 2010a).



■ Figura I.39. Producción de energía nucleoelectrica, 1990-2010 (GWh)



Fuente: Elaboración para la SCN con datos de SENER, 2012.

## Prospectivas energéticas

### Petróleo crudo y petrolíferos

La capacidad instalada de procesamiento de crudo en el SNR pasará, en el periodo 2010-2025, de 1,540 a 1,940 mbd. El proceso de reconfiguración del SNR, orientado a maximizar la producción de destilados ligeros e intermedios, permitirá procesar mayores cantidades de crudo pesado. En 2010 el crudo pesado representó 38.9% de la mezcla de alimentación al SNR, y se proyecta que del 2016 a 2025 aumente a más de 53%. Se espera que el rendimiento de gasolinas a partir de cada barril de petróleo pase de 34.5% en 2010 a 41% en el periodo 2016-2025.

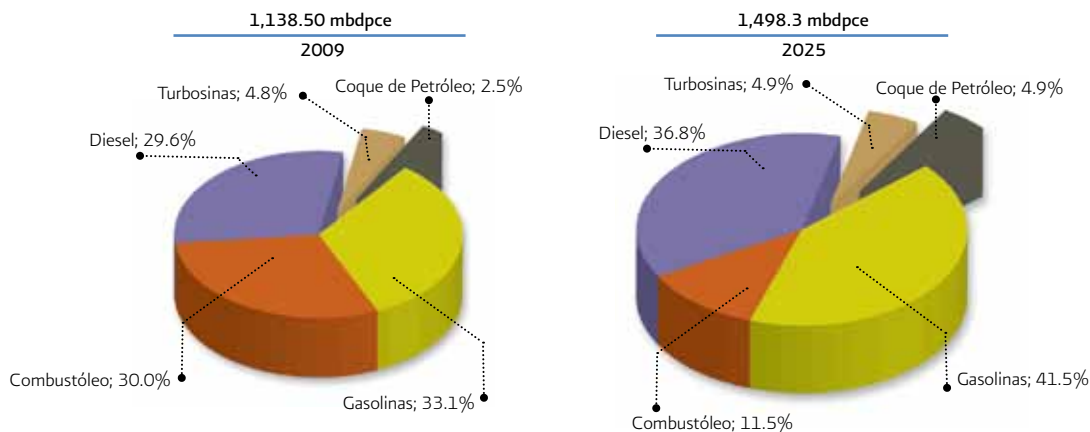
Se estima que el volumen de petróleo crudo destinado a exportación pase de 1,296 mbd en 2010 a 1,655

mbd en 2025, lo que representará un aumento total de 27.6% (SENER, 2010c).

Durante el periodo 2009-2025, se estima que la elaboración de petrolíferos crecerá a un ritmo medio anual de 1.7%, al pasar de 1,138.5 a 1,498.3 mbdpce; este incremento estaría determinado principalmente por los destilados como gasolinas y diesel. Al término del periodo, la producción de gasolinas tendrá un crecimiento anual de 3.2%, el diesel de 3.1% y la turbosina de 1.8%; al contrario, el combustóleo tendrá una tendencia negativa con una reducción de hasta 4% anual.

La Figura I.40, muestra la importante disminución de la aportación de combustóleo a la producción nacional de petrolíferos, pasando de 30.0% en 2009 a 11.9% en 2025, mientras que las gasolinas registrarán el mayor incremento, alcanzando una participación de 41.5% al final del periodo (SENER, 2010b).

■ Figura I.40. Participación porcentual en la producción nacional de petrolíferos, 2009 y 2025



Fuente: Modificado de SENER, 2010b.

## Electricidad

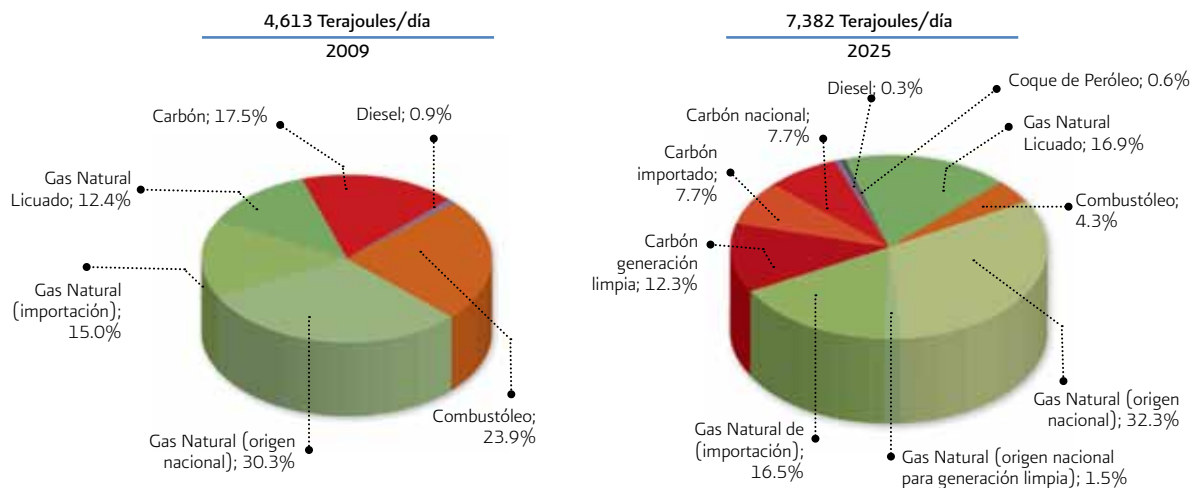
Para el periodo 2010-2025, se estima que el consumo de energía eléctrica pase de 215.9 TWh en 2010 a 404.8 TWh en 2025, con una TMCA de 4.4%.

Respecto a la generación de electricidad, el programa de expansión 2010-2025 propondrá diversas opciones tecnológicas para alcanzar al 2025 una capacidad total de 6,899 MW. Se estima que la participación del gas natural en la generación de energía eléctrica aumente de 57.7 a 67.2%, mientras que el carbón incrementaría su participación de 17.5 a 27.6%; en cambio la utilización

del combustóleo se reduciría de 23.9 a 4.3% en 2025 (Figura I.41).

Los sectores que incrementarán su consumo serán: residencial, comercial e industrial, con una TMCA en las ventas de 4.4, 3.5 y 5.1%, respectivamente. En el escenario de planeación al 2025, 71.7% del total de ahorro de 37.5 TWh se registraría en el sector residencial, derivado principalmente de importantes cambios en la norma oficial mexicana de eficiencia energética de lámparas para uso general y en la sustitución de focos incandescentes por halógenos primero, y por lámparas fluorescentes compactas después (SENER, 2010d).

■ Figura I.41. Participación por combustible fósil en la canasta para generación de energía eléctrica, 2009 y 2025 (%)



Fuente: SENER, 2010d

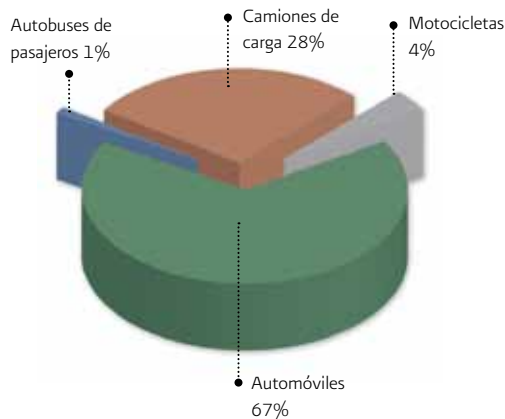
## I.4.8 Transporte

### Autotransporte

En 2009 la infraestructura de la red nacional de carreteras tuvo una extensión de 366,807 km, la cual creció en 2010 a 371,936 km, un aumento anual de 1.4%. La flota vehicular estuvo integrada por 32.34 millones de vehículos, entre automóviles (67%), camiones de carga (28%), motocicletas (4%) y camiones de pasajeros (1%) (Figura I.42).

El transporte de pasajeros por el servicio público federal de autotransporte de pasaje y turismo fue de 3,150 millones en 2009 y 3,160 millones de personas en 2010 (del total de pasajeros transportados en 2010, el principal medio de transporte fue el autobús). El aforo vehicular en las autopistas y puentes de cuota fue de 1.05 millones de vehículos promedio diario anual en 2009, cifra que aumentó 1.5% en 2010, llegando a 1.07 millones de vehículos, 74% de los cuales corresponde a los automóviles, 5.3% a los autobuses y 20.7% a los camiones (INEGI, 2011a).

■ Figura I.42. Flota vehicular por modo de transporte en México, 2010



Fuente: Elaboración para la SCN con datos de INEGI, 2011a.

### Ferroviario

En 2010 la longitud de las vías férreas fue de 26,715 km; el crecimiento en los últimos 15 años fue de 0.4%. En 2010 se transportaron por ferrocarril 40 millones de pasajeros, generando un ingreso anual de 504.9 millones de pesos. La carga transportada por este medio se duplicó entre los años 1995 y 2010. En 1995 se registraron 52.48 millones de toneladas; en 2000, 77.16 millones de toneladas, y 104.56 millones de toneladas en 2010. Los productos industriales, mineros y agrícolas fueron los más transportados por este medio (INEGI, 2011a).

### Aéreo

En 2010 la infraestructura aeroportuaria incluyó 64 aeropuertos internacionales y 12 nacionales; 1,389 aeródromos; 8,155 aeronaves, 73% de ellas particulares, 21.4% comerciales y 5.1% oficiales. En el mismo año, las empresas nacionales transportaron 30.65 millones de personas mediante 445,000 vuelos realizados. Por su parte, las empresas extranjeras transportaron 18 millones de personas en 176,000 vuelos (INEGI, 2011a).

### Marítimo

En 2010 había 116 puertos y terminales portuarias: 50 puertos y 7 terminales se localizaban en 11 estados colindantes con el océano Pacífico; 51 puertos y 8 terminales en 6 estados colindantes con el Golfo de México y el Mar Caribe. El uso principal de dicha infraestructura fue para las actividades siguientes: pesquera, 43%; comercial, 38%; turística, 20%, y petrolera, 10% (INEGI, 2011a).

## I.4.9 Agricultura

México tiene una superficie de 196.4 millones de ha; 16.6% es agrícola. De la superficie que se siembra, 74.1% es de temporal y 25.9% de riego. A 2012 se incrementó la superficie de riego tecnificado a 578,429 ha

y se cuenta con 7,112 ha cultivadas en ambientes controlados (agricultura protegida). La agricultura depende, entre otros factores, de las condiciones climatológicas (Ver Capítulo III).

El valor de la producción agrícola en 2009 fue de 294,662 millones de pesos (60% proveniente de tierras de riego y 40% de temporal) y en 2010 de 331,786 millones de pesos (58% de riego y 42% de temporal). Los principales granos básicos que se cultivan son: maíz, 76%; frijol, 11.8%; trigo, 11.5%; y arroz, 0.8% (INEGI, 2011a).

El volumen de producción de los cultivos cíclicos y perennes aumentó de 51.8 millones de toneladas en 2009 a 55.8 millones de toneladas en 2010 (Figura I.43). El principal cultivo cíclico es el maíz y de los perennes, la naranja (INEGI, 2011a). La producción total de los 50 principales granos, oleaginosas y otros productos agrícolas, que representan 85% de la superficie total sembrada en el país, fue de 164.2 millones de toneladas en 2009 y de 170.1 millones de toneladas en 2010,

3.6% mayor que en 2009 (SAGARPA, 2011; Presidencia de la República, 2011).

México ocupa un lugar preponderante a nivel mundial en la producción de alimentos: primero en producción de aguacate, tomate, frambuesa, zarzamora, limón, cebolla y semilla de cártamo; segundo en pimientos, chiles y papaya; tercero en toronja, naranja, carne de pollo y habas; cuarto en maíz y sorgo; quinto en espárragos, frijol seco, garbanzo, café verde y mango; y sexto en sandía, caña de azúcar y huevo de gallina.

Los productores agropecuarios del norte del país, que es árido y semiárido principalmente, cuentan con una mayor extensión de tierra para desarrollar sus actividades, ya que el tamaño promedio de los predios rurales es ocho veces mayor que el de los del centro y sur. En estas dos últimas regiones predominan los climas templado y tropicales, respectivamente. La superficie agropecuaria correspondiente al régimen ejidal es de 45% en los estados del sur, 34% en los del centro y 29% en los del norte (SAGARPA, 2007).

■ Figura I.43. Volumen de producción por tipo de cultivo y producto seleccionado (miles de toneladas), 2009-2010



\* La escala del volumen de producción anual es logarítmica.  
Fuente: Elaborada para la 5CN con datos de INEGI, 2011a.

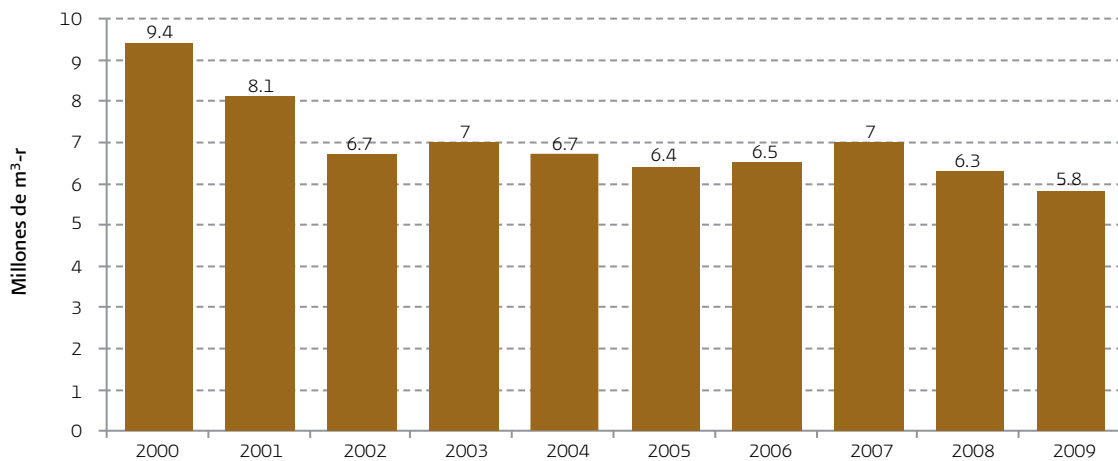
## I.4.10 Forestal

La producción forestal maderable disminuyó de 9.4 millones de metros cúbicos rollo ( $m^3-r$ ) en 2000 a 5.8  $m^3-r$  en 2009 (Figura I.44), es decir, una disminución de 38% en la década (SEMARNAT, 2011). En 2009, de la producción total maderable, los principales estados con producción forestal fueron: Durango, 30%; Chihuahua, 17.8%; Michoacán, 10.7%; Oaxaca, 7.1%, y Jalisco, 5.6%. En conjunto contribuyeron con 71.1% de la producción total, equivalente a 4.1 millones de  $m^3-r$ . Por otro lado, 69.7% de la producción se destinó a madera para aserrío (4.0 millones de  $m^3-r$ ); 10.8% a productos celulósicos (628,000  $m^3-r$ ), y 19.5% (1.1 millones de  $m^3-r$ ) a chapa, triplay, postes, pilotes, morillos y combustibles.

anuales y acumuló 68.8% del volumen total de la PFNM entre esos años (alrededor de 2 millones de toneladas). Le siguen en importancia por su volumen de producción las resinas (11.8% del volumen total, cerca de 347,000 toneladas) y las fibras (1%, poco más de 29,000 toneladas) (Figura I.45) (SEMARNAT, 2012c).

Los avances de México en materia de reforestación, lo han llevado a ocupar el cuarto lugar a nivel mundial, de acuerdo con cifras proporcionadas por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se estima que en el periodo 2006-2012 se habrán reforestado 2.18 millones de ha, 76% más que lo alcanzado en el periodo 2001-2006, así como 109.1% por encima de lo alcanzado en el periodo 1993-2000. Cabe destacar que se ha logrado la conservación de un total de 3.26 millones de ha mediante el esquema de pago por servi-

■ Figura I.44. Producción forestal maderable, 2000-2009 ( $m^3-r$ )

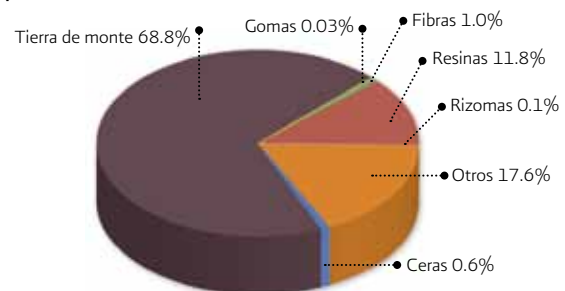


Fuente: SEMARNAT, 2011.

En 2009 el valor de la producción fue de 6,431.3 millones de pesos, y 75.2% de dicho valor se concentró en cinco estados: Chihuahua, 29.3%; Durango, 28.5%; Michoacán, 8.2%; Oaxaca, 5.1%, y Veracruz, 4.1%. Por grupo de productos, 91.2% del valor de la producción lo representan: la escuadría, 81.7%; la chapa y triplay, 5.8%, y los celulósicos, 3.7% (SEMARNAT, 2011).

En el periodo 1997-2010, la producción forestal no maderable (PFNM) fue de 209,000 toneladas por año, influenciada por la extracción de tierra de monte, la cual osciló entre menos de 30,000 y 350,000 toneladas

■ Figura I.45 Producción forestal no maderable según producto, 1997-2010



Fuente: SEMARNAT, 2012c.

cios ambientales, impulsando a las personas que viven en los bosques y las selvas a la conservación de los ecosistemas forestales (Presidencia de la República, 2012).

### 1.4.11 Ganadería

Las actividades pecuarias se realizan en 109.8 millones de ha: 28% en el trópico, 23% en la zona templada y 49% en áreas desérticas o semidesérticas, en el norte y noroeste del país, específicamente Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sonora y Zacatecas.

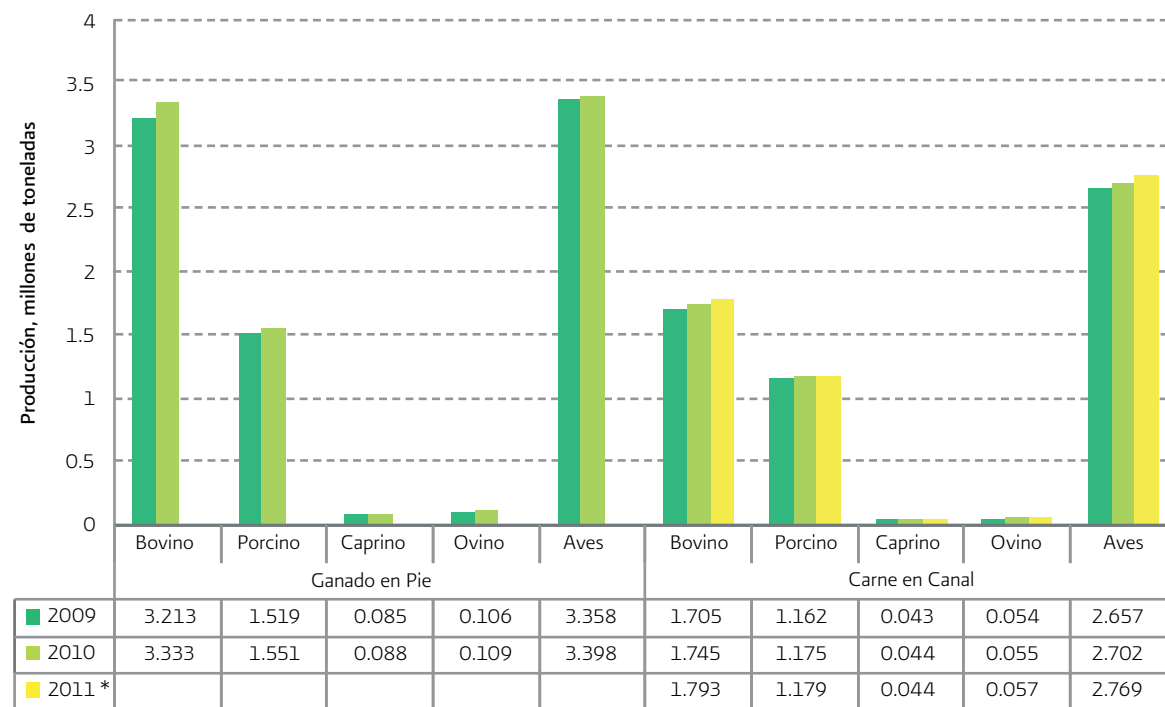
Las actividades ganaderas se desarrollan en más de 3 millones de unidades de producción con diferente grado de desarrollo tecnológico e integración a los mercados. La ganadería cuenta con alrededor de 430,000 unidades de producción dedicadas principalmente a la avicultura, porcicultura y a la producción de leche y carne de bovinos, que satisfacen entre 70 y 98.5% del mercado nacional.

Respecto a la infraestructura para desarrollar dichas actividades, se registró un aumento en los corrales en los que se engordan a más de 2.5 millones de bovinos; existen 410 plantas de alimentos balanceados con capacidad para producir 32.5 millones de toneladas de alimentos para animales; centros de inseminación artificial; laboratorios; 107 rastros Tipo Inspección Federal (TIF) distribuidos en 25 estados, donde se realiza el sacrificio anual de más de un millón de cabezas de bovino, 2.5 millones de cabezas de porcino y cerca de 400 millones de aves (SAGARPA, 2007).

En 2009 la producción de ganado en pie fue de 8.28 y de 8.48 millones de toneladas en 2010, un crecimiento anual de 2.3%.

La producción de carne en 2009 totalizó 5.6 millones de toneladas; 5.72 millones de toneladas en 2010 (1.8% más que el año anterior), y 2.83 millones de toneladas en el primer semestre de 2011 (Figura 1.46) (INEGI, 2011a; Presidencia de la República, 2011).

■ Figura 1.46. Producción de ganado en pie y de carne en canal, 2009-2011 (Mt)



\* Cifras preliminares.

Fuente: Elaboración para la 5CN, con datos de INEGI, 2011a, y Presidencia de la República, 2011

## I.4.12 Pesca y acuicultura

En 2009 las actividades de pesca y acuicultura registraron un volumen de captura de 1.77 millones de toneladas: 62.9% para consumo humano; 36.7% para consumo humano indirecto,<sup>15</sup> y 0.4% para uso industrial. En 2010 el volumen alcanzó 1.62 millones de toneladas: 76.9% para consumo humano; 22.7% para consumo humano indirecto; 0.4% para uso industrial. En 2009 y 2010 la pesca por captura aportó 86% y la acuicultura 14%. En la producción acuícola predominan el camarón, mojarra, ostión y carpa. En la pesca se captura sardina, camarón, atún, mojarra y ostión (SAGARPA, 2011; INEGI, 2011a) (Ver Capítulo III).

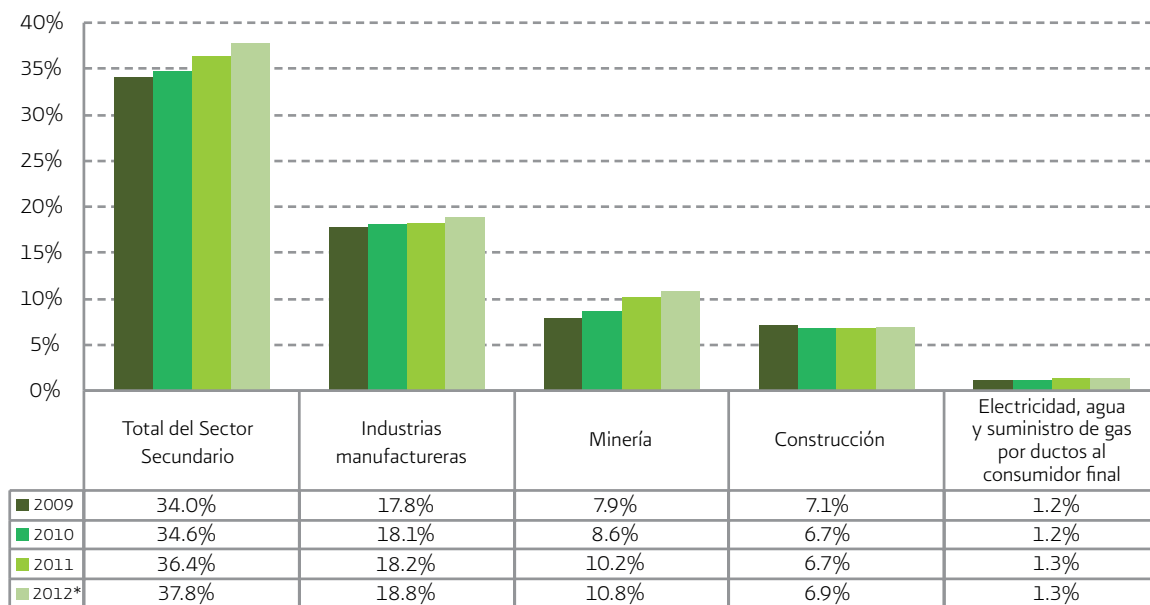
<sup>15</sup> Consumo humano indirecto: Anchoveta industrial, fauna de acompañamiento, pescado no empacable y sardina industrial.

## I.4.13 Industria

En 2009 el PIB Nominal (PIBN) del sector secundario fue de 3,889 millones de pesos. La contribución por rama fue la siguiente: minería, 898.75 millones de pesos; electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final, 139.18 millones de pesos; construcción, 815.1 millones de pesos, y manufactureras, 2,035.8 millones de pesos.

En 2010 la aportación del sector minería, presentó un incremento anual de 8.9% respecto a 2009 y fue de 1,082.8 millones de pesos; construcción alcanzó un valor menor a 6.5% respecto al año anterior; manufacturas continuó incrementando su aportación al producto de la economía dentro del sector secundario, generando 2,524 millones de pesos en 2011, y mantuvo esta tendencia hasta 2012 (Figura I.47) (INEGI, 2012g).

■ Figura I.47. Sector secundario: aportación al PIBN según actividad, 2009-2012



\* Primer trimestre.  
Fuente: INEGI, 2012d.

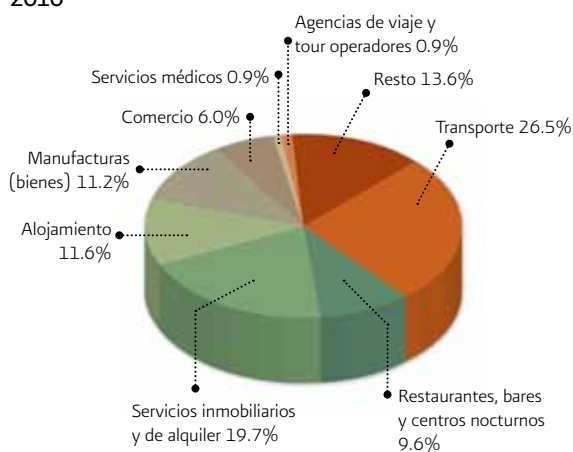
## 1.4.14 Turismo

En 2009 el turismo aportó 8.9% del PIB, a precios básicos de 2003, y reafirmó su importancia económica dentro del contexto nacional (INEGI, 2010a). En 2010 la participación económica de este sector fue de 7.8% del PIB; el transporte contribuyó con 2.1%; los servicios inmobiliarios y de alquiler, 1.5%; alojamiento y manufacturas, 0.9% cada uno; restaurantes, bares y centros nocturnos, 0.7%; comercio, 0.5%; servicios médicos, agencias de viaje y tour operadores, 0.1%, y el resto de las actividades, 1%. Dentro de la participación del Valor Añadido Bruto (VAB), las actividades que lo componen y sus porcentajes de aportación se describen en la Figura 1.48, con una participación muy importante del transporte con 26.5% y de los servicios inmobiliarios y de alquiler, 19.7% (INEGI, 2012h).

En 2010 el PIB turístico a precios de 2003 varió a una tasa anual de 2.2%, y respecto al PIB nacional 5.5%.

En 2011 México se ubicó entre los 10 destinos turísticos más importantes del mundo. El turismo fue la tercera fuente de divisas más importante del país; el PIB turístico representó 9% del PIB nacional; se generaron más de 7.5 millones de empleos, con la participación de más de 43,000 unidades económicas, de las cuales 80% fueron pequeñas y medianas empresas (SECTUR, 2011a).

■ Figura 1.48. Composición de las actividades turísticas, 2010



Fuente: INEGI, 2012h.

El turismo internacional que visitó el país ascendió a 22.3 millones de personas en 2009, 23.3 millones en 2010 (crecimiento anual de 4.5%) y en 2011 se registró una cifra récord en número de turistas nacionales e internacionales, que fue de 168.1 y 23.4 millones, respectivamente. Esta última coloca al país entre los diez principales destinos turísticos por llegada de turistas internacionales, según la Organización Mundial del Turismo. De enero a junio de 2012 el número de turistas internacionales que visitaron México fue de 11.7 millones (Presidencia de la República, 2012). La vía principal de ingreso fue la aérea: en 2009, 22.54 millones de pasajeros; 24.20 millones en 2010; 25.31 millones cifra preliminar de 2011, y 25.39 millones cifra estimada para 2012. Los turistas internacionales vinieron principalmente de América del Norte, con un crecimiento anual de 10% para Estados Unidos y 20% para Canadá. Brasil, España y Alemania presentan un crecimiento anual de 73, 33 y 16%, respectivamente.

El turismo nacional pasó de 150.3 millones de visitantes en 2009 a 161 millones en 2010, con un crecimiento de 7.12%. En 2011 se alcanzaron 168.1 millones de turistas, cifra récord en llegada de turistas nacionales. De enero a junio de 2012, los turistas nacionales fueron 82.12 millones (SECTUR, 2011a y 2011b; Presidencia de la República, 2011 y 2012).

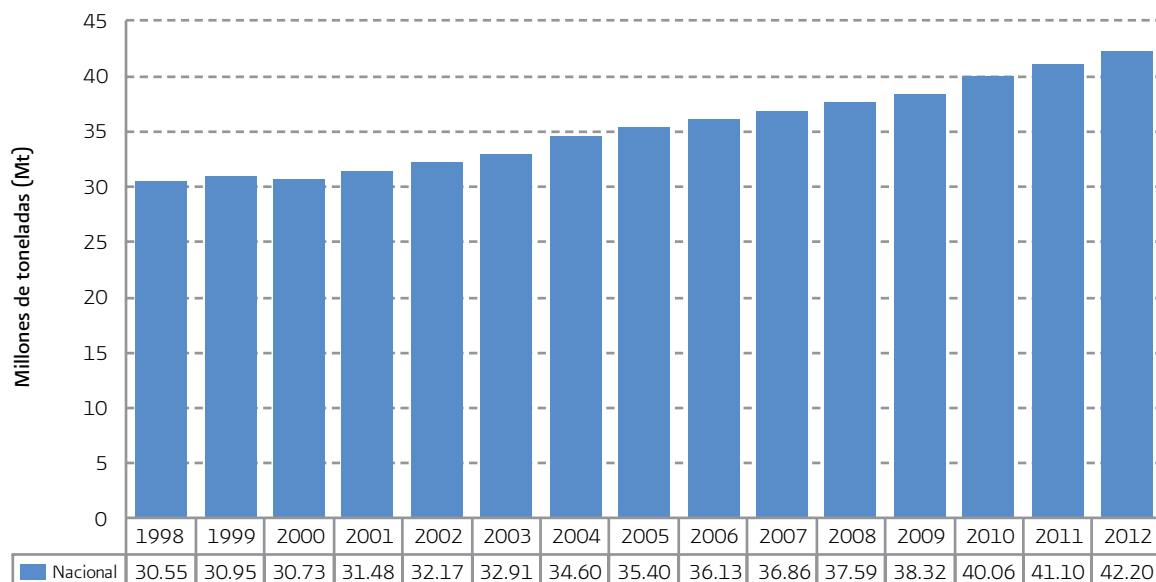
## 1.4.15 Generación de desechos

En 2009 la generación de residuos sólidos urbanos fue de 38.33 millones de toneladas (Mt) (1.9% más que el año anterior); en 2010 de 40.06 Mt (4.33% más que en 2009), y en 2011 de 41.10 Mt (2.53% más que en 2010) (Presidencia de la República, 2011). De 1998 a 2011, la generación de desechos aumentó a una TCMA de 2.25% (Figura 1.49). Se estima que para 2012 la generación alcance una cantidad de 42.20 Mt de residuos (2.6% más que en 2011) y una generación de 362.8 kilogramos por persona, tres kilogramos más que los generados en 2011 (Presidencia de la República, 2012).

En la zona centro se generó 37.5% de los desechos; en la noreste, 17.8%; noroeste, 8.6%; occidente, 18.3%;



■ **Figura I.49. Generación de residuos sólidos urbanos en México, 1998-2012**



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SEMARNAT, 2010a, y Presidencia de la República 2011 y 2012.

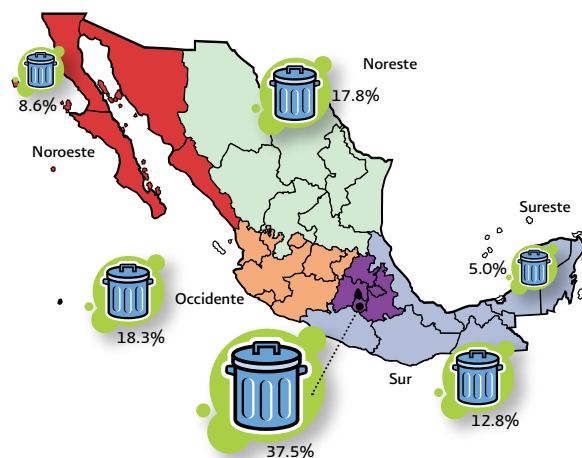
sur, 12.8%, y sureste, 5%, como se aprecia en la Figura I.50 (SEMARNAT, 2010a).

La composición de los residuos sólidos urbanos es 52.4% restos de comida, jardines y materiales orgánicos similares; 13.8% papel, cartón y productos de papel; 10% plásticos; 5.9% vidrio; 3.5% metales, y 14.4% textiles y otro tipo de basura (INEGI, 2011a).

En 2010 la disposición de los residuos fue la siguiente: 70.5% (28.2 millones de toneladas) fue depositado en sitios controlados; 25.2% (10.1 millones) en sitios no controlados, y 4.2% (1.7 millones) se recuperaron para la comercialización con fines de reciclaje. La generación *per cápita* fue de 356.6 kg por persona. La disposición inadecuada de las llantas de desecho origina un pasivo ambiental y social de especial relevancia. Para atender esta problemática, los gobiernos estatales y municipales se han coordinado con la industria cementera y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés). En el periodo 2007-2011 se retiraron más de 5.3 millones de llantas en el país, que fueron enviadas a las plantas de cemento para su co-procesamiento. Cabe mencionar

que continúa en proceso la elaboración del Plan de Manejo para Llantas Usadas y de Desecho para garantizar su eliminación con impactos mínimos sobre el medio ambiente (Presidencia de la República, 2011 y 2012).

■ **Figura I.50. Generación de residuos sólidos urbanos por regiones**



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de SEMARNAT, 2010a.

## I.5 Salud

Las personas con acceso a servicios de salud públicos pasaron de 62.8 millones en el año 2006 a 107.5 millones en 2012, lo que representa un crecimiento de 77.17% respecto a 2006 (Presidencia de la República, 2012).

Con relación a las enfermedades transmitidas por vector, como la fiebre por dengue (FD) y la fiebre hemorrágica por dengue (FHD), se registraron los siguientes casos confirmados (Cuadro I.10).

Para el periodo 2009-2012, los casos de FD se han presentado más en hombres que en mujeres, en tanto para el FHD el comportamiento es el contrario. Los grupos de edades más afectados, en el periodo 2009-2012, son en primer lugar el grupo con edades de 15 a 19 años y en segundo término el grupo de entre 10 y 14 años.

Las entidades federativas que registraron la mayor incidencia en el periodo fueron: en 2009 Colima, con una incidencia de 727 por cada 100 mil habitantes (hab); en 2010 Baja California Sur, con una incidencia de 278 por cada 100 mil hab; en 2011 la mayor incidencia se presentó en Yucatán, con 397 casos por cada 100 mil hab, y en 2012 nuevamente Yucatán, con 170 casos por cada 100 mil hab (SS, 2009a, 2010a, 2011, 2012) (Ver Capítulo III).

Respecto al paludismo por *Plasmodium falciparum*, en 2009 el único caso confirmado se presentó en el es-

tado de Sonora y en 2010 no se presentó ningún caso. Para el tipo causado por *Plasmodium vivax*, en 2009 se confirmaron 2,702 casos: el estado de Chiapas presentó más de 40.6% de los casos (1,098), el segundo estado fue Oaxaca con 33.5%, y los casos restantes (25.9%) se presentaron en otros seis estados del país. En 2010, 55.4% de los casos se presentaron en el estado de Chiapas y 13.6% en Oaxaca, el resto de los casos (31%) se presentaron en 11 estados más (SS, 2009b y 2010b).

Las enfermedades infecciosas gastrointestinales se encuentran entre los 32 padecimientos más frecuentes de los 122 Padecimientos de Notificación Semanal, reportados en 2009 y 2010. Dentro de este grupo de enfermedades, las cinco más importantes por su número de ocurrencia son las infecciones intestinales por organismos varios (no especificado); la amebiasis intestinal; la paratifoidea y otras salmonelosis; otras infecciones intestinales debidas a protozoarios; la fiebre tifoidea, y la intoxicación alimentaria bacteriana (SS, 2009b, 2010b y 2010c).

En el listado de las diez principales causas de mortalidad de menores de cinco años en México, se encuentran las defunciones provocadas por enfermedades diarreicas agudas, infecciones respiratorias agudas y desnutrición (Cuadro I.11) (Presidencia de la República, 2012).

Con relación a los recursos humanos y materiales del sector salud, la disponibilidad de médicos, enfermeras, consultorios y camas, se muestra en el Cuadro I.12.

■ Cuadro I.10. Número de casos de enfermedades transmitidas por vector, 2009-agosto 2012

	Fiebre por Dengue	Fiebre Hemorrágica por Dengue	Paludismo por <i>P. falciparum</i>	Paludismo por <i>P. vivax</i>
2009	120,649	11,392	1	2,702
2010	36,740	6,550	0	1,226
2011	10,970	4,208	0	521
Agosto 2012	10,556	5,327	0	381

Fuente: SS, 2009a; 2009b; 2010a; 2010b; 2011; 2012.

■ Cuadro I.11 Tasas<sup>a/</sup> de mortalidad en menores de cinco años de edad, 2007-2012

Año	Por enfermedades		
	Respiratorias	Diarreicas	De la nutrición
2007	29.4	14.8	7.2
2008	24.5	12.1	7.1
2009	23.6	9.6	6.3
2010	22.9	8.4	6.1
2011	22.1	6.5	5.5
2012 e/	25.2	5.1	4.9

<sup>a/</sup>Tasas por cada 100 mil niños del grupo de edad. Las cifras se elaboraron con las probabilidades de fallecer de menores de cinco años estimadas por CONAPO.

<sup>e/</sup>Cifras estimadas.

Fuente: Presidencia de la República, 2012.

■ Cuadro I.12. Recursos humanos y materiales en el Sector Salud, 1990-2011

Por cada 1,000 hab	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Médicos</b>											
Total <sup>a/</sup>	0.9	1.8	1.7	1.9	2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3
Sector público <sup>b/</sup>	0.9	1.1	1.2	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.7	1.7
<b>Enfermeras</b>											
Total <sup>a/</sup>	1.6	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.6	2.7
Sector público <sup>b/</sup>	1.6	1.8	1.9	1.9	1.9	2	2	2.1	2.1	2.3	2.3
<b>Consultorios</b>											
Total <sup>a/</sup>	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Sector público <sup>b/</sup>	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
<b>Camas</b>											
Total <sup>a/</sup>	0.8	1.2	1.1	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Sector público <sup>b/</sup>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8

a/ Incluye datos de los sectores público y privado, excepto para 1990 que se refiere solamente al sector público.

b/ Cifras revisadas y actualizadas por la dependencia responsable.

Fuente: Presidencia de la República, 2012.

## I.6 Educación

El número de alumnos en el Sistema Educativo Nacional aumentó 2.86%, al pasar de 33.9 millones en el ciclo escolar 2009-2010 a 34.8 millones en el de 2011-2012 (Cuadro I.13) (SEP, 2010; Presidencia de la República, 2012). La distribución porcentual promedio fue de 49.9% hombres y 50.1% mujeres. La matrícula ha aumentado en los últimos tres ciclos escolares, probablemente debido a que se ha incrementado el porcentaje de cobertura a nivel primaria y secundaria, y a que el por-

centaje de deserción disminuyó 11% de 2009-2010 a 2010-2011 y un 12.5% de 2010-2011 a 2011-2012.

Del gasto educativo nacional, en promedio, el sector público aportó 79%, mientras que 21% restante lo aportó el sector privado (SEP, 2010 y 2011).

Considerando el periodo 2005-2012, el presupuesto destinado a la educación se mantuvo en promedio en 6.47% del PIB. Los alumnos matriculados en cada ciclo escolar aumentaron, de 32.3 millones de alumnos en 2005 a 34.4 millones en 2011, sumando un incremento global de 2.1 millones de matriculados. Lo anterior se

explica, en parte, por la estructura de la pirámide poblacional, en la que hay un porcentaje alto de personas entre 4 a 15 años de edad.

El mayor grado de escolaridad de la población entre 25 y 64 años se presenta en las regiones Noroeste, 9.2;

Centro, 8.7; y Noreste, 8.6. Los menores grados se ubicaron en la Sur, 7.8, y en la Occidente, 7.9.

De la población analfabeta de 15 años y más, el mayor porcentaje respecto a la población total se concentró en la región Sur (17.6%) y el menor (4%) en la Noroeste.

■ Cuadro I.13. Indicadores del Sistema Educativo Nacional para los ciclos escolares

Indicadores	2009-2010 <sup>c/t/</sup>	2010-2011 <sup>d/t/</sup>	2011-2012 <sup>e/t/</sup>
Número de escuelas	251,037	253,724	255,515
Docentes	1,783,239	1,809,582	1,856,233
Matrícula (miles de alumnos)	33,976.3	34,323.7	34,821.3
Hombres/Mujeres (%)	50.1/49.9	50.1/49.9	50.3/49.7
Básica	25,596.9	25,666.5	25,782.4
Media Superior	4,054.7	4,187.5	4,333.6
Superior	2,847.4	2,981.3	3,161.2
Capacitación para el trabajo	1,477.3	1,488.5	1,544.2
Escolaridad promedio (años) <sup>a/e/</sup>	8.9	9.1	9.4
Cobertura (%)			
Primaria	98.6	100.6	102.8
Secundaria	95.3	95.9	96.8
Media Superior	64.4	66.7	69.3
Eficiencia terminal (%)			
Primaria	94.3	95.0	95.1
Secundaria	81.6	82.9	84.2
Media Superior	61.0	63.3	61.8
Deserción (%)			
Primaria	0.9	0.8	0.7
Secundaria	6.2	5.6	5.3
Media Superior	15.6	14.5	14.4
Gasto público por alumno matriculado en escuelas públicas (miles de pesos)	19.3	20.4	27.25
Gasto nacional en educación (millones de pesos)	816,975	881,829	952,414
% PIB <sup>g/</sup>	6.9	6.7	6.4
Analfabetismo (%) <sup>b/</sup>	7.7	6.7	6.4

<sup>a/</sup> Años de estudio de la población entre 25 y 64 años.

<sup>b/</sup> Índice Nacional de Analfabetismo de la población de 15 años y más (%).

<sup>c/</sup> SEP, 2010.

<sup>d/</sup> SEP, 2011.

<sup>e/</sup> Presidencia de la República, 2011.

<sup>t/</sup> Presidencia de la República, 2012.

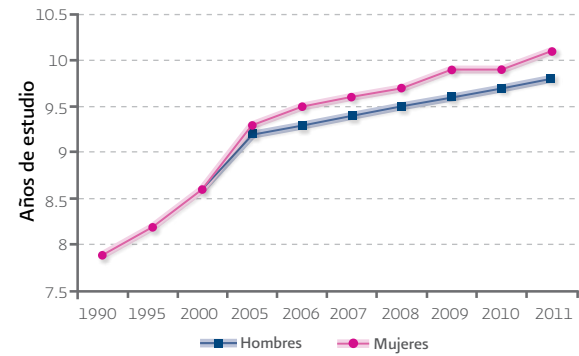
<sup>g/</sup> valores de 2003.

## I.6.1 Rezago educativo

En el Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2011; Presidencia de la República, 2011) se registró que el rezago educativo<sup>16</sup> en el país bajó 11.1% en una década. En 2010 se ubicó en 31.9 millones de personas, lo que equivalió a 40.7% de la población de 15 años y más (Figura I.51).

En el periodo 1990-2011, la escolaridad promedio de las mujeres entre 15 y 24 años fue de 10.1 años, y la de los hombres de 9.8 años. En promedio, el número de años de estudio se incrementó en 2.05 años en el periodo 1990-2011 (Figura I.52). En términos generales, la participación femenina ha aumentado en la educación post-básica, es decir, ha aumentado el porcentaje de mujeres jóvenes (entre 15 y 24 años) que ha concluido al menos un grado de estudios medio superiores y/o superiores (INEGI, 2012j).

■ Figura I.52. Años de estudio de hombres y mujeres entre 15 y 24 años, 1990-2011



Nota: De 2005 a 2009, los años de estudio de la población se calcularon con base en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.  
Fuente: Presidencia de la República, 2011.

■ Figura I.51. Población total y por género en rezago educativo, 1990-2011



Fuente: Presidencia de la República, 2011.

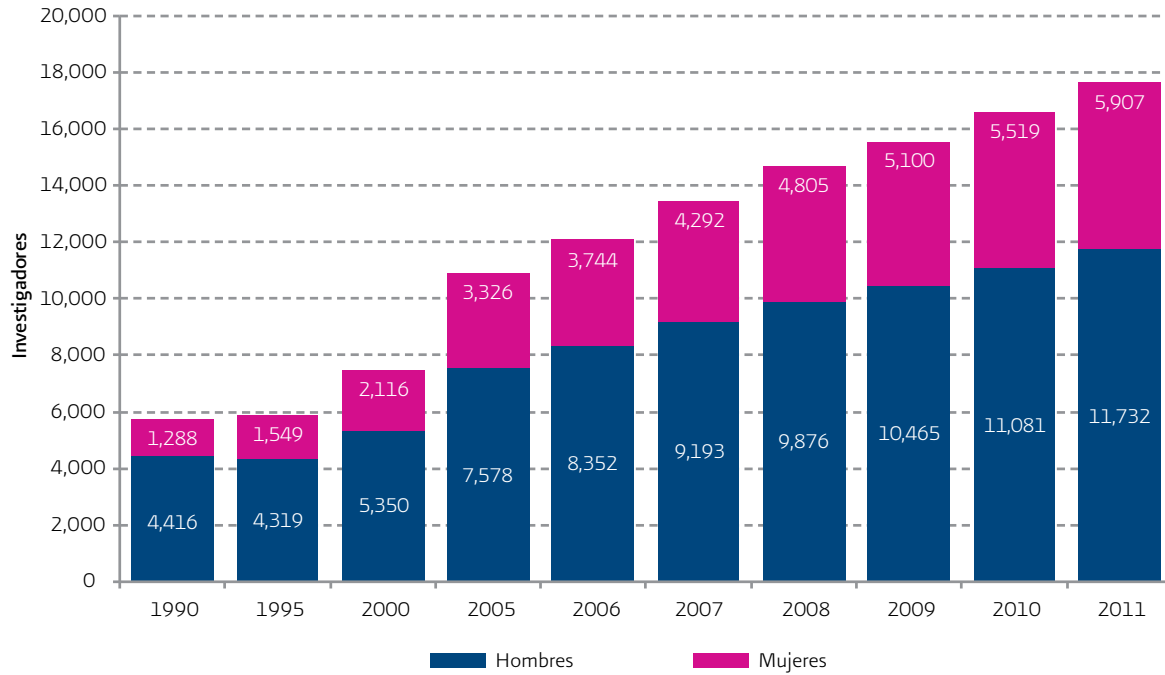
<sup>16</sup> Población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir y/o que no ha iniciado o concluido su educación primaria o secundaria.

## I.6.2 Sistema Nacional de Investigadores

En 2009 se tenían registrados 15,565 investigadores, 67.2% hombres y 32.8% mujeres. Para 2011 el número

alcanzó 17,639, el porcentaje de hombres bajó a 66.5% y la incorporación de las mujeres al ámbito científico aumentó a 33.5% (equivalente a un incremento de 2.13%) (Figura I.53) (Presidencia de la República, 2011).

■ Figura I.53. Número de investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores, 1990-2011



Fuente: Presidencia de la República, 2011.

## 1.7 Referencias

- BANXICO, 2005. Banco de México. Balanza de Pagos 2005. Boletines de Prensa.
- BANXICO, 2006. Banco de México. Balanza de Pagos 2006. Boletines de Prensa.
- BANXICO, 2007. Banco de México. Balanza de Pagos 2007. Boletines de Prensa.
- BANXICO, 2008. Banco de México. Balanza de Pagos 2008. Boletines de Prensa.
- BANXICO, 2009. Banco de México. Balanza de Pagos 2009. Boletines de Prensa.
- BANXICO, 2010. Banco de México. Balanza de Pagos 2009. Boletín de Prensa.
- BANXICO, 2011. Banco de México. Balanza de Pagos 2010. Boletín de Prensa.
- BANXICO, 2012: Banco de México. Balanza de Pagos, Ingreso por remesas, periodo: Ene-Mar 1996 - Ene-Mar 2012. Última consulta: 18 de julio de 2012. [http://www3.diputados.gob.mx/camara/001\\_diputados/006\\_centros\\_de\\_estudio/02\\_centro\\_de\\_estudios\\_de\\_finanze\\_publicas\\_\\_1/005\\_indicadores\\_y\\_estadisticas/01\\_historicas/01\\_ind\\_macroeconomicos\\_1980\\_2012](http://www3.diputados.gob.mx/camara/001_diputados/006_centros_de_estudio/02_centro_de_estudios_de_finanze_publicas__1/005_indicadores_y_estadisticas/01_historicas/01_ind_macroeconomicos_1980_2012). Última consulta: 13 de julio de 2012.
- CFE, 2012. Estadísticas de Indicadores de Generación. CFE, 2012. <http://www.cfe.gob.mx/QUIENESSOMOS/ESTADISTICAS/Paginas/Indicadoresdegeneración.aspx>. Última consulta: 18 de julio de 2012.
- CIMARES, 2011. Política Nacional de Mares y Costas de México. Propuesta de la Comisión Intersecretarial para el Manejo Sustentable de Mares y Costas (CIMARES). Febrero de 2011. [http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/cimares/Documents/nueva%20cimares/sesiones/pnmc\\_rev30sept11.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/cimares/Documents/nueva%20cimares/sesiones/pnmc_rev30sept11.pdf)
- CONABIO, 2006. Capital natural y bienestar social. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. [Documento electrónico disponible en el portal de Internet: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)]
- CONABIO, 2009a. Capital Natural de México, Capítulo I. El Conocimiento actual de la Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO, 2009b. Capital Natural de México, Síntesis: Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de Sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO, 2009c. Capital Natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO, 2009d. Manglares de México: Extensión y Distribución. Segunda Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99p.
- CONABIO, 2012. Dos décadas de historia, 1992-2012. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2012.
- CONAGUA, 2012a. Clima de México, 2012. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=80](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=80)
- CONAGUA, 2012b. Monitor de Sequía de América del Norte. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=236&Itemid=74](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=236&Itemid=74)
- CONAGUA, 2012c. Estadísticas del Agua en México 2011. Comisión Nacional del Agua.
- CONAPO, 2006. Proyecciones de la población de México 2005-2050. Consejo Nacional de Población, 2006.
- CONAPO, 2010. Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos, El estado de la migración.
- CONAPO, 2011. Segundo Informe de Ejecución del Programa Nacional de Población 2008-2012. Consejo Nacional de Población, 2011.
- CONAPO, 2012. Indicadores demográficos 1990-2050.
- CONEVAL, 2010. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Medición de la pobreza, 2010. <http://www.coneval.gob.mx/cmsconeval/rw/pages/medicion/index.es.do>. Visitado el 23 de mayo de 2012.
- CONEVAL, 2011. Comunicado de Prensa 007: Medición de la pobreza, 2010. 29 de julio de 2011.
- FAO, 2010. Global Forest Resources Assessment 2010.

- INE, 2011. Diagnóstico de las tendencias actuales de fenómenos meteorológicos extremos y proyección de su actividad al clima futuro cercano 2030 y clima futuro lejano 2080. Considerando los efectos del cambio climático global y otros efectos locales. Informe elaborado por Alejandro Zitácuaro de Consultores en Ciencias y Tecnología del Ambiente.
- INEGI 2005. Marco Geoestadístico Nacional 2005. <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/extension/default.aspx?tema=T>
- INEGI. 2007. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, escala 1:250 000, Serie II (Continuo Nacional). México.
- INEGI, 2010a. CSTM, Sistema de Cuentas Nacionales de México: cuenta satélite del turismo de México 2005-2009: año base 2003.
- INEGI, 2010b. Migración. <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=17484>
- INEGI, 2011a. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Instituto Nacional de Geografía y Estadística.
- INEGI, 2011b. Anuario de Estadísticas por Entidad Federativa 2011.
- INEGI, 2011c. Censo de Población y Vivienda, 2010. Instituto Nacional de Estadística y geografía, <http://www.inegi.org.mx/>. Última consulta: 6 de agosto de 2012.
- INEGI, 2012a. <http://cuentame.inegi.org.mx>. Visitado el 22 de mayo de 2012.
- INEGI, 2012b. Estadísticas a propósito del día mundial de la lucha contra la desertificación y la sequía, 17 de junio de 2012. [www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/.../sequia0.doc](http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/.../sequia0.doc). Fecha de consulta: Agosto, 2012.
- INEGI 2012c. Biodiversidad. Humedales inscritos en la Convención de Ramsar por año de incorporación, según superficie y entidad federativa. Marzo de 2012. <http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=21385>
- INEGI, 2012d. Banco de Información Económica, INEGI. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/default.aspx>. Última consulta: 18 de agosto de 2012.
- INEGI, 2012e. ENOE, Indicadores de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo para el primer trimestre de 2009, 2010, 2011 y 2012
- INEGI, 2012f. ENOE, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, Consulta Interactiva, 2012. [http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general\\_ver4/MDX-QueryDatos.asp?proy=enoe2011\\_tasas100](http://www.inegi.org.mx/lib/olap/consulta/general_ver4/MDX-QueryDatos.asp?proy=enoe2011_tasas100). Última consulta: 22 de julio de 2012.
- INEGI, 2012g. <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/pibcorr.asp>
- INEGI, 2012h. CSTM Sistema de Cuentas Nacionales de México: cuenta satélite del turismo de México 2006-2010 : año base 2003 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.--México : INEGI, c2012.
- INEGI, 2012i. Sistema de Cuentas Nacionales de México.
- INEGI, 2012j. Mujeres y hombres en México 2011 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Instituto Nacional de las Mujeres. México : INEGI, c2012.
- PEMEX, 2009. Las reservas de hidrocarburos de México, 2009. Petróleos Mexicanos: <http://www.ri.pemex.com/files/content/Libro%202009.pdf>
- PEMEX, 2010a. Las Reservas de Hidrocarburos de México, 2010. Petróleos Mexicanos. <http://www.ri.pemex.com/files/content/Libro%202010.pdf>
- PEMEX, 2011a. Las Reservas de Hidrocarburos de México, 2011. Petróleos Mexicanos. [http://www.ri.pemex.com/files/content/reservas\\_hidrocarburos\\_2011.pdf](http://www.ri.pemex.com/files/content/reservas_hidrocarburos_2011.pdf)
- PEMEX, 2011b. Informe Anual 2011. Petróleos Mexicanos. <http://www.ri.pemex.com/files/content/Informe%20Anual%202011.pdf>
- PEMEX, 2012. Las reservas de hidrocarburos de México, 2012. <http://www.ri.pemex.com/files/content/Libro%20Reservas%202012.pdf>
- Presidencia de la República, 2011. Quinto Informe de Gobierno. Última consulta: 24 de julio de 2012. [http://quinto.informe.gob.mx/archivos/informe\\_de\\_gobierno/pdf/2\\_12.pdf](http://quinto.informe.gob.mx/archivos/informe_de_gobierno/pdf/2_12.pdf)
- Presidencia de la República, 2012. Sexto Informe de Gobierno. Última consulta: 12 de septiembre de 2012. [http://www.informe.gob.mx/sextos\\_informe.html](http://www.informe.gob.mx/sextos_informe.html)



- Presidencia Mexicana del G20, 2012. Documentos sobre políticas contracíclicas para evitar el desplome de la demanda global.
- PNUD, 2012. Indicadores de Desarrollo Humano: <http://hdr.undp.org/es/estadisticas/idh/>
- RAMSAR, 2010. Ramsar Convention. 2010. <http://www.ramsar.org>
- SAGARPA, 2007. Programa Sectorial de desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012.
- SAGARPA, 2011. Quinto informe de Gobierno, 2011 [http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/pot2011/Informes/5\\_INFORME\\_LABORES\\_SAGARPA\\_2011.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/Transparencia/pot2011/Informes/5_INFORME_LABORES_SAGARPA_2011.pdf)
- SECTUR, 2011a, El Turismo en México, Secretaría de Turismo, 2011. [http://www.sectur.gob.mx/work/models/sectur/Resource/1227/1/images/CONCANACO\\_2011.pdf](http://www.sectur.gob.mx/work/models/sectur/Resource/1227/1/images/CONCANACO_2011.pdf)
- SECTUR, 2011b: Quinto Informe de Gobierno, 2011.
- SENER, 2009. BNE, Balance Nacional de Energía, 2009.
- SENER, 2010a. BNE, Balance Nacional de Energía, 2010. Secretaría de Energía.
- SENER, 2010b. Prospectiva de Petrolíferos, 2010-2025. Secretaría de Energía, 2010.
- SENER, 2010c. Prospectiva del Mercado de Petróleo Crudo, 2010-2025. Secretaría de Energía, 2010.
- SENER, 2010d. Prospectiva del Sector Eléctrico 2010-2025. Secretaría de Energía, 2010.
- SENER, 2012. Sistema de Información Energética, Secretaría de Energía (SIE).
- SEP, 2010. Sistema Nacional de información Educativa. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, Principales cifras, ciclo escolar 2009-2010
- SEP, 2011. Sistema Nacional de información Educativa. Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, Principales cifras, ciclo escolar 2010-2011.
- SEMARNAT, 2000. [http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas\\_2000/naturaleza/estadistica-am/informe/acrobat/capitulo2-1-4.pdf](http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/estadisticas_2000/naturaleza/estadistica-am/informe/acrobat/capitulo2-1-4.pdf). Última visita: 24 de mayo de 2012.
- SEMARNAT, 2010a. Compendio de Estadísticas Ambientales 2010, SEMARNAT: [http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/01\\_ambiental/suelos\\_02.html](http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/01_ambiental/suelos_02.html). Última visita: 23 de mayo de 2012.
- SEMARNAT, 2010b. Estrategia Nacional de manejo sustentable de tierras, 2010. <http://riodmex.org/documentos%20de%20descarga/Estrategia%20deNMST2011.pdf>
- SEMARNAT, 2010c. Información Ambiental. Capítulo 3: Suelos. [http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf)
- SEMARNAT, 2011. Anuario Estadístico de Producción Forestal, 2009.
- SEMARNAT, 2012a. Consejos Consultivos Regionales para el Desarrollo Sustentable (CCRDS).
- SEMARNAT, 2012b. Reporte semanal de resultados de incendios forestales, 2012.
- SEMARNAT, 2012c. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2012. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. 2012.
- SEGOB, 2010. Características e impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana en el año 2009. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, 2010.
- SHCP, 2010. CGPE, Criterios Generales de Política Económica, 2010. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- SHCP, 2011. CGPE, Criterios Generales de Política Económica, 2011. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- SHCP, 2012. CGPE, Criterios Generales de Política Económica, 2012. Secretaría de Hacienda y Crédito Público.
- SS, 2009a. Panorama Epidemiológico de Dengue y Fiebre Hemorrágica por Dengue, 2009. [http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/plantilla/intd\\_dengue.html](http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/plantilla/intd_dengue.html)
- SS, 2009b. Anuario de morbilidad, 2009. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>
- SS, 2010a. Panorama Epidemiológico de Dengue y Fiebre Hemorrágica por Dengue, 2010.
- SS, 2010b. Anuario de morbilidad, 2010. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/anuario/html/anuarios.html>

- SS, 2010c. Anuario de morbilidad, versión ejecutiva, 2010.  
[http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/PDFS/PUBLICACIONES/2011/ANUARIOS/I\\_EPI\\_DE\\_MORBI\\_2010\\_V\\_EJECUTIVA.pdf](http://www.dgepi.salud.gob.mx/2010/PDFS/PUBLICACIONES/2011/ANUARIOS/I_EPI_DE_MORBI_2010_V_EJECUTIVA.pdf)
- SS, 2011. Panorama Epidemiológico de Dengue y Fiebre Hemorrágico por Dengue, 2011.
- SS, 2012. Panorama Epidemiológico de Dengue y Fiebre Hemorrágico por Dengue, 2012.
- UNAM, 2003. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. UNAM, No. 50, 2003, pp. 67-76.



## II. Arreglos institucionales

### II.1 Política gubernamental en México

México es una república representativa, democrática y federal. La soberanía nacional es ejercida a través de los tres poderes de la Unión: Ejecutivo, Legislativo y Judicial.

El Presidente de la República ejerce el poder ejecutivo y nombra a los miembros del gabinete. Este Poder cuenta con la Administración Pública Federal (APF) para la atención de los asuntos que le competen. De acuerdo con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Presidencia, las secretarías de Estado, los departamentos administrativos y la Consejería Jurídica del Ejecutivo federal, integran la administración pública centralizada. Hay 18 secretarías de Estado, una Procuraduría y un Consejero jurídico.

Los organismos descentralizados, las empresas de participación estatal, las instituciones nacionales de crédito, las organizaciones auxiliares nacionales de crédito, las instituciones nacionales de seguros y de fianzas y los fideicomisos, componen la administración pública paraestatal (Presidencia de la República, 2012a).

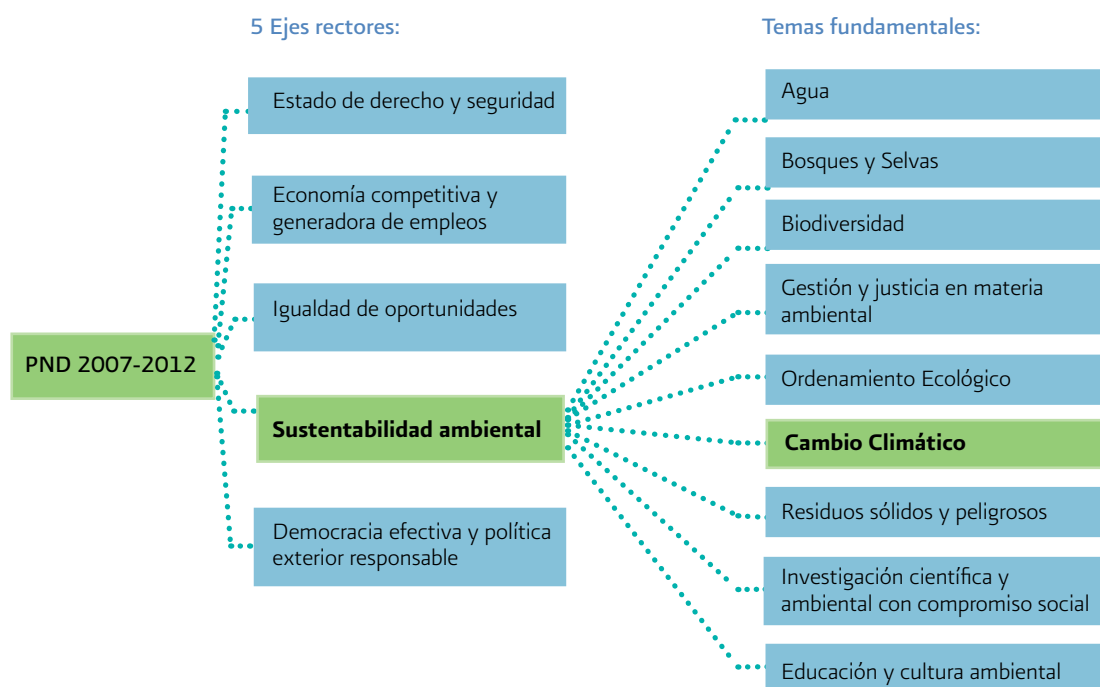
Las partes integrantes de la Federación son los estados y el Distrito Federal, capital de México y sede de los tres poderes de la Unión. Los estados cuentan con

su propio gobierno, sus leyes, un territorio definido y su población; su constitución contiene leyes que no pueden contraponerse a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Cada estado tiene su capital y está dividido en municipios, a su vez gobernados por ayuntamientos.

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y lo previsto en los artículos 4 y 20 de la Ley de Planeación, el Gobierno Federal presenta el Plan Nacional de Desarrollo (PND) del país, que marca criterios y principios para las planificaciones sectoriales, estatales y municipales, subordinadas y dependientes todas ellas al mismo (Presidencia de la República, 2012a; UNAM, 2012).

El PND 2007-2012 está estructurado en cinco ejes rectores (Figura II.1) (Presidencia de la República, 2012b y c). La premisa básica del Plan es la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable y uno de sus ejes es la Sustentabilidad Ambiental. Con lo anterior se acata lo que dicta el artículo 4º de la Constitución: “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley” (DOF, 2012a).

■ Figura II.1. Los cinco ejes rectores del PND 2007-2012



Fuente: Presidencia de la República, 2012d.

Los objetivos y estrategias sobre el tema de cambio climático establecidos en el eje rector Sustentabilidad Ambiental se muestran en el Cuadro II.1 (Presidencia de la República, 2012b)

La elaboración del PND 2007-2012 estuvo sustentada en gran medida, en la perspectiva del futuro, de acuerdo con lo establecido en el proyecto *Visión México 2030*.<sup>1</sup> Para alcanzar el Desarrollo Humano Sustentable se propuso la participación corresponsable de los poderes ejecutivo, legislativo y judicial; de los gobiernos federal, estatales y municipales; las organizaciones sociales; el sector privado, y el educativo (Presidencia de la República, 2012e).

## II.2 Arreglos en la Administración Pública Federal

### II.2.1 Programas

Para el cumplimiento de los objetivos y la atención de las prioridades nacionales, los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales abordan temas prioritarios para el desarrollo. En la Figura II.2 se presentan algunos programas sectoriales y especiales de la APF (Presidencia de la República, 2012f).

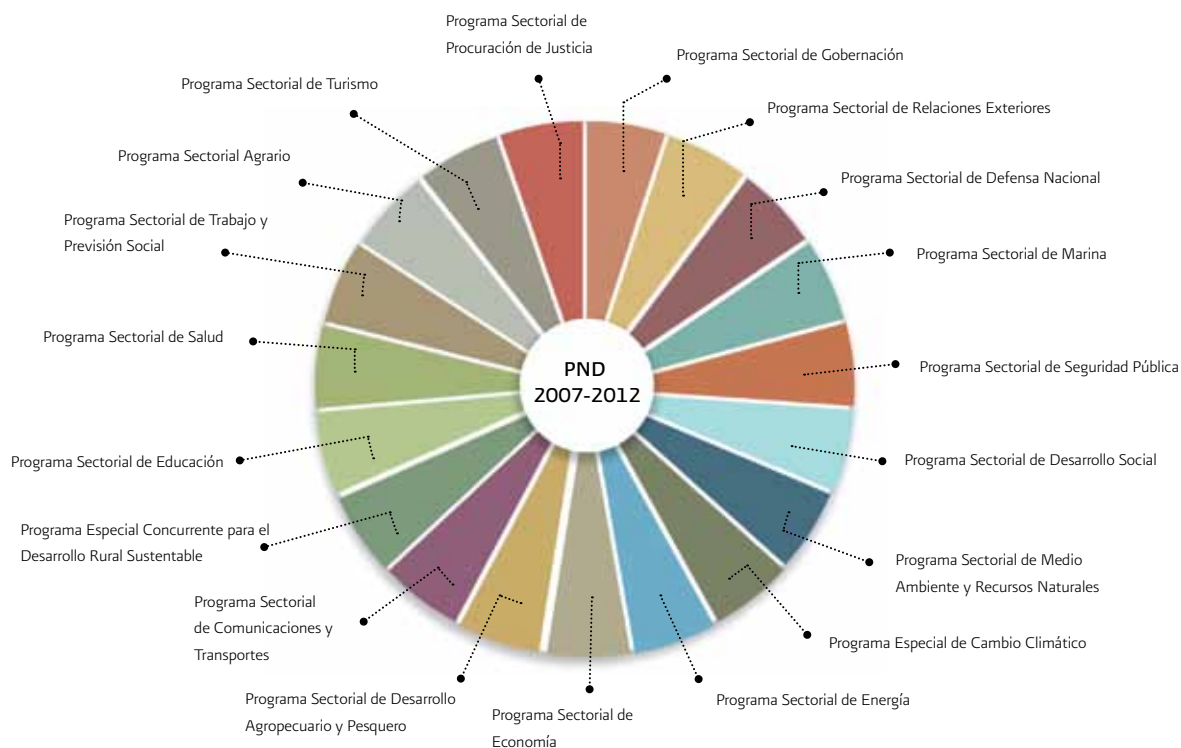
<sup>1</sup> *Visión México 2030*. Disponible en <http://www.vision2030.gob.mx/>

■ Cuadro II.1. Objetivos y estrategias sobre el tema de cambio climático establecidos en el PND 2007-2012

Objetivo 10: Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).	
Estrategia 10.1	Impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) para la generación de energía.
Estrategia 10.2	Promover el uso eficiente de energía en el ámbito doméstico, industrial, agrícola y de transporte.
Estrategia 10.3	Impulsar la adopción de estándares internacionales de emisiones vehiculares.
Estrategia 10.4	Fomentar la recuperación de energía a partir de residuos.
Objetivo 11: Impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.	
Estrategia 11.1	Promover la inclusión de los aspectos de adaptación al cambio climático en la planeación y quehacer de los distintos sectores de la sociedad.
Estrategia 11.2	Desarrollar escenarios climáticos regionales de México.
Estrategia 11.3	Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos.
Estrategia 11.4	Promover la difusión de información sobre los impactos, vulnerabilidad y medidas de adaptación al cambio climático.

Fuente: Presidencia de la República, 2012b.

■ Figura II.2. Algunos programas sectoriales y especiales de la APF, 2007-2012



Algunas acciones que las dependencias de la APF realizan para hacer frente al cambio climático, se articulan en la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

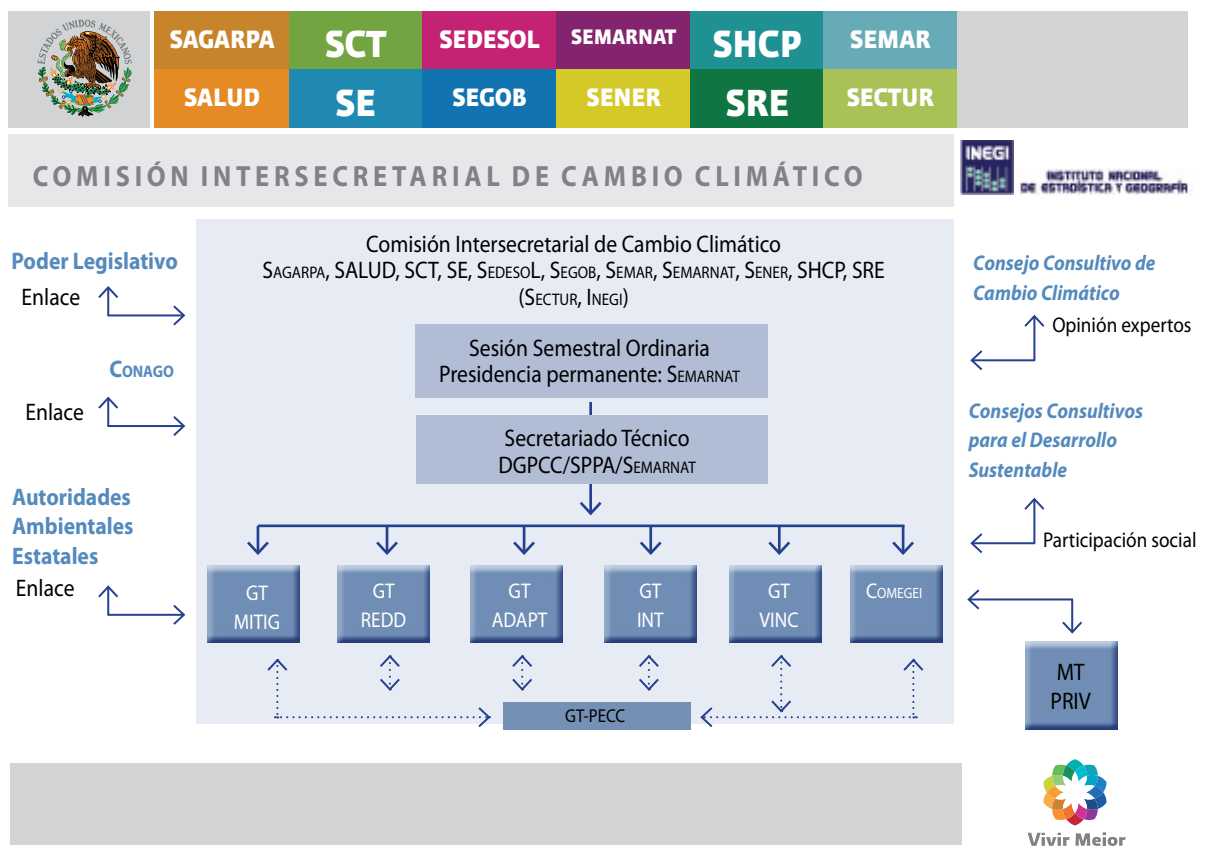
## II.2.2 Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

En 2005 se creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICCC) con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la APF relacionadas con la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisio-

nes de gases de efecto invernadero, la adaptación a los efectos del cambio climático y, en general, para promover el desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT, 2012a).

La CICCC es presidida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). La organización de la Comisión y la descripción de las dependencias y entidades que la integran, al mes de septiembre de 2012, se muestran en la Figura II.3 y el Cuadro II.2, respectivamente.

■ Figura II.3. Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, septiembre de 2012



Fuente: SEMARNAT, 2012b.

■ Cuadro II.2. Dependencias de la APF que integran la CICC, septiembre de 2012

Dependencia	Detalles
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Propicia el ejercicio de una política de apoyo que permita producir mejor, aprovechar mejor las ventajas comparativas del sector agropecuario, integrar las actividades del medio rural a las cadenas productivas del resto de la economía, y estimular la colaboración de las organizaciones de productores con programas y proyectos propios, así como con las metas y objetivos propuestos, para el sector agropecuario, en el PND. <a href="http://www.sagarpa.gob.mx">http://www.sagarpa.gob.mx</a> .
Secretaría de Salud (SALUD)	Conduce la política nacional en materia de asistencia social, servicios médicos y salubridad general, y coordina los programas de servicios a la salud de la APF. Además, administra los bienes y fondos que el Gobierno Federal destine para la atención de los servicios de asistencia pública. Para asegurar el cumplimiento del derecho a la protección de la salud, norma, coordina y evalúa el Sistema Nacional de Salud, además de fomentar la adecuada participación en el mismo de las dependencias y entidades públicas y de los sectores social y privado. <a href="http://www.salud.gob.mx">http://www.salud.gob.mx</a> .
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	Desarrolla las políticas y los programas de infraestructura de transporte y comunicaciones de acuerdo a las necesidades del país; además, regula e inspecciona los servicios públicos de correo, telégrafos y comunicaciones eléctricas y electrónicas. Otorga las concesiones y los permisos para operar servicios de transporte, además de ser la encargada de la construcción y conservación de vías férreas, caminos, puentes, puertos marítimos y aéreos. <a href="http://www.sct.gob.mx">http://www.sct.gob.mx</a> .
Secretaría de Economía (SE)	Regula la política de industrialización, distribución y consumo de productos agrícolas, ganaderos, forestales, minerales y pesqueros. Fomenta el comercio exterior, establece la política de precios y cuida su estricto cumplimiento, en especial en artículos de consumo popular. Regula, orienta y estimula las medidas de protección al consumidor, norma la propiedad industrial y mercantil; regula la inversión extranjera y la transferencia de tecnología además de apoyar el desarrollo del pequeño comercio rural y urbano. <a href="http://www.economia.gob.mx">http://www.economia.gob.mx</a> .
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	Formula y coordina la política social solidaria y subsidiaria del Gobierno Federal, orientada hacia el bien común, y la instrumenta en forma corresponsable con la sociedad; ejecuta programas para la atención de los sectores más desprotegidos, con el fin de elevar el nivel de vida de la población; promueve el bienestar social y el desarrollo regional y urbano, a través del fomento de mecanismos de financiamiento, infraestructura y equipamiento, y asegura la adecuada distribución, comercialización y abastecimiento de los productos de consumo básico para la población de escasos recursos. <a href="http://www.sedesol.gob.mx">http://www.sedesol.gob.mx</a> .
Secretaría de Gobernación (SEGOB)	Atiende el desarrollo político del país y coadyuva en la conducción de las relaciones del Poder Ejecutivo federal con los otros poderes de la Unión y de los demás niveles de gobierno para garantizar la seguridad nacional, la convivencia armoniosa, la paz social, el desarrollo y el bienestar de los mexicanos en un Estado de Derecho. <a href="http://www.gobernacion.gob.mx">http://www.gobernacion.gob.mx</a> .
Secretaría de Marina (SEMAR)	Organiza, administra y prepara a la Armada de México. Se encarga de cuidar la soberanía en aguas territoriales, costas, vías navegables, islas y la zona económica exclusiva. Opera el servicio de aeronáutica naval militar, construye y conserva las obras portuarias, ejecuta los trabajos topohidrográficos de las costas, islas, puertos y vías navegables, además de archivar las cartas marítimas, las estadísticas y toda la información oceanográfica nacional. <a href="http://www.semar.gob.mx">http://www.semar.gob.mx</a>
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Fomenta la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales, y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable. <a href="http://www.semarnat.gob.mx">http://www.semarnat.gob.mx</a> .



Dependencia	Detalles
Secretaría de Energía (SENER)	Conduce la política energética dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo, suficiente, de alta calidad, económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional. Ejerce los derechos de la nación en materia de petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos y gaseosos y de energía nuclear; así como el aprovechamiento de los recursos para generar, transformar y abastecer energía eléctrica. También dirige a las paraestatales cuyo objeto esté relacionado con la explotación de los hidrocarburos con apego a la legislación en materia ecológica. <a href="http://www.sener.gob.mx">http://www.sener.gob.mx</a> .
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)	Propone y dirige la política económica del Gobierno Federal en materia financiera, fiscal, de gasto, de ingreso y deuda pública, así como de estadísticas, geografía e información, con el propósito de consolidar un país con crecimiento económico de calidad, equitativo, incluyente y sostenido, que fortalezca el bienestar de las mexicanas y los mexicanos. <a href="http://www.shcp.gob.mx">http://www.shcp.gob.mx</a> .
Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)	Amplía y profundiza las relaciones políticas, económicas, culturales y de cooperación con las distintas regiones del mundo a favor del desarrollo integral de todos los mexicanos. Preserva y fortalece la soberanía e independencia de México y garantiza los intereses y la seguridad nacional con base en los principios constitucionales. Además, asegura la coordinación de las acciones y programas en el exterior de los tres niveles de gobierno y los distintos poderes, que incidan en las relaciones de México con otros países. <a href="http://www.sre.gob.mx">http://www.sre.gob.mx</a> .
Secretaría de Turismo (SECTUR)	Conduce el desarrollo turístico nacional con actividades de planeación, impulso al desarrollo de la oferta, apoyo a la operación de los servicios y la promoción de destinos vacacionales del país, articulando todas estas acciones con diferentes instancias y niveles de gobierno. <a href="http://www.sectur.gob.mx">http://www.sectur.gob.mx</a> .
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	Su objetivo prioritario es lograr que el Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG) suministre a la sociedad y al Estado información de calidad, pertinente, veraz y oportuna, a efecto de coadyuvar al desarrollo nacional, bajo los principios de accesibilidad, transparencia, objetividad e independencia. <a href="http://www.inegi.org.mx">http://www.inegi.org.mx</a> .

Fuente: SAGARPA, 2012; Presidencia de la República, 2012a; SEDESOL, 2012; SEGOB, 2012b; SEMARNAT, 2012c; SENER, 2012; SALUD, 2012; INEGI, 2012a.

En el Cuadro II.3 se presenta la integración del tema de cambio climático en las políticas o en los programas

sectoriales de las secretarías de Estado que componen la CICC.

■ Cuadro II.3. Acciones ante el cambio climático en algunas dependencias de la APF

Dependencia	Acciones ante el cambio climático
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	<p><b>Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto del cambio climático incluido en el diagnóstico del sector agropecuario y pesquero.</li> <li>• Línea de acción: Generar conocimiento y tecnología de punta para atender temas emergentes de gran visión, tales como fuentes alternas de energía, cambio climático, biotecnología, agua y la conservación y aprovechamiento de los recursos genéticos.</li> <li>• Estrategia 4.4 Prevenir y mitigar los efectos del cambio climático.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Incentivar la captura de carbono mediante el fomento de la reconversión de tierras de uso agrícola hacia cultivos perennes y diversificados.</li> <li>- Impulsar proyectos de captura de carbono por labranza y a través de la rehabilitación de terrenos de pastoreo por medio de los programas de fomento ganadero y el PROGAN.</li> <li>- Impulsar estudios sobre vulnerabilidad y desarrollo de capacidades nacionales y locales de respuesta y adaptación al cambio climático.</li> </ul> </li> </ul>
Secretaría de Salud (SALUD)	<p><b>Programa Sectorial de Salud 2007-2012</b></p> <p>Existen líneas de acción con relación a los efectos del cambio climático en la salud, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia 2. Fortalecer e integrar las acciones de promoción de la salud y prevención y control de enfermedades, y las líneas de acción:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecer las acciones de prevención de infecciones respiratorias agudas y enfermedades diarreicas en la infancia.</li> <li>- Establecer acciones para la prevención y atención del dengue, paludismo y rabia.</li> </ul> </li> </ul>
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)	<p><b>Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012</b></p> <p>Tema prioritario en el subsector transporte: Coadyuvar en los trabajos de los cuatro grupos de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia 2.2.7. Implementar medidas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de los vehículos del autotransporte así como para la adaptación a los efectos del cambio climático.</li> </ul>
Secretaría de Economía (SE)	<p><b>Programa Sectorial de Economía 2007-2012</b></p> <p>Objetivo 5: Integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico.</p>
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)	<p><b>Programa Sectorial de Desarrollo Social 2007-2012</b></p> <p>Como uno de sus ejes rectores está la sustentabilidad, tomando en cuenta lo establecido en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC).</p>
Secretaría de Gobernación (SEGOB)	<p><b>Programa Sectorial de Gobernación 2007-2012</b></p> <p>Objetivo Sectorial 2. Fortalecer la prevención y atención oportuna de las situaciones de contingencia que enfrente el país, se relaciona con el Eje 4, Objetivo 11, del Plan Nacional de Desarrollo (PND), que se refiere a impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.</p>
Secretaría de Marina (SEMAR)	<p><b>Programa Sectorial de Marina 2007-2012</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocimiento del impacto del cambio climático en el bienestar de la población.</li> <li>• Reto de "Optimizar las operaciones para proporcionar auxilio a la población en casos y zonas de desastres" frente a una mayor intensidad y frecuencia de fenómenos hidrometeorológicos debido al cambio climático.</li> </ul>

Dependencia	Acciones ante el cambio climático
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	<p><b>Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012</b></p> <p>Objetivo 4. Coordinar la instrumentación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático, para avanzar en las medidas de adaptación y de mitigación de emisiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia 1. Instrumentar la Estrategia Nacional de Cambio Climático mediante dos líneas de acción.</li> <li>• Estrategia 2. Consolidar las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con tres líneas de acción.</li> <li>• Estrategia 3. Iniciar proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de adaptación, con nueve líneas de acción.</li> </ul>
Secretaría de Energía (SENER)	<p><b>Programa Sectorial de Energía 2007-2012</b></p> <p>En el Sector Eléctrico: Estrategia III.1.1.- Proponer políticas y mecanismos financieros para acelerar la adopción de tecnologías energéticamente eficientes por parte de los sectores público y privado.</p> <p>En el área de Medio Ambiente y Cambio Climático:</p> <p>Objetivo IV.1.- Mitigar el incremento en las emisiones de gases efecto invernadero, que incluyen cinco estrategias y 19 líneas de acción.</p>
Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)	<p><b>Programa Nacional de Financiamiento del Desarrollo 2007-2012</b></p> <p>Propone promover las condiciones fiscales y financieras para alcanzar un desarrollo humano sustentable a partir de contar con los recursos fiscales y financieros necesarios para perseguir la estrategia integral propuesta en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.</p>
Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)	<p><b>Programa Sectorial de Relaciones Exteriores 2007-2012</b></p> <p>Objetivo 6. Fortalecer el sistema multilateral en el marco del sistema de las Naciones Unidas y otros organismos internacionales.</p> <p>Objetivo 9. Impulsar la participación de México en materia de cooperación internacional para el desarrollo.</p>
Secretaría de Turismo (SECTUR)	<p><b>Programa Sectorial de Turismo 2007-2012</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrategia 2. Orientar la política turística hacia el desarrollo regional <ul style="list-style-type: none"> <li>- Línea de Acción 2.1.6. Promoción de acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático en los destinos turísticos principalmente en las costas.</li> </ul> </li> </ul>
Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)	<p><b>Programa Estratégico del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (PESNIEG) 2010-2034.</b></p> <p>Al incorporar el tema de cambio climático causado por la emisión de gases de efecto invernadero, se da impulso al desarrollo de información de calidad, pertinente, veraz y oportuna que apoye los mecanismos de evaluación que permitan corregir desviaciones, incrementar la eficiencia y mejorar los resultados.</p>

Fuente: SEGOB, 2012a; INEGI, 2012b.

- La CICC está integrada por siete grupos de trabajo (GT):
- Grupo de trabajo para el Programa Especial de Cambio Climático (GT-PECC).
  - Grupo de trabajo de Mitigación (GT-MITIG).
  - Grupo de trabajo sobre Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (GT-REDD).
  - Grupo de trabajo de Políticas de Adaptación (GT-ADAPT).
  - Grupo de trabajo de Negociaciones Internacionales (GT-INT).
  - Grupo de trabajo de Vinculación con la Sociedad Civil (GT-VINC).
  - Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI).

El Consejo Consultivo de Cambio Climático (C4) es un organismo de consulta que apoya el desempeño de la CICC; está formado por personas con méritos y experiencia en el tema de cambio climático y provenientes de los sectores social, privado o académico.

A solicitud del Presidente de la República, la CICC elaboró en 2007 la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENACC), en la que se identifican oportunidades de mitigación y de adaptación.

A partir de ella, en 2008 se elaboró el Programa Especial de Cambio Climático para el periodo 2009–2012, que concreta y desarrolla las orientaciones contenidas en la ENACC (SEMARNAT, 2012d).

### II.2.3 Programa Especial de Cambio Climático

México fue uno de los primeros países en desarrollo que propuso un programa ante el cambio climático.

El Programa Especial de Cambio Climático 2009–2012 (PECC) es un instrumento de política transversal del Gobierno Federal, elaborado de manera voluntaria y con recursos propios, que busca la mitigación y adaptación al cambio climático, sin afectar el crecimiento económico. Compromete a las dependencias del Gobierno Federal con 105 objetivos y 294 metas de mitigación y adaptación para el periodo 2009–2012, a impulsar el desarrollo sustentable, procurar la seguridad energética, fomentar los procesos productivos limpios, eficientes y competitivos y garantizar la preservación de los recursos naturales (SEMARNAT, 2012b).

En el PECC se reconoce que el cambio climático constituye el principal desafío ambiental global de este siglo y que representa, a mediano y largo plazos, una de las mayores amenazas para el proceso de desarrollo y el bienestar humano. Está integrado por cuatro componentes fundamentales para el desarrollo de una política integral que haga frente al cambio climático: Visión de Largo Plazo, Mitigación, Adaptación, y Elementos de Política Transversal.

El cumplimiento cabal del PECC podría alcanzar en 2012 una reducción total de emisiones anuales de alre-

dedor de 51 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, con respecto al escenario tendencial (línea base a 2012, que ascendería a 786 MtCO<sub>2</sub> eq.), como resultado de acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo, y desechos.

El compromiso nacional de disminuir las emisiones de GEI no se limita al 2012. El PECC también establece una visión de largo plazo con metas aspiracionales de mitigación al 2020 y al 2050, sujetas a la transferencia de tecnología y al financiamiento internacional:

- El compromiso al 2050 es consistente con la necesidad de estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que no exceda las 450 partes por millón y es equivalente a una reducción de 50% en relación a los niveles de emisión del año 2000.
- El compromiso establecido en el PECC para el año 2020 es equivalente a la reducción de 20% en referencia al escenario de línea base. Sin embargo, el nivel de ambición se elevó a un 30% en la COP 15 (2009) y se incluyó en la Ley General de Cambio Climático.

### II.2.4 Estructuras para la atención del tema de cambio climático en la APF

Las dependencias de la APF cuentan con áreas que dan seguimiento y atención al tema de cambio climático, mismas que se muestran en el Cuadro II.4.

■ Cuadro II.4. Estructuras para la atención del tema de cambio climático en la APF

Dependencia	Arreglos institucionales	Algunos organismos involucrados
SAGARPA	Subsecretaría de Desarrollo Rural Dirección General de Atención al Cambio Climático en el Sector Agropecuario	Fideicomiso de Riesgo Compartido Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Universidad Autónoma Chapingo
SALUD	Comisión Federal para la Protección Contra Riesgos Sanitarios Comisionado de Evidencia y Manejo de Riesgos Dirección Ejecutiva de Manejo de Riesgos Subdirección Ejecutiva de Evaluación Económica y Análisis de Impacto	Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios Instituto Nacional de Salud Pública
SCT	Subsecretaría de Transporte Dirección General de Autotransporte Federal Subsecretaría de Infraestructura	Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México Aeropuertos y Servicios Auxiliares Instituto Mexicano del Transporte
SE	Subsecretaría de Comercio Exterior Unidad de Coordinación de Negociaciones Internacionales	Centro Nacional de Metrología Comisión Federal de Competencia Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial ProMéxico
SEDESOL	Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio Dirección General de Desarrollo Territorial	Oportunidades Instituto Nacional de Desarrollo Social Fideicomiso Fondo Nacional de Habitaciones Populares
SEGOB	Coordinación General de Protección Civil Dirección General de Protección Civil	Centro Nacional de Prevención de Desastres Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal Secretaría General del Consejo Nacional de Población
SEMAR	Subsecretaría de Marina Dirección General de Investigación y Desarrollo Fuerzas, Regiones, Zonas y Sectores Navales Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología	Esta dependencia no cuenta con órganos administrativos desconcentrados

Dependencia	Arreglos institucionales	Algunos organismos involucrados
SEMARNAT	<p>Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental</p> <p>Dirección General de Políticas para el Cambio Climático</p> <p>Dirección General Adjunta de Proyectos de Cambio Climático</p> <p>Dirección de Políticas y Estudios para el Cambio Climático y Manejo Ecosistémico</p> <p>Dirección de Políticas de Mitigación del Cambio Climático</p> <p>Dirección de Políticas Ambientales Globales</p> <p>Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental</p> <p>Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos</p> <p>Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales</p> <p>Dirección General Adjunta de Cooperación Internacional</p> <p>Dirección de Cambio Climático</p>	<p>Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas</p> <p>Comisión Nacional del Agua</p> <p>Comisión Nacional Forestal</p> <p>Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad</p> <p>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</p> <p>Instituto Nacional de Ecología</p> <p>Procuraduría Federal de Protección al Ambiente</p>
SENER	<p>Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico</p> <p>Dirección General de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Medio Ambiente</p>	<p>Petróleos Mexicanos</p> <p>Comisión Federal de Electricidad</p> <p>Comisión Reguladora de Energía</p> <p>Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía</p>
SHCP	<p>Subsecretaría de Hacienda y Crédito Público</p> <p>Unidad de Asuntos Internacionales de Hacienda</p>	<p>Agroasemex, S.A.</p> <p>Banco Nacional de Comercio Exterior, S.N.C.</p> <p>Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.</p> <p>Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural</p>
SRE	<p>Dirección General para Temas Globales</p> <p>Dirección General Adjunta para Temas Ambientales</p> <p>Dirección de Medio Ambiente</p>	<p>Instituto de los Mexicanos en el Exterior</p>
SECTUR	<p>Subsecretaría de Planeación Turística</p> <p>Dirección General de Planeación y Política Sectorial</p> <p>Mesa Intersectorial de Cambio Climático y Turismo (MICCyT)</p>	<p>Fonatur Constructora, S.A. de C.V.</p> <p>Fonatur Mantenimiento Turístico, S.A. de C.V.</p> <p>Fonatur Operadora Portuaria, S.A. de C.V.</p> <p>Fondo Nacional de Fomento al Turismo</p>
INEGI	<p>Dirección General de Geografía y Medio Ambiente</p> <p>Dirección General de Vinculación y Servicio Público de Información</p> <p>i) Comité Técnico Especializado de Información sobre Cambio Climático, ii) Comité Técnico Especializado de Información sobre Emisiones, Residuos y Sustancias Peligrosas</p>	

## II.2.5 Elaboración de las Comunicaciones Nacionales

La Coordinación del Programa de Cambio Climático (CPCC) del Instituto Nacional de Ecología (INE) de la SEMARNAT tiene la misión de realizar las investigaciones sobre el cambio climático en México, tanto para mitigarlo como para adaptarse al mismo, con el fin de asegurar el cumplimiento de los compromisos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 y en los programas sectoriales e institucionales 2007-2012, así como con los adquiridos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), como Parte No Anexo I de la Convención.

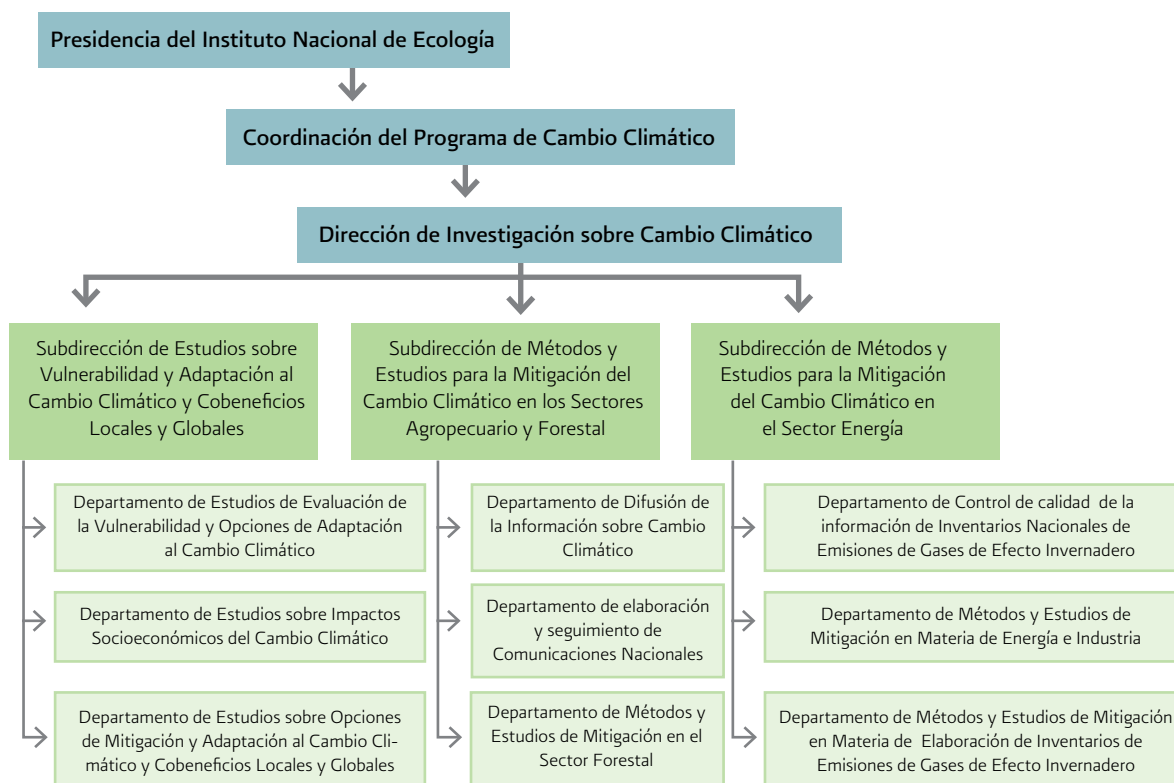
Entre sus objetivos específicos se encuentran:

- Actualizar de manera periódica el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, por fuentes y sumideros;

- Coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC, que son aprobadas por los integrantes de la CICC;
- Realizar estudios metodológicos para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero;
- Analizar la variabilidad climática y el cambio climático;
- Efectuar estudios metodológicos para la evaluación de la vulnerabilidad y de las opciones de adaptación al cambio climático;
- Desarrollar escenarios de emisiones futuras;
- Efectuar estudios sobre co-beneficios.

Los arreglos de la CPCC se muestran en la Figura II.4.

■ Figura II.4. Organigrama de la CPCC del INE, septiembre de 2012



Fuente: INE, 2012a.

La realización de las Comunicaciones Nacionales se lleva a cabo con la participación de diversos centros de investigación e instituciones de educación superior, públicos y privados, del país; de las diferentes dependencias de los gobiernos federal, estatales y municipales, así como de organizaciones de la sociedad civil y del sector privado.

Respecto a las acciones en el ámbito legislativo, en 2010 se creó en la Cámara de Diputados la Comisión Especial sobre Cambio Climático, con el fin de promover en ese espacio, las medidas y acciones necesarias en materia de mitigación y adaptación en el país.<sup>2</sup> En el mismo año se estableció el capítulo México de *GLOBE International*, conformado por legisladores de todos los grupos parlamentarios de las Cámaras de Diputados y Senadores.<sup>3</sup>

### II.3. Arreglos a nivel subnacional

A nivel regional, los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán firmaron en 2010 la Declaratoria para la Acción Conjunta ante el Cambio Climático en la Península de Yucatán, con el objeto de desarrollar estrategias y acciones conjuntas para abordar la mitigación y adaptación. Para alcanzar ese propósito se estableció la Comisión Regional de Cambio Climático entre los estados mencionados.

La Ley de Aguas Nacionales contempla y ordena el establecimiento de Consejos de Cuenca para facilitar la coordinación de las políticas y programas hidráulicos entre los tres órdenes de gobierno existentes en México: federal, estatal y municipal, y para propiciar la concertación de objetivos, metas, estrategias, políticas, progra-

mas, proyectos y acciones, entre la autoridad federal del agua y los usuarios del agua debidamente acreditados y grupos y organizaciones diversas de la sociedad. En estos Consejos se abordan los impactos del cambio climático sobre el sector hídrico. Un ejemplo es el Consejo de Cuenca del Valle de México (CCVM), en el que participan representantes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), además de los gobiernos del Estado de México, del Distrito Federal, de Hidalgo y de Tlaxcala (CCVM, 2012).

Las entidades federativas son responsables de desarrollar sus propias acciones con respecto a la mitigación de emisiones de GEI y la adaptación a los impactos del cambio climático, en congruencia con las del Gobierno Federal. En el ámbito de sus competencias, establecen comisiones intersecretariales de cambio climático u oficinas, que se encargan de coordinar las políticas públicas en la materia, y diseñar o modificar sus leyes para incluir el tema de cambio climático.

El Instituto Nacional de Ecología, a través de la CPCC, asesora técnicamente a los estados en la elaboración de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). Los PEACC son instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático, en los órdenes de gobierno estatal y municipal, además de ser un elemento importante para la política de cambio climático en México (INE, 2012b). En el Cuadro II.5 se muestra el avance de cada estado en materia de cambio climático.

<sup>2</sup> Comisión Especial sobre Cambio Climático. Proyecto de Programa de Trabajo. Enero a Junio de 2011.

<sup>3</sup> GLOBE International es un espacio neutral en el ámbito internacional que permite a los representantes del Congreso de la Unión comunicar su posición en el tema del cambio climático. Disponible en [http://www.globemexico.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=99](http://www.globemexico.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=99).



■ Cuadro II.5. Integración del tema de Cambio Climático en la política estatal

Estado	PEACC	Oficinas que atienden el tema de Cambio Climático	Comisión Estatal de Cambio Climático	Ley de Cambio Climático u otras leyes y acciones ante el Cambio Climático
Aguascalientes	En desarrollo	N.D.	N.D.	Reformas al Título Sexto de la Ley de Protección Ambiental para el Estado de Aguascalientes que queda como: "Protección al Ambiente y Medidas Preventivas para el Cambio Climático" (2010) <sup>4</sup>
Baja California	En desarrollo	Secretaría de Protección al Ambiente Dirección de Gestión Ambiental	N.D.	Ley de Prevención, Mitigación y Adaptación del Cambio Climático para el Estado de Baja California (2012) <sup>5</sup> Ley de Impulso a la Eficiencia Energética para el Estado Ley de Energías Renovables para el Estado
Baja California Sur	En desarrollo	Coordinación General de Desarrollo Sustentable Subcomité Especial de Desarrollo Sustentable	N.D.	N.D.
Campeche	En desarrollo	Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable	✓ *	Estrategia Nacional de Cambio Climático Ley de desarrollo forestal sustentable para el Estado de Campeche Ley de educación ambiental del Estado Ley del equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de Campeche Ley para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial
Chiapas	Concluido	Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural Subsecretaría de Cambio Climático Dirección de Cambio Climático y Economía Ambiental Departamento de Cambio Climático y Energía	N.D.	Programa de Acción ante el Cambio Climático del estado de Chiapas (PACCCCH) (2009) Ley para la Adaptación y Mitigación ante el Cambio Climático en el Estado de Chiapas (2010)
Chihuahua	En desarrollo	N.D.	N.D.	Iniciativa de Ley de Cambio Climático del Estado de Chihuahua (2012) <sup>6</sup>

<sup>4</sup> Decreto Número 433 (17 de junio 2010): [http://www.aguascalientes.gob.mx/gobierno/leyes/leyes\\_PDF/12072011\\_135317.pdf](http://www.aguascalientes.gob.mx/gobierno/leyes/leyes_PDF/12072011_135317.pdf).

<sup>5</sup> Decreto Número 203 (1 de junio 2012): <http://planea.info/noticias/Ley%20de%20Prevenci%C3%B3n,%20Mitigaci%C3%B3n%20y%20Adaptaci%C3%B3n%20del%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20para%20el%20Estado%20de%20Baja%20California.pdf>.

<sup>6</sup> <http://www.congresochoihuahua.gob.mx/biblioteca/iniciativas/archivosIniciativas/724.pdf>

Estado	PEACC	Oficinas que atienden el tema de Cambio Climático	Comisión Estatal de Cambio Climático	Ley de Cambio Climático u otras leyes y acciones ante el Cambio Climático
Coahuila	En desarrollo	Secretaría de Medio Ambiente Subsecretaría de Gestión Ambiental	✓	Programa Estatal contra el Cambio Climático Iniciativa de la Ley para la Adaptación y Mitigación a los Efectos del Cambio Climático en el Estado (2012) <sup>7</sup>
Colima	En planeación	N.D.	N.D.	Reformas a la Ley Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Colima para integrar consideraciones de mitigación y adaptación al cambio climático (2012) <sup>8</sup>
Distrito Federal	Concluido	Secretaría de Medio Ambiente Dirección de Cambio Climático	✓	Ley de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para el Distrito Federal (2011)
Durango	En desarrollo	Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente	✓	N.D.
Estado de México	En desarrollo	N.D.	N.D.	N.D.
Guanajuato	Concluido	Instituto de Ecología del Estado	✓	Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato (PECCG), 2010 Ley para el Fomento del Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía y Sustentabilidad Energética para el Estado y los Municipios de Guanajuato (2011)
Guerrero	En desarrollo	Subcomité Sectorial de Ecología y Cambio Climático del Comité de Planeación para el Desarrollo	✓	N.D.
Hidalgo	Concluido	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo	N.D.	Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo Ley de Procesos Productivos Eficientes del Estado de Hidalgo (2011) Ley para el Fomento del Ahorro Energético y Uso de Energías Renovables del Estado Hidalgo (2011) Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012
Jalisco	En desarrollo	Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable	✓	N.D.

<sup>8</sup> Decreto Número 490 (3 de marzo de 2012): <http://148.235.70.104/periodico/peri/03032012/sup01/12030302.pdf>

Estado	PEACC	Oficinas que atienden el tema de Cambio Climático	Comisión Estatal de Cambio Climático	Ley de Cambio Climático u otras leyes y acciones ante el Cambio Climático
Michoacán	En desarrollo	Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente	✓	La Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán (2007) incluye aspectos del cambio climático
Morelos	En desarrollo	Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente; Subsecretaría Ejecutiva de Ecología y Medio Ambiente	N.D.	N.D.
Nayarit	En desarrollo	Secretaría del Medio Ambiente	N.D.	N.D.
Nuevo León	Concluido	Subsecretaría de Protección al Medio Ambiente y Recursos Naturales Dirección de Cambio Climático, Calidad del Aire y RETC	N.D.	Programa de Acción ante el Cambio Climático Nuevo León 2010- 2015 PACCNL
Oaxaca	En desarrollo	Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable	N.D.	Plan Estratégico Estatal de Cambio Climático
Puebla	Concluido	Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial Subsecretaría de Medio Ambiente Dirección de Calidad del Aire y Cambio Climático	N.D.	Iniciativa de Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático en el Estado de Puebla (2011) <sup>9</sup> Estrategia de Mitigación y Adaptación del Estado de Puebla ante el Cambio Climático
Querétaro	En desarrollo	N.D.	✓	N.D.
Quintana Roo	En desarrollo	Secretaría de Ecología y Medio Ambiente; Dirección de Cambio Climático y Gestión Ambiental	✓*	Estrategia Peninsular ante el cambio climático Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo (2012) <sup>10</sup>
San Luis Potosí	En desarrollo	N.D.	✓	N.D.
Sinaloa	En desarrollo	Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	N.D.	N.D.

<sup>9</sup> Congreso del Estado de Puebla: [http://www.congresopuebla.gob.mx/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=111&limit=10&limitstart=30&order=name&dir=DESC&Itemid=116](http://www.congresopuebla.gob.mx/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=111&limit=10&limitstart=30&order=name&dir=DESC&Itemid=116)

<sup>10</sup> [http://www.tsjqroo.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2452:ley-de-accion-de-cambio-climatico-en-el-estado-de-quintana-roo&catid=160:leyes&Itemid=639](http://www.tsjqroo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=2452:ley-de-accion-de-cambio-climatico-en-el-estado-de-quintana-roo&catid=160:leyes&Itemid=639)

Estado	PEACC	Oficinas que atienden el tema de Cambio Climático	Comisión Estatal de Cambio Climático	Ley de Cambio Climático u otras leyes y acciones ante el Cambio Climático
Sonora	En desarrollo	Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable Dirección de Gestión Ambiental	N.D.	Plan Estatal de Acción Ante el Cambio Climático (PEACC). Iniciativa con proyecto de Ley de Cambio Climático para el Estado de Sonora (2011) <sup>11</sup>
Tabasco	Concluido	Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental	✓	N.D.
Tamaulipas	En desarrollo	Secretaría de Medio Ambiente Dirección General de Planeación e Integración Regional Dirección de Cambio Climático	✓	N.D.
Tlaxcala	En desarrollo	Coordinación General de Ecología	✓	N.D.
Veracruz	Concluido	Secretaría de Medio Ambiente Unidad de Cambio Climático	✓	Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático del Estado de Veracruz (2010)
Yucatán	En desarrollo	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente	✓*	N.D.
Zacatecas	En desarrollo	Instituto de Ecología y Medio Ambiente Comité Intersecretarial de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático	N.D.	Programa de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático

N.D. Información no disponible.

✓ Comisión Estatal de Cambio Climático.

\* Estados de la Comisión Regional de Cambio Climático de la Península de Yucatán.

Fuente: Elaboración con base en información del Instituto Nacional de Ecología, de información en línea y comunicados mediante oficios de los estados.<sup>12</sup>

<sup>11</sup> H. Congreso del Estado de Sonora. Disponible en <http://www.congresoson.gob.mx/InfoPublica/pages/16.htm>

<sup>12</sup> INE. Avances de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático, <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/index.html>; Última actualización: 16 de Enero 2012.

El Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) es impulsado en México por ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, con el respaldo técnico e institucional del INE, y financiado por la Embajada Británica en México en el periodo 2011-2013 (PACMUN, 2012a).

Los arreglos institucionales a nivel municipal durante el desarrollo del PACMUN se orientan al monitoreo de los resultados logrados y a la evaluación del proceso con respecto a las metas propuestas en cada municipio. Se cuenta con el organigrama de las unidades administrativas del gobierno municipal, que muestra la vinculación con la academia y diversos actores. Los gobiernos municipales designan al personal para liderar y/o coordinar la participación del municipio en el PACMUN. Las unidades administrativas que se encargan de este tema generalmente son de las áreas de medio ambiente y ecología. Además, los municipios firman la Carta de Entendimien-

to para garantizar el cumplimiento de las actividades donde se definen los mecanismos para dar continuidad a su PACMUN.

Se impulsa en los municipios el fortalecimiento institucional y la creación de capacidades en los temas de desarrollo sustentable y cambio climático, que les permitan implementar sus estrategias de mitigación y adaptación identificadas en su PACMUN (PACMUN, 2012b).

Durante el periodo 2011-2012, se desarrolla una Guía para Elaborar el Plan de Acción Climática Municipal y se asistirá a más de 30 municipios piloto en la primera etapa 2012, y a más de 200 municipios en la segunda etapa 2012-2013. En la Figura II.5 se indican los municipios que a septiembre de 2012 (más de 60 municipios) tienen su PACMUN en proceso de validación, elaboración o inicio de actividades (Ver Capítulo VI).

■ Figura II.5. Elaboración de los PACMUN de los municipios piloto



Fuente: PACMUN, 2012c.

## II.4 Ley General de Cambio Climático

México se convirtió en el primer país en desarrollo en contar con una legislación integral en cambio climático. El 6 de junio de 2012 se publicó la Ley General de Cambio Climático (LGCC) en el Diario Oficial de la Federación (DOF) y entró en vigor el 10 de octubre. La Ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático<sup>13</sup> (Cuadro II.6).

## Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático

A partir de la Ley General de Cambio Climático, se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, sectorizado en la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de conformidad con las disposiciones de la Ley Federal de las Entidades Paraestatales. En el Cuadro II.7 se describen algunos de sus objetivos y atribuciones.

■ Cuadro II.6. Principales aspectos del decreto de la Ley General de Cambio Climático, LGCC

Descripción
Implementa los <b>tratados y protocolos</b> de los cuales México es parte y armoniza la normatividad del país con los avances en las <b>negociaciones y acuerdos internacionales</b> .
Define un <b>nuevo marco institucional</b> , pues establece la concurrencia de los tres órdenes de gobierno a través del Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC). Además, se eleva a rango de ley la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, que será asistida por el Consejo de Cambio Climático y se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
Consta de dos ejes rectores. En cuanto a <b>mitigación</b> de emisiones de gases de efecto invernadero, se establecen <b>instrumentos regulatorios</b> (el Inventario Nacional de Emisiones y el Registro Nacional de Emisiones) y <b>económicos</b> (entre otros el Fondo para el Cambio Climático), para el cumplimiento de metas de reducción de emisiones. Así, México se compromete a reducir 30 por ciento sus emisiones hacia 2020; así como 50 por ciento hacia 2050, en relación con las emisiones de 2000. Respecto a las <b>medidas de adaptación</b> , la ley establece instrumentos de diagnóstico, como el Atlas Nacional de Riesgo para 2013, o la creación de instrumentos de planificación urbana y prevención ante desastres naturales.
Garantiza que la política nacional de cambio climático estará sujeta a evaluación periódica por un consejo independiente integrado por representantes de la comunidad científica, iniciativa privada y sociedad civil.

Fuente: modificado de Presidencia de la República, 2012g.

<sup>13</sup> DOF, 2012b. Decreto por el que se expide la Ley General de Cambio Climático. Disponible en [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5249899&fecha=06/06/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249899&fecha=06/06/2012).

■ Cuadro II.7. Algunos objetivos y atribuciones del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, INECC

Objetivos
Coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica y tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico.
Brindar apoyo técnico y científico a la Secretaría para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente.
Coadyuvar en la preparación de recursos humanos calificados, a fin de atender la problemática nacional con respecto al medio ambiente y el cambio climático.
Realizar análisis de prospectiva sectorial y colaborar en la elaboración de estrategias, planes, programas, instrumentos y acciones relacionadas con el desarrollo sustentable, el medio ambiente y el cambio climático, incluyendo la estimación de los costos futuros asociados al cambio climático y los beneficios derivados de las acciones para enfrentarlo.
Evaluar el cumplimiento de los objetivos de adaptación y mitigación, previstos en la Ley, así como las metas y acciones contenidas en la Estrategia Nacional, el Programa y los programas de las entidades federativas a que se refiere este ordenamiento.
Emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones de mitigación o adaptación al cambio climático, así como sobre las evaluaciones que en la materia realizan las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.
Atribuciones
Coordinar, promover y desarrollar con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades, la investigación científica y tecnológica relacionada con la política nacional en materia de bioseguridad, desarrollo sustentable, protección del medio ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico y conservación de los ecosistemas y cambio climático.
Participar en el diseño de instrumentos económicos, fiscales, financieros y de mercado, vinculados a la política nacional en materia de medio ambiente y cambio climático.
Contribuir al diseño de instrumentos de política ambiental, cambio climático y conservación, además del aprovechamiento de recursos naturales.
Integrar la información para elaborar las comunicaciones nacionales que presenten los Estados Unidos Mexicanos ante la Convención.
Integrar, monitorear y actualizar el Inventario. El Inventario deberá ser elaborado por el INECC, de acuerdo con los lineamientos y metodologías establecidos por la Convención, la Conferencia de las Partes y el Grupo Intergubernamental de Cambio Climático.
Las autoridades competentes de las entidades federativas y los municipios proporcionarán al INECC los datos, documentos y registros relativos a información relacionada con las categorías de fuentes emisoras conforme a los formatos, las metodologías y los procedimientos que se determinen en las disposiciones jurídicas que al efecto se expidan.
Fomentar la construcción de capacidades de las entidades federativas y de los municipios, en la elaboración de sus programas e inventarios de emisiones.
Fomentar, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública y las instituciones de investigación y educación superior del país, la capacidad científica, tecnológica y de innovación, en materia de desarrollo sustentable, medio ambiente y cambio climático.

Fuente: DOF, 2012b.

## Comisión Intersecretarial de Cambio Climático

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) tendrá carácter permanente y será presidida por el titular del Ejecutivo federal, quién podrá delegar esa función al titular de la Secretaría de Gobernación o al titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se integrará por los titulares de las secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Salud; Comunicaciones y Transportes; Economía; Turismo; Desarrollo Social; Gobernación; Marina; Energía; Educación Pública; Hacienda y Crédito Público, y Relaciones Exteriores.

La CICC formulará e instrumentará políticas nacionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su incorporación a los programas y acciones sectoriales correspondientes. El Consejo de Cambio Climático será el órgano permanente de consulta de la Comisión.

## Sistema Nacional de Cambio Climático

El Sistema Nacional de Cambio Climático (SNCC) estará integrado por la Comisión, el Consejo, el INECC, los gobiernos de las entidades federativas, un representante de cada una de las asociaciones nacionales, de autoridades municipales legalmente reconocidas y representantes del Congreso de la Unión. Algunos de sus objetivos serán los siguientes:

- Analizará y promoverá la aplicación de los instrumentos de política previstos en la LGCC.
- Podrá formular a la CICC recomendaciones para el fortalecimiento de las políticas y acciones de mitigación y adaptación.
- También se integrará un Sistema de Información sobre el Cambio Climático a cargo del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, con apego a lo dispuesto por la Ley del Sistema Nacional de Información, Estadística y Geografía.

## Fondo para el Cambio Climático

Se crea el Fondo para el Cambio Climático con el objeto de captar y canalizar recursos financieros públicos, privados, nacionales e internacionales, para apoyar la implementación de acciones para enfrentar el cambio climático. Las acciones relacionadas con la adaptación serán prioritarias en la aplicación de los recursos del Fondo.

La LGCC también regula los instrumentos económicos y las normas oficiales mexicanas en materia de cambio climático.

## II.5 Desarrollo Sustentable, A.C.

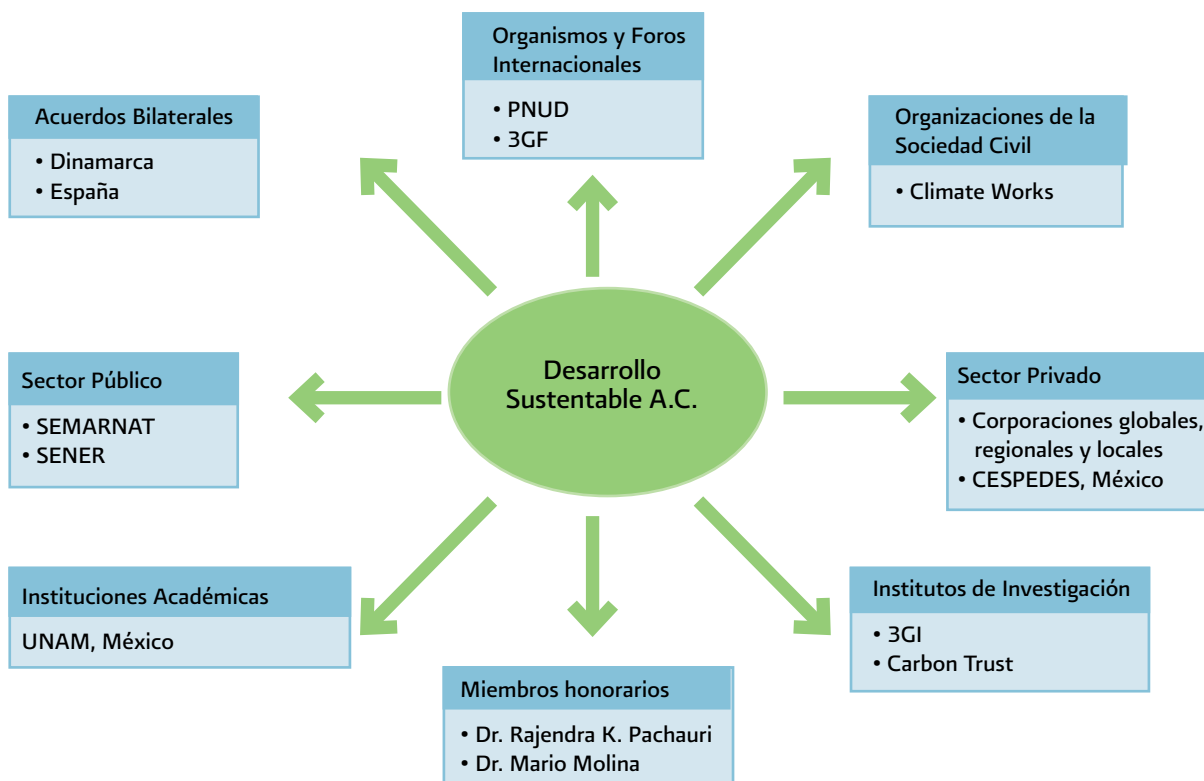
Desarrollo Sustentable, A.C. se creó en 2012 a partir de la iniciativa del Presidente de la República presentada en la COP 16. Es una asociación civil dedicada a la promoción de un modelo de economía verde, resiliente al clima y baja en emisiones de carbono para México, América Latina y el Caribe.

Sus objetivos incluyen: formular propuestas para la transición hacia una economía verde; proporcionar asistencia técnica a los esquemas de cooperación Sur-Sur y multilateral; gestionar la adopción de tecnologías que favorezcan una transición hacia una economía baja en carbono; facilitar el acceso a mecanismos de financiamiento para la inversión en proyectos de bajo carbono.

Desarrollo Sustentable, A.C. originará esquemas de cooperación regional que involucren actores en múltiples niveles y sectores como: gobiernos nacionales, estatales y locales; empresas privadas locales, regionales y compañías transnacionales. En la Figura II.6 se presenta la red de organizaciones con las que interactuará la asociación.



■ Figura II.6. Red de organizaciones de Desarrollo Sustentable, A.C.



Fuente: INE, 2012c.

Los arreglos institucionales permiten crear espacios entre actores clave para el fortalecimiento de capacidades, el diseño e instrumentación de políticas de cambio climático, la inserción del tema en todos los niveles de toma de decisiones, así como en el nivel operativo; conforme se crean esos espacios intergubernamentales, se obtienen respuestas o soluciones de manera integral que atienden diferentes aristas de la problemática.

En el país se han incrementado de manera importante los espacios y esfuerzos en cuanto a los arreglos

institucionales en los tres órdenes de gobierno. En el nuevo marco institucional establecido en la Ley General de Cambio Climático, en la formulación de la política nacional en materia de cambio climático, deberá considerarse el principio de corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general y se continuarán los avances en la integración del tema en las diferentes agendas del desarrollo sustentable, con la participación de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil.

## II.6 Referencias

- CCVM, 2012. Consejo de Cuenca del Valle de México. <http://cuencavalledemexico.com/>
- DOF, 2012a. Constitución Política de los Estados Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, última reforma: 9 de agosto de 2012. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf>. (última consulta: septiembre 6, 2012)
- DOF, 2012b. Decreto por el que se expide la Ley General de Cambio Climático, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5249899&echa=06/06/2012](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5249899&echa=06/06/2012)
- ICLEI, 2012. Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, 2012. <http://iclei.org.mx/web/index.php/seccion/PACMUN>. (última consulta: septiembre 11, 2012)
- INE, 2012a. [http://portaltransparencia.gob.mx/pot/estructura/showOrganigrama.do?method=showOrganigrama&\\_idDependencia=16121](http://portaltransparencia.gob.mx/pot/estructura/showOrganigrama.do?method=showOrganigrama&_idDependencia=16121)
- INE, 2012b. Instituto Nacional de Ecología. Avances de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/>
- INE, 2012c. Información proporcionada sobre Desarrollo Sustentable A.C. agosto de 2012.
- INEGI, 2012a. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx/inegi/acercade/default.aspx>. (última consulta: septiembre 11, 2012).
- INEGI, 2012b. Oficio núm. 1102./316/2012 40. 1102.03 con fecha 12 de junio de 2012.
- PACMUN, 2012a. Plan de Acción Climática Municipal. <http://pacmun.org.mx/>. (última consulta: septiembre 11, 2012)
- PACMUN, 2012b. Plan de Acción Climática Municipal. <http://pacmun.org.mx/wp-content/uploads/2012/02/Presentation-Extendida-PACMUN.pdf>. (última consulta: septiembre 11, 2012)
- PACMUN, 2012c. Plan de Acción Climática Municipal. Información proporcionada mediante comunicación directa.
- Presidencia de la República, 2012a. Estructura del Gobierno Federal. <http://www.presidencia.gob.mx/gobierno/estructura-del-gobierno-federal/>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- Presidencia de la República, 2012b. Plan Nacional de Desarrollo, Eje 4. Sustentabilidad Ambiental. <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/sustentabilidad-ambiental.html>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- Presidencia de la República, 2012c. Presidente Felipe Calderón Hinojosa. <http://www.presidencia.gob.mx/oficina-de-la-presidencia/presidente/>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- Presidencia de la República, 2012d. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. <http://pnd.presidencia.gob.mx/>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- Presidencia de la República, 2012e. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. De la Visión México 2030 al PND. <http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/desarrollo-humano/vision-2030.html>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- Presidencia de la República, 2012f. Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Programas para instrumentar el PND 2007-2012. [http://pndcalderon.presidencia.gob.mx/pdf/Programas\\_para\\_instrumentar\\_el\\_PND\\_2007\\_2012.pdf](http://pndcalderon.presidencia.gob.mx/pdf/Programas_para_instrumentar_el_PND_2007_2012.pdf). (última consulta: septiembre 10, 2012).
- Presidencia de la República, 2012g. Nota informativa sobre el Decreto de la Ley General de Cambio Climático. 05 de junio de 2012. <http://www.presidencia.gob.mx/2012/06/decreto-de-la-ley-general-de-cambio-climatico/>
- SAGARPA, 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/introduccion/Paginas/default.aspx>. (última consulta: septiembre 11, 2012).
- SALUD, 2012. Secretaría de Salud. <http://portal.salud>.

- gob.mx/index.html. (última consulta: septiembre 11, 2012).
- SEDESOL, 2012. Secretaría de Desarrollo Social. [http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Conoce\\_la\\_Sedesol](http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Conoce_la_Sedesol). (última consulta: septiembre 11, 2012).
- SEGOB, 2012a. Secretaría de Gobernación, Dirección General de Compilación y Consulta del Orden Jurídico Nacional. Programas Sectoriales 2007-2012. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/progsectorial.php>. (última consulta: septiembre 8, 2012).
- SEGOB, 2012b. Secretaría de Gobernación, [http://www.gobernacion.gob.mx/es\\_mx/SEGOB/Atribuciones](http://www.gobernacion.gob.mx/es_mx/SEGOB/Atribuciones). (última consulta: septiembre 11, 2012).
- SEMARNAT, 2012a. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Política Nacional sobre Cambio Climático [http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/politica-nacional-sobre-cambioclimatico.html#comision\\_intersecretarial](http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/politica-nacional-sobre-cambioclimatico.html#comision_intersecretarial); <http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/en/nacional/1217-grupo-de-trabajo-de-vinculacion-con-la-sociedad-civil.html>; <http://www.semarnat.gob.mx/programas/semarnat/Paginas/PECC.aspx>. (última consulta: septiembre 6, 2012).
- SEMARNAT, 2012b. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Información enviada el 12 de septiembre de 2012.
- SEMARNAT, 2012c. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, <http://www.semarnat.gob.mx/CONOCENOS/Paginas/quienessomos.aspx>. (última consulta: septiembre 11, 2012).
- SENER, 2012. Secretaría de Energía. <http://www.sener.gob.mx/portal/historia.html>. (última consulta: septiembre 11, 2012).
- UNAM, 2012. La Ley de Planeación, el Plan Nacional de Desarrollo 83-88 y algunas cuestiones de vinculación con los planes de los estados y municipios. <http://www.juridicas.unam.mx/publica/librev/rev/gac/cont/10/trb/trb4.pdf>. (última consulta: agosto 21, 2012).

# III. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático

## III.1 Introducción

México comparte con el mundo la preocupación por el cambio climático global y reconoce la necesidad de participar en el esfuerzo por la mitigación, pero además ha tomado un rumbo definitivo en su trabajo de adaptación. Esto quedó de manifiesto durante la realización de la 16ª edición de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizada en Cancún, México, en 2010, cuando se presentó el Marco de Políticas de Adaptación a Mediano Plazo (CICCC, 2010).

La vulnerabilidad se refiere a las condiciones por las que un sistema es susceptible, a los efectos adversos del clima, y al ser multifactorial y dinámica, requiere ser monitoreada (DARA & the Climate Vulnerable Forum, 2010) y proyectada (INE, 2012d), tal y como lo es el clima.

Por otra parte, la adaptación se entiende como ajustes en los sistemas naturales, humanos, productivos e infraestructura estratégica a estímulos climáticos proyectados o reales, y cobra cada vez más importancia para México, pues se reconoce la alta vulnerabilidad del país a anomalías climáticas. La adaptación al cambio climático se enmarca en el contexto de la gestión de riesgo<sup>1</sup>

con el objetivo de reducir, prevenir y controlar en forma priorizada la potencial ocurrencia de desastres en la población, en un sector o una región, combatiendo las causas estructurales de los problemas, fortaleciendo las capacidades de resiliencia de la sociedad y construyendo un modelo que, bajo un clima distinto, siga dando viabilidad al desarrollo. Las medidas de prevención frente a fenómenos meteorológicos extremos son una mejor forma de coexistir con la naturaleza misma. Las inundaciones en Tabasco entre 2007 y 2011 (SEGOB, 2011b) o la sequía en el norte del país durante 2010 y 2011 (SEMARNAT, 2011) son muestra clara de la alta vulnerabilidad de México a condiciones extremas del clima. Sin embargo, para el país los peligros meteorológicos y climáticos no se reducen a sequías o inundaciones, pues las ondas de calor o las tormentas intensas han tenido también grandes costos económicos (Figura III.1a), sociales y ambientales.

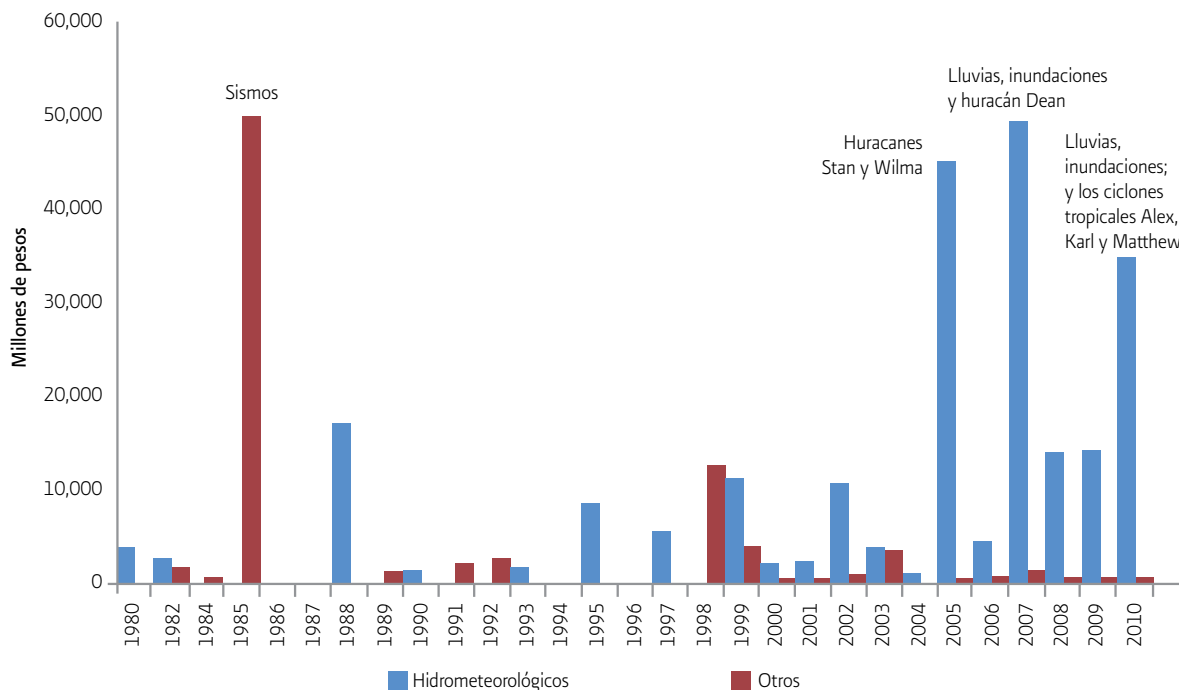
Aun cuando se debe reconocer que el cambio climático puede haber influido en los desastres de las décadas recientes, en mayor medida, éstos han sido consecuencia del aumento de la vulnerabilidad.

---

mente con las propiedades de los sistemas expuestos es decir, su sensibilidad o vulnerabilidad (social). El riesgo también puede considerarse como la combinación de un evento, su probabilidad y sus consecuencias (PNUD, 2005).

<sup>1</sup> Riesgo: Resultado de la interacción de amenazas definidas física-

■ Figura III.1a. Costos de los desastres en México



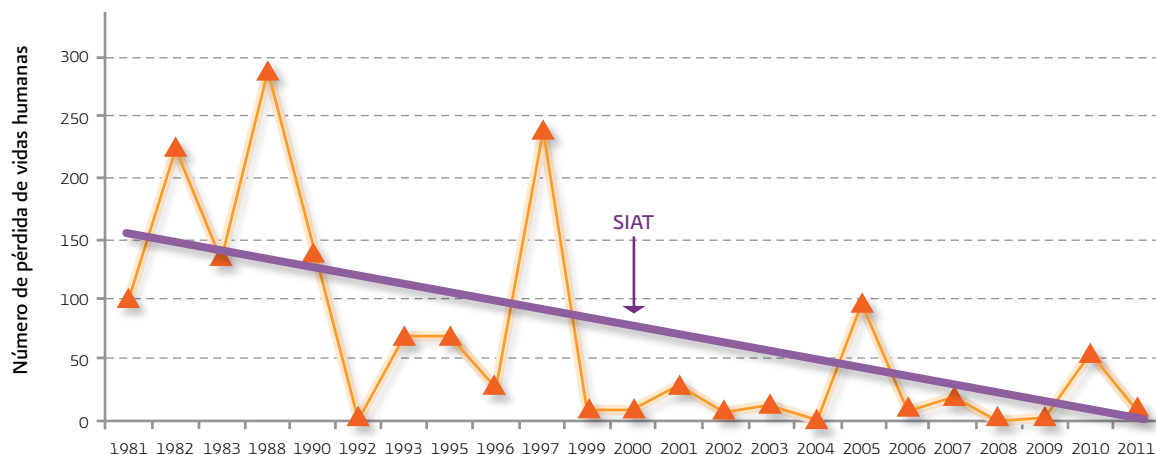
Fuente: CENAPRED, 2001, 2011.

La vulnerabilidad y el peligro definen el riesgo ante cambio climático. El diagnóstico de la vulnerabilidad es el elemento clave para proyectar impactos y, por lo tanto, es un paso previo indispensable en el diseño de políticas públicas de adaptación. Un importante ejemplo es el Sistema de Alerta Temprana contra Ciclones Tropicales, que se implementó a partir del año 2000, gracias al cual han disminuido la pérdida de vidas humanas causadas por ciclones tropicales (Figura III.1b).

Uno de los factores que debe considerarse para evaluar la vulnerabilidad es la población y sus características. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el Censo de Población y Vivienda 2010 se contaron 112,336,538 habitantes en México (INEGI, 2010), casi cuatro millones más que lo proyectado cinco años atrás por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2006); esto constituye un reto adicional en materia de adaptación al cambio climático, pues la demanda de recursos naturales, como el agua, será aún mayor que la proyectada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2011c).

El grado de vulnerabilidad también depende, entre otros factores, de la condición económica. El crecimiento económico de México se desaceleró desde principios de los ochenta, en contraste con las dinámicas registradas en las dos décadas previas (Flores, 2010). El estancamiento y las crisis recurrentes tuvieron efectos muy importantes en dos fenómenos del México actual: la forma como se distribuye el ingreso y las tendencias de la pobreza en la sociedad (Hernández, 2000). Las estrategias para resolver estos problemas y otras formas de inequidad deben considerar que un desarrollo humano bajo incrementa la vulnerabilidad al cambio climático, y que éste amenaza las metas claves del desarrollo (DARA, 2010; PNUD, 2011). Ante esto, un esquema de desarrollo sustentable se justifica por razones socioeconómicas, políticas, y por la importancia de los elementos ambientales para el desarrollo equilibrado del país.

■ Figura III. 1b. Pérdida de vidas humanas por ciclones tropicales 1981-2011



Fuente: CENAPRED, 2012.

### III.1.1 La adaptación y el desarrollo

La sociedad mexicana está cada vez más consciente de la importancia de los servicios ambientales para el bienestar humano y de los posibles efectos negativos que el cambio climático pueden tener en ellos. Sin embargo, mantiene un modelo de desarrollo con impactos negativos en el medio ambiente y los recursos naturales, que continúan deteriorándose a una velocidad alarmante (PNUD, 2011).

Los impactos del cambio climático dependen de las condiciones de vulnerabilidad presente y futura, con y sin adaptación, sea ésta privada o pública, autónoma o planificada, pero que puede contemplarse esencialmente como:

- i) **Adaptación correctiva**, relacionada con las acciones de reposición que llevan a superar los daños producto de la vulnerabilidad ya existente.
- ii) **Adaptación prospectiva**, relacionada con la planeación del desarrollo bajo un clima diferente, orientada a eliminar o reducir los potenciales impactos del cambio climático.

La adaptación es un proceso ligado al modelo de desarrollo y requiere ser implementada mediante la continua interacción de especialistas y actores clave.

El trabajo realizado en México en este rubro atiende las sugerencias del Marco de Políticas de Adaptación (MPA) (Lim y Spangler-Sigfried, 2004), construyendo capacidades y estableciendo una relación estrecha con diversos actores clave, como parte de la agenda del desarrollo (Grandolini, 2012).

Las estructuras institucionales se han construido paulatinamente para afrontar el cambio climático, planteando estrategias a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND), cuyo eje de sustentabilidad ambiental recomienda “impulsar medidas de adaptación a los efectos del cambio climático”. La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), presidida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con la participación de once dependencias federales, desempeñó un papel medular en el fortalecimiento institucional de la política de adaptación.

Diversos programas están induciendo cambios para preparar al país frente al cambio climático (Cuadro III.1).

El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC) (CICC, 2009) estableció metas para la adaptación por sectores, como un instrumento para coordinar intersecretarial y transversalmente el tema de adaptación al cambio climático en las agendas de las secretarías federales; el PECC presenta la trayectoria

■ Cuadro III.1. Algunos programas de gobierno que incluyen adaptación al cambio climático

Acciones	Objetivo	Responsable	Periodo
<b>Programa Especial de Cambio Climático (PECC)</b>	Realizar acciones específicas que reduzcan la vulnerabilidad, actividades de evaluación de la vulnerabilidad del país y de valoración económica de las medidas prioritarias, y mejoras en la información, políticas y estrategias de desarrollo.	Gobierno Federal	2009-2012
<b>Programas Sectoriales</b>	Definir metas y acciones de las secretarías de Estado en materia de cambio climático.	Gobierno Federal y secretarías de Estado	2007-2012
<b>Programa Nacional de Estadística y Geografía (PNEG)</b>	Producir información que permita el mejor conocimiento del territorio y de la realidad económica, social y del medio ambiente del país.	INEGI	2010-2012
<b>Programa Anual de Estadística y Geografía (PAEG)</b>	Generar el marco conceptual para la integración de información sobre cambio climático. Promover entre los integrantes del sistema nacional de información estadística y geográfica la formulación de propuestas de indicadores sobre cambio climático.	INEGI	2011
<b>Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC)</b>	Crear instrumentos de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones relacionadas en materia de cambio climático.	Gobiernos de los Estados e INE (8 concluidos al 2012 y 24 en desarrollo)	2008-2013
<b>Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN)</b>	Crear capacidades entre los tomadores de decisiones de los municipios sobre cambio climático y sus impactos, así como promover políticas públicas a nivel local.	Gobiernos Locales: nueve municipios piloto en el 2011, 50 municipios en la primera etapa del 2012 y más de 200 municipios en la etapa 2012-2013	2011-2013

de adaptación de largo plazo para México (Cuadro III.2). La SEMARNAT evalúa periódicamente las 141 metas en materia de adaptación para definir su grado de cumplimiento (CICC, 2012); la mayoría de estas metas tienen que ver con planeación, por lo que aún queda el reto de implementar acciones con un impacto directo en la reducción de la vulnerabilidad.

En cuanto a las metas de adaptación, al tercer bimestre de 2012 se reporta un avance promedio global de 75%. Se ha alcanzado un cumplimiento al 100% de 45 metas, las que se consideran estratégicas para reducir la vulnerabilidad de personas y sus bienes, de sistemas productivos y naturales (SPPA/SEMARNAT, 2012). Respecto

al avance por sistema clave, destacan: recursos hídricos, 91%; salud pública, 79%; y ecosistemas, 76% (Presidencia de la República, 2012).

El compromiso de México en materia de cambio climático se refleja en el presupuesto federal 2011 asignado a esta materia, por ejemplo los recursos destinados al Programa Especial de Cambio Climático y al Programa de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático (CEFP, 2011) (Figura III.2). En el periodo de 2009 a junio del 2012, el presupuesto para la atención y prevención de desastres del Fondo Nacional para Desastres Naturales (FONDEN) alcanzó 80,930 millones de pesos (Presidencia de la República, 2012).

■ Cuadro III.2. Etapas en la trayectoria de adaptación de largo plazo para México



Fase 1: Evaluar y diseñar el proyecto

Fase 2 : Evaluar la vulnerabilidad actual y futura

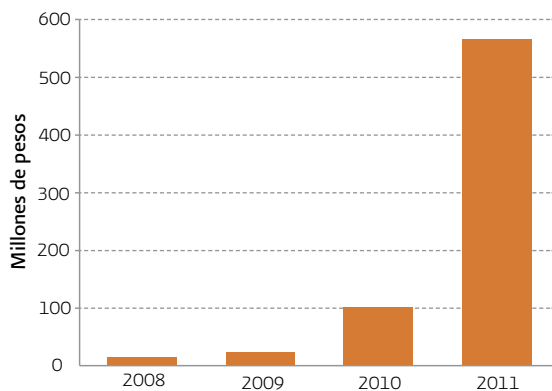
Fase 3: Evaluar los riesgos climáticos actuales y futuros

Fase 4: Formular la Política Nacional de Adaptación al cambio climático

Fase 5: Continuar el proceso de adaptación

Fuente: CICC, 2010.

■ Figura III.2. Monto anual asignado a programas sobre cambio climático en el periodo 2008-2011



Fuente: CEFP, 2011.

Prevenir daños por fenómenos naturales extremos no sólo es posible, sino mucho más eficiente y económico que la atención de la emergencia y la reconstrucción recurrente (BM, 2010). México ha hecho progresos importantes en la prevención y la reducción de riesgos, por ejemplo, mediante códigos de seguridad para la construcción, el mejoramiento de prácticas para enfrentar una potencial catástrofe, y la comunicación para una cultura de prevención (SEGOB, 2011a). El Fondo para la Prevención de los Desastres Naturales (FOPREDEN) ha modificado recientemente sus reglas de operación (DOF, 2010a),

para hacer más eficientes las acciones de reducción de vulnerabilidad. Desde el 2011, se amplió y flexibilizó el acceso a recursos para la puesta en marcha de acciones de prevención de desastres (reducción de vulnerabilidad) a partir de los Atlas de Riesgos y Peligros (CENAPRED, 2011b; SEDESOL, 2012b), los cuales facilitan la planeación o el ordenamiento territorial, medidas de adaptación consideradas como clave ante el cambio climático. Los Atlas de Riesgo estatales son condición necesaria para acceder a los recursos del FOPREDEN.

El Fondo de Adaptación fue establecido por las Partes del Protocolo de Kioto de la CMNUCC para financiar proyectos y programas concretos de adaptación a los efectos negativos del cambio climático en países en desarrollo que son parte del Protocolo de Kioto. El Fondo es financiado con 2% de los Certificados de Reducción de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés) emitidos por proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y con fondos de otras fuentes. El objetivo es financiar el gasto y las inversiones de los proyectos que aborden, identifiquen y propongan acciones de impacto en reducción de vulnerabilidad para lograr la adaptación al cambio climático tanto en localidades, municipios, entidades y regiones del país, como en actividades económicas y productivas específicas.



La Entidad Nacional Implementadora (ENI) es el organismo acreditado por la Junta del Fondo de Adaptación para recibir y administrar transferencias financieras directas del Fondo y aplicarlas en proyectos y programas financiados por el mismo. La ENI asume la responsabilidad total por la gestión general de los proyectos o programas financiados por el Fondo de Adaptación. Para el caso de México, la ENI reside en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).<sup>2</sup>

La Autoridad Designada, es un funcionario gubernamental (en el caso de México, el Dr. Francisco Barnés Regueiro, Presidente del INE) que actúa como punto de contacto con el Fondo de Adaptación. En nombre del Gobierno de México la Autoridad Designada dará el visto bueno a las propuestas de proyectos y programas de adaptación en el país, antes de enviarlos al Fondo de Apoyo para su aprobación.

A mediados de 2012 se llevó a cabo la primera convocatoria de la ENI y se recibieron más de cuarenta propuestas, algunas de las cuales ya han sido aprobadas para ser implementadas.

México comienza a probar estrategias de reducción de vulnerabilidad en un marco de gestión integral de riesgo ante el cambio climático. Se han mejorado las capacidades en los estados de la República para analizar el problema, y su estructura institucional regional ha iniciado su modernización para enfrentar los retos de la variabilidad del clima y el cambio climático.

## III.2 Acciones de adaptación frente al cambio climático

La presente crisis económica, social y ambiental requiere una solución global, reconociendo que para que el crecimiento sea sustentable, se deben atender las necesidades de las generaciones actuales y futuras. México enfrenta de manera transversal los grandes desafíos, como son: el cambio climático, la sobreexplotación de recursos

<sup>2</sup> Fondo de Adaptación Entidad Nacional Implementadora. Disponible en <http://enimexico.imta.gob.mx/>

naturales, la seguridad alimentaria, el nivel y la calidad de la educación, así como el déficit de la infraestructura. El Gobierno Federal y los gobiernos locales se han embarcado en un proceso de innovación, con numerosos proyectos de política pública que incluyen la colaboración activa de diversos actores, y que requieren trabajar de manera transversal. Si bien el gobierno sigue siendo el administrador del interés colectivo con la facultad de intervenir, ahora necesita examinar cómo puede trabajar con los ciudadanos y otros actores a fin de generar resultados de elevado valor público (Bourgon, 2009). Esta filosofía es importante para la administración federal en los esquemas de trabajo en materia de adaptación al cambio climático.

Un ejemplo de estrategia institucional para fortalecer su infraestructura y capacidades frente al cambio climático lo constituye el Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México (MoMet), cuyo objetivo fundamental es fortalecer la capacidad para atender la creciente demanda de información meteorológica y climática, a fin de mejorar el manejo de los recursos hídricos y apoyar el desarrollo sustentable en relación al cambio climático (CONAGUA, 2011a). La modernización del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) apoyará la toma de decisiones en la protección civil y en sectores como el hídrico, el agrícola y el ganadero, entre otros. Para lograr estos objetivos, se plantearon cuatro componentes: el fortalecimiento de la capacidad institucional y las comunicaciones con los usuarios de la información del SMN; la modernización y consolidación de la infraestructura de observación; el mejoramiento de los pronósticos meteorológicos y de clima, y el desarrollo de la capacidad regional (CONAGUA, 2012).

Por otro lado un ejemplo en el sector agrícola y ganadero es la iniciativa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), es una estrategia de cambio de las prácticas de cultivo, principalmente en productores de temporal, a los que se les brinda acceso a tecnologías modernas y el apoyo de investigaciones para enfrentar los retos del cambio climático. El programa MASAGRO intenta alcanzar la suficiencia alimentaria en México

a través de prácticas agronómicas sustentables y de herramientas científicas más avanzadas para el mejoramiento de semillas de maíz y trigo. La iniciativa está dirigida principalmente a los productores de menor desarrollo, cuya agricultura es tradicional o de subsistencia, que son los más vulnerables ante el cambio climático.

Adicionalmente, SAGARPA aplica una serie de políticas públicas en el sector rural para enfrentar de manera integral los riesgos vinculados con el cambio climático y mantener sin afectación la diversidad de cultivos prioritarios con que cuenta México. A través de la Componente de Atención a Desastres Naturales (CADENA), por ejemplo, la secretaría brinda un seguro ante la ocurrencia de contingencias climatológicas; en el año 2011 aseguró 8.12 millones de hectáreas de temporal, que corresponden a la tercera parte de la superficie agrícola, beneficiando a una población de 2.6 millones de productores de bajos ingresos en 30 entidades federativas (INE, 2012g).

### III.2.1 Acciones legislativas frente al cambio climático

El 5 de junio de 2012, el C. Presidente Felipe de Jesús Calderón Hinojosa firmó el decreto de la Ley General de Cambio Climático (DOF, 2012a). Así, México se pone a la vanguardia global en legislación medioambiental, pues prevé metas nacionales tanto en mitigación como en adaptación al cambio climático.

Con la Ley General de Cambio Climático, México es un actor clave en la lucha mundial contra esta amenaza, garantizando que se sigue la ruta hacia el crecimiento verde y una economía más competitiva que preserve la riqueza natural para las generaciones futuras (Ver Capítulo II).

Es claro que son indispensables políticas que garanticen acciones permanentes, con continuidad, que lleven a promulgar legislaciones en las que converjan los tres niveles de gobierno y aseguren la participación ciudadana.

### III.2.2 Programas estatales y municipales de acción climática

El Instituto Nacional de Ecología (INE), a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático (CPCC), asesora técnicamente a las entidades federativas en la elaboración del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). El PEACC es un instrumento de apoyo para el diseño de políticas públicas sustentables y acciones en materia de cambio climático, en el orden del gobierno estatal (Ver Capítulo II).

En materia de adaptación, los PEACC toman en cuenta las principales características sociales, económicas y ambientales de cada entidad, así como las metas y prioridades de los planes de desarrollo estatales, identifican acciones y medidas para reducir la vulnerabilidad. Con la elaboración de los PEACC, se apoya el desarrollo de capacidades y se busca mejorar la percepción pública acerca de los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático. Los avances de los PEACC en México son diferenciados en alcance, cobertura y líneas de investigación; sin embargo, se reconoce como un logro que las 32 entidades federativas del país realizan esfuerzos en la materia (Figura III.3).

Un panorama general de los avances en materia de adaptación de los PEACC se muestra en el Cuadro III.3. A continuación se detallan algunos ejemplos.

El Programa de Acción Climática de la Ciudad de México (PACCM), tiene como objetivo general “Integrar, coordinar e impulsar acciones públicas para disminuir los riesgos ambientales, sociales y económicos derivados del cambio climático”. Dentro del PACCM se ha integrado un programa de medidas de adaptación al cambio climático, con acciones de corto y largo plazos que reducirán los riesgos para la población y para la economía de la Ciudad de México. El PACCM promueve acciones de adaptación al cambio climático (SMA-GDF, 2012) como las siguientes:

- Programa Preventivo de Riesgos Hidrometeorológicos.
- Manejo de microcuencas: barrancas urbanas.
- Manejo de Microcuencas para el Desarrollo Rural y Conservación de Suelo y Agua en Tierras Agropecuarias.

■ **Figura III.3. Avances de las entidades federativas en el desarrollo de los PEACC, comisiones y leyes locales de cambio climático**



- Programa de Prevención y Combate de Incendios Forestales.
- Monitoreo epidemiológico ante el cambio climático.
- Naturación de azoteas (azoteas verdes).

Por otro lado, el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Baja California (PEACC-BC), realizado con financiamiento del Anexo 34 del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) 2010, tiene como propósito evaluar el estado actual de los efectos del cambio climático. El PEACC-BC presenta entre otras componentes: el análisis de escenarios climáticos regionales, diagnóstico y evaluación de la vulnerabilidad e impactos.

Asimismo, se proponen algunas acciones de adaptación en diferentes sectores, tal como: la construcción de mapas de riesgo y recomendaciones tecnológicas de producción agrícola y pecuaria con criterios de sustentabilidad regionalizadas en el sector de agricultura y ganadería.

La restauración, conservación y uso sustentable de los acuíferos en el sector de recursos hídricos, la creación de un sistema de alertamiento temprano para el monitoreo de eventos climáticos intensos para la protección civil;

el monitoreo continuo de los cambios estacionales de los cuerpos de agua de la región y del ascenso del nivel del mar, aunado a estudios locales de vulnerabilidad de las zonas costeras, en el sector de biodiversidad terrestre; y diversificar el mercado energético mediante el uso de las energías renovables en sustitución de combustibles convencionales en el sector energía.

La meta del PEACC-BC es proponer al gobierno del estado, medidas y estrategias de adaptación a las nuevas condiciones climáticas del siglo XXI, esperando se traduzcan en políticas públicas que beneficien a la sociedad bajacaliforniana.

En el estado de Guanajuato, el grupo de trabajo de vulnerabilidad, de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (COCLIMA), gestionó recursos del Anexo 34 del PEF 2010, para la realización del estudio "Diagnóstico climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el estado de Guanajuato", en el cual se implementó el Modelo de abasto y uso del agua bajo condiciones de cambio climático (MAUA-Clima), que representa una herramienta útil para realizar escenarios prospectivos bajo un enfoque de sistemas dinámicos, tema vanguardista en el estado del arte a nivel mundial.

■ Cuadro III.3. Avances en materia de adaptación en los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático

Entidad Federativa	Escenarios de cambio climático	Análisis de vulnerabilidad	Propuesta de medidas de adaptación
Aguascalientes	✓	✓	N.D.
Baja California	✓	✓	✓ ACB*
Baja California Sur	✓	✓	✓
Campeche	✓	✓	N.D.
Chiapas	✓	✓	✓
Chihuahua	N.D.	N.D.	N.D.
Coahuila	✓	✓	N.D.
Colima	N.D.	N.D.	N.D.
Distrito Federal	N.D.	✓	✓
Durango	✓	✓	✓
Estado de México	✓	✓	✓
Guerrero	✓	N.D.	N.D.
Guanajuato	✓	✓	N.D.
Hidalgo	✓	✓	✓
Jalisco	N.D.	N.D.	N.D.
Michoacán	✓	✓	N.D.
Morelos	✓	✓	N.D.
Nayarit	N.D.	N.D.	N.D.
Nuevo León	✓	✓	✓
Oaxaca	N.D.	N.D.	N.D.
Puebla	N.D.	N.D.	N.D.
Querétaro	✓	✓	✓
Quintana Roo	✓	✓	✓
San Luis Potosí	✓	✓	✓
Sinaloa	N.D.	N.D.	N.D.
Sonora	N.D.	N.D.	N.D.
Tabasco	✓	✓	✓
Tamaulipas	N.D.	N.D.	N.D.
Tlaxcala	✓	✓	✓
Veracruz	✓	✓	✓
Yucatán	N.D.	N.D.	N.D.
Zacatecas	N.D.	N.D.	N.D.

\*ACB: Incluye el Análisis Costo Beneficio; N.D.: Información No Disponible.

En noviembre de 2011 se publicó el Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato (PECCG). Con una visión de largo plazo, contempla cinco líneas estratégicas: la reducción de emisiones de GEI, la adaptación, la promoción de la educación y estrategias de comunicación en condiciones de cambio climático, el incentivo para la investigación y desarrollo tecnológico, y la búsqueda de recursos financieros para la implementación de acciones. Entre las acciones de adaptación se incluyen la construcción y rehabilitación de obras de captación de agua de lluvia; campañas de salud para prevenir enfermedades relacionadas con los cambios de temperatura; programas de reforestación con especies nativas y para remediar sitios degradados. En el 2011 se implementó la “Estrategia para la educación y comunicación para la sustentabilidad en condiciones de cambio climático”, que fortalece las capacidades locales para hacer frente a los efectos de este fenómeno global.

La Estrategia Estatal de Cambio Climático de Tabasco (PEACC-TAB), realizada con recursos del Anexo 34 del PEF 2010, integra los escenarios de cambio climático y vulnerabilidad para el estado, y acciones de adaptación, algunas ya implementadas, como: 1) La Agenda Ambiental Municipal, herramienta de planificación local que orienta y apoya el desarrollo y el ordenamiento territorial desde la perspectiva ambiental, 2) El Corredor Biológico Mesoamericano, con el fin de coadyuvar a los objetivos de conservación y desarrollo sustentable en el ámbito de los corredores que corresponden al estado, a través de sugerencias de calidad y apoyo político, y 3) El Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado, el cual fue actualizado incluyendo la perspectiva del cambio climático, la vulnerabilidad y los eventos meteorológicos extremos.

Tabasco realizó, con recursos del Anexo 31 PEF 2011, el proyecto “Implementación de acciones derivadas de la estrategia de cambio climático del estado de Tabasco”, cuyos productos son la “Instrumentación de la agenda de género ante el cambio climático en Tabasco”, y el “Desarrollo de políticas estatales en materia de cambio climático y con enfoque de género”.

En el ámbito municipal, ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad y algunos ayuntamientos desarrollan

su Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) con apoyo técnico e institucional del INE y con financiamiento de la Embajada Británica. El objetivo 2011-2013 de este proyecto es orientar las políticas públicas municipales en materia de vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático en el ámbito local (Ver Capítulo II).

Los PEACC y PACMUN generan mayores acciones como iniciativas, anteproyectos, sinergias y acuerdos interestatales o intermunicipales que fortalecen la capacidad adaptativa de los gobiernos locales.

### III.2.3 Implementación de proyectos piloto

El INE y el IMTA realizan el proyecto de “Adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del cambio climático”, en el periodo 2011-2015, con el apoyo financiero del Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Banco Mundial (BM), para instrumentar medidas de adaptación en los siguientes sitios piloto (INE, 2011d):

- a) Río Pánuco Corredor Sistema Lagunar, en La Vega Escondida Tampico, Tamaulipas;
- b) Laguna de Alvarado y su cuenca baja Alvarado, Veracruz;
- c) Lagunas Carmen-Pajonal-Machona, Tabasco, y
- d) Punta Allen en la Reserva de la Biósfera de Sian Ka’an, Quintana Roo.

La planificación con los municipios involucrados inició en el 2012 y las medidas propuestas incluyen:

- Promover 15,000 ha para la protección de humedales.
- Restaurar y/o reforestar 10,000 ha de manglar.
- Restaurar y/o reforestar 2,000 ha de dunas costeras.
- Restaurar 10,000 ha de ecosistemas costeros en Áreas Naturales Protegidas.
- Restaurar 40,000 ha de riberas altamente vulnerables.
- Recuperar y restaurar zonas arrecifales dentro de Áreas Naturales Protegidas.

En el estado de Guanajuato, durante el segundo semestre de 2012, se inició la implementación del

“Proyecto piloto de cosecha de agua de lluvia como medida de adaptación al cambio climático en la comunidad El Gato en el municipio Doctor Mora”, mediante la colecta de agua de lluvia en los techos de casas, construyendo infraestructura de almacenamiento y distribución. El proyecto cuenta con la asesoría técnica del Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato (INE, 2012e).

La adaptación frente al cambio climático no se limita a las agencias de gobierno. Las organizaciones de la sociedad civil (OSC), principalmente aquéllas interesadas en el manejo y la conservación de ecosistemas, trabajan en diversas iniciativas para enfrentar el cambio climático. El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), Conservación Internacional (CI), *Ducks Unlimited*, y otras agencias han apoyado estudios y acciones para dar viabilidad a iniciativas de comunidades interesadas en la conservación de los recursos naturales de nuestro país y en la adaptación.

Reforestamos México, A.C. impulsa una red de observación fenológica nacional para entender las interrelaciones planta-clima y contribuir así tanto al conocimiento científico como a la generación de capacidades comunitarias de monitoreo del clima y sus impactos en términos de los servicios ambientales. Este esfuerzo empezó en 2010 con pruebas piloto de observación en Michoacán, considerando especies vegetales características, relaciones clima-periodos fenológicos, y la aparición de plagas y fauna local o migratoria.

También se ha recibido el apoyo de organismos internacionales, como algunas agencias de las Naciones Unidas, de los gobiernos de diferentes países, y de OSC para implementar medidas de adaptación, tanto en áreas naturales como en diversos sectores o regiones que se consideran altamente vulnerables al cambio climático, por lo que hoy se cuenta con más información y capacidad.

### III.2.4 Colaboración internacional

México trabaja activamente con instituciones internacionales para la puesta en marcha de sus acciones de adaptación (Cuadro III.4); por ejemplo el BM a través del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), apoya al Gobierno Federal con un préstamo de 105 millones de dólares para financiar parcialmente la modernización del SMN.

Adicionalmente, en materia de adaptación el BM apoya, entre otros, los proyectos:

- Fortalecimiento de la resiliencia social ante el cambio climático en México, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 2012-2013.
- Los bosques de México y el cambio climático, en colaboración con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2012-2017.
- Desarrollo de política de adaptación al cambio climático en el sector agua, a través de la SHCP, 2010-2012.
- Servicios ambientales de México, en colaboración con la CONAFOR, 2006-2011.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) también otorgó al Gobierno Federal una serie de préstamos de carácter programático para definir y consolidar la agenda de cambio climático. El BID brinda asistencia técnica, con el propósito de consolidar la fortaleza institucional, tanto nacional como de estados y municipios, para lograr una implementación efectiva de programas de mitigación y adaptación al cambio climático (BID, 2012).

La Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), apoyó la elaboración de la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), la Estrategia Estatal de Cambio Climático en el estado de Michoacán y, en co-financiamiento con el INE, a la elaboración de los PEACC de Tlaxcala y Quintana Roo (Cuadro III.4).

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), con apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), desarrolla el proyecto Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas, cuyo objetivo es el desarrollo

■ Cuadro III.4. Cooperación internacional para la realización de programas y acciones de adaptación al cambio climático

ORGANISMO INTERNACIONAL	DEPENDENCIA APOYADA	PROYECTO	OBJETIVO Y PERIODO
Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ)	SEMARNAT	“Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático” (AMACC)	Identificar y priorizar medidas de adaptación al cambio climático en tres sectores: agricultura, recursos hídricos, y ecosistemas forestales. Está finalizando la primera de cuatro fases, diciembre 2010-enero 2014
		“Cambio Climático y Gestión de Áreas Naturales Protegidas”	
Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA)	INE-SEMARNAT	Programa de entrenamiento conjunto sobre el crecimiento verde	Cursos sobre cambio climático, reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> , mecanismos de adaptación y políticas de crecimiento verde, 2011-2013
Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)	INE-SEMARNAT Participan UNAM, IMTA y gobiernos de los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Desarrollo de capacidades para la formulación de programas de adaptación al cambio climático en agua y manejo costero en la Península de Yucatán	Mejorar la capacidad de instituciones públicas a través de la impartición de cursos de capacitación para la formulación de programas de adaptación al cambio climático en instituciones japonesas. junio 2011-julio 2012
	CONANP-SEMARNAT	Continuación de la preparación del proyecto de adaptación en los humedales costeros del Golfo de México para el CC	Conservación de Humedales en la Península de Yucatán 2003-2010
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID)	INE-SEMARNAT Gobierno de los estados de Quintana Roo, Tlaxcala y Michoacán	Elaboración del PEACC del estado de Quintana Roo	Incluye desarrollo de: -Inventario de emisiones de GEI -Escenarios de emisiones de GEI -Evaluación de vulnerabilidad y medidas de adaptación ante el cambio climático -Análisis de opciones de mitigación -Publicación del PEACC. 2010-2012
		Elaboración del PEACC del estado de Tlaxcala (PEACCT)	
		Estrategia Estatal de Cambio Climático en el estado de Michoacán (PEACCM). Primera etapa	
	CONANP-SEMARNAT	Fortalecer Capacidades Frente al Cambio Climático en la Gestión de Áreas Protegidas	Desarrollar la Estrategia de Cambio Climático para ANP y establecer acciones concretas de mitigación y adaptación al cambio climático para manejo de ANP federales. 2009-2012
	CONAFOR	Metodología de un modelo de gobernanza intermunicipal para la implementación de mecanismos REDD+ a nivel local	Gobernanza en los estados de Jalisco, Campeche, Quintana Roo, Yucatán y Chiapas
Agencia Francesa de Desarrollo (AFD)	SEMARNAT-SEDESOL	Planeación territorial integral para Campeche	Esquema innovador de planeación para superar limitaciones sectoriales y jerárquicas. La adaptación y mitigación son ejes conductores del proceso
	CONAFOR	Programa para el desarrollo integral forestal intermunicipal sustentable y su vinculación con la estrategia nacional REDD+ Piloto: Río Ayuquila-Armería	Programa para el desarrollo integral forestal intermunicipal y su vinculación con la estrategia nacional REDD+.
	Estado de Campeche, SEDESOL, SEMARNAT	Planeación Territorial Integral para Campeche	Aporta un esquema innovador de planeación territorial para superar las limitaciones sectoriales, jerárquicas y estáticas que impiden que la planeación se convierta en un referente territorial del desarrollo. El cambio climático en sus vertientes de mitigación y adaptación es uno de los ejes conductores del proceso. 2012-2013

ORGANISMO INTERNACIONAL	DEPENDENCIA APOYADA	PROYECTO	OBJETIVO Y PERIODO
Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	CONAGUA y estados de Tabasco y Chiapas	Programa de adaptación a las consecuencias de cambio climático en la provisión de servicios de la Cuenca del Grijalva	Intensificación del ciclo hidrológico en la cuenca del Grijalva. La adaptación se busca en base a: (i) la planificación; (ii) la implementación de políticas de reordenamiento territorial y poblacional; (iii) al desarrollo de obras de hidráulica e hidrología; (iv) la adecuación en la operación de las unidades de almacenamiento de agua y de generación de energía existentes; y (v) los diseños de obras de infraestructura, en combinación con la optimización de la capacidad de regulación natural de los ecosistemas de la cuenca y de un ajuste en el uso del suelo
Fondo de Oportunidades Globales del Ministerio Británico de Asuntos Exteriores	IMTA-SEMARNAT	Impacto del cambio climático en la calidad del agua en México	Recolectar el universo de datos en que pudieran aplicarse los métodos estadísticos para determinar el impacto del cambio climático en el agua
	INE-gobierno de Veracruz	Programa Veracruzano ante el Cambio Climático	Elaboración del Programa de acción ante el cambio climático de Veracruz. 2007-2009
	INE-gobierno de Chiapas	Programa de Acción ante el Cambio Climático del estado de Chiapas (PACCCH)	Inventario de emisiones de GEI, escenarios climáticos 2025, 2050 y 2070, V&A, con enfoque al sector AFOLU
Fondo Mundial para la Naturaleza-Fundación Gonzalo Río Arronte	CONAGUA	Programa Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas: Desarrollo de Nuevos Modelos en México	Se identificaron 189 cuencas con factibilidad para establecer reservas de agua. Formulación de la Norma Mexicana de Caudal Ecológico 2004-2012
Fondo Mundial para la Naturaleza -Fundación Carlos Slim	INE	Conservación de Ecosistemas y Biodiversidad	Se obtendrá una red de áreas prioritarias para la conservación interconectadas con viabilidad a largo plazo. 2012-2013
	INE, CIDIIR, gobierno de Oaxaca	Construcción de las bases para el desarrollo del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Oaxaca con énfasis en adaptación	Construcción de medidas de adaptación al cambio climático en las ocho regiones de Oaxaca con enfoque intercultural, de género, y de forma participativa. 2011-2013
Ministerio de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales del Reino Unido (ISFD-WSSD)	INE-SEMARNAT, UNISON	Biodiversidad para combustibles y biodiesel en Zonas Áridas (BIO3)	Proyecto de investigación y Reunión Nacional sobre Bioenergía, Biodiesel y Biodiversidad en Zonas Áridas, Noviembre 2011
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y GIZ	INE, GT-ADAPT de la CICC	Adaptación al cambio climático en México: Visión, elementos y criterios para la toma de decisiones	Establece los elementos y criterios para articular y orientar los instrumentos de política y las acciones necesarias para fortalecer las capacidades de adaptación de la sociedad, los ecosistemas y los sistemas productivos

Fuente: INE, 2012j.



conceptual y la implementación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en áreas protegidas y zonas prioritarias para la conservación en la zona central de la Sierra Madre Oriental. Además, GIZ, en colaboración con la Secretaría de Medio Ambiente de Aguascalientes y la Agencia de Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania, realizarán el proyecto “Estrategia de Desarrollo Bajo en Carbono para el Estado de Aguascalientes”, la cual contará con un diagnóstico de vulnerabilidad y un análisis de las posibles medidas de adaptación a los efectos del cambio climático.

La Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT, en el marco de la Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático inició un proceso para integrar una herramienta que apoye a tomadores de decisiones a priorizar medidas de adaptación en los sectores de agua, ecosistemas y agricultura, apoyándose en análisis costo-beneficio y con base en información científica. Para este proceso se llevaron a cabo diversos talleres y consultas con expertos nacionales e internacionales (Presidencia de la República, 2012). Como parte de la cooperación se está desarrollando una plataforma sobre adaptación que reunirá información científica y los avances logrados en materia de adaptación, que estará accesible al público y a tomadores de decisiones del Gobierno Federal así como de los gobiernos estatales y municipales, la cual se alojará en la página de internet del INECC.

A partir del 2011, se lleva a cabo el “Programa de entrenamiento conjunto sobre cambio climático y crecimiento verde” entre el INE y la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), con el propósito de fortalecer las capacidades institucionales y humanas para el manejo de riesgos derivados del cambio climático a nivel nacional y estatal. Como parte de este programa, en 2012 se realizó la segunda edición del curso en línea “Elementos técnicos para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático”, y su fase presencial en la Ciudad de México, con la participación de representantes de los gobiernos de Belice, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, República Dominicana y El Salvador.

### III.3. Hacia la adaptación

La concepción dominante respecto a los desastres y el cambio climático ha sido la del enfoque naturalista, el cual considera al cambio climático como el agente activo, y a la sociedad como agente pasivo o receptor (Martínez, 2007; Lucatello y Rodríguez, 2011). Pero ha sido la vulnerabilidad socialmente generada la causa principal del incremento en los desastres (Briones, 2012), (Figura III.4).

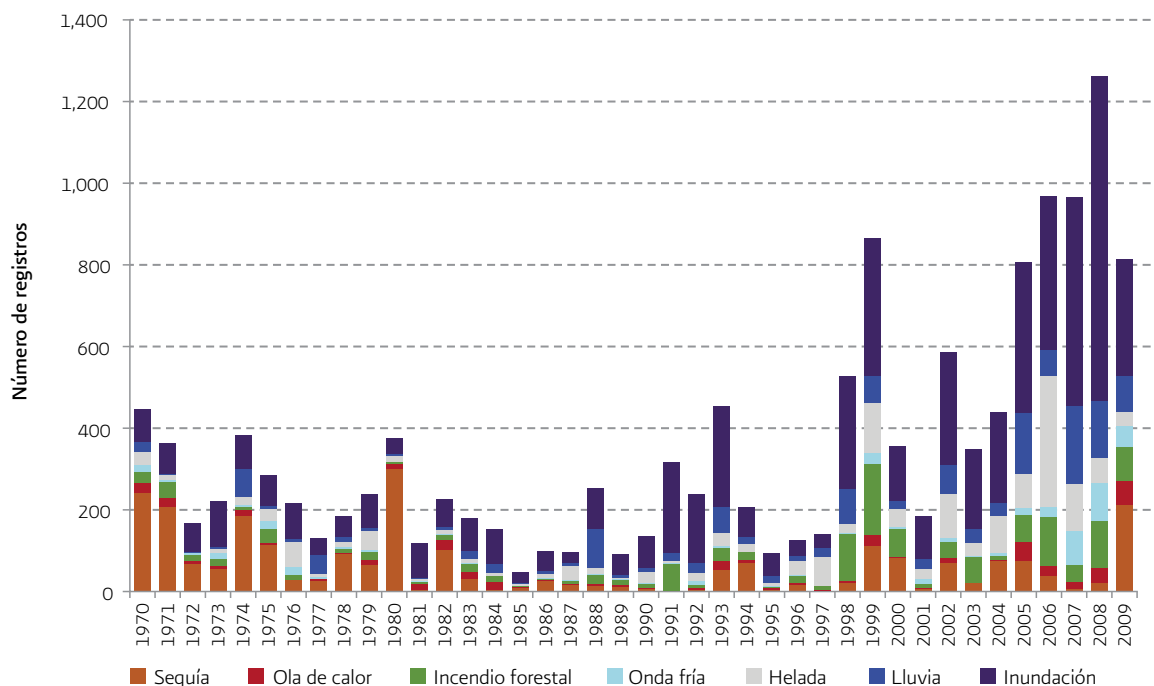
El Grupo de Trabajo de Políticas de Adaptación (GT-ADAPT) de la CICC, instituciones internacionales como el PNUD y la GIZ, bajo la coordinación del INE llevaron a cabo un proceso participativo que sumo a diferentes entidades de la administración pública federal (APF), autoridades estatales, organismos de cooperación y organizaciones de la sociedad civil para desarrollar un documento titulado “Adaptación al cambio climático en México: visión, elementos y criterios para la toma de decisiones”.

Su propósito es establecer los elementos y criterios para articular y orientar los instrumentos de política y las acciones necesarias para fortalecer las capacidades de adaptación de la sociedad, los ecosistemas y los sistemas productivos. Este documento toma como base otros esfuerzos realizados en los últimos años, por ejemplo el “Marco de Políticas de Adaptación de mediano plazo” elaborado por el GT-ADAPT en 2010, así como las experiencias de política realizadas por los diversos sectores de la APF.

Además de presentar un diagnóstico y un análisis de las capacidades de adaptación, se identifica entre otros aspectos que las políticas y medidas que se generen deben considerar al menos cinco aspectos: enfoque territorial y ecosistémico; derechos humanos, justicia social y equidad de género; procesos incluyentes y participativos; acceso a la información y transparencia, así como integralidad y transversalidad. Además se plantean 10 ejes estratégicos:

- Transversalidad y coordinación.
- Articulación en el diseño, instrumentación y evaluación de políticas públicas.
- Conservación y restauración de la funcionalidad ecológica para aumentar la resiliencia de los ecosistemas y los servicios que proveen a la sociedad.

■ Figura III.4. Número de registros o informes de desastre por fenómenos hidrometeorológicos



Fuente: DesInventar-La Red, 2012.

- Reducción de la vulnerabilidad social.
- Reducción de la vulnerabilidad al cambio climático en los sistemas productivos e infraestructura.
- Cooperación internacional.
- Financiamiento para la adaptación.
- Investigación, desarrollo tecnológico y conocimiento.
- Educación, capacitación y comunicación para la adaptación al cambio climático.
- Participación social.

Para cada uno de estos ejes se establece objetivo, visión y líneas de acción. Se espera que este documento contribuya a construir la agenda de la adaptación para los siguientes años, tanto en Gobierno Federal como en gobiernos estatales y municipales y, sobre todo, sentar las bases para articular y generar sinergias en los procesos ya existentes e identificar áreas en las que se requiere la creación de nuevos instrumentos. Todo ello desde la perspectiva de que la adaptación debe fundamentarse en un proceso de desarrollo de capacidades sociales e institucionales.

La mayoría de los estudios sobre impactos del cambio climático en México han seguido una aproximación de “arriba hacia abajo” (INE-SEMARNAT, 2009), que se sustenta en la caracterización de los posibles efectos negativos a partir de escenarios del clima futuro construidos con modelos numéricos (Cuadro III.5). Sin embargo, los resultados de los escenarios de cambio climático tienen una gran incertidumbre a nivel regional, principalmente en cuanto al ciclo hidrológico (Pielke Sr, 2011; INE, 2012b), debido a las limitaciones en la formulación de procesos de menor escala (Williams, 2005), que con frecuencia son clave en el clima de México (Englehart y Douglas, 2001). Por esto, se trabaja con mayor énfasis en una aproximación para la adaptación de “abajo hacia arriba” (Cuadro III.6), sustentada en la identificación de las causas de la vulnerabilidad y sus implicaciones ante el cambio climático (INE, 2012d).

### Cuadro III.5. Tendencias y escenarios de temperatura y precipitación

Desde principios del siglo XX las tendencias del clima en México indican incrementos en la temperatura superficial y cambios pequeños en la precipitación. Los escenarios de cambio climático, incluidos los regionales, aún no logran captar los detalles espaciales de la tendencia en la temperatura y precipitación.

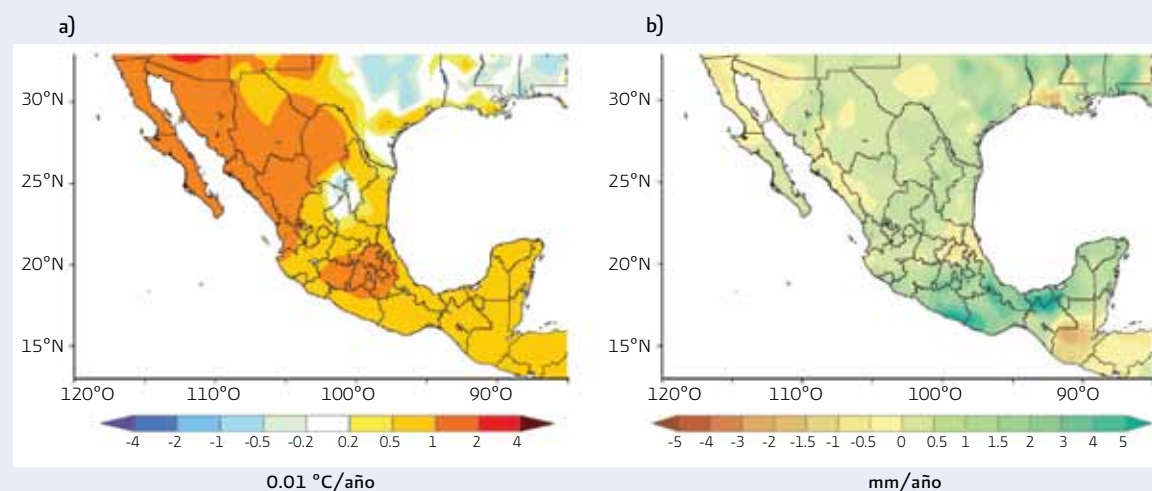
En el periodo 1901-2009, la temperatura superficial media de México tuvo un incremento medio de menos de 2°C (Figura III-C5.1). Algunas regiones del noroeste han experimentado incrementos mayores que la media nacional, y otras zonas del noreste, muestran una tendencia de enfriamiento. Estas tendencias corresponden a variabilidad natural, a procesos de contaminación regional por aerosoles, a cambios en el uso de suelo e incremento de concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Es probable que el enfriamiento regional termine y el calentamiento se dé en forma acelerada en esta parte del planeta (Leibensperger, et al., 2012).

Por otra parte, la precipitación muestra una tendencia promedio que se incrementa ligeramente (Figura III-C5.1). Algunas regiones han experimentado aumentos mayores que la media nacional (región Centro-Sur), mientras otras presentan ligeros decrementos (partes de Hidalgo y Veracruz). La amplitud de la variabilidad natural es mucho mayor que esta tendencia y por tanto, las sequías siguen siendo tan intensas como en el pasado, así como los episodios de lluvias por encima de la media (Méndez y Magaña, 2010).

Los escenarios de cambio climático por efecto del forzamiento radiativo, como los presentados por el IPCC AR4 (2007) o el ensamble preparado con seis realizaciones del modelo de clima regional del Simulador de la Tierra (Pérez-Pérez et al., 2010) (Figura III-C5.2) sugieren que el incremento en la temperatura continuará, con un aumento de 2 a 4°C hacia finales del siglo XXI, principalmente hacia el norte del país. Estos resultados son consistentes con los presentados en la Tercera (INE-SEMARNAT, 2007) y Cuarta (INE-SEMARNAT, 2009) Comunicaciones Nacionales, así como con otros estudios más recientes (INE, 2012b; Magaña et al., 2012).

En el caso de la precipitación, la mayoría de los modelos IPCC AR4 (2007) sugieren una disminución en la tendencia de las lluvias por efectos del calentamiento global. Esto es contrario a lo observado en el último siglo. Aunque los modelos climáticos de última generación muestran mejoras en las simulaciones regionales del ciclo hidrológico, aún requieren incorporar herramientas para simular efectos de mesoescala<sup>1</sup> determinantes para el clima, como lo son los ciclones tropicales en los Mares Intra Americanos (Golfo de México y Mar Caribe). En general, para la precipitación y también en cierta medida para la temperatura, las estaciones secas parecen ser más sensibles a las emisiones de GEI que las estaciones húmedas (Sanderson et al., 2012), razón por la que interpretar los escenarios de cambios en la precipitación para México a escala regional requiere de un conocimiento más profundo sobre los factores dinámicos que la determinan.

Figura III-C5.1. a) Tendencia media anual de temperatura (0.01°C/año) y, b) precipitación anual (mm/año) en México de 1901-2009

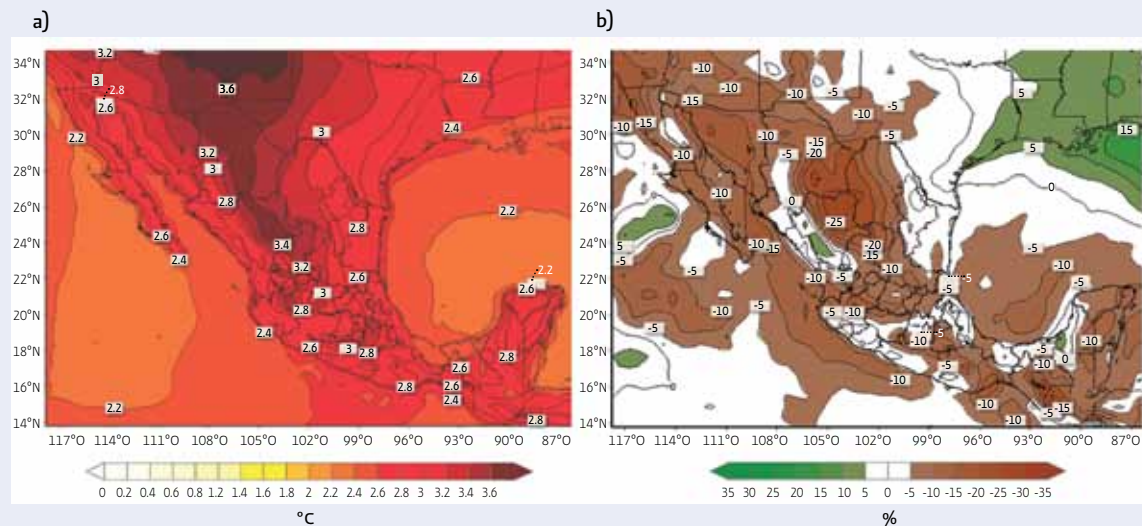


Fuente: CRU versión 3.

Un elemento importante que debe considerarse al proyectar el clima futuro a escala local y regional es el cambio en el uso de suelo. En México, estos cambios han sido importantes (Elvira Quesada, 2006; Cotler, 2010), porque generan cambios en la vulnerabilidad, y pueden alterar el clima local e incluso regional (Pielke Sr., 2011, McPherson, 2007). Los escenarios del IPCC (2007) no consideran dichos cambios y su impacto en el clima regional, pues son un indicador de la sensibilidad del clima a cambios en el forzante radiativo. Un escenario del clima más apropiado para las décadas por venir, deberá considerar la suma de la tendencia que resulta del forzante radiativo, de los forzantes regionales y de los procesos de variabilidad natural del clima de muy baja frecuencia.

México desarrolla escenarios climáticos regionales. En el marco de la "Actualización de Escenarios de Cambio Climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional" ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, destaca el taller realizado el 15 de marzo de 2012, en las instalaciones del INE, en el cual se mostraron las herramientas, métodos de regionalización y análisis de escenarios actualizados de cambio climático para México. El taller fue dirigido a los investigadores que realizan proyectos sobre vulnerabilidad y adaptación en los sectores forestal, agrícola, hídrico, entre otros y en los que se incluyen las proyecciones de los escenarios de cambio climático (Presidencia de la República, 2012).

**Figura III-C5.2. Mediana del ensamble de seis realizaciones del modelo de clima regional del Simulador de la Tierra para finales del siglo XXI, bajo el escenario A1B a 60km x 60km: a) Temperatura media anual (°C) y, b) Precipitación (%)**



Fuente: Pérez-Pérez et al., 2010.

<sup>i</sup> Un fenómeno de mesoescala: es aquél que tiene una duración entre 1 y 12 horas o una extensión horizontal entre 1 y 100 km o una altura entre 1 y 10 km. Ejemplo de estos fenómenos son las tormentas convectivas, tornados, brisa de mar, entre otros.

**La estimación de impactos depende de la vulnerabilidad proyectada al futuro**

En el marco de riesgo ante cambio climático, la vulnerabilidad se entiende como la probabilidad de que, debido a la intensidad de un evento hidrometeorológico y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños a la vida humana, el medio ambiente o a la economía. Por lo que para evaluar la vulnerabilidad son necesarios tres planteamientos esenciales: ¿quién o qué es vulnerable?, ¿a qué es vulnerable? y ¿por qué es vulnerable?. Por esto, la estimación de los impactos del cambio climático y las propuestas de adaptación deben sustentarse en la historia reciente de la vulnerabilidad. La aproximación de abajo hacia arriba, incluye la generación de escenarios de impacto y es de tipo inductivo. En ésta los ensambles de escenarios de cambio climático se utilizan como información sobre las probabilidades de cambio en la ocurrencia de las condiciones peligro, no como pronósticos de clima, pues existen factores regionales que requieren de un entendimiento más profundo que pueden afectar la condición climática a un plazo dado. El problema al construir proyecciones de impacto a partir de escenarios de cambio climático, es que si estos apuntan en dirección contraria a la tendencia del clima, podría ser difícil y/o costoso corregir una medida de adaptación diseñada con esta filosofía, principalmente cuando se piensa a escala regional (Pielke Sr. et al., 2011).

La aproximación de abajo hacia arriba, ayuda a identificar acciones tempranas para la atención de la vulnerabilidad actual; así como líneas de trabajo en el mediano y largo plazos, como insumo en la propuesta de medidas de adaptación al cambio climático.

### III.3.1 Los servicios ambientales y la adaptación al cambio climático

Los recursos naturales, se encuentran gravemente afectados por las actividades humanas, en particular por el cambio de uso del suelo, la degradación de cuencas (Cotler, 2010), la destrucción de manglares (CONABIO, 2008b), la pérdida de biodiversidad (CONABIO, 2008a) y la contaminación ambiental. Aunado a lo anterior, se proyecta que el cambio climático genere alteraciones en la composición y funcionamiento de los sistemas naturales, lo que afectaría la provisión de servicios ecosistémicos. Éstos han sido definidos como todos aquellos beneficios que de los ecosistemas obtiene la población humana para su bienestar y desarrollo (Challenger, A. J., 2009), como son la producción de oxígeno, la captura de bióxido de carbono, la fertilidad de los suelos y su retención en los ecosistemas, los polinizadores de plantas útiles para consumo humano (CONABIO, 2008a), la provisión de agua y el amortiguamiento de impacto por lluvias extremas (INE, 2011c), entre otros.

Los servicios ecosistémicos se obtienen de manera directa, al interior de los socio-ecosistemas, e indirectamente cuando surgen en cuencas adyacentes o lejanas (MEA, 2005; Collins et al., 2007). Esta es una de las razones por las que es importante incluir un enfoque territorial y ecosistémico (CONANP, 2010) en el diseño

e implementación de medidas de adaptación al cambio climático, donde la conservación y restauración de la funcionalidad ecológica de paisajes y cuencas es un aspecto crucial (Challenger, A. J., 2011). En este sentido, México reconoce la importancia de plantear medidas de adaptación integrales que favorezcan el mantenimiento de los servicios ambientales.

En México se han realizado diversos estudios y proyectos con la finalidad de establecer mejores prácticas de adaptación al cambio climático relacionadas con servicios ambientales. Por ejemplo, para los servicios de soporte se ha planteado la importancia de favorecer la estabilidad de los ecosistemas con el objetivo de mejorar su resistencia y resiliencia al cambio climático; para los servicios de regulación se propone reducir la fragmentación del hábitat y fomentar la creación de corredores biológicos, así como favorecer la conectividad entre las zonas verdes urbanas. Respecto a los servicios de provisión, se proponen como medidas de adaptación el calendarizar las fechas de siembra en función de las proyecciones climáticas y propiciar la diversificación de cultivos; recuperar las prácticas tradicionales de manejo de especies nativas e incentivar sus plantaciones (Reforestamos México, 2012).

Algunas de las acciones de adaptación en relación a servicios ambientales son las siguientes: se ha mejorado el manejo de las barreras cortafuego (CONANP, 2012); se estableció el Programa de Mecanismos Locales de Pago

por Servicios Ambientales y se ha fortalecido el almacenamiento y conservación de germoplasma forestal y de otras semillas en bancos de semillas y huertos semilleros (CONAFOR, 2011) de especies vulnerables al cambio climático, con el objetivo de conservación y de conocer más acerca de su manejo en condiciones de clima diferentes a las actuales.

Por último, para los servicios culturales se reconoce la importancia de respetar, preservar y mantener los conocimientos tradicionales y las prácticas de las comunidades

indígenas y locales, así como de fomentar la investigación participativa y de percepción social, el fortalecimiento de capacidades, la concientización, sensibilización y la ejecución de mejores estrategias de comunicación (INE, 2012k).

Es importante reconocer que mantener y recuperar los servicios ambientales para usos humanos, o aumentarlos, confiere resiliencia tanto a los ecosistemas, como a las actividades humanas en el territorio (CONABIO, 2008a) (Cuadro III.7).

■ Cuadro III.7. Servicios Ambientales y la Adaptación al Cambio Climático

Servicios	Beneficios	Afectaciones	Medidas de adaptación al cambio climático
Soporte: Formación de suelo, ciclos biogeoquímicos y producción primaria.	Cambios en el aprovechamiento de la tierra.  Productividad de los ecosistemas: Caudal ecológico (26).  Interacciones suelo-planta-atmósfera.	Alteración de los patrones fenológicos.  Modificación de los patrones de sobrevivencia y crecimiento.  Alteración en los ciclos de carbono, nitrógeno, agua (principalmente).	Emprender acciones para favorecer la estabilidad de los ecosistemas (resistencia y resiliencia); y mantener la heterogeneidad espacial y temporal (6, 7, 8 y 9).
Regulación: Clima, agua polinización, control de enfermedades y pestes y riesgos naturales.	Mantenimiento de condiciones climáticas adecuadas para la vida y las actividades productivas.  Mantenimiento de la calidad del agua y temporalidad del ciclo hidrológico (7).  Mantenimiento de la fertilidad del suelo, soporte físico para las plantas, retención y disponibilidad de nutrientes.  Mantenimiento de la biodiversidad	Inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra, alteración de los regímenes de perturbación, inundaciones y brotes de insectos (3, 13).  Enfermedades infecciosas: dengue, malaria y diarreicas (4).  Plantas exóticas invasoras y presencia de plagas (16).  Aumento en la frecuencia e intensidad de los incendios de bosques (6).	Establecer acciones para dar respuesta integrada a eventos hidrometeorológicos extremos (inundaciones) (7).  Fortalecer la red nacional de estaciones estatales agroclimáticas (20).  Fomentar acciones de conservación y de manejo de los ecosistemas, así como redes de Áreas Naturales Protegidas (8 y 9).  Fortalecer los sistemas de pago de servicios ecosistémicos (7 y 17).  Evitar el uso de insecticidas y favorecer el mantenimiento de polinizadores nativos (18).  Propiciar el confort ambiental para el ganado (21).  Incrementar la reforestación, restauración edáfica y ecológica. Reducir la fragmentación del hábitat y fomentar la creación de corredores biológicos así como la conectividad entre las zonas verdes urbanas (8, 9 y 17).  Instalar sistemas de alerta temprana y respuesta rápida para prevenir la introducción y establecimiento de especies exóticas invasoras (27).

Servicios	Beneficios	Afectaciones	Medidas de adaptación al cambio climático
Provisión: Alimentos, agua, combustibles y recursos genéticos.	Agricultura, ganadería y pesquerías (12, 13, 14 y 22).  Leña, excretas de animales y gases producto de descomposición.  Derivados de flora, fauna, hongos, microorganismos para mejoramiento o biorremediación.	Reducción y mayor variabilidad en la producción de alimentos, cambio en la composición de especies, reducción de la productividad y mortandad (18).  Menor disponibilidad de agua y baja calidad. Extinción de especies de plantas y animales (9, 13 y 25).	Calendarizar las fechas de siembra en función de las proyecciones climáticas y diversificación de cultivos (15, 19, 20, 23 y 34).  Recuperar prácticas tradicionales de manejo y conservación de cultivos y especies nativas (16).  Incentivar el manejo y plantaciones forestales sustentables, con especies nativas, manejo del fuego y pago por servicios ambientales (6 y 13).  Fortalecer los bancos de semillas (6).  Implementar medidas de bioseguridad en el cultivo de especies exóticas (27).
Culturales: Espirituales, religiosos, recreación, ecoturismo, estéticos y educativos.	Creencias, ritos, mitos, conocimiento tradicional y domesticación.  Protección selectiva de especies útiles, manejo y selección artificial <i>in situ</i> (16).  Esparcimiento, ensamble paisajístico y cultural.	Cambios en prácticas tradicionales y manejo de los recursos (19).  Posible pérdida de especies por el cambio en el manejo del socio-ecosistema (16).  Afectaciones al paisaje, zonas costeras e infraestructura.	Respetar, preservar y mantener los conocimientos tradicionales y prácticas de las comunidades indígenas y locales (1).  Fortalecer reglamentos de construcción, diversificar actividades turísticas. Investigación participativa y de la percepción social, fortalecimiento de capacidades, concientización, sensibilización y estrategias de comunicación (2, 10 y 11).

Información compilada de: (1) BM, 2012; (2) INE, 2012k; (3) CENAPRED, 2011b; (4) COFEPRIS, 2012; (5) CONAFOR, 2004; (6) CONAFOR, 2011; (7) CONAGUA, 2011 (a, b, c); (8) CONANP, 2010; (9) CONABIO, 2008a; (10) Greenpeace, 2009; (11) Greenpeace, 2010; (12) INE, 2012g; (13) INE, 2012f; (14) INE, 2012h; (15) INE, 2009e; (16) INE, 2010b; (17) INE, 2011c; (18) INE, 2011b; (19) INIFAP, 2012a; (20) INIFAP, 2012b; (21) INIFAP, 2012c; (22) SAGARPA, 2012e, (23) Reforestamos México, 2012; (24) SAGARPA, 2012c; (25) SEDESOL, 2012a; (26) SMN, 2012; (27) Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010.

### III.3.2 Perspectiva social en la vulnerabilidad y la adaptación

La sociedad en su conjunto, y particularmente las zonas y sectores más pobres del país, presentan condiciones de alta vulnerabilidad ante el cambio climático. Por lo que la evaluación de la vulnerabilidad y la propuesta de medidas de adaptación, deben integrar en su diseño, las características geográficas y climáticas de la zona; las características de la población; la condición socio-económica; el acceso a los recursos naturales y servicios; las condiciones críticas de salud pública, como la malnutrición infantil; el enfoque de género y, las particularidades culturales de cada región (BM, 2012).

Los esfuerzos de adaptación son esenciales para el desarrollo sustentable y el bienestar humano. En México, los diferentes órdenes de gobierno y sectores económicos trabajan en reducir su vulnerabilidad fortaleciendo su capacidad de organización para responder de mejor manera a los desafíos vinculados al cambio climático. En general, las medidas para afrontar el cambio climático pueden ser costosas, por lo que es importante que se incorporen a los programas de desarrollo, teniendo en cuenta que la prevención siempre será más económica que la respuesta al desastre (INE, 2012c).

Las afectaciones por cambio climático en las zonas rurales podrían incrementar los flujos migratorios hacia centros económicos. Tal migración afectaría la dispo-



nibilidad de mano de obra en el sector agrícola, entre otros, lo que incrementaría su vulnerabilidad. Por tanto, es importante incorporar el análisis de los flujos migratorios a los instrumentos de planificación y desarrollo (Deheza y Mora, 2012).

### III.4 Análisis de riesgo

La evaluación de la vulnerabilidad de los sectores bajo cambio climático, ya sea actual o proyectada, está basada en el análisis de riesgo, las características de cada sector, la ubicación espacio-temporal, e incluso el marco socio-cultural de las actividades que los integran. Por ejemplo, aun cuando la agricultura de temporal tiene características generales, se comporta de forma diferente si se desarrolla en el norte o en el sur del país, lo que hace necesario el análisis en el nivel local. Por otra parte, aun cuando la agricultura tiene una relación directa con el sector hídrico y otros más, es importante realizar los análisis de riesgo por sector e integrarlos en el diseño de propuestas de instrumentos y medidas de adaptación al cambio climático.

#### III.4.1 El sector hídrico

El agua es como “el flujo sanguíneo de la biosfera” y, por lo tanto, es crucial para los servicios ambientales que brindan los ecosistemas (Falkenmark, 2003). La disponibilidad y calidad del agua determinan la productividad de las principales actividades de subsistencia, y ambos aspectos han disminuido en años recientes en México, por lo que el sector hídrico es uno de los más interesados en promover estrategias de adaptación ante el cambio climático. La CONAGUA ha sido una de las instituciones de gobierno con mayor compromiso en materia de estudios y generación de capacidades para la adaptación al cambio climático, fortaleciendo la estructura de los Consejos de Cuenca, de los Organismos Regionales y del SMN. La CONAGUA promovió el tema de adaptación en el sector hídrico como parte esencial del Programa de Trabajo de

Nairobi sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático (CMNUCC, 2012).

Las inversiones en infraestructura de la CONAGUA se han incrementado, pero se reconoce que la problemática en el sector es muy compleja y hacen falta más capacidades humanas, financieras e institucionales para hacer frente a los retos de cambios en el clima. Ante ello, se proponen cambios estructurales en los esquemas de gestión para garantizar el abasto y la eficiencia en el uso del recurso, produciendo más con menos, es decir, con una política que no trata de seguir incrementando la oferta conforme crece la demanda, sino reduciendo las ineficiencias y fallas en el manejo (CONAGUA, 2011a).

La disponibilidad promedio de agua en México al 2010 fue de 4,200 m<sup>3</sup>/hab/año, y se calculó que hacia el 2030 sea de 3,800 m<sup>3</sup>/hab/año. El país presenta un desequilibrio entre disponibilidad hídrica y demanda, pues existen cuencas donde que se utiliza un bajo porcentaje del agua total disponible, y otras en que utiliza más de 100%. Con estas consideraciones, en un par de décadas un 55% del territorio nacional presentará niveles muy altos de requerimiento (CONAGUA, 2011c), lo que podría resultar en sequías hidrológicas, agrícolas o sociales más frecuentes (Cuadro III.8).

Son diversos los factores que crean vulnerabilidad para la población y la economía ante la sequía, siendo los más importantes:

- a) Los sesgos en la distribución estacional y espacial de la lluvia.
- b) El sesgo en la distribución espacial de los asentamientos humanos, los centros de cultivo y la industria.
- c) El uso ineficiente de los recursos hídricos y su contaminación.
- d) Los fuertes cambios en el uso del suelo.
- e) La sobreexplotación del líquido para zonas de desarrollo.

Frente a la sequía, se ha comenzado a diseñar acciones para reducir la vulnerabilidad, principalmente de los sectores agrícola y ganadero (Cuadro III.9), con cambios estructurales y medidas preventivas (Presidencia de la



Cuadro III. 8. Acciones en el sector hídrico

La gestión del agua en México enfrenta el Cambio Climático en un contexto en el que se debe asegurar la disponibilidad del recurso, pues aunque no hay una señal clara en las tendencias de la precipitación, los aumentos en la temperatura harán que disminuya el agua superficial disponible.

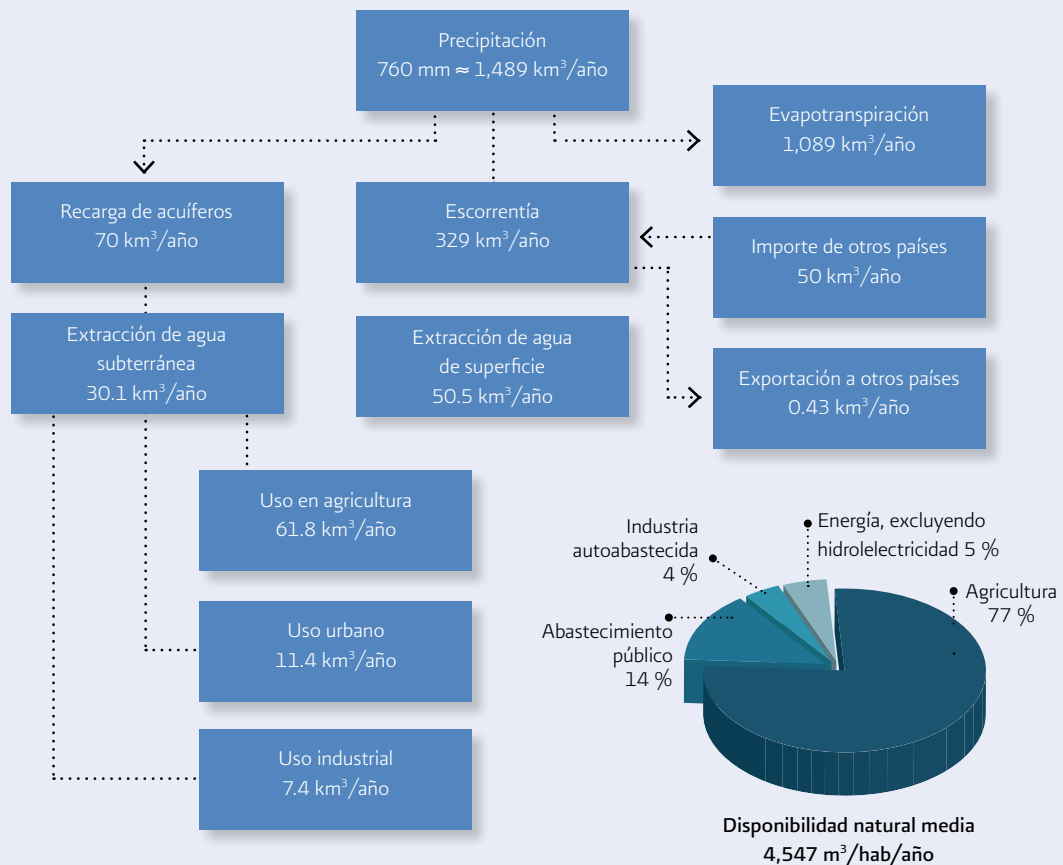
Considerando solamente el incremento poblacional, en los próximos 20 años la disponibilidad media de agua por habitante pasará de alrededor de 4,200 m<sup>3</sup>/hab/año a 3,800 m<sup>3</sup>/hab/año, sin contar la disminución en disponibilidad por efectos del cambio climático (CONAGUA, 2011c). El problema de la variabilidad y el cambio climático se añade a la sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación de los cuerpos de agua, y las pérdidas en diferentes usos, así como el manejo de derechos del agua. El plan de manejo del agua sustentable (Plan Nacional del Agua 2007-2012) ha sido propuesto como un eje transversal entre las políticas públicas en México (PND 2007-2012) consistente con los propósitos a largo plazo de la Agenda del Agua 2030 (CONAGUA, 2011a). Los ejes de actuación de CONAGUA ante cambio climático consideran tres líneas de acción:

1. Mejorar de forma sistemática el conocimiento del cambio climático y sus impactos;
2. Reducir otros factores de estrés climático, especialmente los antropogénicos, y
3. Fortalecer la resiliencia de los ecosistemas acuáticos y los servicios ambientales.

De acuerdo a CONAGUA la mayor parte del agua, el 76.8% se usó para actividades agrícolas, 13.9% se asignó al abastecimiento público, 5.4% a termoeléctricas y 3.8% a la industria autoabastecida (CONAGUA, 2011c) (Figura III-C8.1).

La productividad del agua en los Distritos de Riego es un indicador clave para evaluar la eficiencia con la que se utiliza el agua para la producción de alimentos (Figura III-C8.2), que depende de las eficiencias de conducción del agua hasta las parcelas

Figura III-C8.1 Balance hídrico y usos del agua en México, promedio nacional



Fuente: Elaborado para la 5CN con datos de CONAGUA, 2011c.

y la aplicación en las mismas. La productividad es la relación entre la unidad de resultado y la unidad de insumo. A pesar de ciertas preocupaciones sobre la ineficiencia técnica del uso del agua en la agricultura, en muchas partes del mundo la productividad se incrementó por lo menos en 100% entre los años 1961 y 2001. El principal factor responsable de esto ha sido el resultado de los rendimientos, que ocurrió sin aumentar el consumo de agua e incluso, en algunos casos, con menos agua, ya que aumentó el índice de cosecha.

Otra acción encaminada a una mejor gestión del recurso hídrico se tiene en el Lago de Chapala, en el occidente de México. Mediante un acuerdo de manejo de agua entre los Gobiernos de los estados de México, Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco, así como con actores clave. Los niveles del Lago de Chapala han mostrado una recuperación notable. Con la puesta en marcha del Convenio de Distribución de Aguas Superficiales en la Cuenca Lerma Chapala 2004, el nivel del agua en el lago se ha recuperado y mantenido en los últimos ocho años (Figura III-C8.3).

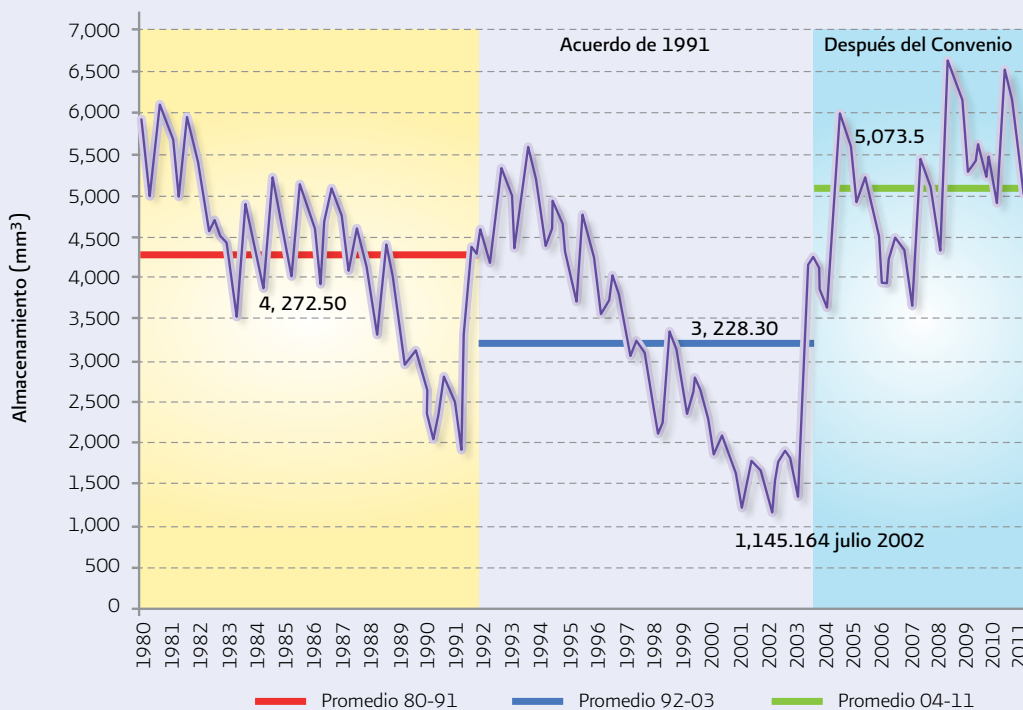
En el futuro cercano, México tendrá que enfrentar 10 temas críticos para una adaptación efectiva en el sector agua: 1. Oportunidades de regulación y financiamiento; 2. Agua potable y saneamiento; 3. Saneamiento y control de la contaminación; 4. Riego; 5. Agua y energía; 6. Gestión de la Cuenca; 7. Ecosistemas y el agua para el desarrollo sustentable; 8. Vulnerabilidad; 9. Infraestructura para la reducción de pérdidas de agua en la distribución y el riego; y 10. La eficiencia en el uso del agua (INE, 2009g).

Figura III-C8.2. Productividad del agua en los distritos de riego de México



Fuente: CONAGUA, 2011c.

Figura III-C8.3. Variaciones en el almacenamiento del Lago de Chapala entre 1980 y 2011



Fuente: López, M. 2012.

### Cuadro III.9. Sequía en México

La sequía es uno de los principales peligros climáticos para México, aun y cuando la sequía meteorológica es predecible, sus costos aumentan por falta de acciones de prevención. De no atenderse las causas de la vulnerabilidad del sector hídrico en México, los impactos de las sequías serán mayores.

La sequía forma parte de la variabilidad natural del clima y es recurrente aunque sin un ciclo definido. La magnitud de sus impactos depende de la vulnerabilidad de los sistemas naturales y de la sociedad a esta condición. En las últimas décadas el aumento de la vulnerabilidad (hidrológica, agrícola y social) ante la sequía, se percibe como fenómenos cada vez más severos.

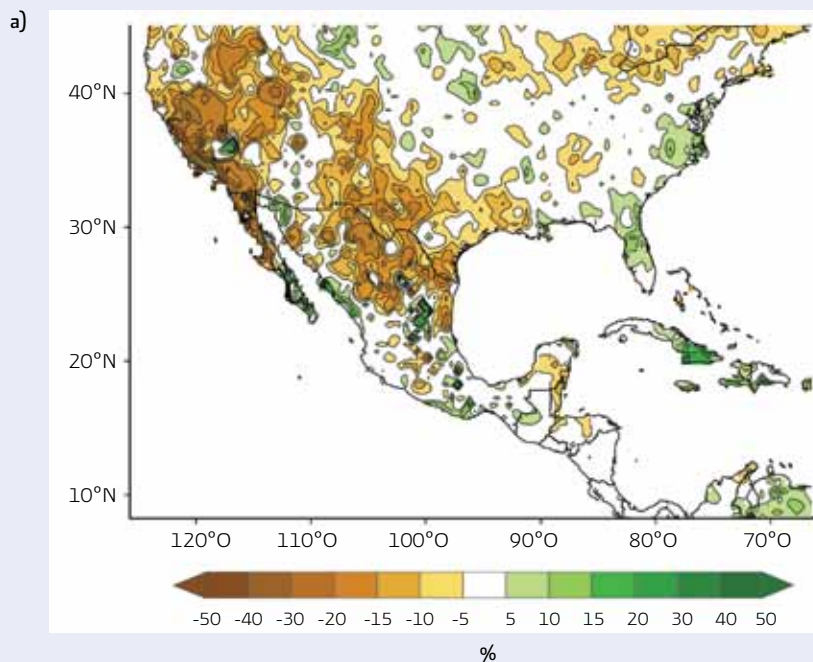
La sequía de larga duración es un fenómeno con patrones espaciales relativamente definidos, pues cuando ocurre en el centro-norte del país, el sur tiende a ser más lluvioso, y viceversa (Méndez y Magaña, 2010). Por ello la coincidencia de sequía en el norte con las inundaciones en el sur, como en Tabasco. Esta condición ha llevado incluso a considerar a Tabasco como una gran reserva de agua para enfrentar las sequías en otras partes del territorio.

La sequía tiene importantes consecuencias sociales, económicas y ambientales (Magaña y Neri, 2012). Desde la segunda mitad del 2010, un déficit de lluvias significativo en 19 entidades del país alcanzó nivel de sequía severa y provocó pérdidas superiores a los 15,000 millones de pesos respecto a 234,713 millones de pesos del PIB (Presidencia, 2012) solamente en el sector agropecuario, debido a las hectáreas perdidas en cultivos de maíz, frijol y en cabezas de ganado. Además, la falta de agua afectó a más 2,350 comunidades, aproximadamente 2 millones de habitantes. La sequía en el 2011 produjo pérdidas en 1.8 millones de hectáreas de 21 millones de hectáreas con las que cuenta México para la agricultura y la muerte de 50,000 cabezas de ganado de 30,553 891 cabezas de ganado en total (Presidencia de la República, 2011).

Sin embargo, la sequía es predecible y no sucede repentinamente. Por tanto, no debería tener los niveles de afectación que alcanzó recientemente, ni costar vidas, ni dar lugar a hambruna o poner en peligro la seguridad alimentaria del país (Guh-Sapir, 2012).

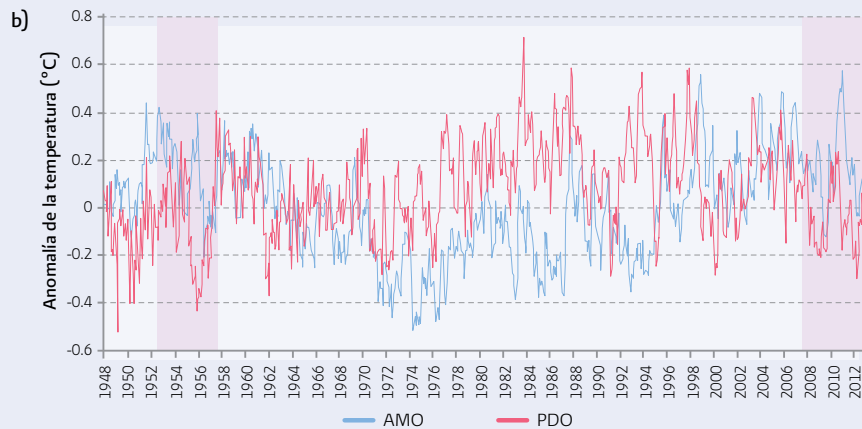
El forzante clave para entender las sequías prolongadas en el norte de México está en las variaciones de muy baja frecuencia de la temperatura superficial del mar en el Pacífico y en el Atlántico. Cuando la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO) está en su fase positiva, y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) en su fase negativa, la sequía tiende a aparecer en el norte de México (Figura III-C9.1). La condición opuesta se presenta al cambio de fase de la AMO y la PDO.

Figura III-C9.1. a) Patrón característico de anomalías de la precipitación de verano (%) en México, cuando la AMO es positiva y la PDO negativa, y b) valores de AMO y PDO, las barras indican periodos de sequías intensas y prolongadas en el norte de México



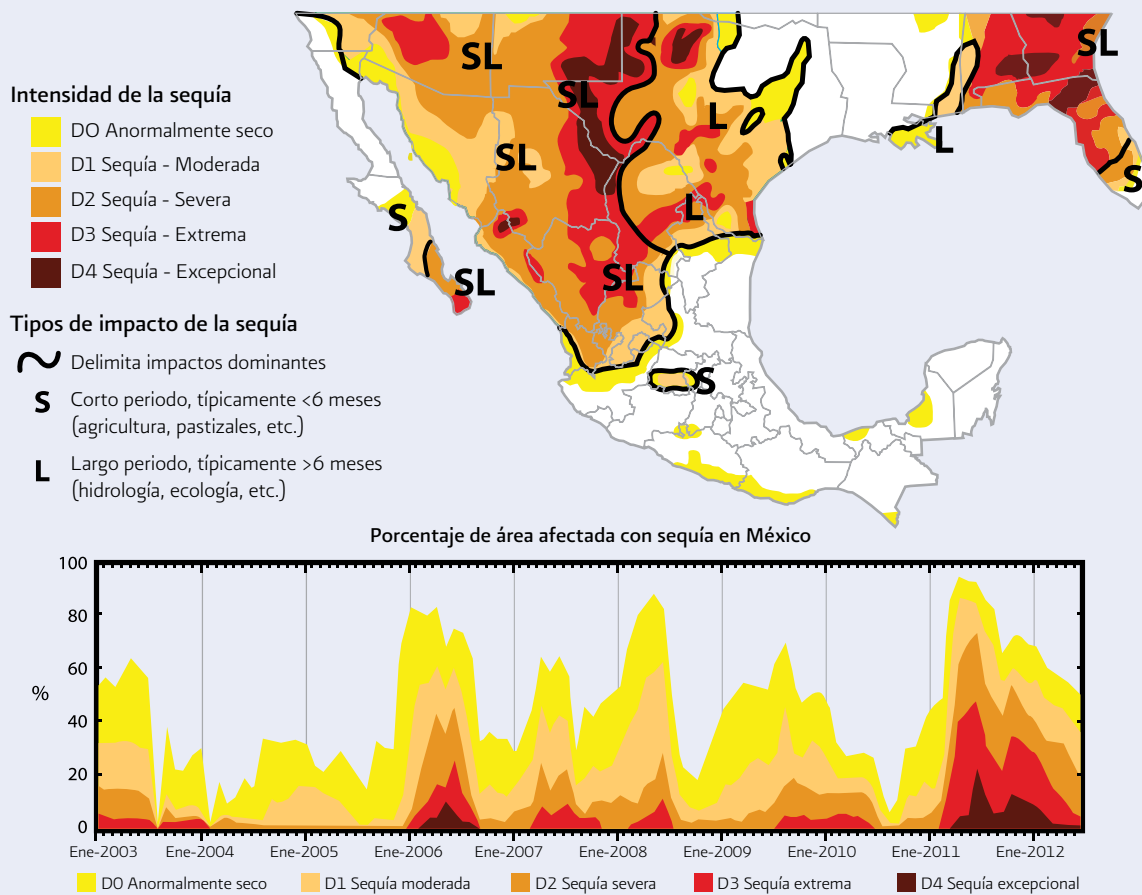
Fuente: adaptado de Méndez y Magaña, 2010.

La sequía en 2011-2012 fue muy intensa para el norte de México, pero no tan prolongada como en la década de los 50. El Monitor de Sequía de América del Norte (SMN, 2012) se ha convertido en una parte integral de planificación para la evaluación de la severidad de la sequía, y para definir acciones de respuesta (Figura III-C9.2).



Fuente: adaptado de Méndez y Magaña, 2010.

Figura III-C9.2. Monitor de la sequía. Condición observada en octubre 2011. Superficie afectada (%) en México por la sequía entre 2003 y 2012.



Fuente: SMN, 2012.

República, 2011). Sin embargo, es necesario implementar más acciones de fondo que reduzcan la vulnerabilidad ante la sequía, las cuales pueden incluir Sistemas de Alerta Temprana para definir qué hacer antes, durante y después de la anomalía climática (Magaña y Neri, 2012), o medidas en materia de gestión y gobernanza, como las sugeridas en la Agenda 2030 (CONAGUA, 2011a).

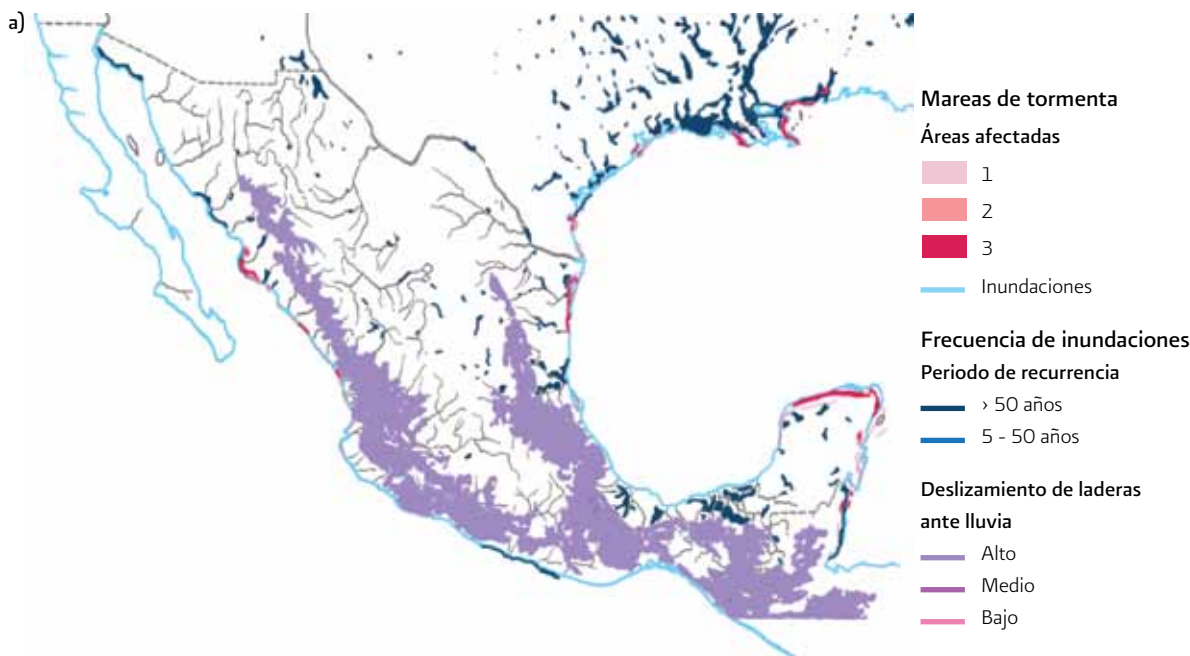
La escasez de agua no sólo afecta al norte del país, también amenaza a algunas ciudades en donde climáticamente se tienen lluvias de medias a altas. Por ejemplo, la ciudad de México se vio amenazada por desabastos de agua (sequía social) durante 2009 y principios de 2010, cuando las lluvias y los niveles del sistema Cutzamala estuvieron significativamente por debajo de lo normal. La amenaza de desabasto de agua de calidad también se cierne sobre otras grandes ciudades de México, como Monterrey, Xalapa o Tuxtla Gutiérrez (ONU-Hábitat, 2011).

El exceso de lluvias también es un peligro para México. Se estima que alrededor de 21% de la población vive en áreas susceptibles de inundación y/o inestabilidad de

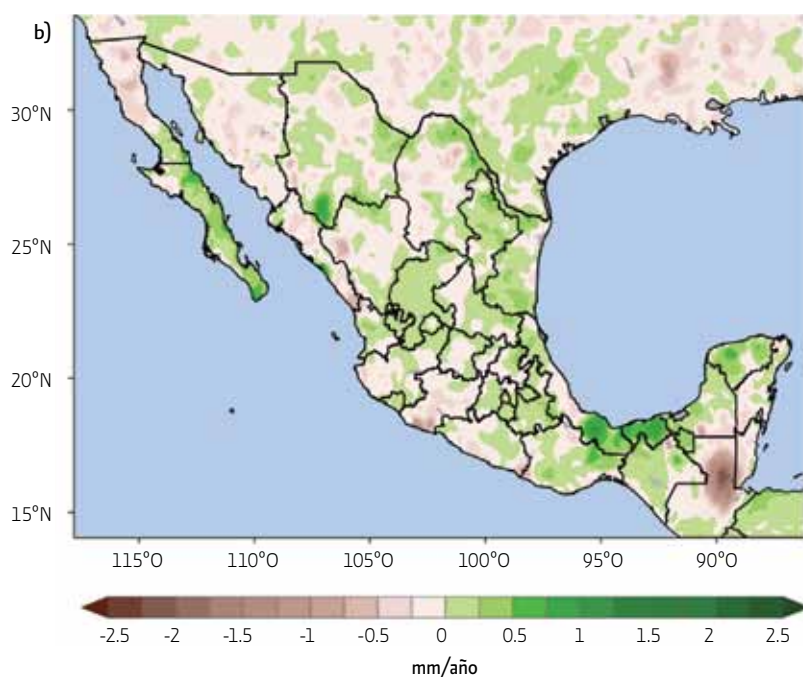
laderas y es vulnerable debido a sus ingresos, su condición social, las condiciones materiales de su vivienda y el acceso a servicios de comunicación (Saavedra, 2010). La tendencia de eventos de precipitación cada vez más intensos en el centro-sur de México incrementa el riesgo de desastres como inundaciones y deslizamientos por lluvia (Figura III.5). La planeación urbana en estados como Tabasco y Chiapas, asociada a un deterioro de grandes dimensiones en la cuenca del Grijalva-Usumacinta, mantiene niveles de riesgo alto para gran parte de la población, lo que ha agravado el impacto de las inundaciones, como ocurrió durante 2007, 2008 y 2009 (INE, 2009c).

Los problemas de inundaciones e inestabilidad de laderas se presentan en forma recurrente y severa en estados de la costa del Golfo de México, como Veracruz (Tejeda, 2011) y Tamaulipas, sobre todo cuando los ciclones tropicales tocan tierra o los nortes se combinan con sistemas tropicales sobre la costa del Golfo de México (Cuadro III.10). La cuenca de la vertiente del

■ Figura III.5. a) Zonas de impactos potenciales por inundación (azul), deslizamientos por lluvias intensas (rosa) y marea de tormenta (rojo), y b) tendencias (mm/año) del percentil 95% (PQ95) de la precipitación diaria



Fuente: UNEP-GRID, Global Risk data Platform, ONU.



Fuente: INE, 2011a.

Golfo de México, es la zona más alterada, desde Tamaulipas hasta Tabasco (Cotler, 2010), lo que genera que en esta zona se presente el mayor número de desastres hidrometeorológicos (Figura III.6).

Chiapas es un estado en donde las inundaciones y deslizamientos han tenido un costo económico y social alto. Un análisis socio-ambiental del deterioro de la cuenca se refleja en la percepción de riesgo por parte de las poblaciones, como en Marqués de Comillas, Chiapas (INE, 2009a). En estas regiones existe una organización comunitaria sólida, que puede servir como base para acciones orientadas a la gestión de los recursos y la reducción de riesgo ante el cambio climático.

También la zona metropolitana de la Ciudad de México padece problemas de inundaciones e inestabilidad de laderas por lluvias intensas (Baker, 2012). Las inundaciones, principalmente en el oriente de la ciudad, han llevado a las autoridades a desarrollar medidas estructurales frente a lluvias intensas, como la construcción del Túnel Emisor Oriente, como forma de reducción de la vulnerabilidad (SEMARNAT, 2009).

Uno de los factores que inhibe la prevención en el sector agua es el limitado uso de la información climática,

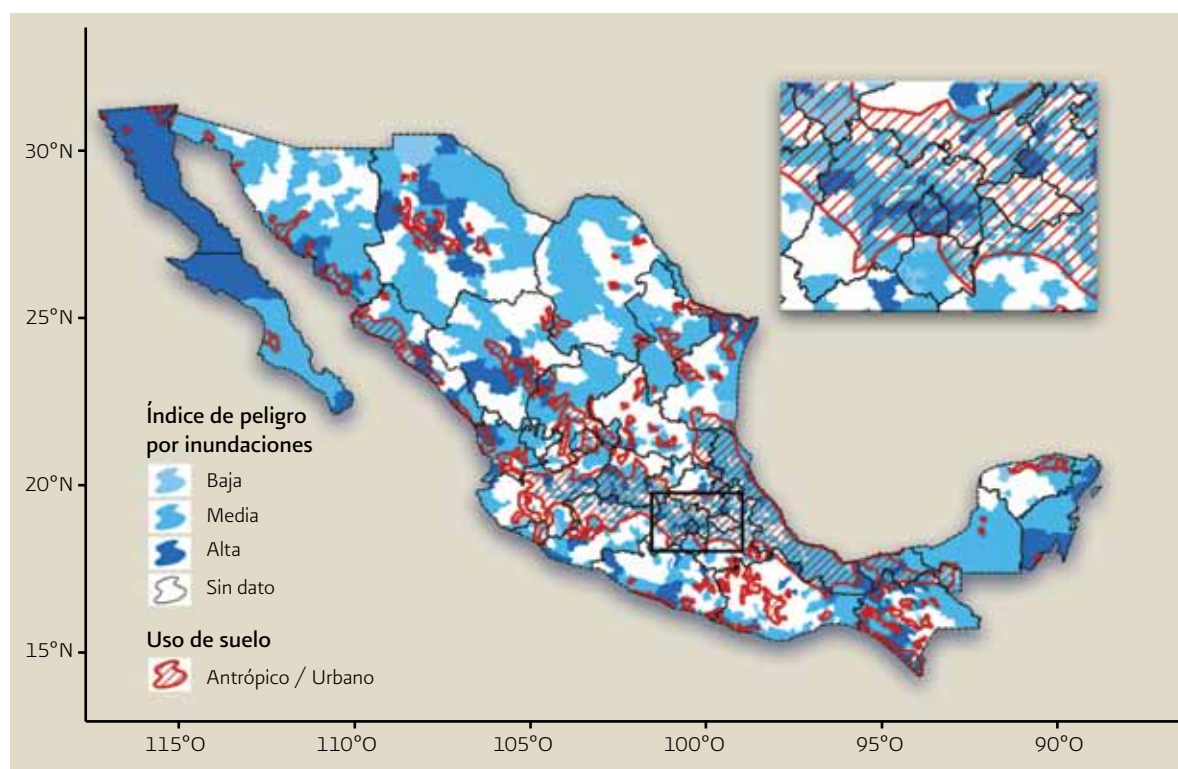
lo cual hace vulnerables a muchas regiones y mantiene las acciones orientadas a la respuesta al desastre. A pesar de los avances científicos en el campo de la hidroclimatología, son pocas las acciones preventivas en el sector agua de México ante el pronóstico de una sequía (Cuadro III.9). Por ello, es necesario desarrollar los esquemas para la gestión de riesgo basados en pronósticos y estimaciones (cuantificaciones) de la vulnerabilidad, lo que abre un área de oportunidad para la adaptación en el sector hídrico.

La WWF, en alianza con la Fundación Gonzalo Río Arronte (Fundación GRA), de origen nacional, mantiene en México programas y proyectos en materia de cambio climático con énfasis en vulnerabilidad y adaptación, como el Programa Manejo del Agua en Cuencas Hidrográficas, encaminado a desarrollar nuevos modelos de manejo del agua en México, que garanticen el funcionamiento de los ecosistemas y la conservación del régimen hidrológico en sus diversos componentes (WWF-FGRA, 2004).

CONAGUA y WWF identificaron zonas que se consideran en el programa Reservas de Agua en México (CONAGUA-WWF-BID, 2011), existen 189 cuencas factibles de 314 que tiene en total México, cuyos objetivos son: i) establecer un sistema nacional de reservas de



■ **Figura III.6.** Mapa de peligro por inundaciones (tonos de azul) de acuerdo a CENAPRED y zonas de cambios importantes de uso de suelo (línea roja), así como número de declaratorias de desastre ante FONDEN entre 2006 y 2010



Fuente: CENAPRED, 2011b; Cuevas et al., 2010.

agua; ii) demostrar los beneficios de las reservas de agua como instrumento garante de la funcionalidad del ciclo hidrológico y sus servicios ambientales, y iii) fortalecer las capacidades para la aplicación de la norma de caudal ecológico en todo el país (Figura III.7).

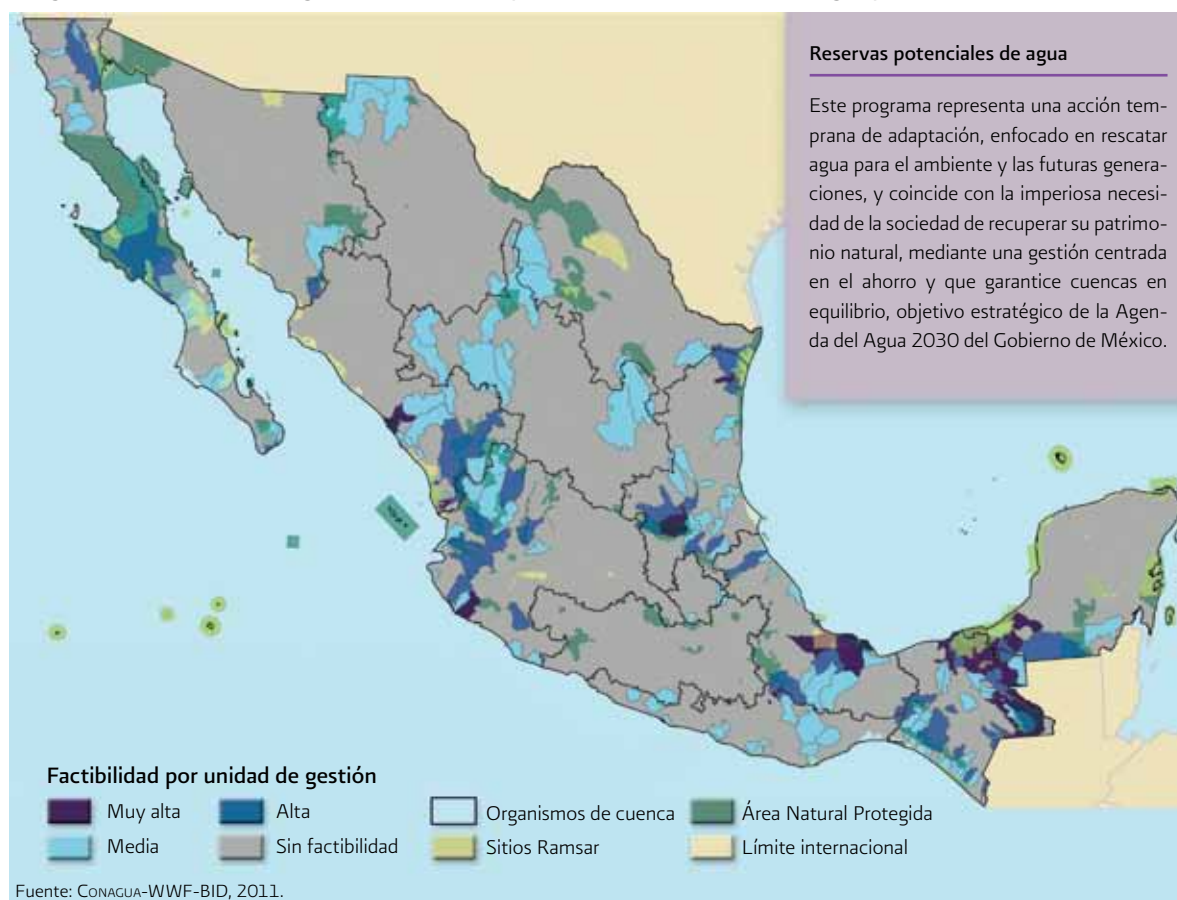
El WWF también propone una Norma Mexicana de Caudal Ecológico, de gran relevancia para la adaptación al cambio climático, y continúa su apoyo a los programas de Conservación de ecosistemas y biodiversidad en la futura Estrategia Nacional de Adaptación, en colaboración con la Fundación Carlos Slim y el INE.

La CONAGUA ha asumido el compromiso de trabajar en la formulación de la Agenda del Agua 2030, que permita consolidar una política de sustentabilidad hídrica que entregue a la siguiente generación un país con ríos limpios, cuencas y acuíferos en equilibrio, cobertura universal de agua potable y alcantarillado y asentamientos seguros frente a inundaciones catastróficas (Figura III.8).

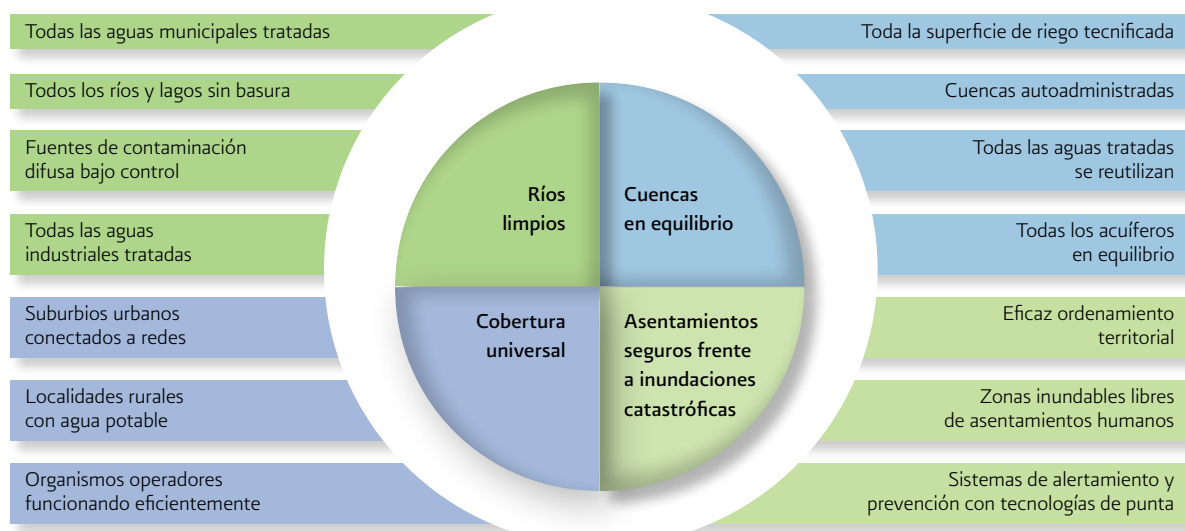
Hacer realidad la visión de la Agenda del Agua 2030 requiere inversiones anuales promedio superiores a los 50 mil millones de pesos para actuar principalmente en medidas de incremento de eficiencia de los usos agrícola y público-urbano. No actuar implica crecientes costos de oportunidad, que tan solo por demanda industrial no satisfecha alcanzaría órdenes de magnitud de 1.5 billones de pesos anuales al 2030. Para asegurar el abastecimiento de la demanda de forma sustentable se requerirán inversiones del orden de 306,000 millones de pesos al 2030 (CONAGUA, 2011a).

La calidad del agua es otro aspecto que ha sido difícil cuantificar para iniciar acciones de adaptación. El 73% de los cuerpos de agua del país están contaminados, ya que 80% de las descargas de centros urbanos y 85% de las industriales se vierten directamente a éstos. El uso de aguas no tratadas para el riego es una práctica común en 180,000 ha de 5,670,000 ha de área total de

■ **Figura III.7. Cuencas hidrológicas con factibilidad para convertirse en reservas de agua para México**



■ **Figura III.8. Acciones y temas de la Agenda del Agua 2030 de CONAGUA**





### Cuadro III.10. Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son elementos clave en la precipitación acumulada en gran parte de México. Sin embargo, los modelos dinámicos, aun los de mayor resolución espacial, todavía no logran simular la actividad ciclónica en los Mares Intra Americanos (Golfo de México y Mar Caribe), región clave para el clima de México, por lo que es difícil hacer proyecciones de lo que sucederá con la precipitación acumulada en México bajo cambio climático.

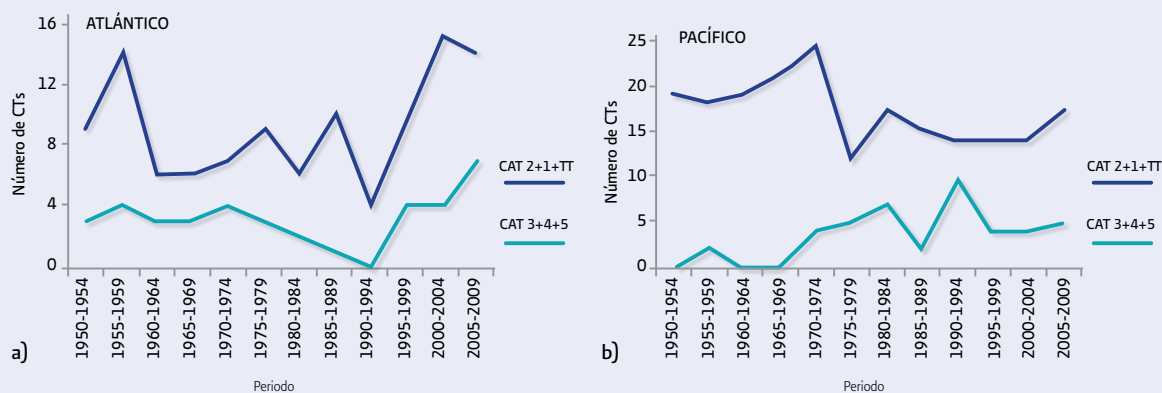
La actividad de los ciclones tropicales (CTs) que afectaron territorio mexicano por el Atlántico no tiene una tendencia definida entre 1950-2010 (Figura III-C10.1a) (INE, 2010a). La actividad ciclónica es modulada por la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO), y hay periodos activos entre la década de los 50 y la primera década del siglo XXI, sobre todo de sistemas de categoría Saffir-Simpson menor o igual a 2. Así, la probabilidad de que estos sistemas entren al noreste de México es mayor cuando hay sequías en el norte del país. Esta característica de la actividad de los CTs debe considerarse cuando se proponen estrategias de adaptación a la variabilidad del clima actual en el sector agua. Por otra parte, en el Pacífico el número total de CTs que afectan a México parece no cambiar significativamente, aunque los sistemas parecen tener magnitudes mayores a la categoría 3, cada vez con más frecuencia (Figura III-C10.1b). Los CTs en el Pacífico que entran al noroeste de México son clave en materia de agua, pues tienen como efectos benéficos elevar los niveles de las presas que alimentan los distritos de riego.

Es frecuente afirmar que el cambio climático ha incrementado la actividad de los ciclones tropicales que afectan a México, pero demostrar tal afirmación requerirá de un estudio detallado. En décadas recientes, la temperatura de la superficie del mar del Atlántico tropical ha aumentado y con ello, la intensidad de los ciclones tropicales en esa zona (Holland y Webster, 2007). Sin embargo, es incierto si esta tendencia será determinante en los sistemas que se propagan en los Mares Intra Americanos hacia México. Los registros históricos no son suficientemente largos como para detectar cómo el clima puede estar afectando las trayectorias de los ciclones tropicales (Mendelsohn et al., 2012). Así, las proyecciones de cambio en la actividad de CTs que afectarán a México son inciertas, pues aun los modelos de alta resolución espacial, como el Simulador de la Tierra, presentan dificultades para generar sistemas ciclónicos en los Mares Intra Americanos (Figura III-C10.2).

El debate sobre el futuro de los CTs continuará por un tiempo, sobre todo en cuanto a cómo el calentamiento global afectará sus características. En donde no hay gran duda es en que los costos de los daños causados por estos fenómenos extremos continuarán incrementándose (WMO, 2006). Con el aumento de nivel del mar, las mareas de tormenta tendrán un mayor momento que afectará zonas más internas del territorio costero (Caetano et al., 2010), por lo que una estrategia de adaptación debe considerar el ordenamiento territorial costero. La Secretaría de Desarrollo Social y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes diseñan un programa de reubicación de asentamientos humanos irregulares en zonas portuarias, el cual se está realizando y se espera que concluya el 31 de diciembre de 2012 (SEDESOL, 2011).

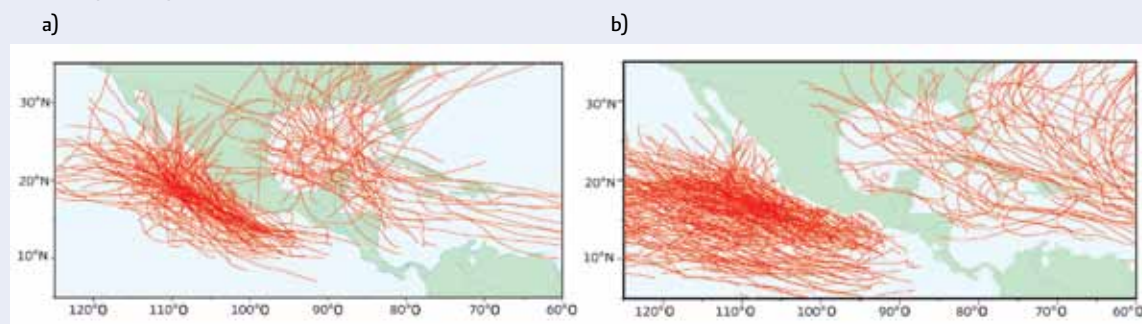
Construir resiliencia por medio de medidas como los Sistemas de Alerta Temprana e implementar cambios estructurales, como el ordenamiento territorial y la conservación de ecosistemas costeros, para reducir la exposición, puede convertirse

Figura III-C10.1. a) Número de ciclones tropicales (CTs) que afectaron territorio mexicano entre 1950 y 2010, categorías (CAT) de Tormenta Tropical (TT), Saffir-Simpson categorías 1 y 2; y categorías 3, 4 y 5, para el Atlántico, y b) para el Pacífico



Fuente: Domínguez, C., 2012.

Figura III-C10.2. a) Trayectorias de los CTs, observados en el periodo 1979-1999, y b) Generados por el Simulador de la Tierra para el periodo 1979-1999



Fuente: Domínguez, C., 2012 e INE, 2011a.

en una buena aproximación a la adaptación (INE, 2011d). Un ejemplo de ello, en protección civil, es la puesta en marcha del Sistema de Alerta Temprana ante Ciclones Tropicales (SIAT-CT) en el año 2000 (SINAPROC, 2003).

Adicionalmente, el conocimiento sobre la actividad de CTs puede influir en el diseño de infraestructura para captación del agua de lluvia que dejan estos fenómenos. La diferencia en precipitación entre un periodo con gran actividad y otro de menor actividad de CTs puede ser significativa en regiones como el sur de México. Similarmente, la precipitación con una temporada de ciclones que entren al norte del país por el Pacífico, puede ser clave para disponer de agua en la región (Díaz et al., 2008).

riego; la continua mezcla de estas aguas con afluentes de consumo humano en épocas de lluvias incrementa la vulnerabilidad de la salud en zonas urbanas (INE, 2012i). La mayoría de los escenarios proyectan disminución en la calidad del agua tanto por los aumentos en temperatura como por la ocurrencia de eventos extremos. Algunas aproximaciones para estimar la vulnerabilidad del sector hídrico en México, se incluyen en el Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático (IMTA, 2010), y en el de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (Bologaro-Crevenna, et al., 2011).

### III.4.2 El sector agrícola, ganadero y pesquero

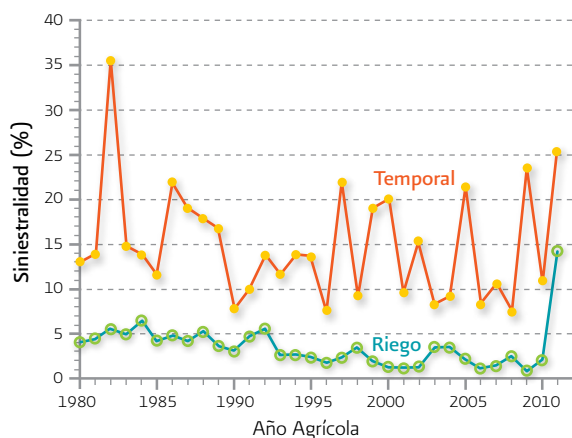
#### Sector agrícola

El sector agropecuario mexicano tiene una participación de 3.8% del Producto Interno Bruto (PIB) y emplea la quinta parte de la población económicamente activa, con 8.7 millones de personas. La agricultura se realiza en 4 millones de unidades productivas con una superficie

aproximada de 21 millones de hectáreas distribuidas en todo el territorio nacional, bajo una diversidad de condiciones ambientales y niveles tecnológicos. La agricultura de temporal o secano es la más importante en términos de productores y superficie cultivada, pues ocupa 75% de la superficie establecida anualmente. Existe la preocupación de que el crecimiento de la producción agrícola se vea amenazado por la intensificación del cambio climático y por un aumento en la variabilidad climática como el mostrado en 2011, uno de los años de mayor siniestralidad agrícola de las últimas tres décadas (Figura III.9).

Los registros de la producción del país de los últimos 32 años agrícolas indican que la siniestralidad de la agricultura de temporal es 4.5 veces mayor que la correspondiente a la de riego, la cual presenta una siniestralidad promedio de 3.6%, mientras que la de temporal reporta un valor promedio de 14.9% (Figura III.9). Esta diferencia se debe principalmente a la mayor vulnerabilidad climática de la agricultura de temporal, asociada a la precipitación, temperatura, y presencia de ciclones, y al menor nivel tecnológico en comparación con la de riego.

■ **Figura III.9. Siniestralidad histórica de la agricultura de riego y temporal, en los años agrícolas de 1980-2011**



Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012.

En términos generales, la producción de granos básicos (maíz, frijol y sorgo) a nivel nacional logró satisfacer 65% de la demanda (CONABIO, 2008a). Esto se debe, entre otras cosas, al uso ineficiente de agroquímicos y la apertura de tierras no aptas para esta actividad, lo que tiene como consecuencia erosión, deforestación y contaminación del suelo y el agua.

Las proyecciones para algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático en el país, indican que el aumento de temperatura y los cambios en la variabilidad de la precipitación producirán una disminución paulatina de las áreas con alto potencial para maíz, frijol, aguacate y café, lo cual se acentuará probablemente a mediados del presente siglo (INE, 2009d). Sin embargo, otros factores, no necesariamente climáticos, han estimulado una productividad creciente en algunos de los principales cultivos en el país (Cuadro III.11).

La transversalidad en los programas de SAGARPA incluye revisar los contenidos y enfoques de sus acciones, específicamente las de apoyo a las actividades productivas, para mejorar su desempeño en términos de la conservación y manejo de los recursos naturales y los servicios ambientales. El cambio climático puede influir negativamente en la seguridad alimentaria así que es fundamental identificar un portafolio de medidas de adaptación al cambio climático (INE, 2012g).

La SAGARPA desarrolla el programa de Labranza de conservación, que de 2008 al 2011 conservó 229,200 ha; también cuenta con la estrategia de ahorro de energía y de agua bajo un esquema operativo que representó un ahorro de 3.5 millones de m<sup>3</sup> de agua (SAGARPA, 2012a). En cuanto a la conservación de germoplasma, se creó el Centro Nacional de Recursos Genéticos, que tiene más de tres millones de muestras genéticas de especies agrícolas, microbianas, acuícolas y forestales (SAGARPA, 2012b).

Es importante considerar el estudio de nuevas variedades/híbridos a nivel de aplicación a futuro; cambios en las prácticas de labranza, mejoras en la aplicación y calendarización del riego, en la introducción/modernización del riego y técnicas para la captación y la conservación del agua (INE, 2012g). El uso de información climática de diagnóstico y pronóstico será fundamental en la planificación de los ciclos agrícolas.

## Sector ganadero

El uso de suelo predominante son los ecosistemas transformados para la producción de bovinos. El noroeste de México es una de las regiones dedicadas en mayor medida a la ganadería, y sin embargo es una de las zonas más vulnerables a la sequía, por lo que el sector tendrá que profundizar su análisis y propuestas de adaptación ante el cambio climático.

El efecto que más se ha estudiado en el ganado bovino es el del calor sobre la productividad y fertilidad. El estrés por calor, es tan grave, que de hecho, la probabilidad de ovulación puede reducirse de 91%, en vacas europeas en ambientes termo neutrales, a 18% en vacas bajo estrés por calor. En el sistema de doble propósito (cárnicos y lácteos) generalmente no se hace ningún manejo tendiente a reducir el estrés por calor de los animales, aunque últimamente se ha despertado un interés por el uso de sistemas silvopastoriles para aprovechar la sombra de los árboles (INIFAP, 2012a).

El Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN) de SAGARPA, reportó 19.3 millones de ha respecto a las 110 millones dedicadas a la ganadería en el territorio na-

cional (SAGARPA, 2010) que cuentan con instrumentos para la evaluación del impacto para el ordenamiento de los suelos de pastoreo. El nuevo PROGAN abre su cobertura para atender a la ganadería bovina productora de carne y doble propósito en sistema de pastoreo, a la producción de leche de bovino en sistemas familiares, y a la producción ovina, caprina y apícola. Asimismo, en búsqueda de una mayor equidad de los beneficios, se dan apoyos diferenciados para las diferentes escalas de productores (SAGARPA, 2012d).

## Sector pesquero

La capacidad de los ecosistemas marinos está disminuyendo debido a la sobreexplotación, al deterioro del sistema acuático, a la introducción de especies exóticas y finalmente al cambio climático (Cuadro III.12). La variabilidad de muy baja frecuencia en el clima sigue determinando en mayor medida la productividad pesquera, pues en ciertas décadas aparecen especies tropicales, y otras diferentes cuando la temperatura del mar es relativamente fría.

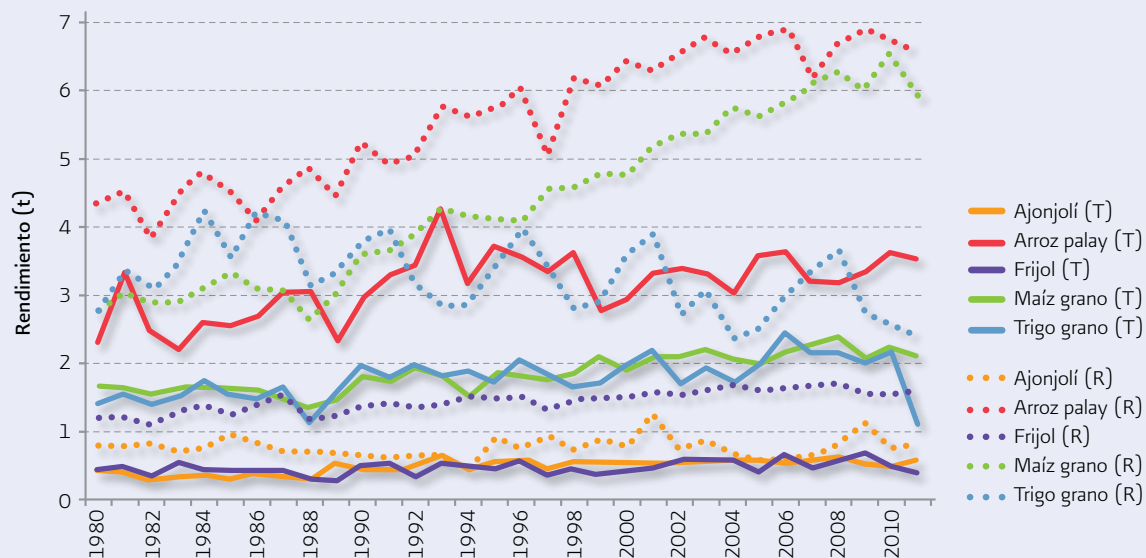
### Cuadro III.11. Agricultura y Ganadería

*La producción agrícola y ganadera es vulnerable a los eventos climáticos extremos, particularmente a la sequía. A pesar de que en décadas recientes la actividad agrícola nacional es más productiva, su vulnerabilidad a cambio climático requiere del diseño de estrategias de adaptación.*

México ocupa el décimo primer lugar en producción agrícola mundial (FAOSAT, 2009). En el año 2009, el campo mexicano produjo principalmente (respecto al volumen de producción): Caña de azúcar, maíz, sorgo, naranja, trigo, plátano, jitomate, chile verde, limón y mango (INEGI, 2012). En los últimos 30 años la producción ha aumentado tanto en la agricultura de temporal como de riego (Figura III-C11.1). De manera paralela, la productividad del agua se ha incrementado, es decir hay una mayor eficiencia en el uso para la producción agrícola, reduciendo el consumo y la superficie sembrada (Florencio-Cruz et al., 2002), como consecuencia de la modernización en la agricultura.

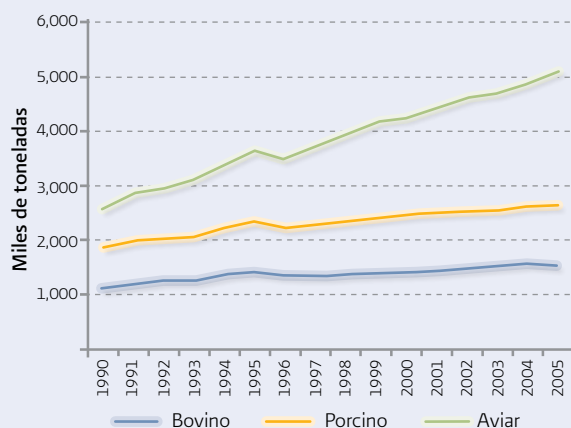
La agricultura de temporal está en función del clima, por lo que es vulnerable. Éste interviene en la variabilidad de la producción que tiene implicaciones en la economía de los agricultores, y la seguridad alimentaria. Por ejemplo, los cultivos que han resultado más afectados por la sequía en el periodo 2010-2012 son: maíz, frijol, maíz forrajero, sorgo grano, cebada y trigo grano (Figura III-C11.1). En conjunto estos seis cultivos representan el 94% del total de hectáreas siniestradas

**Figura III-C11.1. Rendimientos agrícolas de maíz grano, trigo, frijol y ajonjolí, en cultivos de riego y de temporal (promedio nacional) entre 1980 y 2011, para el ciclo primavera verano**



Fuente: SIACON-SAGARPA, 2012.

Figura III-C11.2. Producción Ganadera en México



Fuente: SIAP-SAGARPA, 2012

especialmente en el norte del país (CONABIO, 2009). Sin embargo, la ganadería es muy vulnerable a la sequía, tan solo en 2011, se estimaron numerosas pérdidas de cabezas de ganado principalmente en el norte del país. En respuesta a esta problemática, se comienza a implementar algunas acciones para actuar frente a condiciones de déficit de agua y alimentos para el ganado.

Las acciones de cambio estructural para la reducción de vulnerabilidad impulsadas por el Gobierno Federal, como medida preventiva ante el cambio climático, consideran una política de manejo de riesgo. Un ejemplo es que en los últimos años, el número de hectáreas aseguradas se incrementó más de tres veces, al pasar de 2.4 millones de ha en 2007, a 8.1 millones de ha al 2011 de las 21 millones de ha de uso agrícola. En el caso pecuario, se logró pasar de 1.2 millones de unidades animal aseguradas, en 2007, a 4.2 millones en 2011 de un total de 30,553,891 cabezas de ganado (SAGARPA, 2011).

En el sector agrícola se impulsan algunas estrategias de adaptación. Una de ellas tiene que ver con la productividad agrícola (mecanización y uso de variedades resistentes), incremento de rendimiento y el manejo sustentable de agua y suelo. Por ejemplo, la SAGARPA, impulsa MASAGRO, un programa de investigación, desarrollo y transferencia de conocimientos y tecnologías que permiten al productor incrementar la productividad, rentabilidad y sustentabilidad de las unidades de producción de temporal de pequeña y mediana escala, con la finalidad de combatir la pobreza y contribuir al desarrollo sustentable.

(Salgado y Miranda, 2009). Para hacer frente a la sequía en el 2011-2012, la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, otorgó recursos por un monto histórico de más de 33 mil millones de pesos, los cuales se sumaron a los apoyos del Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN), (DOF, 2012a). El sector de los seguros, principalmente para agricultura, ya considera de forma importante las variaciones del clima y la vulnerabilidad de las regiones para definir estrategias de transferencia de riesgo (INE, 2012a). Existen por ejemplo, esquemas de apoyo ante contingencias climáticas en el sector agrícola, cuyo objetivo es dar seguimiento en el proceso de recuperación frente al desastre. Tal es el caso del seguro paramétrico de AGROASEMEX.

La producción ganadera (bovina, porcina y de pollos) se ha incrementado en los últimos 20 años (Escalante y Catalán, 2008) (Figura III-C11.2), esto se debe sobre todo a la intensificación de esta producción mediante el uso de corrales de engorda y suplementos en su alimentación, es-

### Cuadro III.12. Las pesquerías

*El cambio en el clima está afectando la estructura ecológica y funcionamiento de los ecosistemas marinos y de los bienes y servicios que proveen (abundancia, diversidad y productividad de las poblaciones marinas) de formas similares a las que se observa en los ecosistemas terrestres. El manejo y la variabilidad del clima de muy baja frecuencia determinan en mayor medida la productividad pesquera.*

El noroeste mexicano es una de las zonas de mayor productividad biológica de Norteamérica, siendo una de las cuatro regiones pesqueras más importantes del planeta. La biodiversidad de la región incluye un amplio espectro de ecosistemas singulares que albergan especies marinas tropicales, templadas y de transición templado-tropical.

El cambio climático puede conducir a una redistribución del potencial de gran escala de la captura global, con aumentos entre 30% y 70% para las regiones de latitud alta, pero una caída de hasta 40% en los trópicos. Los cambios en las poblaciones de peces provocarán variaciones macroeconómicas importantes, como la reducción de la contribución de las pesquerías a la economía nacional en algunas áreas y la menor disponibilidad de peces como fuente de proteína en la dieta. Sin embargo, los impactos climáticos en estos ecosistemas son poco entendidos en relación a fenómenos como cambios en la dinámica de la termoclina y la productividad primaria.

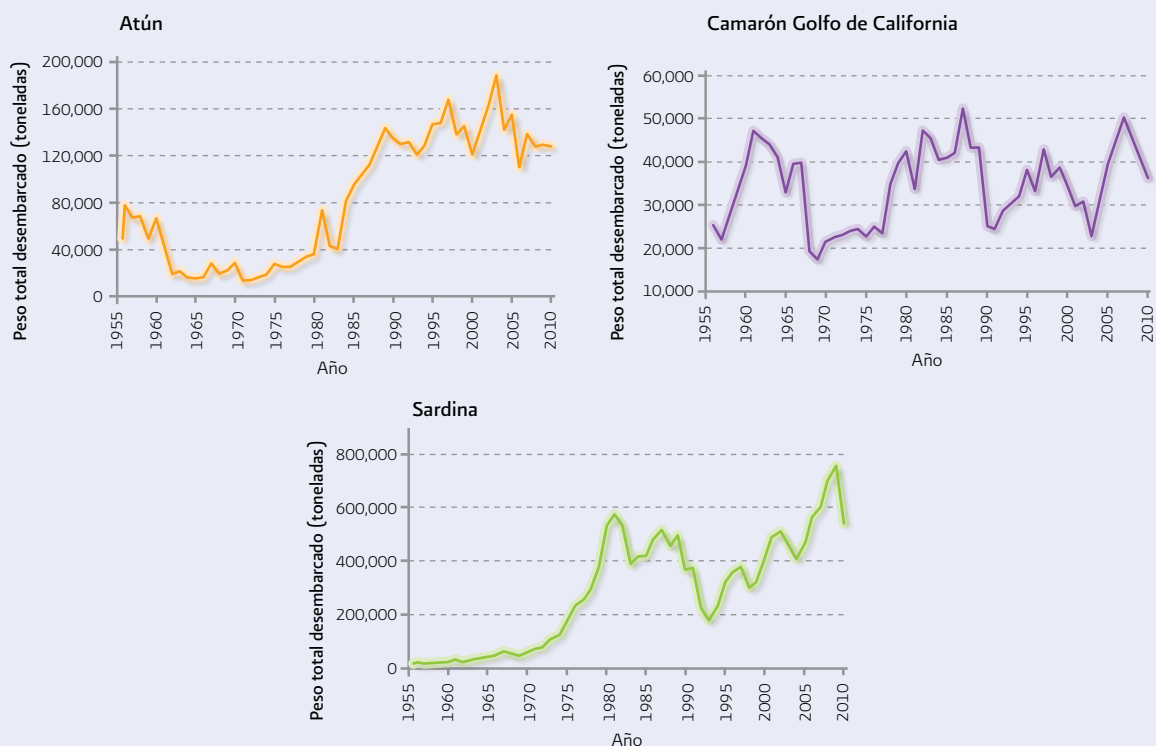
La variabilidad climática ya ha tenido consecuencias económicas importantes en el sector. Se ha observado que durante los años cálidos (tipo El Niño) las especies tropicales expanden su distribución geográfica, mientras que las especies de origen templado-tropical como la sardina, contraen sus poblaciones hacia el extremo tropical de la Corriente de California.

El Niño interrumpe el efecto de fertilización de las aguas costeras en el corredor de surgencias del noroeste de México y reduce la producción biológica primaria (plancton y macroalgas) que sustenta los altos niveles de producción secundaria de la pesca. El origen de la reducción en las capturas en pesquerías templadas recae en cierta forma en fenómenos de variabilidad climática y se atribuye a largos periodos de temperatura cálida del mar, principalmente durante las condiciones oceanográficas El Niño o la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO, por sus siglas en inglés) positiva. Al cambiar la fase de la PDO, la población de sardinas y atunes tiende a aumentar en la costa de la península de Baja California (Figura III.C12-1). Por otro lado, una de las variedades de mayor valor comercial, como lo es el camarón, responde esencialmente a las variaciones del clima oceánico. Por ello, la abundancia de camarón en el Golfo de California varía mayormente en escalas de décadas.

El estudio de los efectos económicos de la variabilidad y cambio climático debe estar ligada a la sustentabilidad de los recursos marinos al momento en que las presiones antrópicas (principalmente la pesca) y climáticas parecen ser más severas que en otros tiempos. De hecho, la resiliencia de las especies y los sistemas está siendo comprometida por las presiones antrópicas que resultan en pérdida de la biodiversidad (incluida la diversidad genética), la destrucción de hábitat, la contaminación, la introducción de patógenos y especies exóticas invasoras.

La vulnerabilidad del sector ante la variabilidad y el cambio climático dependerá en gran medida de los contextos geográficos, sectoriales y sociales. Algunas medidas de adaptación en las pesquerías pueden incluir: aumentar la variabilidad del rendimiento (diversificar las especies de capturas); cambiar la distribución de las pesquerías (migración del esfuerzo pesquero /estrategias e instalaciones de procesamiento/distribución); y mejorar la capacidad de pronóstico e información climática (INE, 2012h).

**Figura III-C12.1. Captura histórica de atún, camarón, sardina y similares en la Península de Baja California**



Fuente: INE, 2012h.

Los pescadores, como los dedicados a la pesca de sardina, han aprendido a adaptarse a las variaciones reduciendo las flotas pesqueras (INE, 2012h), lo cual demuestra una buena flexibilidad en materia de capacidad de adaptación.

### III.4.3 El sector salud

La salud pública enfrenta grandes problemas ante el cambio climático. Las estadísticas indican incrementos del dengue, enfermedades diarreicas agudas (EDAS), los golpes de calor y el paludismo, que se presentan con los cambios del clima (INE, 2009f). Si bien las campañas de prevención de diversas enfermedades relacionadas con el clima han rendido frutos, la tendencia de algunas afecciones entre los sectores más vulnerables sigue al alza (COFEPRIS, 2012).

La tendencia de la población a congregarse en grandes núcleos urbanos puede provocar que brotes de algunas enfermedades lleguen a ser epidemias. Un caso que se ha venido manifestando de forma importante es el dengue (INE, 2009f). Diversos estudios muestran que el número de afectados por esta enfermedad ha crecido de menos de mil a finales del siglo XX, a más de cien mil en los años recientes, esencialmente por su aparición en grandes ciudades como Cuernavaca, Morelos o Guadalajara, Jalisco. Tal crecimiento exponencial en el número de casos hace prioritaria la intervención de las autoridades del sector salud mediante esquemas que incluyan las predicciones del tiempo y el clima para definir programas de

nebulización, de comunicación de alertas, de aprovisionamiento en hospitales, así como de capacitación entre especialistas y población en general (Cuadro III.13).

Los efectos de eventos climáticos y meteorológicos extremos muestran una tendencia al incremento bajo cambio climático, un ejemplo son las ondas de calor. México es un país en donde las temperaturas máximas pueden alcanzar valores tan altos como en los lugares más cálidos del mundo. Ya no es extraño que las temperaturas máximas en diversas partes del norte del país alcancen los 40°C o más. En algunas zonas del norte de México la población se ve afectada severamente por golpe de calor, principalmente en algunos distritos de riego donde la humedad, resultado de la irrigación, lleva los índices de confort a niveles de peligro y peligro extremo. Ante ello, la información meteorológica para el índice de calor, adquiere un valor fundamental para diseñar estrategias de prevención, mediante sistemas de alerta temprana.

La tendencia del índice de calor o temperatura aparente combina los efectos que la temperatura y la humedad tienen en el confort y la salud humana. En Mexicali, Baja California, las ondas de calor han provocado pérdidas humanas en ciertos sectores de la sociedad (Ramírez *et al.*, 2011), debido a que se alcanzan valores de temperatura aparente que corresponden a peligro extremo. En dos de las ciudades más calurosas de México: Hermosillo, Sonora y Mérida, Yucatán, el índice de confort se presentó con mayor frecuencia en valores que requieren precaución y precaución extrema e incluso indican peligro (Figura III.10), sin llegar aún al peligro extremo.

#### Cuadro III.13. Dengue

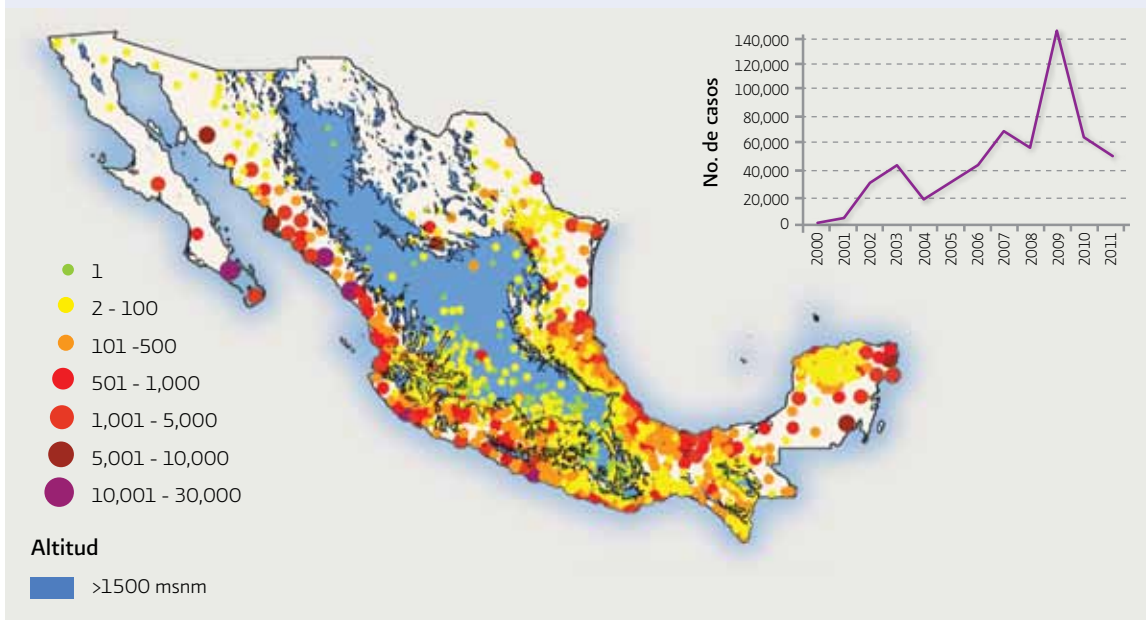
*El aumento de temperatura y humedad en la atmósfera por efecto del cambio climático favorecen un incremento en los casos de dengue. La tendencia positiva en la temperatura y humedad del aire de los últimos diez años parecen estar relacionadas con el crecimiento del número de casos de dengue.*

El dengue es la enfermedad viral más importante en el mundo y afecta a cientos de millones de personas cada año. Es transmitida por el mosquito *Aedes aegypti*, el cual se ha adaptado a vivir cerca de áreas habitadas por humanos (Thirión, 2003). Diversos estudios muestran que el dengue se propaga en condiciones de climas húmedos y cálidos (Kovats, 2000). Dado que la tendencia del clima en México es el incremento en las temperaturas y la humedad atmosférica, el potencial de ocurrencia de epidemias de dengue aumenta. En los años recientes, el número de casos de dengue creció rápidamente sobre todo en zonas bajas (menos de 1500 msnm) y cercanas al mar (Figura III.C13-1).

Los esfuerzos del sector salud para controlar la propagación de esta enfermedad van encaminados a desarrollar acciones preventivas con monitoreo mediante ovitrampas e información entre la población (COFEPRIS, 2012). Sin embargo, se reconoce que es necesario considerar las condiciones climáticas y sus cambios para tener una prevención más eficiente, y para ello, la



Figura III-C13.1 Número de casos acumulados de dengue entre 2000 y 2011 (círculos), y acumulados anuales a nivel nacional.



Fuente: COFEPRIS, 2012.



Figura III-C13.2. Manual de acciones municipales de prevención y control del dengue.

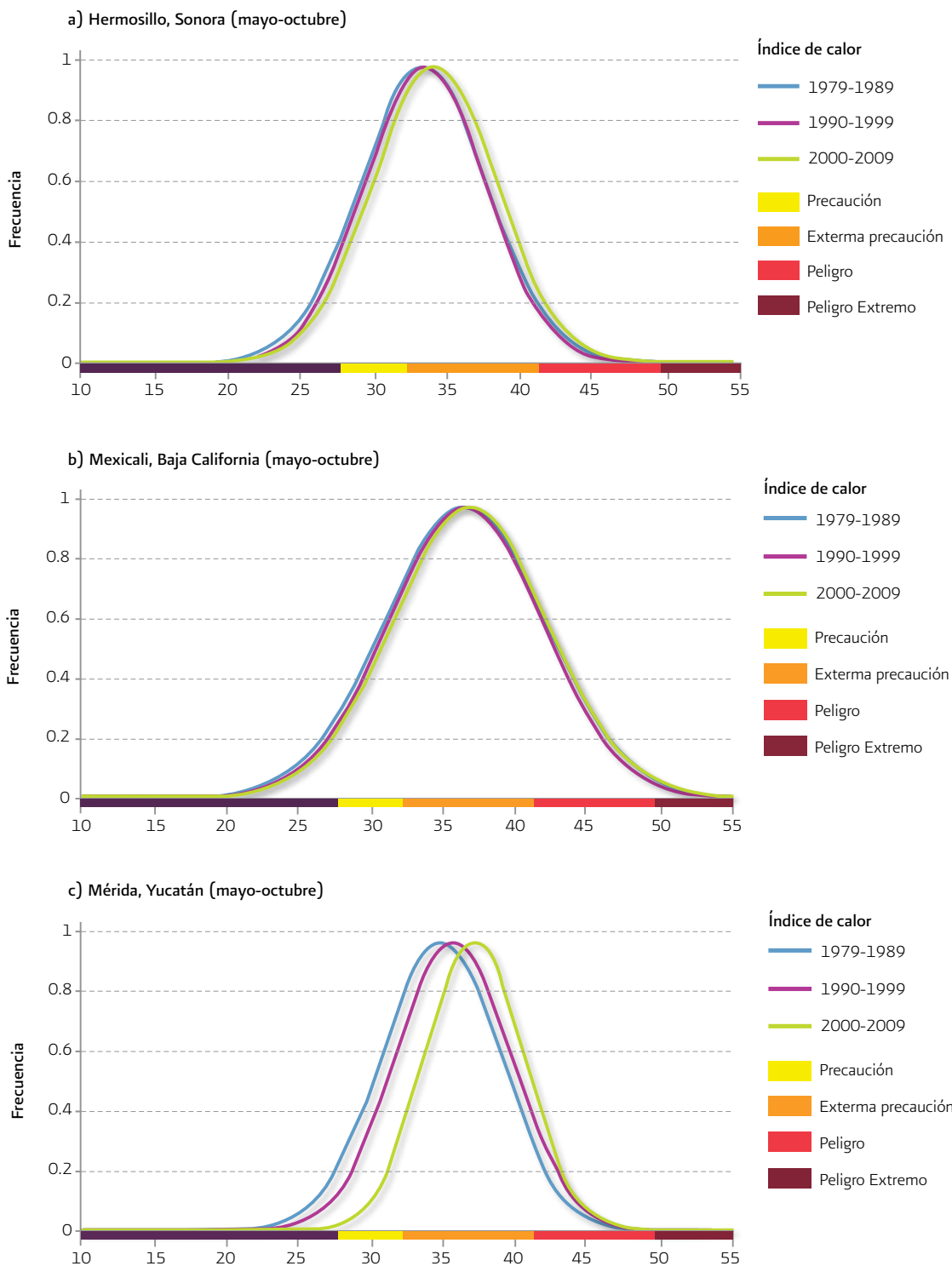
Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) desarrolla estudios de relaciones clima-salud que permitan establecer el valor umbral de la condición ambiental que favorece los brotes de dengue, reconociendo también que las condiciones de vulnerabilidad de la población han aumentado en los últimos años. El objetivo es contar con un Sistema de Alerta Temprana ante dengue que permita alertar a las regiones potencialmente afectadas por dengue y eficientar las acciones de prevención que ya se llevan a cabo.

El gobierno ha implementado programas como el de "Acción de entornos y comunidades saludables" que contempla combatir los problemas que amenazan la salud de la población por medio del fortalecimiento de las conductas saludables. Entre los objetivos que marca la Dirección General de Promoción de la Salud destaca el compromiso de combatir el dengue y disminuirlo hasta erradicarlo de México, y para ello ha generado materiales informativos para uso de personal del sector salud, comunidad escolar y público en general (Figura III.C13-2).

Otro de los trabajos en materia de cambio climático y salud, desarrollados por la COFEPRIS comienzan a incluir diagnósticos de relaciones ondas de calor-zonas afectables, enfermedades diarreicas agudas (EDAs)-clima-calidad del agua, y paludismo-clima.



Figura III.10. Índice de calor



Fuente: NARR, 2010.

Los trabajos encaminados a entender las relaciones clima-salud indican que se podrá apoyar la labor de las instituciones del sector con información climática para establecer si las condiciones de temperatura o humedad favorecerán un tipo especial de propagación de enfermedad (INE, 2009f) o condición de confort.

### III.4.4 El sector turismo

El sector turismo es muy importante por su contribución a la economía del país. En general, el cambio climático incide en forma directa sobre la infraestructura asociada a los servicios turísticos y es un sector muy afectado en México por los impactos de eventos hidrometeorológicos extremos. Con el fin de desarrollar una política de adaptación ante el cambio climático, el sector turismo plantea profundizar los conocimientos sobre su vulnerabilidad ante los impactos adversos de la variabilidad y el cambio climático.

La Secretaría de Turismo (SECTUR) promueve estudios que permitan determinar los impactos territoriales, sociales y económicos en el sector bajo cambio climático, así como desarrollar propuestas de política pública para prevenirlos y disminuirlos. Bajo el Fondo SECTUR-CONACYT 2011, los primeros resultados del análisis de la vulnerabilidad de diez destinos turísticos de México, se presentarán en el primer semestre del 2013.

La experiencia de manejo en situaciones de emergencia en diversas zonas del país ha mostrado la importancia de contar con información de tiempo y clima en diversos plazos que permita la planificación de actividades a turistas y prestadores de servicios. Contar con mejor información ha sido una propuesta que se impulsa en el sector. La SECTUR y la Coordinación General de Protección Civil proponen la creación de un sistema de pronóstico climático regional de mediano plazo para zonas vulnerables de destino turístico, el cual alimente sistemas de alerta temprana. Para ello será necesario contar con diagnósticos de vulnerabilidad y riesgo como los desarrollados actualmente por CENAPRED (2010) y otros investigadores (Puente, S., 2011). El análisis de vulnerabilidad en el sector Turismo requiere considera-

ciones de transversalidad con otros programas para hacer frente al cambio climático.

### III.4.5 El sector energía

La cadena energética puede ser afectada por los efectos del cambio climático. Su vulnerabilidad actual y futura tiene repercusiones importantes en los sistemas socioeconómicos. El sector podría verse afectado por variaciones en el clima, así como por los efectos de inundaciones, ciclones tropicales, u otras formas de tiempo meteorológico severo. El aumento del nivel del mar constituye un peligro para las instalaciones del sector en zonas costeras inundables, como en la región de Tabasco; por otra parte, la disminución de la precipitación afecta la generación hidroeléctrica, al quedar las presas del país debajo de su nivel óptimo.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) ha iniciado el inventario de instalaciones susceptibles a los fenómenos climáticos, a efecto de elaborar el “Atlas de Riesgo Climático” de la empresa.

Para reducir la vulnerabilidad de las estructuras de Petróleos Mexicanos (PEMEX) en la costa del Golfo de México, se tendrían que considerar las mareas de tormenta intensificadas con aumento del nivel del mar, y el potencial de ciclones tropicales más intensos. El Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos indica acciones sobre la vulnerabilidad de las operaciones, ya que realiza el análisis y administración de riesgo en instalaciones petroleras. Respecto a la vulnerabilidad de las comunidades, la empresa realiza el análisis de riesgo en comunidades vecinas y colabora en programas de cambio climático regionales (PEMEX, 2012).

El sector energético es vulnerable ante la variabilidad climática, ya sea a la sequía o la presencia de lluvias severas; en particular, la generación hidroeléctrica ha disminuido debido a la sequía de los años más recientes ya que las presas están por debajo de los niveles óptimos y los faltantes de agua y gas se tienen que sustituir con combustóleo (López, A., 2012).

### III.4.6 Protección civil

En materia de protección civil se ha trabajado en un cambio de paradigma para pasar al ámbito de la prevención y no quedarse solamente en el de la respuesta al desastre. El FONDEN, como un mecanismo presupuestario, apoya la rehabilitación de la infraestructura federal y estatal afectada por desastres, y viene a incrementar la resiliencia de las regiones frente a fenómenos meteorológicos y climáticos adversos. La Secretaría de Gobernación (SEGOB) y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) recientemente han desarrollado la herramienta R-FONDEN como un modelo de evaluación probabilística de riesgo de desastres para los principales activos públicos.

De acuerdo al Sexto Informe de Gobierno (Presidencia de la República, 2012), algunos ejemplos de la operación del FONDEN son:

- 2,593.1 millones de pesos al estado de Tabasco, para continuar con los trabajos de reconstrucción de infraestructura carretera, hidráulica, educativa, urbana, de salud y vivienda, que resultó seriamente afectada por las inundaciones de agosto y septiembre de 2010, así como por las lluvias severas, inundaciones y movimientos de ladera que se registraron en el segundo semestre de 2011.
- 1,819.2 millones de pesos al estado de Veracruz, para la reparación de infraestructura carretera, hidráulica e hidroagrícola, educativa, de vivienda, forestal, pesquera y naval dañada por las lluvias severas e inundaciones ocurridas en septiembre de 2010, así como por las lluvias severas de junio a octubre de 2011 y de abril de 2012.
- 1,406.4 millones de pesos al estado de Nuevo León, para seguir con las acciones de reconstrucción y reparación de infraestructura carretera, hidráulica y urbana afectada por las lluvias severas del 30 de junio al 2 de julio de 2010.
- 538.9 millones de pesos al estado de Hidalgo, para continuar con la atención de la infraestructura carretera dañada por las lluvias severas del 29 de junio al 1 de julio de 2011.
- 511.5 millones de pesos al estado de Oaxaca, para continuar las obras de reconstrucción en los sectores carretero, hidráulico, educativo, de salud y de vivienda, afectados por las lluvias severas, inundaciones y movimientos de ladera ocurridos en el segundo semestre de 2010, las lluvias severas de agosto y septiembre de 2011, así como por el sismo del 20 de marzo de 2012 y sus réplicas.
- 301.9 millones de pesos al estado de Chiapas, para los trabajos de reconstrucción en los sectores carretero, hidráulico, educativo, pesquero, de salud y vivienda, cuya infraestructura resultó afectada por las lluvias severas que se presentaron en el segundo semestre tanto de 2010 como de 2011, así como por los movimientos de ladera ocurridos en octubre de 2011.
- 257.6 millones de pesos al estado de Jalisco, para la atención de infraestructura carretera, hidráulica, educativa y deportiva afectada por el paso del huracán Jova en octubre de 2011, así como para llevar a cabo acciones para la dotación de agua potable con el objetivo de hacer frente a la sequía severa que se registró en esta entidad de mayo a noviembre de 2011.
- 243.8 millones de pesos se destinaron a los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Guanajuato, Sinaloa, Sonora y Zacatecas, para la restitución de infraestructura hidráulica, así como para llevar a cabo diversas acciones para hacer frente a la sequía severa que afectó a estas entidades de mayo a noviembre de 2011.
- 218.8 millones de pesos al estado de Colima, para la reparación de infraestructura carretera, hidráulica, educativa y naval como consecuencia del paso del huracán Jova en octubre de 2011.
- 194.4 millones de pesos al estado de Campeche, para la atención de infraestructura carretera, de salud y medio ambiente dañada por la inundación fluvial ocurrida del 1 al 21 de octubre de 2011.
- 153.6 millones de pesos al estado de Puebla, para continuar con la atención de infraestructura carretera y educativa afectada por las lluvias severas que se presentaron en septiembre de 2010 y agosto de 2011.

- 151.3 millones de pesos al estado de Guerrero, para los sectores carretero, educativo, de salud y vivienda afectados por los sismos ocurridos el 10 de diciembre de 2011 y el 20 de marzo de 2012 y sus réplicas.
- 98.7 millones de pesos al estado de Morelos, para continuar con las acciones de restitución de infraestructura hidráulica como consecuencia de la inundación fluvial ocurrida en agosto de 2010.
- 87.7 millones de pesos al estado de Durango; de este monto, 53.4 millones de pesos se autorizaron para la reparación de infraestructura carretera dañada por las lluvias severas e inundación fluvial ocurridas en septiembre de 2010 y 34.3 millones se destinaron a la realización de acciones para atenuar los efectos de la sequía severa que sufrió esta entidad federativa de mayo a noviembre de 2011.
- 74.3 millones de pesos al estado de San Luis Potosí, para continuar con la restitución de infraestructura carretera y de vivienda afectada por las lluvias severas e inundaciones ocurridas tanto en julio de 2010 como en 2011, y llevar a cabo acciones para la dotación de agua potable a fin de atenuar los efectos de la sequía severa que también afectó a esta entidad federativa de mayo a noviembre de 2011.

Con el inicio de la temporada de lluvias y ciclones tropicales, el 15 de mayo de 2012 se instaló el Grupo Interinstitucional para Ciclones Tropicales, presidido por la SEGOB y conformado por dependencias de la Administración Pública Federal y organismos de la sociedad civil. Asimismo, se llevó a cabo la Reunión Nacional de Protección Civil para la Temporada de Lluvias y Ciclones Tropicales, con 1,152 participantes de las 32 entidades federativas.

En coordinación con el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), la CONAGUA ha concluido un total de 92 Planes de Emergencia de Corrientes Problemáticas y 22 en ciudades (CONAGUA, 2011b), cuyo principal objetivo es contar con sistemas eficientes para la detección de avenidas extraordinarias en cauces de ríos y emisión de alertas, a fin de proteger a la población.

La Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA, 2012), de conformidad con las políticas nacionales para la adap-

tación a los efectos del cambio climático, lleva a cabo en forma externa e interna, a nivel de las unidades, dependencias e instalaciones, diferentes actividades relacionadas con las políticas, como la capacitación y operación del Plan DN-III.

### III.4.7 Los ecosistemas

En la actualidad, los ecosistemas están sujetos a diversos factores de estrés. La principal causa de la pérdida de hábitat es la conversión de áreas naturales en tierras para la agricultura y el desarrollo urbano; otras causas incluyen la introducción de especies exóticas invasoras, la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación, y los efectos del cambio climático. La cobertura vegetal presentó cambios en el periodo 1985-2010 en los diferentes tipos de vegetación (Cuadro III.14). Los cambios dominantes de la cobertura vegetal que se transforma en México, corresponden a: pastizal, matorral y selva baja. Estrictamente hablando, en los dos primeros no hay deforestación, porque estas coberturas no tienen árboles, y en el caso de la selva baja, como es vegetación caducifolia de baja altura, se desprecia en el contexto forestal; en estas tres clases en particular se le llama transformación de coberturas vegetales a tierras agrícolas (Figura III.11).

El impacto de la pérdida de biodiversidad en el desarrollo humano es grave, y más severo aún en las regiones donde las comunidades pobres dependen en gran medida de los recursos naturales. El cambio climático y sus potenciales impactos en los ecosistemas deben ser estudiados bajo un enfoque integral que considere los reservorios de biodiversidad, proveedores de servicios y bienes de valor inestimable, fundamentales para la sobrevivencia y el bienestar.

La colaboración de instituciones oficiales y organizaciones de la sociedad civil interesadas en el manejo y la conservación de los ecosistemas, ha llevado a que éste sea uno de los sectores que mayores avances muestra en la generación de capacidades para la adaptación. Para analizar los efectos del cambio climático sobre alteraciones en la composición de especies y su distribución, se construyen evidencias experimentales y modelos bajo

Cuadro III.14. Cobertura Vegetal

Cobertura Vegetal	Cambio porcentual 2010 respecto al 1985	Superficie que cambió de 1985 a 2010 (km <sup>2</sup> )
Bosque de Coníferas	-13.06	-12,356.23
Bosque de Coníferas-Latifoliadas	-0.13	-161.56
Bosque Latifoliadas	2.69	2,949.09
Matorral	-9.12	-49,605.18
Otros	-9.65	-4,675.17
Pastizal	-4.12	-7,582.61
Selva Alta	-27.92	-13,223.46
Selva Mediana	-5.90	-6,708.27
Selva Baja	-15.64	-35,257.13
<b>Total</b>	<b>-8.47</b>	<b>-126,620.53</b>

Fuente: INE, 2012f.

escenarios de cambio climático para establecer la distribución potencial de especies a futuro (Peterson *et al.*, 2001). Sin embargo, el reto continúa siendo que la modelación ecológica lleve al entendimiento de los complejos procesos en los ecosistemas bajo un clima distinto al actual, pues los modelos usados hasta ahora sólo pueden describir la historia reciente (Evans, 2012).

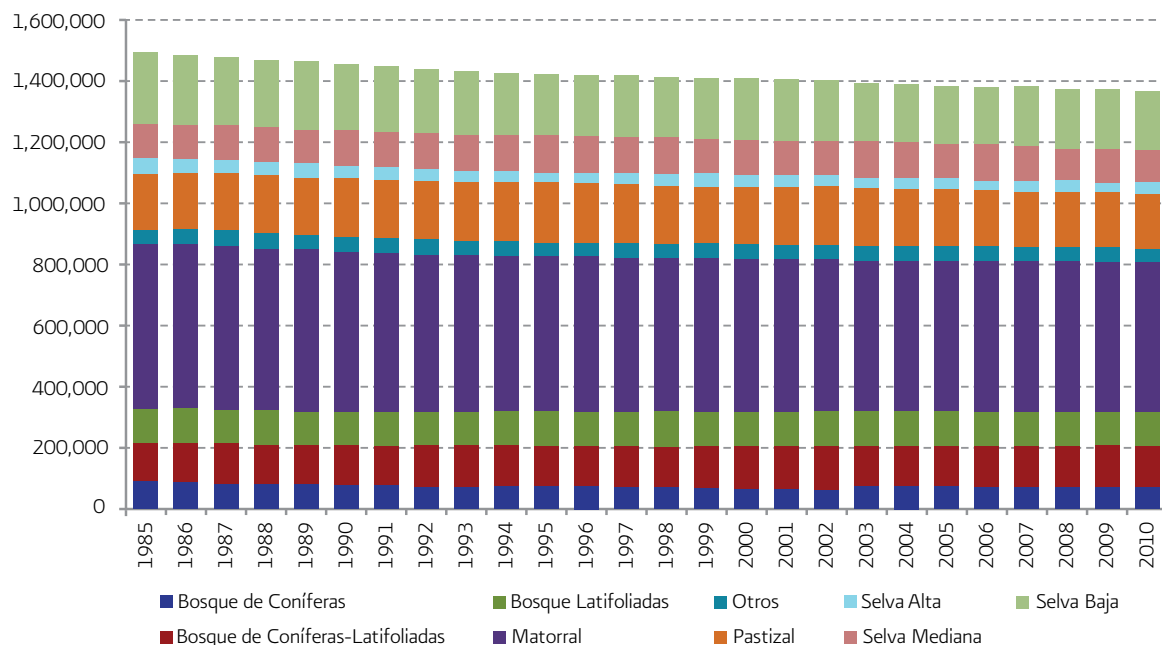
La polinización es un elemento importante en la dinámica de los agroecosistemas, y su relación o alteraciones bajo cambio climático requieren de estudios más profundos. Entre 74% y 84% de las plantas cultivadas como alimento para el hombre dependen de los polinizadores para la producción de frutos o semillas. En México se han identificado 345 especies de plantas comestibles aprovechadas (EPCA). El valor económico total del servicio de polinización para el 2010, de las 103 EPCA para las que se tiene información, fue de 43 mil millones de pesos, lo cual corresponde a 43% del valor total de producción de los cultivos dependientes de polinizadores y 19% del total (INE, 2011b). Algunos escenarios para el 2050 indican que es probable que disminuya el área potencial cultivable de 118 EPCA y la distribución de 28 especies de polinizadores, mientras que se proyecta un aumento en el área de 54 EPCA y 20 especies de polinizadores. Sin embargo, no existe información sobre los desastres en cultivos y áreas naturales relacionados con

el cambio climático, incluyendo sequías, inundaciones, ondas de calor e incendios forestales (Cuadro III.15).

Se requiere evitar la fragmentación y la pérdida de hábitat, incluyendo las cuevas de murciélagos, ya que son de las principales causas del declive de los polinizadores. Entre otras estrategias, están los programas de conservación de áreas ricas en especies de polinizadores, y de los hábitats aledaños a los cultivos, para mantener las poblaciones de polinizadores silvestres; y el aumento de los sitios de anidación para favorecer a los polinizadores asociados al cultivo.

En México el maíz forma parte de la alimentación diaria, es el cultivo de mayor presencia, constituye un insumo para la ganadería y para la obtención de numerosos productos industriales, por lo que, desde el punto de vista alimentario, económico, político y social, es el cultivo agrícola más importante (CONABIO, 2012a). La vulnerabilidad de las razas mexicanas de maíz ante el cambio climático ha sido evaluada con modelos de distribución de especies, bajo el supuesto de que las especies mantendrán sus nichos ecológicos a través del tiempo. Los resultados sugieren que 77% de la superficie de cultivo de maíz, presenta condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento de al menos una raza de maíz. Respecto a los resultados sobre los escenarios de cambio climático, la superficie potencialmente adecuada para el cultivo de

Figura III. 11. Cambios en la cobertura vegetal de México de 1999 a 2010



Fuente: INE, 2012f.

algunos tipos de maíz se reduciría en 8.5% para el 2030, y 13.7% para el 2050; este fenómeno se proyecta que sea más acentuado en las zonas de mayor riqueza de razas de maíz. En contraste, cinco razas y cuatro especies de teocintle<sup>3</sup> ganarían superficie, del orden de 15%, con respecto a su distribución potencial. Por tanto, la vulnerabilidad de las razas de maíz está en función del tamaño de su distribución actual (INE, 2009e).

Un estudio basado en modelos de nicho ecológico y escenarios de cambio climático (INE, 2009b; Koleff y Urquiza-Hass, 2011) presentó una tendencia general a la reducción potencial en el número de especies representadas en los Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre (STP), hacia los años 2030 y 2050, lo que muestra la vulnerabilidad de algunas especies en los STP, que fueron identificados por su im-

<sup>3</sup> Teocintle (*Zea spp.*); especie de gramínea muy similar al maíz, que crece de manera natural principalmente en México y en parte de Centroamérica. Se considera el ancestro más cercano del maíz. Comprende cinco especies: dos especies perennes (*Zea perennis*, *Zea diploperennis*) endémicas a México y tres especies anuales (*Zea luxurians*, *Zea mays mexicana*, *Zea maysparviglumis*).

portancia para la conservación biológica. Otro resultado del estudio indica que en el norte del país se concentran mayores pérdidas, pero también ganancias potenciales de especies, debido a la sensibilidad de los desiertos mexicanos al cambio climático. Por otro lado, la vulnerabilidad de las especies prioritarias en las montañas se incrementa con la reducción de las áreas de mayor riqueza que se encuentran en las serranías tropicales del sur del país.

En materia de STP, destaca la importancia de desarrollar estrategias de monitoreo de poblaciones y ecosistemas en todas las ecorregiones del país que permitan establecer con datos, las tendencias de respuesta de la biodiversidad a los cambios en el ambiente, así como ampliar los esquemas actuales de conservación a fin de incorporar conectores entre áreas que faciliten el movimiento de las especies. Además, es importante considerar otros factores de presión sobre la biodiversidad, como la reducción del hábitat y la contaminación, entre otros. (INE, 2009b, Koleff, P. y T. Urquiza-Hass, 2011).

Para mantener el equilibrio en las poblaciones de especies y sitios prioritarios, es imperativo tomar medidas de protección más dinámicas en el espacio como

### Cuadro III.15. Incendios forestales

En la última década las sequías han creado condiciones para que se presenten incendios forestales en México. El caso de los incendios en Coahuila en la primavera del 2010, da una muestra de la vulnerabilidad de México a condiciones extremas de temperatura.

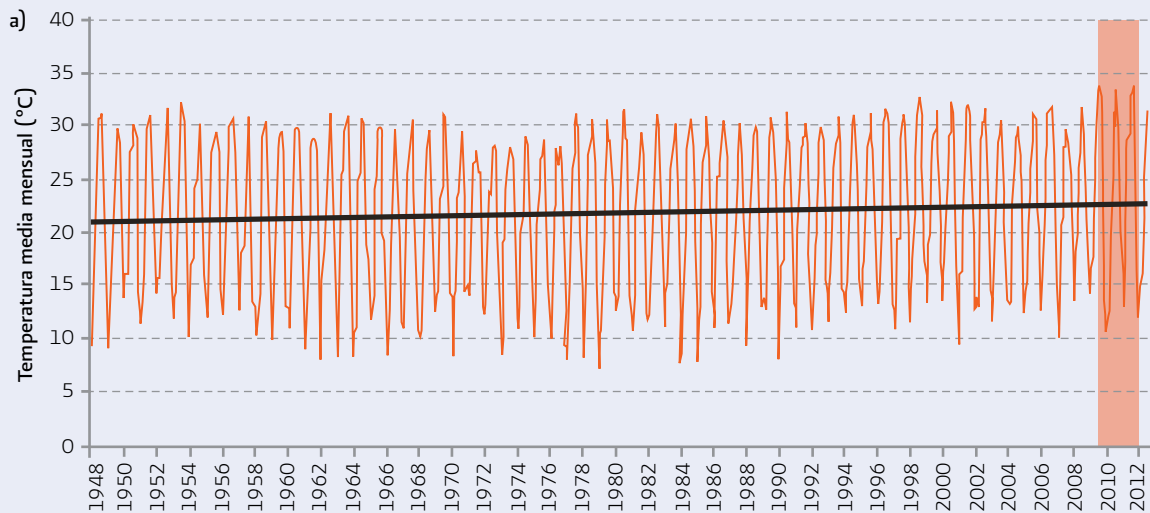
El fuego es un elemento de la dinámica natural de bosques y sabanas porque determina su estructura, funcionamiento y cambio, promoviendo el reciclaje de materia orgánica, la sucesión de especies y un mosaico de condiciones ambientales que pueden favorecer la diversidad y la estabilidad de este ecosistema. En México, se ha discutido el papel del fuego en el remplazo de especies y la alteración de las condiciones biogeoquímicas del suelo, sin embargo no existe consenso sobre su importancia (González y Rodríguez,, 2004). Desde el 2010, la ocurrencia de incendios en México aumentó con eventos de mayor extensión y severidad (Ver Figura I.4). Esta situación de siniestralidad, debe considerarse como fenómeno relacionado con mal manejo de fuego en las prácticas agrícolas, entre otras causas.

En la década de los 70 la superficie incendiada fue de 1,582,040 ha; en la década de los 80 de 2,579,760 ha, en la década de 90 de 2,516,979 ha, en el periodo 2000-2010 se registró 2,126,081 ha, mientras que en el 2011 se registraron 944,783 ha, de una superficie forestal de 138,008,231 que tiene México.

En ese lapso destaca el año 1998, con 14,445 incendios y 850,000 ha afectadas (CONAFOR, 2004), ocurridos principalmente en la zona centro-sur de México después de una intensa sequía asociada a condiciones El Niño (Magaña, 1999). Las condiciones La Niña generan déficit de precipitación en el norte de México, como la ocurrida entre los años 2010 y 2012, pero también intensas anomalías positivas en temperatura que provocan estrés hídrico en la vegetación (Ichii et al., 2002). Las condiciones climáticas anómalas de temperatura, en la primavera del 2011 alcanzaron los 5°C por encima del valor medio en el norte de Coahuila. Mediante análisis del Índice Normalizado de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés) es posible identificar las zonas bajo mayor estrés hídrico que son propensas a incendios forestales. La zona de Coahuila en la primavera de 2010 estuvo en esta situación (Figura III-C15.1).

Los incendios en Coahuila, y la pérdida de cobertura vegetal de gran magnitud en sus zonas boscosas, así como de fauna nativa generaron uno de los mayores desastres recientes en la región. Bajo cambio climático, los aumentos en temperatura y las ondas de calor prolongadas serán un peligro importante y generadores de riesgo de incendios forestales, porque este fenómeno podría llevar a sequías hidrológicas más intensas y estrés hídrico en la vegetación.

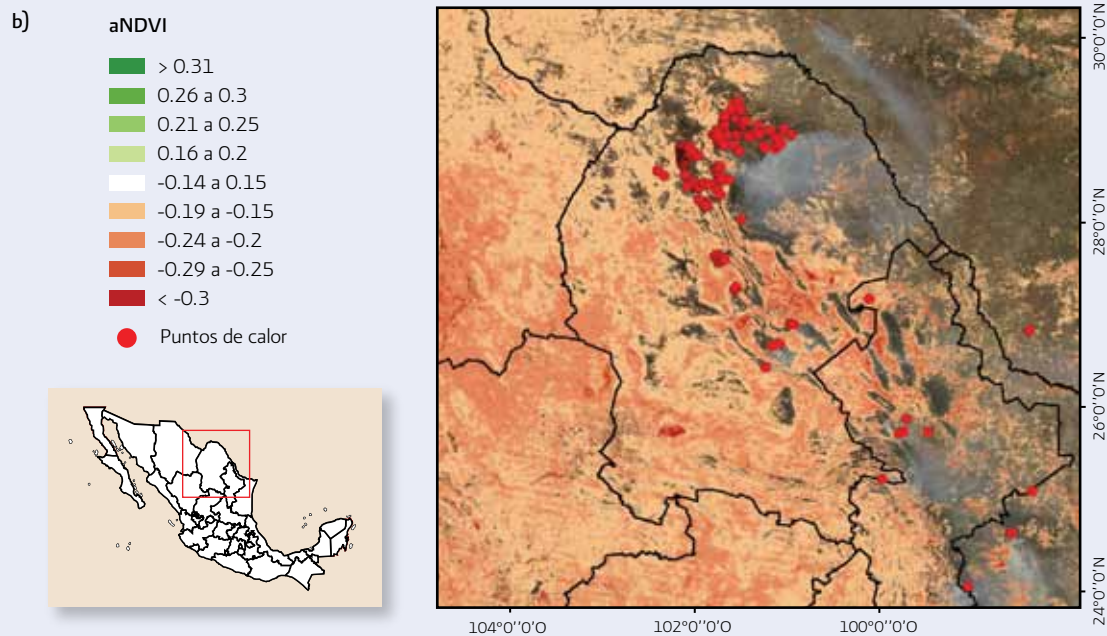
Figura III-C15.1. a) Anomalia mensual de temperatura en la zona del norte de Coahuila, México entre 1948 y 2012. El cuadro indica los meses más cálidos en ese periodo. b) Anomalia de NDVI en el norte de Coahuila y puntos de calor entre el 7 y el 22 de abril de 2011



Los incendios tienen impactos sobre la economía, la salud humana y la seguridad, con consecuencias comparables a las de otros desastres de gran magnitud. Los recursos económicos destinados a sofocar los más de 14 mil incendios forestales en 1998, los costos de la reforestación y la pérdida de recursos maderables ascendieron a más de 2,300 millones de pesos (Magaña, 1999). En 2011, los incendios en el estado de Coahuila abarcaron alrededor de 314 mil hectáreas de bosque y representaron un gasto al erario de más de 325.5 millones de pesos. Los recursos económicos destinados a la extinción de incendios son menores a los destinados a la reforestación de las zonas siniestradas. Las pérdidas ecológicas son difíciles de calcular debido a que los incendios han destruido diferentes especies.

La ocurrencia de incendios forestales pudiera ser más frecuente bajo cambio climático. Por ello es imperativo entender el papel del fuego en los ecosistemas forestales y en todo caso, desarrollar alertas de incendios basadas en pronóstico climático y una adecuada estrategia de prevención. Las acciones de remoción de material combustible será parte del manejo del riesgo. Las acciones de adaptación deben incluir un impulso a los procesos de descentralización de las actividades de protección contra los incendios a los gobiernos de los estados, así como ampliar las acciones de difusión y cultura contra incendios entre la población. De igual forma, se debe actuar en colaboración con el sector agricultura para reducir el número de incendios mediante políticas agropecuarias usando los Programas de Reconversión Productiva y Agricultura Sustentable (INE, 2012f). Las capacidades en el manejo de sistemas de teledetección de riesgo de incendios deben impulsarse en los esquemas de prevención, para fortalecer el Centro Nacional de Control de Incendios Forestales y los Centros Estatales. El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza trabaja en un programa de manejo del fuego, generando capacidades y definiendo programas de acción entre actores clave.

Desde 1999 CONABIO está monitoreando los incendios forestales en México y América Central diariamente en forma operacional y casi en tiempo real utilizando su propia estación satelital. La información se reporta en forma gratuita a cualquier usuario interesado y es una fuente base para el combate de incendios para los centros nacionales de control de incendios forestales. El monitoreo se puede apreciar en la página de la CONABIO (CONABIO, 2012c).



Fuente: Grupo Clima y Sociedad, IGG-UNAM con datos de GHCN, 2012 e IRI, 2012.



corredores biológicos y gradientes altitudinales que permitan la conservación de la gran biodiversidad que alberga el país (Ruiz Teja, 2005).

La adaptación en zonas marinas requiere de mayor atención, ya que al problema de la contaminación y la sobreexplotación de especies se incorpora el del calentamiento del mar, el cual tiene implicaciones en la distribución de especies o en las condiciones saludables de los arrecifes. Las islas son un recurso estratégico para México por el valor de su biodiversidad, aun cuando sólo constituyen el 0.3% del territorio nacional (Aguirre et al., 2010). Es necesario analizar su vulnerabilidad actual y futura, lo que implica realizar estudios de mayor profundidad de los mares mexicanos.

En zonas costeras, los manglares juegan un papel importante ante el cambio climático. Frente al aumento del nivel del mar y mareas de tormenta más intensas, los manglares actúan como barreras naturales que reducen tanto la intensidad del oleaje como la del sistema ciclónico mismo. Los humedales costeros son un elemento esencial de los ciclos hidrológicos, de nutrientes y otros. Debido a la necesidad de contar con información confiable acerca de la extensión y distribución actual de los manglares en México, así como identificar los procesos que están incidiendo en estos ecosistemas, la CONABIO inició el programa “Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo”. Los resultados del monitoreo serán útiles para la definición de políticas públicas adecuadas y para la toma de decisiones en lo que respecta a la conservación, manejo y restauración ecológica de los manglares del país.

Se terminaron tres inventarios a nivel nacional en la escala 1:50,000 para los años 1980, 2005 y 2010 (CONABIO, 2012b). En el 2012 se inició la fase de implementación de estrategias de adaptación en humedales costeros del Golfo de México y Mar Caribe (Ver Sección III.2.3).

La CONANP presentó la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), que incluye una Guía para la elaboración de Programas de Adaptación al Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas. El objetivo principal es aumentar la capacidad de adaptación de los

ecosistemas y la población que habita en ellos. Establecer la vulnerabilidad de los ecosistemas ante condiciones extremas del tiempo y del clima no es una tarea fácil, por lo que se reconoce la necesidad de:

- i) Monitorear las variaciones climáticas en las ANP y la respuesta de los ecosistemas.
- ii) Incrementar las capacidades de modelación de interacciones clima-biosfera en términos de procesos que permitan entender el funcionamiento de los socio-ecosistemas (ANP), para así poder estimar de mejor forma los impactos bajo cambio climático y definir las acciones de adaptación.
- iii) Evaluar la resiliencia al cambio climático de las especies arbóreas más productivas de bosques templados en un gradiente altitudinal, y
- iv) Analizar los factores que determinan la resiliencia de bosques templados a través de la regeneración en un gradiente altitudinal.

La CONANP propuso el proyecto de Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las ANP para proteger la diversidad amenazada por el cambio climático. Las componentes de este proyecto son el mejoramiento y expansión del sistema de ANP, y el mejoramiento a nivel local de sitios prioritarios, entre otros (CONANP, 2011). La alianza “México Resiliente: Áreas Protegidas, respuestas naturales al cambio climático”, combina la capacidad de diversas instituciones académicas, OSC y secretarías del Gobierno Federal para diseñar las acciones que garanticen la conservación de los ecosistemas en México, incluyendo la elaboración de la ECCAP.

## III.5 El cambio climático en las ciudades

### III.5.1 Cambios en el clima local

Las ciudades tienen un efecto polarizador; concentran la riqueza y la pobreza, pero también las oportunidades económicas, sociales y políticas. La urbanización se expresa

en términos de concentración de población, cambios en el uso del suelo y expansión del espacio de vivienda. El siglo XX fue el de la urbanización; la población urbana en el mundo pasó de un 15% en 1890 a más del 50% en el año 2000.

Las proyecciones futuras indican que este fenómeno continuará, por lo que las megaciudades se convertirán en el fenómeno urbano del siglo (ONU-Hábitat, 2011b). Este acelerado proceso de urbanización ha provocado una dinámica de cambios que ha avanzado sin detenerse, imponiendo un nuevo uso del suelo que altera el funcionamiento de los sistemas ambientales y en particular del clima (Jáuregui, 2005). En México, en 2011, 76.9% de la población vivía en localidades urbanas y 23.1% en rurales, esto significa un cambio trascendente en el modelo demográfico, pues el país ya no es “predominantemente rural” como lo era hace 100 años. Los escenarios futuros de impactos en disponibilidad de agua, salud, o protección civil, sugieren un mayor riesgo para la población de las ciudades, principalmente entre los pobres (BM, 2012).

Los efectos de isla de calor por cambio de uso de suelo tienen una manifestación a nivel local e incluso regional que debe considerarse en materia de adaptación, pues sin duda se trata de una forma de cambio climático (Jáuregui, 2005). Por ejemplo, la señal de cambio en la temperatura de la ciudad de México, fue de 3°C a 4°C durante el siglo XX. En este sentido, si las ciudades han cambiado su clima, calentándolo a través de concreto, acero y cristal en las construcciones, se puede pensar que la reforestación urbana y el cambio de estilo de construcción pueden reducir en cierta medida el calentamiento que la expansión urbana genera, convirtiéndose en formas de adaptación y, en un sentido estricto, de mitigación. El gobierno de la ciudad de México ha comenzado a promover las azoteas verdes y la reforestación urbana como primeros pasos hacia la adaptación (SMA-GDF, 2012). Asimismo, el Gobierno Federal a través de la SEDESOL lleva a cabo acciones de reforestación urbana tanto para fines de prevención de riesgos como para mejorar el entorno urbano (SEDESOL, 2012).

El calentamiento urbano provoca con frecuencia la intensificación y aumento del número de eventos de precipitación intensa, que han causado graves daños a

la población más vulnerable, la cual los considera como manifestaciones de cambio climático (GIZ, 2012). La tendencia a eventos de lluvia extrema, conocidos como aguaceros, ha aumentado en prácticamente todo el país y en algunos casos se ha convertido en una amenaza de gran magnitud para la seguridad de las personas. En el mundo muere más gente por exceso de agua que por falta del recurso (Ordaz y Zeballos, 2007).

### III.5.2 La vulnerabilidad de las ciudades

Las ondas de calor y los “aguaceros” se han convertido en un peligro para la población, por lo que protección civil, y sectores como salud e hídrico, entre otros, han definido estrategias para reducir el riesgo de desastre. Como parte del estudio Pobreza Urbana y Cambio Climático para la Ciudad de México (Cuadro III.16), se realizó un análisis de vulnerabilidad y riesgo ante cambio climático a nivel de áreas geo-estadísticas básicas (AGEB), que estableció que más de un millón de habitantes y más de doscientas mil viviendas, se localizan en zonas de riesgo de deslizamiento por lluvias intensas relacionado con la pendiente del terreno. La caracterización y cuantificación de la vulnerabilidad permite mostrar con detalle espacial las zonas que requieren de ordenamiento territorial, como medida de adaptación, para reducir la probabilidad de desastre (Baker, 2012).

La gestión de riesgo ante estos cambios locales del clima requiere de una respuesta por parte de las autoridades municipales, y son éstas las que han comenzado a buscar formas de adaptación que den mayor seguridad a sus ciudadanos, y encuentran un contexto más apropiado para la acción. Las ciudades de tamaño mediano (entre 500,000 y 1,000,000 hab) y grande buscan la forma de disminuir la ocurrencia frente a los desastres de origen hidrometeorológico más comunes como son las inundaciones, los deslizamientos de laderas, las ondas de calor y de frío. La mayor parte de las respuestas que pueden considerarse de adaptación frente a condiciones extremas del clima consisten en medidas estructurales (drenaje, bordos, presas, etc.), pero también se trabaja

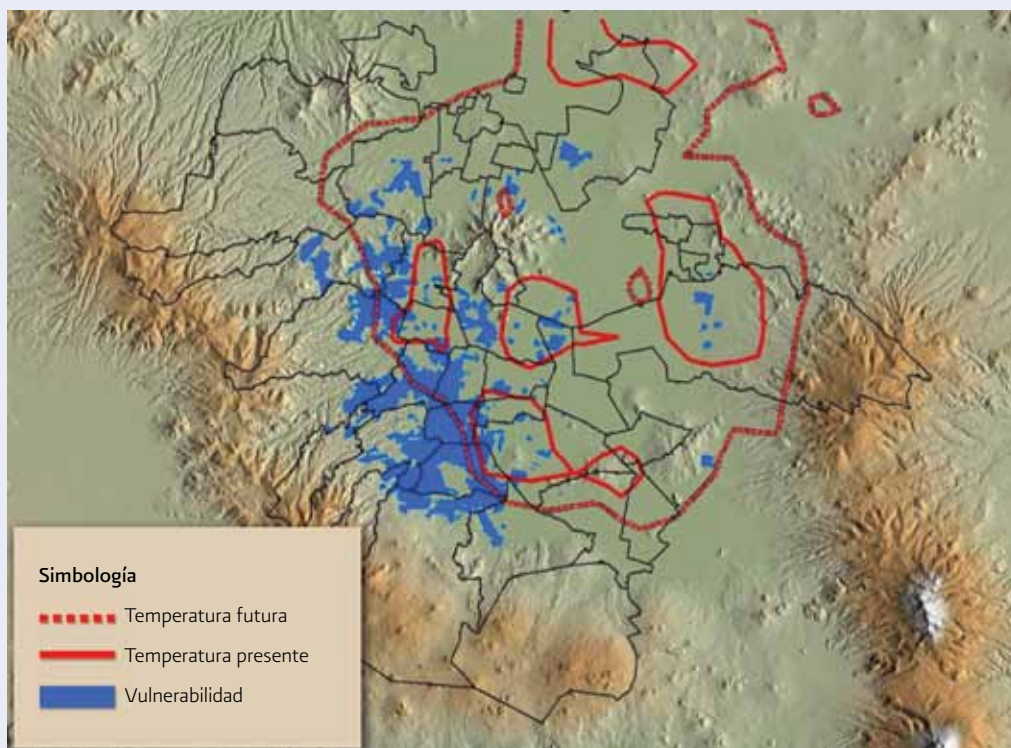
### Cuadro III.16. Pobreza urbana para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México

La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) está experimentando los efectos del calentamiento global que se superponen a los efectos y procesos del deterioro ambiental asociados al crecimiento urbano y al metabolismo negativo de la propia ciudad. La expresión más clara del cambio climático está en los incrementos de lluvias intensas (Jáuregui, 2000) y sus crecientes impactos, sea como accidentes en forma de deslaves o bien de inundaciones. Otros eventos extremos del clima que llevan a diversos tipos de desastres en la ZMCM son sin duda las sequías, ondas de calor o de frío. Todos tienen efectos diferenciados espacialmente en el Valle de México (barrancas, zonas forestales, agrícolas), en la población (niños y adultos mayores) y en su economía, pero todos requieren una respuesta específica y programada por parte del gobierno y la sociedad.

En el estudio "Pobreza Urbana y Cambio Climático" financiado por el gobierno del Distrito Federal a través de su Secretaría del Medio Ambiente y el Banco Mundial, se analizaron las áreas (a nivel de AGEB) de riesgos relativas a eventos de lluvias intensas y temperaturas extremas y su intensificación asociada con los escenarios de cambio climático y los cambios en el clima inducidos por efecto de la urbanización, en conjunto con diagnósticos de vulnerabilidad relacionada con población y vivienda.

Los resultados de este estudio muestran que los peligros por lluvias intensas son mayores hacia la zona poniente y suroeste, mientras que por episodios de calor extremo, la exposición a altas temperaturas es mayor en el centro de la ciudad debido en parte a un tejido urbano denso con pocas áreas verdes (Isla de Calor) y a ser la zona más baja del Valle de México (zona metropolitana dentro del valle). El riesgo se ha venido incrementando en décadas recientes, pues es hacia el noreste del Valle de México donde el crecimiento poblacional y la urbanización son rápidos, y los niveles de pobreza mayores, lo que genera una alta vulnerabilidad. El envejecimiento de la población, en la ZMCM, hace que se espere un incremento del riesgo de afectaciones en este sector de la población por ondas de calor (Figura III-C16.1).

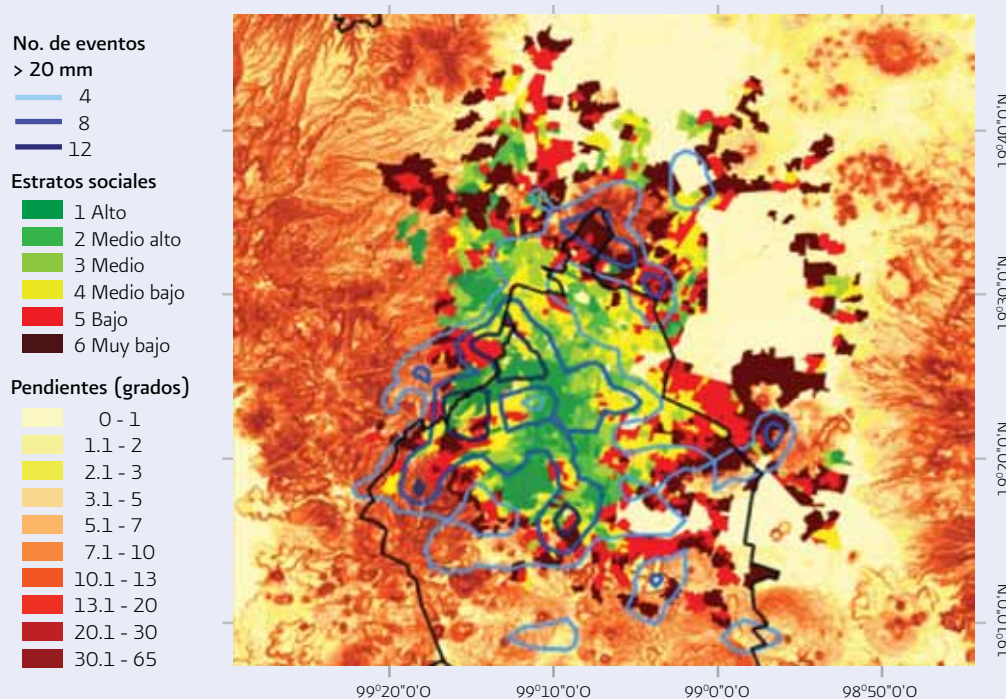
Figura III-C16.1 Ondas de calor presentes y futuras y áreas con población femenina mayores de 65 años y hogares con jefatura femenina. La línea roja continua muestra las áreas afectadas por ondas de calor (tres o más días por arriba de los 30°C). La línea roja intermitente cubre el área que se proyecta afectada en el futuro.



Fuente: BM-GDF, 2010.

Las alteraciones del clima del Valle de México tienen una expresión particular en el incremento de la intensidad del ciclo hidrológico (Jáuregui, 2000). La expansión de la mancha urbana al noreste del Valle de México, disminuye la estabilidad atmosférica en la zona de formación de las tormentas, y junto con una mayor disponibilidad de humedad atmosférica en la región, lleva a la formación de tormentas cada vez más intensas (Baker, 2012). Al viajar las tormentas, preferentemente de este a oeste en las horas de la tarde, se intensifican resultando en precipitaciones más intensas sobre la sierra del poniente y sur de la ciudad debido al efecto orográfico. Los aguaceros cada vez más intensos se combinan con asentamientos irregulares en zonas de barrancas y cañadas de esta parte de la ciudad, y en consecuencia en inestabilidad de laderas y afectaciones a la población (Figura III-C16.2).

Figura III-C16.2. Riesgo de deslizamiento y afectación a viviendas en el Valle de México (línea negra) considerando las zonas de mayor cantidad de lluvia acumulada por mes (líneas azules)



Fuente: BM-GDF, 2010.

en las no-estructurales, como son las acciones que incrementan la resistencia y la resiliencia de las ciudades como una forma más eficiente ante inundaciones (Sistema de Alerta Hidrometeorológica).

Los programas de gestión de riesgo o de adaptación frente a cambio climático podrán tener mejores resultados si se consideran los instrumentos de planeación urbana como los Programas de Desarrollo Urbano, los Atlas de Riesgo y Peligros y los Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial de los que ya se comienzan a reportar diversos esfuerzos. Sin embargo, las presiones de orden económico y social han sido una limitante para lograr una reestructuración en el modelo de crecimiento urbano, por lo que es necesario el fortalecimiento de capacidades en la materia.

### III.5.3 Planeación urbana

Los Atlas de Riesgo, además de cumplir una función encaminada a la respuesta frente a peligros naturales con acciones de remediación, también sirven para definir estrategias de planeación a mediano y largo plazos. Las reformas a la Ley General de Protección Civil plantean que es obligación de los desarrolladores de infraestructura asegurar que los cambios en el uso de suelo consideren el riesgo y los peligros naturales que pudieran ocurrir; destaca la creación de una Escuela Nacional de Protección Civil y de un Fondo Estatal de Protección por entidad federativa (Presidencia de la República, 2012). Asimismo, la Ley General de Cambio Climático obliga a los municipios a elaborar y publicar los atlas de riesgo que consideren los escenarios de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y a utilizar la información contenida en los atlas de riesgo para la elaboración de los planes de desarrollo urbano, reglamentos de construcción y ordenamiento territorial (DOF, 2012a).

El gran reto de las ciudades medias en México, es considerar los diversos escenarios de su condición de riesgo futuro que incluya el cambio climático, tanto por efectos globales como por efectos locales, así como su condición de vulnerabilidad actual y futura. Sin duda, las proyecciones demográficas serán factor decisivo en

cuanto al tipo de acciones que se lleven a cabo, pero los escenarios deben considerar las posibles acciones de planeación para mostrar los beneficios de la adaptación frente a cambio climático.

La población en general es vulnerable a los impactos de fenómenos extremos, pero lo son más los niños y los adultos mayores por algunas de sus características. En el 2010, 10% de la población era mayor de 60 años, pero en un par de décadas los adultos mayores serán casi un 18% de la población total (CIEP, 2012) y hacia el 2050 la cifra podría ser cercana a 25%, lo que significa que en el futuro esta población será más vulnerable ante condiciones de clima extremo.

Las dinámicas de orden económico y social requieren integrarse a la reestructuración del modelo de crecimiento urbano. La Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, del INE lleva a cabo estudios sobre el ordenamiento ecológico general del territorio (INE, 2010c).

El 7 de septiembre de 2012, se expidió el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el cual es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

El Programa está conformado por diez lineamientos ecológicos y 44 estrategias contenidas en tres grandes temas de acción: Sustentabilidad Ambiental del Territorio, Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana y el Fortalecimiento de la Gestión y la Coordinación Institucional; impulsa estrategias para enfrentar el cambio climático y de manera particular para la adaptación ante éste. Se destacan algunas de las acciones que contempla:

- Fortalecer las capacidades de prevención, control, mitigación y seguimiento de emergencias mediante la aplicación de programas para eventos como: huracanes, incendios forestales, sequía e inundaciones.
- Evaluar los impactos de las emisiones y el efecto que produciría el cambio climático en las ANP, ecosiste-



mas y en la abundancia relativa de especies prioritarias para la conservación.

- Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.
- Participar en los programas de investigación, sobre las causas y efectos de los fenómenos naturales, el perfeccionamiento de monitoreo y alertamiento de la población y los turistas en los destinos turísticos más vulnerables del país.
- Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social; y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras.
- Apoyar a los productores afectados por fenómenos climatológicos extremos y reintegrarlos a sus procesos productivos (DOF, 2012b).

A partir del 1° de enero de 2011 entró en operación el Programa de Prevención de Riesgos en los Asentamientos Humanos (PRAH) que opera la Dirección General de Desarrollo Territorial de la SEDESOL. Este Programa permite financiar Atlas de Riesgos y obras de mitigación de riesgos en los asentamientos humanos como estabilización de laderas, encauzamiento de ríos, reforestación urbana con fines de prevención, entre otras acciones que contribuyen con la adaptación de los asentamientos humanos al cambio climático (DOF, 2010b).

Por otro lado, la SEDESOL publicó recientemente unos "Criterios de Adaptación al Cambio Climático en los Instrumentos de Planeación Urbana", así como una "Guía de Acciones Municipales frente al cambio climático", donde se profundiza en el papel de la planeación urbana para adaptarse mejor al cambio climático, y toda vez que la administración del desarrollo urbano es la más importante de los municipios (SEDESOL, 2012c) (Ver Capítulo VI).

## III.6 Conclusiones y recomendaciones

El trabajo de los años recientes ha establecido una estrategia para implementar acciones de adaptación, comenzando por medidas encaminadas a resolver problemas derivados de la sobreexplotación de recursos naturales. En todas las regiones del país, en los sectores socio-económicos, tanto en el ámbito de gobierno como en los sectores privado y social, se dan pasos hacia la adaptación al cambio climático, con énfasis en la participación de los actores clave, en la transversalidad entre sectores, y en la generación de capacidades.

Hay el convencimiento de que es posible generar desarrollo en armonía con el medio ambiente y que el costo de la inacción es superior al de emprender acciones ante el cambio climático. No se requiere comenzar con grandes inversiones, siempre que se jerarquice la aplicación de las estrategias de adaptación.

La adaptación es una prioridad nacional y una oportunidad para transitar hacia la sustentabilidad (PND 2007-2012). Crear capacidades de adaptación permitirá que México llegue al año 2030 con los elementos necesarios para enfrentar los desafíos e incertidumbre asociados al cambio climático.

Las recomendaciones del documento Marco de Políticas de Adaptación de Mediano Plazo se muestran en el Cuadro III.17.

Las acciones recientes en materia de adaptación están encaminadas a desarrollar:

- Instituciones capaces de diseñar e implementar efectivamente políticas públicas para adaptarse al cambio climático, con un enfoque territorial.
- Un marco normativo sólido, claro y con criterios homologados para poder definir atribuciones y responsabilidades en materia de adaptación.
- Programas coordinados entre estados y municipios, donde cada uno contará con capacidades necesarias para dirigir los procesos de adaptación de manera planificada y anticipada.
- Una sociedad informada, participativa y responsable en la aplicación de medidas de adaptación, con relaciones de género equitativas.

■ Cuadro III.17. Elementos para la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Mediano Plazo

Objetivo: Desarrollar y fortalecer las capacidades de adaptación de la sociedad, los ecosistemas y los sistemas productivos.		
Principios orientadores	Ejes estratégicos	Líneas de acción
1. Enfoque territorial y ecosistémico	I. Desarrollo institucional, transversalidad y coordinación	I.1 Fortalecimiento de los mecanismos de coordinación intersectorial I.2 Coordinación entre los tres órdenes de gobierno I.3 Colaboración entre el sector público y otros sectores de la sociedad
	II. Articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas	II.1 Cumplimiento de los tratados e instrumentos internacionales II.2 Instrumentos jurídicos II.3 Instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio II.4 Instrumentos de gestión II.5 Instrumentos económicos II.6 Monitoreo y evaluación
2. Derechos humanos, justicia social y equidad de género	III. Reducción de la vulnerabilidad social y física	III.1 Reducción de la vulnerabilidad en asentamientos humanos III.2 Reducción de la vulnerabilidad de los sectores productivos III.3 Reducción de la vulnerabilidad de la infraestructura
	IV. Conservación y restauración de la funcionalidad ecológica de paisajes y cuencas	IV.1 Protección y conservación de ecosistemas y biodiversidad IV.2 Diseño e implementación de una estrategia de conectividad ecológica-territorial IV.3 Restauración de ecosistemas vinculados con la funcionalidad hidrológica de cuencas y costas IV.4 Reconversión productiva en zonas agropecuarias de alta vulnerabilidad
3. Garantizar la participación de la sociedad	V. Financiamiento para la adaptación	V.1 Planeación y ejercicio del gasto público V.2 Articulación de fondos y fuentes de financiamiento V.3 Instrumentos financieros de disminución de riesgo
	VI. Investigación y desarrollo tecnológico	VI.1 Generación y profundización del conocimiento sobre escenarios de cambio climático VI.2 Generación de escenarios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en distintas escalas VI.3 Evaluación social, ambiental y económica de las acciones de adaptación VI.4 Desarrollo y apropiación de tecnología VI.5 Desarrollo de un inventario de buenas prácticas de adaptación
4. Acceso a la información y transparencia	VII. Comunicación de la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático	VII.1 Diseño de una estrategia de comunicación, educación y fomento de las acciones de adaptación

- Ciudades que cuenten con los instrumentos necesarios para planificar de manera ordenada y segura su desarrollo, crecimiento y obra pública.
- Logros en las estrategias de contención del deterioro de los ecosistemas y los recursos naturales, conservando el hábitat y la biodiversidad, salvaguardando la prestación de los bienes y servicios ecosistémicos.
- Un desarrollo científico y tecnológico que permita entender los efectos del cambio climático, de forma que se cuente con propuestas de adaptación sustentadas.
- Mecanismos financieros consolidados para enfrentar los retos de la adaptación al cambio climático.

Se debe enfatizar que, independientemente de las restricciones impuestas por la incertidumbre asociada a los efectos del cambio climático, las acciones y medidas que se tomen para propiciar la adaptación son inherentes al desarrollo.

En este sentido, el cambio climático representa una oportunidad para articular diferentes procesos del desarrollo sustentable del país, y para continuar el trabajo pendiente para disminuir su vulnerabilidad e incrementar su resiliencia. Por último, es importante resaltar que México atiende con iniciativas ambiciosas su compleja vulnerabilidad, aprovechando los avances de la política nacional relacionada con el tema, así como las capacidades institucionales, gubernamentales, académicas y de la sociedad civil para lograrlo.

## III.7 Referencias

- Aguirre-Muñoz, A., J.E., Bezaury-Creel, H. de la Cueva, I.J. March-Mifsut, E. Peters-Recagno, S. Rojas-González de Castilla y K. Santos-del Prado Gasca (Compiladores), 2010. Islas de México, Un recurso estratégico. Instituto Nacional de Ecología, The Nature Conservancy, Grupo de Ecología y Conservación de Islas, A.C., Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California. 52 p.
- Baker, J. L., 2012. Climate Change, Disaster Risk, and the Urban Poor: Cities Building Resilience for a Changing World. Washington, DC: World Bank.
- BID, 2012. Banco Interamericano de Desarrollo. Dirección: <http://www.iadb.org/es/paises/mexico/unvistazo-al-bid-en-mexico,1097.html>; Consultado el 8 de agosto 2012.
- BM, 2010. Banco Mundial. Natural Hazards, Un Natural Disasters: The Economics of Effective Prevention. Overview. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank. 35p.
- BM, 2012. The Social Dimensions of Climate Change in Mexico. June 7th, Sustainable Development Sector Management Unit Latin American and the Caribbean Region. 60p.
- BM-GDF, 2010. Banco Mundial-Gobierno del Distrito Federal. Informe del Estudio: Pobreza Urbana y Cambio Climático para la Ciudad de México. (Study on climate change, disaster risk management and the urban poor. Mexico City case study). Julio-Dic-2010. 227p.
- Bolongaro-Crevenna Andrea, Vicente Torres Rodríguez, Jerónimo Chavarría Hernández, Oscar Pohle Morales, Fernando García Vicario, Octavio D. Barahona, 2011. ESCENARIOS HIDROCLIMATOLÓGICOS PARA EL ESTADO DE MORELOS, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Bourgon, J., 2009. Objetivos públicos, autoridad gubernamental y poder colectivo. Revista de Administración Pública XLIV 3, 35-74p.
- Briones Fernando, 2012. Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en Latinoamérica. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desas-



- tres en América (LA RED). Venezuela. 273 p. ISBN/ISSN: 9789807519007.
- Caetano, E., V. Innocentini, V. Magaña, S. Martins y B. Méndez, 2010. Cambio climático y el aumento del nivel del mar. Botello, A.V., S. Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático (segunda edición). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, UNAM-ICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 754p.
- CENAPRED, 2001. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Características del impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en México en el periodo 1980-1999. Bitrán, D. (ed.). 107p.
- CENAPRED, 2010. La Investigación en el CENAPRED. Entrevista con Carlos Gutiérrez por Adrián Estrada. Enero de 2010. Vol. 11 Núm. 1. Disponible en <http://www.revista.unam.mx/vol.11/num1/art13/art13.pdf>; última consulta el 8 de agosto de 2012.
- CENAPRED, 2011a. Serie 2001-2011: Impacto socioeconómico de los principales desastres ocurridos en la República Mexicana. Números 1 al 11.
- CENAPRED, 2011b. Atlas de Riesgos y Peligros. Disponible en <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>; última consulta el 8 de agosto de 2012.
- CENAPRED, 2012. Muertos por ciclones tropicales 1981-2011, Impactos socioeconómicos en México PWP.
- CEFP, 2011. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. Presupuesto de Egresos de la Federación 2011. Nota informativa, Cambio climático y finanzas públicas en México. Cámara de Diputados LXI Legislatura. Disponible en <http://www.cefp.gob.mx/publicaciones/nota/2011/enero/notacefp0022011.pdf> última consulta el 24 de octubre de 2012.
- CIEP, 2012. Centro de Investigaciones Económicas y Presupuestarias. El cambio demográfico en México. Centro de Investigaciones Económicas y Presupuestarias, A.C. Elaborado por Maya-Bautista. J.E. 4p
- Challenger, A.J., 2009. Introducción a los servicios ambientales. Seminario de divulgación: Servicios Ambientales Sustento de vida. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Disponible en: [www.ine.gob.mx/seminarios/827-seminario](http://www.ine.gob.mx/seminarios/827-seminario). Última consulta el 3 de agosto de 2012.
- Challenger, A.J., 2011. El enfoque territorial y ecosistémico. Documento de trabajo preparado para el Grupo de Trabajo de Adaptación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático de México.
- CMNUCC, 2012. Progress made in implementing activities under the Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation to climate change. Note by the secretariat. SBSTA/2012/INF.1.
- Collins S. L., S. M. Swinton, C. W. Anderson, T. L. Gragson y N. B. Grimm. 2007: Integrated science for society and environment: A strategic research initiative. Albuquerque, LOEC-Term Ecological Research Network, Publication No. 23. Disponible en [http://intranet2.lternet.edu/sites/intranet2.lternet.edu/files/documents/LTER\\_History/Planning\\_Documents/ISSE\\_v6.pdf](http://intranet2.lternet.edu/sites/intranet2.lternet.edu/files/documents/LTER_History/Planning_Documents/ISSE_v6.pdf)
- COFEPRIS, 2012. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios. Informe Proyecto Servicio para la Asistencia Técnica para el Desarrollo de Escenarios de Cambio Climático para el Análisis de Impactos en el Sector Salud.
- CICC, 2009. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. México. 98 p.
- CICC, 2010. Marco de Políticas de Adaptación a Medio Plazo. CICC, SEMARNAT. México.
- CICC, 2012. Informe Público de Avances del Programa Especial de Cambio Climático-PECC, 2008-2012. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 92p.
- CONANP, 2010. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas. SEMARNAT-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., USAID-USFS-Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. 40 p.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A.C., The Nature Conservancy, 2011. Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas naturales protegidas. México. 60 p.

- Comité Asesor Nacional sobre Especies Invasoras, 2010. Estrategia nacional sobre especies invasoras en México, prevención control y erradicación. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONABIO, 2008a. Comisión Nacional de Biodiversidad. Capital natural de México, vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- CONABIO, 2008b. Manglares de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Fueyo L. (Coord.). México. 38p.
- CONABIO, 2009. Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO,. Autores :Balvanera, P., H. Cotler. México, pp. 185-245
- CONABIO, 2012a. Biodiversidad Mexicana, Maíz. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ usos/maices/maiz.html> última consulta el 8 de agosto 2012.
- CONABIO, 2012b. Manglares de México. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares/manglares.html> última consulta el 15 de octubre de 2012.
- CONABIO, 2012c. Alerta temprana de incendios en México y Centroamérica. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/incendios/> última consulta el 15 de octubre de 2012.
- CONAFOR, 2004. Comisión Nacional Forestal. Programa Nacional de Protección Contra Incendios Forestales. Resultados 2004. México. 42 p.
- CONAFOR, 2011. Mecanismos Locales de Pago por Servicios Ambientales a Través de Fondos Concurrentes. Disponible en <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/tramites-y-servicios/apoyos/mecanismos-locales-de-pago-por-servicios-ambientales-a-traves-de-fondos-concurrentes> última consulta el 2 en agosto de 2012. México.
- CONAGUA-WWF-BID, 2011. Boletín de prensa 15 de abril de 2011. Anuncian alianza CONAGUA-WWF-BID en materia de reservas de agua.
- CONAGUA, 2011a. Comisión Nacional del Agua. Agenda del Agua 2030. SEMARNAT. México. 66 p.
- CONAGUA, 2011b. Atlas del Agua en México 2011. México. 133 p.
- CONAGUA, 2011c. Estadísticas del agua en México edición 2011. SEMARNAT. México. 250 p.
- CONAGUA, 2012. Nota sobre la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, 17 de julio de 2012.
- CONAPO, 2006. Consejo Nacional de Población. Proyecciones de la población de México 2005-2050. SEGOB. México. 30 p.
- Cotler, H., 2010. Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte México. 231 p. Disponible en <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html>
- Cuevas, M.L., Garrido, A., Pérez, J. L, 2010. Procesos de cambio de uso de suelo y degradación de la vegetación natural. En: Cotler, H. 2010: Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Instituto Nacional de Ecología, Fundación Gonzalo Río Arronte . México. 7p.
- DARA and the Climate Vulnerable Forum- Climate Vulnerability Monitor, 2010 - "The State of the Climate Crisis" - 2010 Report of the Climate Vulnerability Initiative. Editor DARA. ISBN: 978-84-614-5713-7. 290 p.
- Deheza, E. y Mora, J., 2012. Climate Change, migration and security. Best practice policy and operational options for Mexico. Royal United Services Institute. Draft provided by Deheza, E. y Mora, J.
- DesInvetar- La Red. Disponible en: <http://www.desinventar.org/> última consulta el 8 de agosto de 2012.
- DOF, 2010a. Declaratoria de Desastre Natural por la ocurrencia de lluvias severas los días 17 y 18 de septiembre de 2010, en 9 municipios del Estado de Puebla. 29 de diciembre de 2010. Disponible en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5172962&fecha=29/12/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5172962&fecha=29/12/2010). Última consulta: 17 de octubre 2012.

- DOF, 2010b. Acuerdo por el que se modifican las Reglas de Operación del Programa de Coinversión Social, para el ejercicio fiscal 2011. 31 de diciembre de 2010.
- DOF, 2012a. Diario Oficial de la Nación. Ley General de Cambio Climático. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Disponible en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf> última consulta el 22 de agosto de 2012.
- DOF, 2012b. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 7 de septiembre de 2012.
- Díaz, S. C., C. A. Salinas-Zavala y S. Hernández-Vázquez., 2008. Variability of rainfall from tropical cyclones in northwestern México and its relation to SOI and PDO., *Atmósfera*, 21(2), 213-223p.
- Domínguez, C., 2012. El papel de los ciclones tropicales en el clima de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias de la Tierra. UNAM. México. 89p.
- Elvira-Quesada R. 2006. El Cambio de uso de suelo y sus repercusiones en la atmosfera. Más allá del cambio climático. Las dimensiones psicosociales del cambio climático global. Urbina Soria J. Martínez-Fernández J. (compiladores). Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Facultad de Psicología-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Englehart P. J. y A. Douglas, 2001. The role of eastern north Pacific tropical storms in the rainfall climatology of western México. *Int. J. Climatol.* 21, 1357-1370p.
- Escalante R. y Catalán H., 2008. Situación actual del sector agropecuario en México: perspectivas y retos. *Economía Informa* No. 350, enero-febrero. 7-25p.
- Evans, M.R., 2012. Modelling ecological systems in a changing world. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 181-190p.
- Falkenmark, M., 2003. Water management and ecosystems: Living with change. Global Water Partnership Technical Committee, Estocolmo.
- Flores Salgado, J., 2010. Crecimiento y desarrollo económico en México. *Pensar en el Futuro de México*. Colección Conmemorativa de las Revoluciones Centenarias. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México. 272 p.
- FONDEN, 2011. Fondo Nacional para Desastres Naturales. Recursos Autorizados por Declaratoria de Desastre, Sistema Nacional de Protección Civil. Disponible en [http://www.proteccioncivil.gob.mx/en/ProteccionCivil/Recursos\\_Autorizados\\_por\\_Declaratoria\\_de\\_Desastre](http://www.proteccioncivil.gob.mx/en/ProteccionCivil/Recursos_Autorizados_por_Declaratoria_de_Desastre) última consulta el 9 de agosto de 2012.
- GHCN, 2012. Global Historical Climatology Network. Disponible en <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/ghcn-daily/> última consulta el 15 de agosto 2012.
- GIZ, 2012; Mecanismos financieros para la adaptación al cambio climático, Autores: Béjar, R., Philine Oft, Lesly Vilchérrez, Víctor Cárdenas. Nota Técnica 1 del Proyecto Seguros para la Adaptación al Cambio Climático. Cooperación Alemana al Desarrollo-Agencia de la GIZ en el Perú. 20 p.
- González Rosales, A. y Rodríguez Trejo, D. A., 2004. Efecto del chamuscado de copa en el crecimiento en diámetro de *Pinus hartwegii*. *Agrociencia* 38(5): 537-544p.
- Grandolini G, 2012. Manejo de riesgo en México y Colombia- una contribución al desarrollo. Disponible en <http://www.bancomundial.org>
- Greenpeace, 2009. Píntale la raya al Cambio Climático. Disponible en [www.pintalelaraya.org](http://www.pintalelaraya.org) última consulta el 9 de agosto del 2012.
- Greenpeace, 2010. Velázquez-Quesada S. y Martínez Ortega, M. Conflictos sociales y cambio climático en México. En México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación. Greenpeace. México. 72 p.
- Guha-Sapir, D. Vos, F., Below, R., and Ponserre, S., 2012. Annual Disaster Statistical Review 2011: The Numbers and Trends. Brussels: CRED. 52 p.
- Hernández/Laos, E., 2000. Crecimiento económico, distribución del ingreso y pobreza en México, *Comercio Exterior*. 863-873p.
- Holland Greg J. and Peter J. Webster, 2007. Heightened tropical cyclone activity in the North Atlantic: natural variability or climate trend?. *Philosophical Transactions of the Royal Society - Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 365 (1860), 2695-2716p. Consultado en <http://unfccc.int/files/adap>

- tation/nairobi\_work\_programme/application/pdf/lopez.pdf
- Ichii K., A. Kawabata y Y. Yamaguchi, 2002. Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends: 1982–1990. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 23, no. 18, 3873–3878p.
- INE-SEMARNAT, 2007. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- INE-SEMARNAT, 2009. Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- INE, 2009a. Instituto Nacional de Ecología, Análisis socio-ambiental del deterioro y la percepción de las poblaciones locales de la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio climático, en Marqués de Comillas, Chiapas. Estudio elaborado por la Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinado por Carabias J., Meli P. Hernández G. y Provencio E.
- INE, 2009b. Caracterización y evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de las especies prioritarias ante los impactos del cambio climático en México. Informe elaborado por el Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México con apoyo de la Comisión Nacional de Biodiversidad. Coordinado por Martínez- Meyer E.
- INE, 2009c. Evaluación de la vulnerabilidad del sistema de presas del Río Grijalva ante los impactos del cambio climático. Informe elaborado por el Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinado por González Villarreal F.
- INE, 2009d. Evaluación de la vulnerabilidad y propuestas de medidas de adaptación a nivel regional de algunos cultivos básicos y frutales ante escenarios de cambio climático. Proyecto elaborado por Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Coordinado por Ruíz Corral A.
- INE, 2009e. Impactos, Vulnerabilidad y adaptación de las razas mexicanas de maíz y sus ancestros ante escenarios de Cambio Climático. Estudio realizado por el Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, con asesoría de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Coordinado por Martínez- Meyer E.
- INE, 2009f. Vulnerabilidad e impactos potenciales en salud ante escenarios regionales de cambio climático en México. Informe elaborado por el Instituto Nacional de Salud Pública.
- INE, 2009g. Cambio climático y recursos hídricos: desarrollo de una política de investigación y desarrollo tecnológico. Estudio realizado por el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- INE, 2010a. Análisis de la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales para prevenir los efectos, presentes y futuros, debidos a la variabilidad y el cambio climático en México. Informe elaborado por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- INE, 2010b. Estrategia adaptativa para el control de plantas invasoras: respuesta a un problema complejo del cambio climático. Estudio elaborado por el Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. Coordinado por Domínguez C., Bojórquez L., Boege K.
- INE, 2010c. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Programa elaborado por la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas.
- INE, 2011a. Diagnóstico de las tendencias actuales de fenómenos meteorológicos extremos y proyección de su actividad al clima futuro cercano 2030 y clima futuro lejano 2080. Considerando los efectos del cambio climático global y otros efectos locales. Informe elaborado por Consultores en Ciencias y Tecnología del Ambiente. Coordinado por Zitácuaro A.
- INE, 2011b. Evaluación de los impactos del cambio climático en polinizadores y sus consecuencias potenciales en el sector agrícola en México. Estudio realizado por Centro de Investigaciones en Ecosistemas Campus Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinado por Quesada Avendaño M.

- INE, 2011c. Análisis de efectos y costos del cambio climático en servicios ambientales de bosque y selva; captación de agua y amortiguamiento de impacto de lluvias extremas. Estudio realizado por el Instituto de Ecología A.C. Coordinado por Pérez Maqueo O.
- INE, 2011d. Proyecto de adaptación de humedales costeros del Golfo de México ante los impactos del Cambio Climático. Coordinado por el Instituto Nacional de Ecología e Instituto Mexicano de Tecnología de Agua.
- INE, 2012a. Análisis y diseño de medidas e instrumentos de respuesta del sector asegurador ante la variabilidad climática y el cambio climático en México. Estudio elaborado por Aragón Durand F.
- INE, 2012b: Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la Quinta Comunicación Nacional Estudio elaborado por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California, Centro de Ciencias de la Atmosfera de la Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Coordinado por Cavazos T., Martínez B. Salinas A.
- INE, 2012c. Diagnóstico y evaluación de los esquemas Financieros para proyectos de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático. Estudio elaborado por Benet Keil R.
- INE, 2012d. Guía metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad ante cambio climático. Estudio elaborado por Magaña Rueda V.
- INE, 2012e. Implementación piloto de cosecha de agua de lluvia en la comunidad El Gato, en Dr. Mora, Guanajuato, México, como medida de adaptación al cambio climático. Elaborado por el Centro de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Guanajuato. Coordinado por Esquivel Longoria M.
- INE, 2012f. Portafolio de medidas de adaptación al cambio climático para el sector forestal, mediante la evaluación del riesgo actual y el proyectado al 2030. Estudio elaborado por PRONATURA Noreste. Coordinado por Ordoñez Díaz J.A.
- INE, 2012g. Portafolio de medidas de adaptación al cambio climático para el sector agrícola, mediante la evaluación del riesgo actual y el proyectado al 2030. Estudio elaborado por Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Coordinado por Ojeda Bustamante W.
- INE, 2012h. Estudio para evaluar el impacto y la vulnerabilidad del sector pesquero ante el cambio climático. Estudio elaborado por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. Coordinado por Lluch Belda D.
- INE, 2012i. Portafolio de medidas de adaptación al cambio climático por efectos en la calidad climático por efectos en la calidad del agua por región hidrológica a partir de definir peligros, estimar la vulnerabilidad y determinar riesgos en los escenarios base y de cambio climático. Estudio elaborado por Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México. Coordinado por Jiménez Cisneros B.
- INE, 2012j. Programas y acciones de los sectores público, social y privado, del periodo 2009-2012, que inciden en el tema de adaptación ante los efectos de la variabilidad y el cambio climático. Estudio realizado por: Universidad Autónoma Metropolitana. Coordinado por Múgica Álvarez V.
- INE, 2012k. Percepción y comunicación del cambio climático en México: análisis de estudios y publicaciones recientes. Estudio realizado por: Market Variance. Coordinado por Urbina J.
- INIFAP, 2012a. Laboratorio de AGROMAPAS digitales (LADIGS) Xalapa, Ver. AGROMAPAS: Potencial productivo para cada cultivo en México. Disponible en <http://www.agromapas.inifap.gob.mx/> última consulta el 8 de Agosto del 2012.
- INIFAP, 2012b. Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimatológicas. AGROCLIMAS. Disponible en <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/> última consulta el 8 de Agosto del 2012.
- INIFAP, 2012c. Estudio Vulnerabilidad del sector ganadero ante el cambio climático y líneas de investigación para enfrentar el cambio climático en el sistema - producto leche.
- IMTA, 2010. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Atlas de Vulnerabilidad Hídrica en México ante el Cambio Climático, Martínez Austria P., Patiño Gómez C. (Eds). México.

- INEGI, 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Cuéntame INEGI Población 2010. Disponible en <http://cuentame.inegi.gob.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P> última consulta el 14 de agosto de 2012.
- INEGI, 2012. El sector alimentario en México 2011. Disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/primarias/agri/default.aspx?tema=E> última consulta el 19 de agosto de 2012.
- IPCC, 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. 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, 996 p.
- IRI, 2012. International Research Institute for Climate and Society (IRI). Disponible en <http://portal.iri.columbia.edu/portal/server.pt> última consulta el 20 de agosto 2012.
- Jáuregui, E., 2000. El clima de la Ciudad de México, Temas selectos de geografía de México. Plaza y Valdés. México, D.F
- Jáuregui, E., 2005: Possible impacts of urbanization on the thermal climate of some large cities in Mexico. *Atmósfera*. 18, 4, 249-252p.
- Koleff, P. y T. Urquiza-Hass, 2011. Planeación para la conservación de la biodiversidad terrestre en México: retos en un país megadiverso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Kovats R. S., 2000. El Niño and human health. *Bulletin of the World Health Organization* 78(9): 1127-1135p.
- Leibensperger, E. M., Mickley, L. J., Jacob, D. J., Chen, W.-T., Seinfeld, J. H., Nenes, A., Adams, P. J., Streets, D. G., Kumar, N., and Rind, D. 2012: Climatic effects of 1950-2050 changes in US anthropogenic aerosols - Part 2: Climate response, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 3349-3362, doi:10.5194/acp-12-3349-2012
- Lim, B and E. Spanger-Siegfried (eds.). 2004: *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures*. New York: United Nations Development Programme. 248 p.
- López, A., 2012. Pegan a CFE gas y sequía. *Reforma*, 7 de septiembre 2012.
- López, M., 2012. National adaptation planning and practices on water resources from Mexican perspective. Presentación en: UNFCCC Technical Workshops on water and Climate impacts and adaptation strategies under the Nairobi work programme on impacts, vulnerability and adaptation to climate change. 18-20 July, 2012. Mexico City, Mexico.
- Lucatello, Simone y Rodríguez, Daniel (Coordinadores), 2011. *Las dimensiones sociales del cambio climático: Un panorama desde México. ¿Cambio social o crisis ambiental?*. Colección Cooperación Internacional, Editorial Mora. México. 408 p. ISBN 978-607-7613-65-7
- Magaña V, D. Zermeño, C. Neri., 2012. Climate change scenarios and potential impacts on water availability in northern Mexico. *Clim Res*. Vol. 51: 171-182p. doi: 10.3354/cr01080
- Magaña V. y C. Neri., 2012. El reto de la sequía en México. *Revista México Social*. Año. 1 No. 23. Junio 2012.
- Magaña, V. 1999. *Los Impactos de El Niño en México*. Ed. Protección Civil-UNAM.
- Martínez, J., 2007. *El saber filosófico V. II Sociedad y Ciencia*. Siglo XXI Editores. México. 492 p. ISBN: 9789682326950
- McPherson R. A., 2007. A review of vegetation-atmosphere interactions and their influences on mesoscale phenomena. *Progress in Physical Geography* 31(3) (2007) pp. 261-285p.
- Mendelsohn R., K. Emanuel, S. Chonabayashi, and L. Bakkensen, 2012. The impact of climate change on global tropical cyclone damage: *Nature Clim. Change*, doi:10.1038/nclimate1357
- Méndez, M. and V. Magaña, 2010. Regional aspects of prolosced meteorological droughts over Mexico, *J. Climate*, 23, 1175-1188

- MEA, 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment, Island Press, Washington.
- NARR, 2010. North American Regional Reanalysis. Disponible en: <http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/reanal/> última consulta el 8 de agosto de 2012.
- ONU-Habitat, 2011a. La Gobernanza Hídrica en Condiciones de cambio Climático: Experiencia en Ciudades del Sureste de México. Coordinadores: R. Landa, D. Siller, R. González y V. Magaña. p 59.
- ONU-Habitat, 2011b. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Informe mundial sobre asentamientos humanos 2011. Resumen Ejecutivo. Earthscan. 68 p.
- Ordaz, M. y Zeballos, A. 2007. Información para la gestión de riesgo de desastres. Estudio de caso de cinco países: México. BID-CEPAL. México. LC/MEX/L.833. 268 p.
- PEMEX, 2012. Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos: Disponible en [http://www.pemex.com/informes/responsabilidad\\_social/negocio/cambio.html](http://www.pemex.com/informes/responsabilidad_social/negocio/cambio.html) última consulta el 15 de agosto de 2012.
- Pérez-Pérez, E., Méndez, M., y V. Magaña, 2010. High Spatial Resolution Climate Change Scenarios for Mexico Based on Experiments Conducted with the Earth Simulator, en: Visualizing Future Climate in Latin America. Results from the application of the Earth Simulator Latin America and Caribbean Region. W. Vergara, Coordinator. Sustainable Development Working Paper 30p.
- Peterson, T. A., Sánchez-Cordero, V., Soberón, J., Bartley, J., Buddemeier, R. y Navarro-Sigüenze, A., 2001. Effects of global climate change on Geographic distributions of Mexican Cracidae, Ecological Modelling, 144, 21-30p.
- Pielke Sr. R. A., R. Wilby, D. Niyogi, F. Hossain, K. Dai-ruku, J. Adegoké, G. Kallos, T. Seastedt, and K. Suding, 2011. Dealing With Complexity and Extreme Events Using a Bottom-Up, Resource-Based Vulnerability Perspective. AGU Monograph on Complexity and Extreme Events in Geosciences (in press).
- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. Presidencia de la República. Disponible en <http://pnd.presidencia.gob.mx/>
- Presidencia de la República, 2011. Disponible en <http://www.presidencia.gob.mx/el-blog/medidas-contralos-estragos-de-la-sequia-en-2011/> última consulta el 8 de agosto de 2012.
- Presidencia de la Republica, 2012. Sexto Informe de Gobierno. Disponible en <http://sexto.informe.calderon.presidencia.gob.mx/inicio.html> última consulta el 5 de septiembre de 2012.
- PNUD, 2005. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollo de Estrategias, Políticas y Medidas. Editado por Bo Lim y Erika Spanger-Siegfried. Coautores. México.
- PNUD, 2011. Sostenibilidad y Equidad: Un mejor futuro para todos. Informe de Desarrollo Humano 2011. Nueva York, Estados Unidos. 201 p. ISBN: 978-84-8476-509-7.
- Puente, S., 2011. Seminario sobre Sistemas de Alerta Temprana para Sismos y Tsunamis en México con enfoque de género, CENAPRED, 27-28 de octubre de 2011.
- Ramírez, Hiram Javier; López Cota, Grace; Rodríguez Lomelí, Moisés, 2011. Golpe de calor: un problema de salud pública en Mexicali. Salud Pública de México, vol. 53, núm. 4, julio-agosto, 2011, 285-286p. Instituto Nacional de Salud Pública. Cuernavaca, México.
- Reforestamos México, 2012. La observación fenológica comunitaria como herramienta de monitoreo al cambio climático. Insumo para la Quinta Comunicación Nacional.
- Ruiz Teja, H. E., 2005. Elaboración del proyecto técnico: Establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación (UMAS) en el municipio de General Bravo, Nuevo León. Biodiversum, S.A. de C.V. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. CJO08. México D. F.
- Saavedra, F., 2010. Vulnerabilidad de la población frente a inundaciones e inestabilidad de laderas. En: Cotler, H. 2010: Las cuencas hidrográficas de México. Diag-



- nóstico y priorización. INE-SEMARNAT-FGRA. México.132-137 p.
- Salgado, M. del C. y Miranda, S., 2009. Efectos de la sequía en la producción sembrada a nivel nacional en 2009. Revista trimestral de análisis de coyuntura económica. Año II. Núm. 4. Octubre-diciembre 2009. Efectos de la sequía en la producción sembrada a nivel nacional en 2009.
- Sanderson M. G., D. L. Hemming and R. A. Betts., 2012. Regional temperature and precipitation changes under high-end (>4°C) global warming. Phil. Trans. R. Soc. A 2011 369, 85-98p. doi: 10.1098/rsta.2010.0283.
- SAGARPA, 2010. Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Claridades agropecuarias, 2010, No. 27. Disponible en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/207/ca207.pdf> última consulta el 5 de septiembre 2012.
- SAGARPA, 2011. Presentan acciones de apoyo para comunidades afectadas por sequía. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/discursos2/Paginas/2011D028.aspx> última consulta el 19 de agosto de 2012.
- SAGARPA, 2012a. Programa de labranza de conservación que del 2008 al 2011, Medidas de Mitigación y Adaptación en la Agricultura. Presentación Medidas de mitigación y adaptación en la agricultura. 25 de abril 2012.
- SAGARPA, 2012b. Centro Nacional de Recursos Genéticos, Medidas de Mitigación y Adaptación en la Agricultura. Presentación Medidas de mitigación y adaptación en la agricultura 25 de abril 2012.
- SAGARPA, 2012c. Ajustes de las zonas geográficas-agroecológicas de siembra, Medidas de Mitigación y Adaptación en la Agricultura. Presentación Medidas de mitigación y adaptación en la agricultura 25 de abril 2012.
- SAGARPA, 2012d. Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (nuevo PROGAN) Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGRAM.aspx> última consulta el 22 de agosto de 2012.
- SAGARPA, 2012e. Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MASAGRO), Medidas de Mitigación y Adaptación en la Agricultura. Presentación Medidas de mitigación y adaptación en la agricultura 25 de abril 2012.
- SEGOB, 2011a. Secretaría de Gobernación. Informe de Actividades 2010, Centro Nacional de Prevención de Desastres. México, 180p.
- SEGOB, 2011b: Comunicado 388/11 (20 oct 2011), Desastre natural en 8 municipios de Tabasco. Dirección General de Comunicación Social. Secretaría de Gobernación: Disponible en <http://www.presidencia.gob.mx/2011/10/emite-segob-declaratoria-de-desastre-natural-para-8-municipios-del-estado-de-tabasco/> última consulta el 15 de agosto 2012.
- SEDENA, 2012. Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). Plan DN-III-E. Disponible en <http://www.sedena.gob.mx/index.php/actividades/plan-dn-iii-e/cambio-climatico> última consulta el 8 de agosto 2012.
- SMA-GDF, 2012. Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal. Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012. México. 192 p.
- SEDESOL, 2011. Secretaría de Desarrollo Social. Desarrollar un programa de reubicación de asentamientos humanos irregulares en zonas portuarias. México.
- SEDESOL, 2012a. Estrategia concurrente de ordenamiento ecológico y ordenamiento territorial para incorporar criterios de adaptación de los sistemas humanos y ecológicos ante el cambio climático. México.
- SEDESOL, 2012b. Atlas de Peligros y Riesgos. Disponible en [http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Atlas\\_de\\_Peligros\\_y\\_Riesgos\\_2011](http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/Atlas_de_Peligros_y_Riesgos_2011) última consulta el 8 de agosto de 2012.
- SEDESOL, 2012c. Información enviada para la Quinta Comunicación por oficio.
- SEMARNAT, 2009. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Túnel Emisor Oriente duplicará la capacidad del drenaje profundo del Valle de México. SEMARNAT. México p. 10.
- SEMARNAT, 2011. Fomenta SEMARNAT reconversión de cultivos ante problemas de sequía. 3 diciembre 2011.



- Disponible en <http://saladeprensa.semarnat.gob.mx/> última consulta el 8 de agosto de 2012.
- SMN, 2012. Servicio Meteorológico Nacional. Monitor de Sequía. Disponible en [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=236&Itemid=74](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=236&Itemid=74) última consulta el 29 de agosto de 2012.
- SIACON-SAGARPA, 2012. Sistema de Información Agroalimentaria, 2012. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/> última consulta el 20 de agosto de 2012.
- SIAP-SAGARPA, 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/> última consulta el 20 de agosto 2012.
- SINAPROC, 2003. Sistema de Alerta Temprana ante Ciclones Tropicales. SEGOB. México. 24p.
- SPPA, 2012. Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT. Información sobre programas, políticas, acciones y estudios de mitigación para su inclusión en la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC.
- Tejeda Martínez, A., 2011. Inundaciones 2010 en el estado de Veracruz, Edit. Universidad Veracruzana y Consejo Veracruzano de Ciencia y Tecnología, México. 750p.
- Thirión Icaza Jaime, 2003. El mosquito *Aedes aegypti* y el dengue en México Bayer Environmental Science. Bayer de México, S.A. de C.V. Abril de 2003.
- Williams, P.D., 2005. Modelling climate change: the role of unresolved processes. *Philosophical Transactions Of The Royal Society A: Mathematical, Physical And Engineering Sciences*, 363 (1837) , 2931--2946, [doi:10.1098/rsta.2005.1676] 2005
- WMO, 2006. World Meteorological Organization (WMO). Summary Statement on Tropical Cyclones and Climate Change. Comunicado de Prensa, 2006/12/04.
- WWF-FGRA, 2004. Boletín de prensa, 28 de junio de 2004. Firman la Gonzalo Río Arronte y el Fondo Mundial para la Naturaleza-México una alianza para el manejo del agua en cuencas hidrográficas de México.

# IV. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

## IV.1 Introducción

El presente Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) comprende las estimaciones de las emisiones por fuentes y sumideros para el periodo 1990-2010. Se realizó conforme a lo establecido en los artículos 4 y 12 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y en las Directrices para la preparación de comunicaciones nacionales de las Partes No-Anexo I de la CMNUCC, adoptadas en la decisión 17/CP.8 (CMNUCC, 2003), que señalan que las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención, informarán a la Conferencia de las Partes, por conducto del Secretariado y de conformidad con el compromiso estipulado en el inciso (a) del párrafo 1 del artículo 4 de la Convención, de “elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, inventarios nacionales de las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes”.

Los cálculos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) aquí informados, se realizaron para cinco de las seis categorías de emisión definidas por el Panel

Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC): Energía [1], Procesos Industriales [2], Agricultura [4], Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) [5] y Desechos [6]. No se presentan resultados de la categoría de Solventes [3], que sólo emite gases precursores de ozono.

El INEGEI 1990-2010 informa sobre los seis GEI incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto: bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre ( $\text{SF}_6$ ).

Las emisiones en este inventario se contabilizan por cada GEI y también en unidades de  $\text{CO}_2$  equivalente ( $\text{CO}_2$  eq.), las cuales se estiman multiplicando la cantidad de emisiones de un gas de efecto invernadero por su valor de potencial de calentamiento global.<sup>1</sup> Al expresar las emisiones de GEI en estas unidades, podemos compararlas entre sí y medir la contribución de cada fuente al total nacional de emisiones del inventario.

<sup>1</sup> En este inventario se utilizaron los potenciales de calentamiento publicados en el Segundo Informe de Evaluación del PICC, ya que éstos siguen siendo usados por la CMNUCC. Los potenciales de calentamiento son:  $\text{CO}_2=1$ ,  $\text{CH}_4=21$ , y  $\text{N}_2\text{O}=310$ , valores que son estimados en un horizonte de 100 años. Para los halocarbonos ver el Anexo.

Las cifras de emisiones de GEI publicadas en la Cuarta Comunicación Nacional ante la CMNUCC, presentada en 2009, se recalcularon para el presente inventario, considerando la información más reciente, como es el caso de los datos utilizados para estimar las emisiones de la categoría de USCUS, en donde fue necesario extrapolar todas las actividades al 2010; en la subcategoría de ganadería, se incluyó la corrección en la metodología comunicada por la Convención, por lo que se observa un aumento en las emisiones; en la categoría de Desechos, se utilizó por primera vez la metodología del PICC 2006 y se redujeron las emisiones estimadas, y para la categoría de Energía, se actualizaron los datos de actividad de acuerdo con las nuevas cifras publicadas en el Balance Nacional de Energía 2010 y en el Anuario Estadístico de la Industria Siderúrgica Mexicana.<sup>2</sup> Debido a lo anterior, las cifras del INEGI 1990-2010 sustituyen los valores publicados previamente.

La estimación de las emisiones y la posterior integración de los informes de cada categoría de emisión fueron posibles gracias a la comprometida labor de especialistas de las siguientes instituciones: Biosfera Tlalli A.C.; Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP); Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM); Pronatura México A.C. y el Instituto Nacional de Ecología (INE), que coordinó, revisó e integró el trabajo de los especialistas.

También se contó con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) y de la Unión Europea, a través de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), para el fortalecimiento de capacidades a nivel nacional y estatal en materia de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero.

---

<sup>2</sup> Se considera el uso no energético del carbón de la industria siderúrgica.

## IV.2 Arreglos institucionales

Una de las recomendaciones de la CMNUCC para la preparación de inventarios nacionales de emisiones de GEI, es que las Partes no incluidas en el Anexo I describan los procedimientos y arreglos adoptados con el fin de reunir y archivar los datos para la preparación de sus inventarios nacionales de emisiones de GEI, así como las medidas tomadas para que éste sea un proceso continuo, y que se incluya información sobre la función de las instituciones participantes.

El Gobierno de México tiene establecidas funciones y responsabilidades para cumplir con los compromisos que marca la CMNUCC. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en su Reglamento Interior (Diario Oficial de la Federación, 29 de noviembre de 2006), artículo 110, fracción XLIX, establece como atribución del INE “promover y coordinar estudios para la actualización, mejoramiento y sistematización permanente del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero”.

Para el desarrollo del INEGI 1990-2010, la SEMARNAT, a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático del INE, estableció una estructura de trabajo y acuerdos institucionales hacia el interior y con otras secretarías de Estado e instituciones de investigación públicas y privadas, así como organizaciones de la sociedad civil.

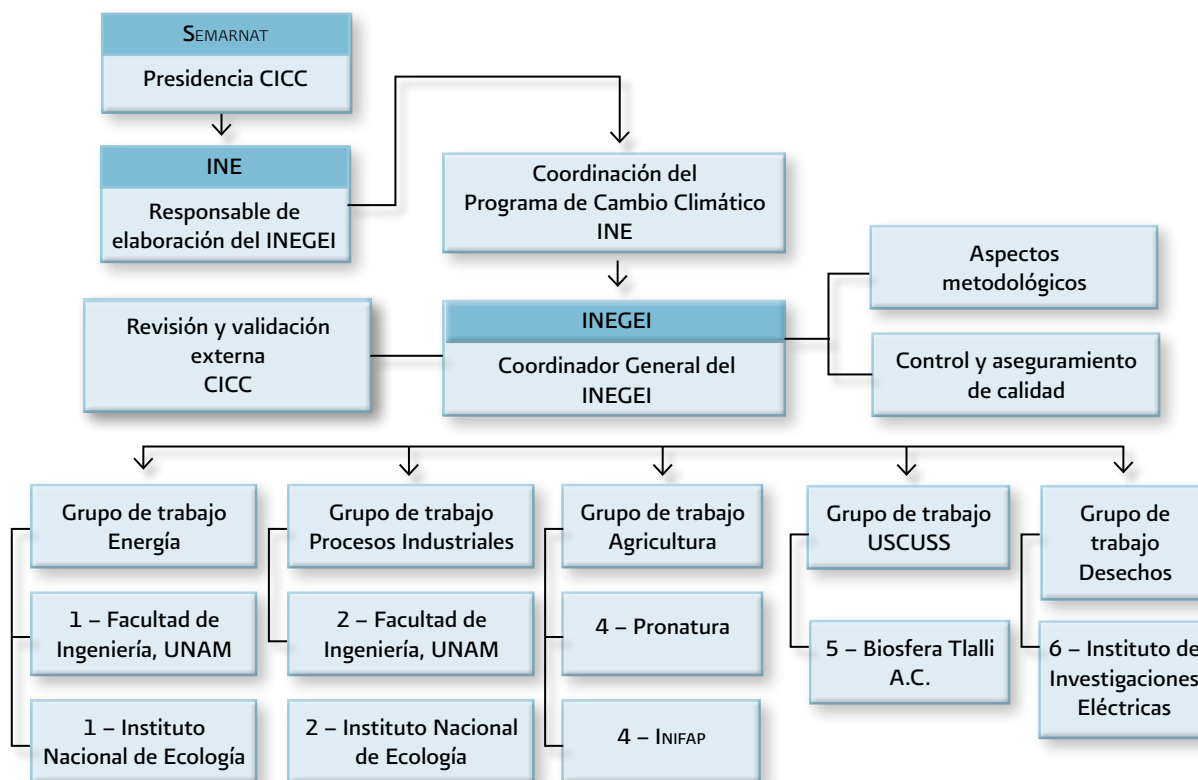
Con base en la experiencia obtenida en los inventarios anteriores, el INE convocó a una serie de expertos, tanto independientes como provenientes de instituciones de reconocida trayectoria en el tema de cambio climático y desarrollo de inventarios de emisiones, para que participaran en la preparación del INEGI 1990-2010. Los arreglos institucionales se muestran en la Figura IV.1; de esta manera, la Coordinación del Programa de Cambio Climático participa en forma más activa en el desarrollo del INEGI.

En este inventario, a diferencia del anterior, las emisiones de GEI generadas a partir de las actividades de las categorías Agricultura y USCUS fueron revisadas por expertos de CONAFOR, CONABIO y FAO, los cuales además colaboran en la realización de la Estrategia

Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+). También participaron directamente un mayor número de instituciones tanto en la provisión de datos e información como en la estimación de las emisiones. La colabo-

ración de las instituciones y organizaciones mencionadas a continuación facilitó la recolección de datos, la revisión y la validación externa del INEGEI 1990-2010 (Cuadro IV.1).

■ Figura IV.1. Estructura de los acuerdos institucionales para la elaboración del INEGEI 1990-2010



CICC: Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

■ Cuadro IV.1. Colaboración institucional y empresarial por categoría de emisión

Instituciones y empresas	Categorías de emisión
Comisión Federal de Electricidad (CFE) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Petróleos Mexicanos (PEMEX) Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) Secretaría de Economía (SE) Secretaría de Energía (SENER) Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ) DUPONT México, S.A. de C.V. Quimobásicos S.A. de C.V.	Energía y Procesos Industriales

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)	Agricultura y USCUS
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Desechos

Durante la actualización del INEGI 1990-2010, se desarrolló el estudio “*Enfoque Sistémico de la Elaboración de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero*”, con la colaboración de la Facultad de Ingeniería de la UNAM. El objetivo del estudio fue diseñar un sistema para mejorar de manera continua el INEGI, y dentro de los resultados de la etapa de diseño se obtuvo el “Macroproceso del INEGI”, que integra las diferentes actividades, desde la búsqueda de los datos de actividad hasta la difusión de los resultados, y las agrupa en procesos que, a su vez, constituyen ocho fases o áreas sustantivas, como se muestra en la Figura IV.2. Cabe señalar que el Macroproceso se construyó en paralelo a la actualización del INEGI 1990-2010 y que se podrá replicar a nivel subnacional.

El esquema del Macroproceso se obtuvo mediante el análisis de los elementos internos que lo conforman y de aquéllos que se encuentran en su entorno y que lo afectan de manera directa, por lo que el estudio integra también recomendaciones de los actores<sup>3</sup> que han participado en las distintas actualizaciones y aquellas otras derivadas del análisis de quienes desarrollaron este proyecto.

Entre las recomendaciones, algunas inciden en los arreglos institucionales, ya que se considera que no tienen la debida formalización, pues no existe hasta el momento un acuerdo que vincule a otras instituciones haciéndolas partícipes y responsables de la elaboración del INEGI; otras se enfocaron al proceso de elaboración, cómo mejorar su planeación y generar un sistema que permita la integración

<sup>3</sup> Dependencias de gobierno, consultores externos, universidades y asociaciones.

de los datos de actividad y parámetros de manera eficiente, en especial para la categoría de USCUS.

Con estos resultados, correspondientes a la fase de diseño del sistema de gestión, se determinó que una segunda etapa correspondería al diseño de un sistema de información para gestionar la actualización sistemática del INEGI. Por otra parte, atendiendo a la necesidad de involucrar a otras dependencias e instituciones en horizontes más amplios que los que se han establecido hasta el momento mediante convenios o contratos, se ha comenzado a integrar a múltiples especialistas en las diferentes áreas y a quienes se consultó durante todo el proceso de actualización del INEGI 1990-2010.

■ Figura IV.2. Macroproceso del INEGI



Fuente: “Enfoque Sistémico de la Elaboración de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero” (INE, 2011).

## IV.3 Proceso de preparación del inventario y aspectos metodológicos

La preparación del INEGEI 1990-2010 se realizó en las siguientes fases: 1) inicio, 2) desarrollo, 3) compilación, 4) generación de informe y 5) revisión, edición y publicación.

- Inicio: Reunión de expertos, plan de trabajo y metodologías a seguir.
- Desarrollo: Estimación de emisiones por categoría.

- Compilación: Control de calidad de los informes y cálculo de las series de tiempo.
- Generación de informe: Integración de un documento final en el formato establecido.
- Revisión, edición y publicación: Revisión externa y versión final del inventario para publicación.

Las directrices utilizadas para cada una de las categorías y niveles metodológicos empleados se muestran en el Cuadro IV.2.

■ Cuadro IV.2. Nivel metodológico empleado en la estimación del INEGEI

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Nivel	Factor de emisión
Energía	Industria generadora de energía	Producción de electricidad y calor; refinación de petróleo y gas natural; manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de energía.	1996	1 y 2 3 para NO <sub>x</sub>	Por defecto
	Manufactura e industria de la construcción	Procesos industriales y producción de: hierro y acero, metales no-ferrosos, industria química, pulpa, papel e impresión, procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, otros, incluido el cemento.	1996	1 y 2 3 para NO <sub>x</sub>	Por defecto
	Transporte	Aviación civil nacional, autotransporte, ferrocarril, y marítimo nacional.	1996	1 y 2	Por defecto
	Comercial, residencial y agropecuario	Consumos energéticos de las áreas comercial, uso doméstico y agropecuario.	1996	1 y 2	Por defecto
	Emisiones fugitivas	Producción de carbón mineral; producción de petróleo y gas natural; precursores de ozono y SO <sub>2</sub> .	1996	1	Por defecto
	Leña y biogás	Uso de leña y biogás como fuente de energía.	1996	1	Por defecto
Procesos Industriales	Productos minerales	Producción de cemento y cal, uso de caliza y dolomita, carbonato de sodio; material asfáltico para techos, pavimentación asfáltica.	1996	1	Por defecto

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Nivel	Factor de emisión
Procesos Industriales	Industria química	Producción de amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, carburo de silicio y carburo de calcio, otros químicos.	1996	1b	Por defecto
	Producción de metales	Hierro y acero, ferroaleaciones, aluminio.	1996	1	Por defecto
	Otros procesos industriales	Papel y celulosa, alimentos y bebidas.	1996	1	Por defecto
	Producción y consumo de halocarbonos y SF <sub>6</sub>	Hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> ).	1996	1	Por defecto
Agricultura	Fermentación entérica	Ganado vacuno, búfalos, cerdos, u otras especies.	1996	1	Específico del país
		Ovejas, cabras, mulas/asnos, caballos o aves de corral.	1996	1	Por defecto
	Manejo del estiércol - emisión de metano	Ganado vacuno, búfalos, cerdos, u otras especies.	1996	2	Específico del país
		Ovejas, cabras, mulas/asnos, caballos o aves de corral.	1996	1	Por defecto
	Cultivo del arroz	Regado, régimen de inundación permanente o intermitente.	1996	1	Por defecto
	Suelos agrícolas	Emisiones directas, emisiones indirectas, pastoreo directo.	1996	1b	Por defecto
	Quema de residuos agrícolas	Cereales, leguminosas, etc.	1996	1	Por defecto
USCUSS	Suelos forestales	Suelos forestales que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a suelos forestales.	1996	1	Por defecto
	Praderas y matorrales	Praderas y matorrales que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a praderas y matorrales.	1996	1	Por defecto
	Suelos agrícolas	Suelos agrícolas que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a suelos agrícolas.	1996		

Categoría	Subcategoría	Fuente	Metodología	Nivel	Factor de emisión
	Suelos urbanos	Suelos urbanos que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a suelos urbanos.	1996	1	Por defecto
	Humedales	Humedales que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a humedales.	1996	1	Por defecto
	Suelos desnudos	Suelos desnudos que permanecen como tales.	1996	1	Por defecto
		Suelos de otros usos que pasan a suelos desnudos.	1996	1	Por defecto
Desechos	Eliminación de desechos sólidos	Disposición final de residuos sólidos urbanos.	2006	2	Por defecto
	Tratamiento biológico de desechos sólidos	Industrial y residencial.	2006	1	Por defecto
	Incineración de residuos	Incineración de residuos cerrada y a cielo abierto.	2006	1	Por defecto
	Aguas residuales municipales	Tratamiento de aguas residuales y lodos municipales.	2006	1	Por defecto
	Aguas residuales industriales	Tratamiento de aguas residuales y lodos industriales.	2006	1	Por defecto

En este capítulo se presenta el anexo con el Inventario Nacional de Emisiones de Carbono Negro, como información preliminar y adicional al INEGEI. Las emisiones fueron estimadas para el mismo periodo y utilizando los mismos datos de actividad de este inventario.

## IV.4 Panorama general

Las emisiones de GEI para 2010 en unidades de CO<sub>2</sub> equivalente,<sup>4</sup> se estimaron en gigagramos (Gg) para

<sup>4</sup> Ver potenciales de calentamiento en Anexo.  
Un gigagramo (Gg) equivale a mil toneladas.

los seis gases enunciados en el Anexo A del Protocolo de Kioto. Estas emisiones tuvieron un incremento del 33.4% con respecto al año base 1990, con una Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) de 1.5%.

En la Figura IV.3 se resume la contribución por categoría de emisión (lado izquierdo) y por gas (lado derecho). En 2010 la contribución de las emisiones de los GEI de las diferentes categorías en términos de CO<sub>2</sub> equivalente es la siguiente: la categoría de Energía representó 67.3% (503,817.6 Gg); Agricultura, 12.3% (92,184.4 Gg); Procesos Industriales, 8.2% (61,226.9 Gg); Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, 6.3% (46,892.4 Gg) y Desechos, 5.9% (44,130.8 Gg) (Figura IV.4).



■ Figura IV.3. Diagrama de emisiones de GEI para México (2010)

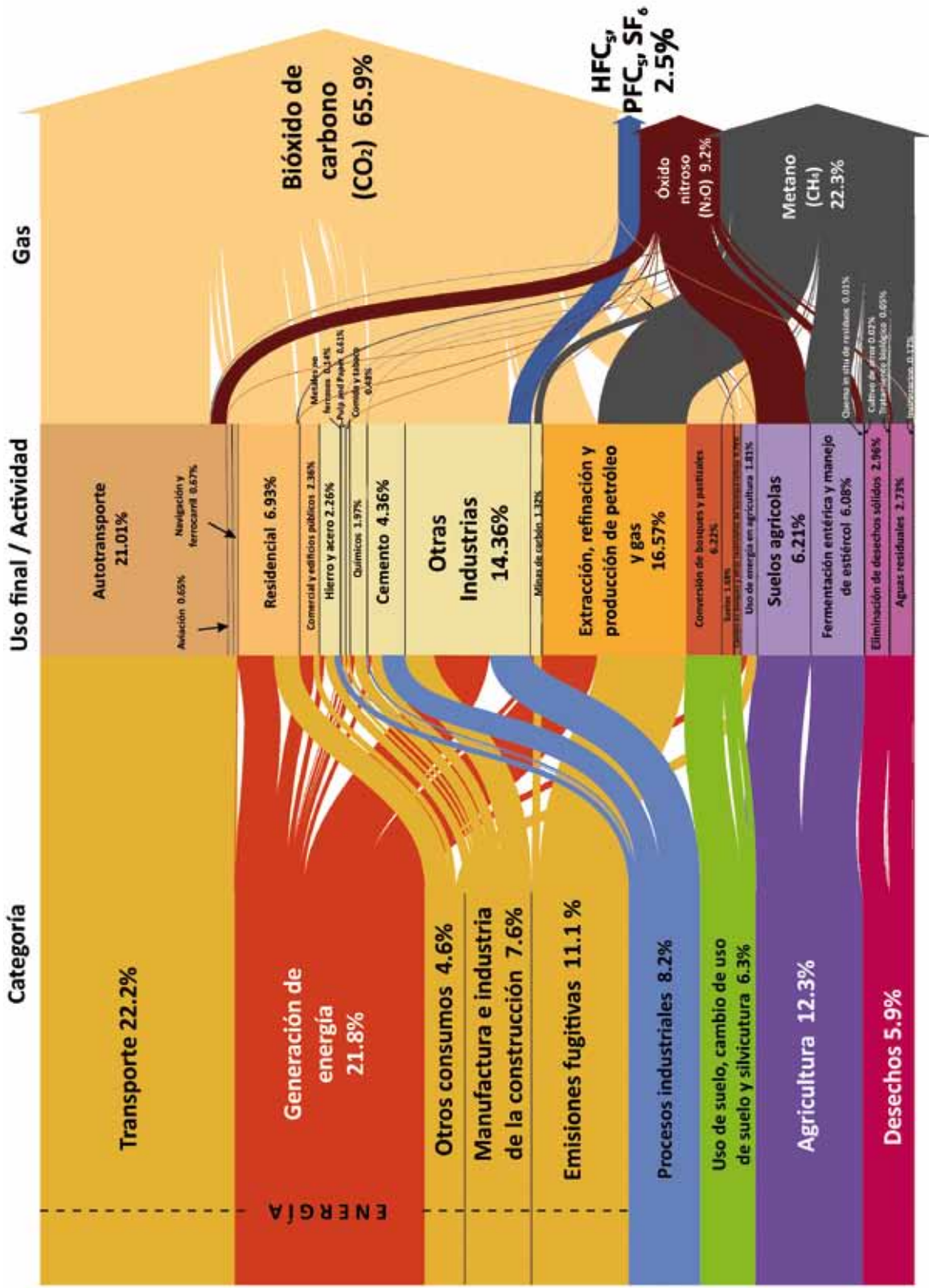
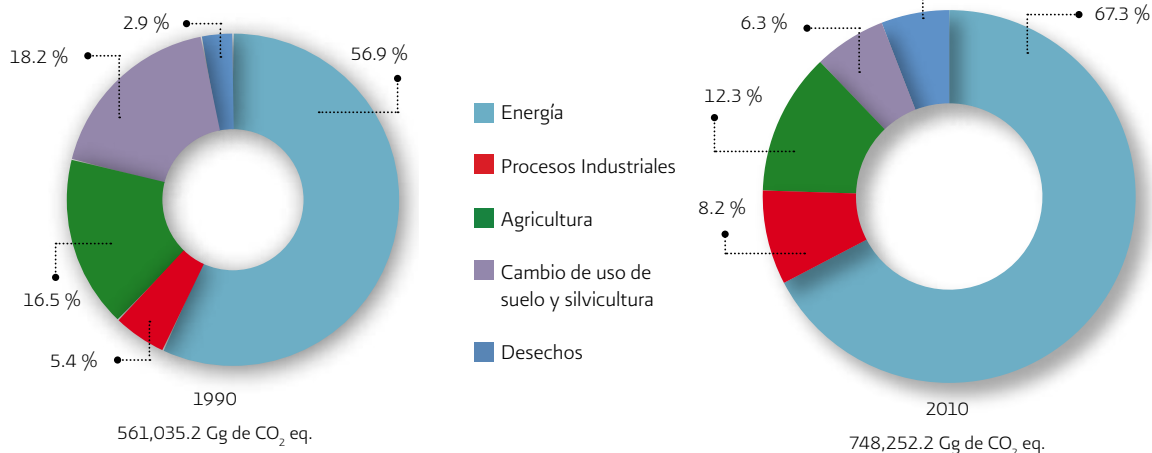


Figura IV.4. Participación de las categorías en las emisiones de GEI



## IV.5 Emisiones de gases de efecto invernadero por gas

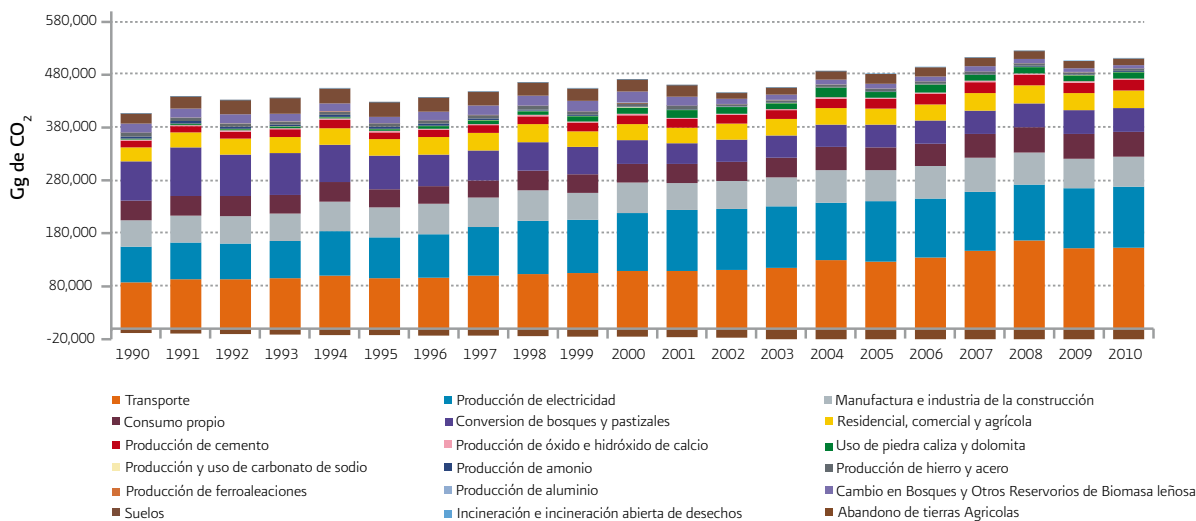
### IV.5.1 Emisiones de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron de 493,450.6 Gg en 2010, contribuyeron en 65.9% al total del inventario y tuvieron un incremento de 23.6% con respecto a 1990. Las emisiones de CO<sub>2</sub> en el país provienen principalmente de la quema de combustibles fósiles, USCUS y Procesos Industriales (Figura IV.5).

Los sectores con mayor contribución porcentual de emisiones de CO<sub>2</sub> en el 2010 son: transporte, 31.1%; generación eléctrica, 23.3%; manufactura y construcción, 11.4%; consumo propio de la industria energética, 9.6%; conversión de bosques y pastizales, 9.2%, y otros (residencial, comercial y agropecuario), 6.7%.

Como puede observarse, cinco de las fuentes de emisión pertenecen al consumo de combustibles fósiles (1A) de la categoría Energía, y aportan 82.1% del total de CO<sub>2</sub> del inventario.

Figura IV.5. Emisiones por sector en Gg de CO<sub>2</sub>, 1990-2010



## IV.5.2 Emisiones de metano (CH<sub>4</sub>)

En 2010 las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron de 7,938.9 Gg, lo que representa un incremento de 59.8% con respecto a 1990. Las principales fuentes de emisión corresponden a las categorías de Desechos, Energía y Agricultura.

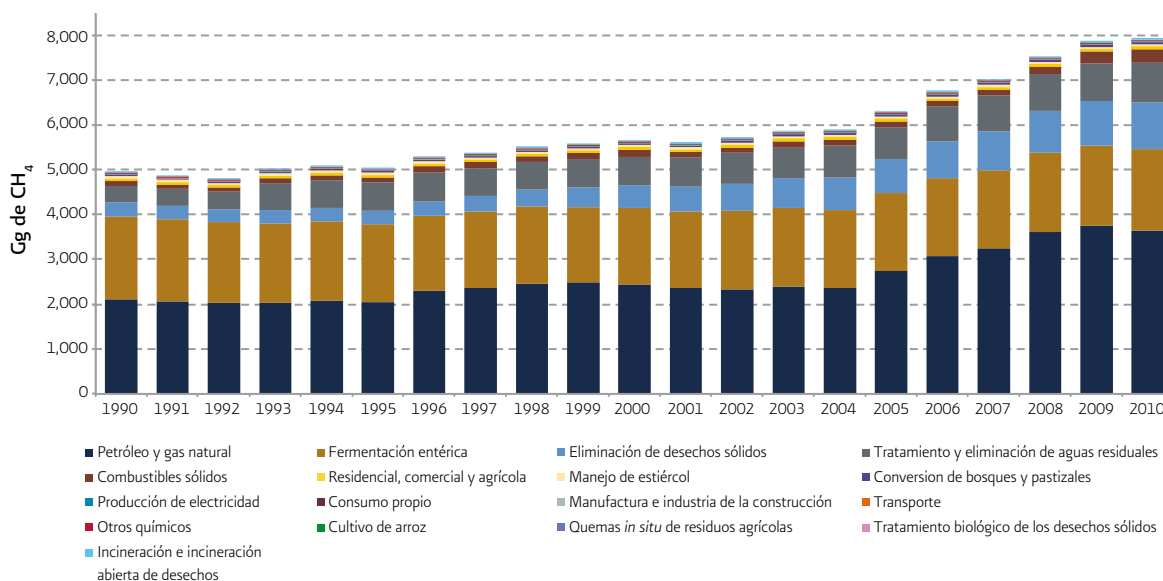
Los sectores con mayor contribución porcentual de emisiones de CH<sub>4</sub> en el 2010 son: emisiones fugitivas por petróleo y gas natural, 45.9%; fermentación entérica, 22.8%; eliminación de desechos sólidos, 13.3%; tratamiento y eliminación de aguas residuales, 11.1%; emisiones fugitivas por combustibles sólidos, 3.9% (Figura IV.6).

## IV.5.3 Emisiones de óxido nítrico (N<sub>2</sub>O)

En 2010 las emisiones de N<sub>2</sub>O fueron de 223.0 Gg, lo que representa un incremento de 23.1% con respecto a 1990. La principal contribución proviene de: suelos agrícolas, 67.2%; transporte, 18.2%; manejo de estiércol, 9.3%; y tratamiento y eliminación de aguas residuales, 2.8%; fuentes que en conjunto representan el 97.5% de las emisiones de N<sub>2</sub>O en 2010 (Figura IV.7).

En suelos agrícolas las emisiones provienen primordialmente del manejo de excretas y del uso de fertilizantes nitrogenados.

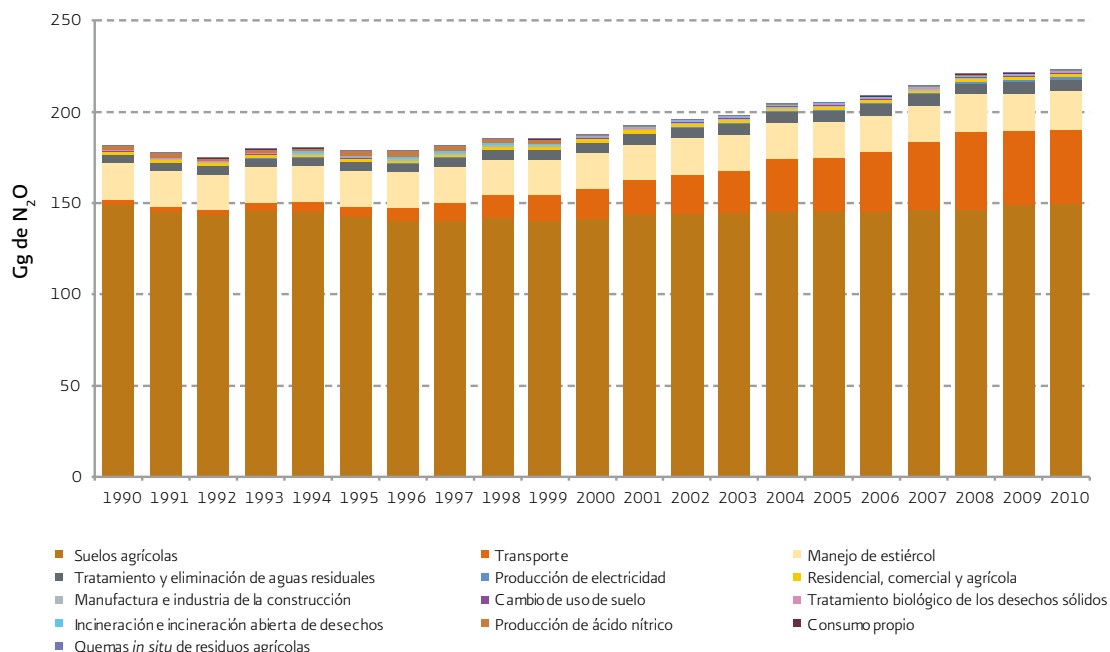
■ Figura IV.6. Emisiones por sector en Gg de CH<sub>4</sub>



Las emisiones por eliminación de desechos sólidos se incrementaron de manera significativa (232.4%) entre 1990 y 2010, como consecuencia del impulso al mejor manejo de los residuos sólidos, en particular por la disposición en rellenos sanitarios, donde los procesos anaeróbicos son más eficientes que en tiraderos a cielo abierto; y por el incremento en el tratamiento de aguas residuales en nuestro país. Actualmente México realiza acciones para mitigar las emisiones de CH<sub>4</sub> (Ver Capítulo V).

El incremento en las emisiones de N<sub>2</sub>O del transporte se atribuye principalmente al aumento en el parque vehicular nacional, al incremento en el consumo de combustible y a un mayor uso de convertidores catalíticos como parte del equipamiento de los modelos más recientes. El uso de convertidores catalíticos reduce las emisiones de contaminantes locales de los automotores: aproximadamente un promedio de 95% en el caso del monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos libres y 75% en el caso de los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), emisiones perjudiciales para la salud de la población local.

Figura IV.7. Emisiones por sector en Gg de N<sub>2</sub>O



#### IV.5.4 Emisiones de hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y de hexafluoruro de azufre (HFC, PFC y SF<sub>6</sub>)

Las emisiones de HFC provienen principalmente de los equipos de refrigeración y aire acondicionado que contienen esta familia de gases como agente refrigerante y en los paneles aislantes. En 2010 las emisiones de HFC totalizaron 18,692.3 Gg de CO<sub>2</sub> eq., lo que representa un incremento de 2,307% con respecto a 1990. Dicho incremento es reflejo de un mayor uso de HFC en refrigeradores y aires acondicionados de industrias, viviendas y automóviles; en sustitución de los CFC controlados por el Protocolo de Montreal<sup>5</sup> y cuyo uso está restringido en el mundo. Los gases que más aportaron a las emisiones de HFC en 2010 fueron: HFC-134a, 52.2%; HFC-23 (subproducto del HCFC-22), 20.9%; HFC-125, 17.6%; HFC-143a, 5.9%; HFC-32, 3.2%, y el 0.2% res-

tante de HFC (43-10mee, 152a, 227ea, y 245ca). Las emisiones de HFC son potenciales, ya que estos gases están contenidos en los equipos y se liberarían únicamente en el caso de fugas o una mala disposición al final de su vida útil.

Con el propósito de disminuir la producción y consumo de HFC, utilizados en los rubros farmacéutico, refrigeración doméstica y aires acondicionados móviles; México, Estados Unidos y Canadá elaboraron una enmienda al Protocolo de Montreal, que busca reducir las emisiones de GEI a la atmósfera, a través de la adopción de calendarios de eliminación de HFC. La propuesta sugiere que los países desarrollados inicien su calendario de eliminación de producción y consumo de HFC en el año 2013, para llegar a una reducción de 85% en el año 2033; mientras que para las naciones en desarrollo se sugiere que disminuyan el mismo porcentaje de gases, pero que empiecen en 2016 y concluyan en 2043.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> El Protocolo de Montreal controla y restringe el uso mundial de los clorofluorocarbonos (CFC) que son sustancias químicas que destruyen la capa de ozono.

<sup>6</sup> Comunicado de prensa 122/09, 4 de octubre de 2009. Disponible en <http://www.presidencia.gob.mx/2009/10/mexico-eu-y-canada-proponen-ajustes-al-protocolo-de-montreal-para-reducir-hidrofluorocarbonos/>

Las emisiones de perfluorocarbonos (PFC), en la forma de  $CF_4$  y  $C_2F_6$ , provienen de la producción de aluminio catalogada dentro de la categoría de Procesos Industriales. Las emisiones de PFC fueron de 128.4 Gg de  $CO_2$  eq. en 2010. Entre 1990 y 2010 se tuvo un decremento en las emisiones de 80.1%, debido a una disminución en la producción de aluminio.

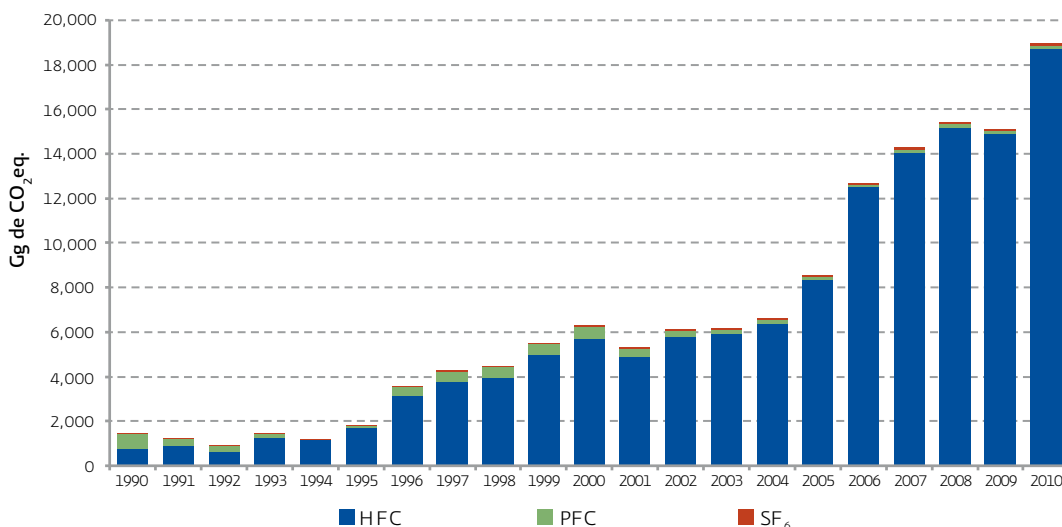
Las emisiones de  $SF_6$  se originan como emisiones potenciales en equipos y circuitos eléctricos que contienen este gas como agente dieléctrico (aislante). Para el periodo 1990-2010 se estimaron las emisiones de  $SF_6$  con base en el inventario de equipos eléctricos de CFE que contenían este gas. En 2010 las emisiones fueron de 124.4 Gg de  $CO_2$  eq., lo que representa un incremento de 319.7% con respecto a las emisiones de 1990. Estas cifras se basan en supuestos de emisiones potenciales que un equipo puede liberar año con año a lo largo de su vida útil (Figura IV.8).

manejo y consumo de productos energéticos. La categoría se subdivide en consumo de combustibles fósiles y emisiones fugitivas.

En la subcategoría de Consumo de combustibles fósiles (1A) se estiman emisiones de  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$  y otros gases denominados precursores de ozono, que son: monóxido de carbono ( $CO$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), compuestos orgánicos volátiles diferentes de metano (COVDM) y bióxido de azufre ( $SO_2$ ). Las emisiones de  $CO_2$  y  $SO_2$  dependen del contenido de carbono y azufre en el combustible. Las emisiones de los otros gases dependen de las condiciones de combustión y de la tecnología.

En la subcategoría de Emisiones fugitivas (1B) se estiman emisiones de  $CH_4$  provenientes de minado y manejo del carbón,  $CH_4$  y  $CO_2$  por las actividades de la industria del petróleo y gas; para estas últimas también se estiman las emisiones de gases precursores de ozono.

■ Figura IV.8. Emisiones de HFC, PFC y  $SF_6$  en Gg de  $CO_2$  eq.



## IV.6 Emisiones de gases de efecto invernadero por categoría

### IV.6.1 Energía

La categoría de Energía (1) incluye las emisiones que son resultado de la exploración, producción, transformación,

En 2010 las emisiones de GEI para esta categoría, expresadas en  $CO_2$  eq., registraron un aumento de 56.5% con respecto al año base (1990), pasando de 324,290.0 Gg a 507,426.7 Gg, a una TCMA de 2.3% (Cuadro IV.3).

■ Cuadro IV.3. Emisiones de la categoría de Energía (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)

Año	Subcategoría		Total
	Combustión de combustibles fósiles*	Emisiones fugitivas	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.		
1990	272,570.3	46,603.5	319,173.8
1991	282,420.7	45,189.4	327,610.1
1992	283,680.7	44,357.6	328,038.4
1993	287,572.1	44,711.0	332,283.1
1994	313,401.4	45,953.8	359,355.2
1995	299,223.9	45,155.8	344,379.7
1996	307,254.1	50,989.0	358,243.1
1997	318,912.1	52,219.9	371,132.1
1998	339,026.6	54,267.7	393,294.3
1999	328,454.9	54,999.4	383,454.3
2000	349,551.1	54,354.2	403,905.3
2001	349,406.8	52,167.6	401,574.4
2002	354,941.6	51,355.9	406,297.4
2003	363,681.3	53,142.9	416,824.2
2004	386,106.1	52,211.0	438,317.1
2005	384,500.4	60,187.4	444,687.8
2006	393,208.5	66,837.1	460,045.6
2007	415,524.1	70,671.8	486,195.9
2008	431,399.8	79,204.7	510,604.6
2009	415,834.9	84,213.5	500,048.4
2010	420,697.9	83,119.8	503,817.6

\* Incluye emisiones de biomasa distintas al CO<sub>2</sub>.

En 2010 la principal emisión de la categoría de Energía fue el CO<sub>2</sub>, que contribuyó con 80.4% (405,130.2 Gg) del total, seguida por las emisiones de CH<sub>4</sub>, 16.9% (84,966.0 Gg de CO<sub>2</sub> eq.), y N<sub>2</sub>O, 2.7% (13,721.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq.)<sup>7</sup> (Cuadro IV.4). Las emisiones de N<sub>2</sub>O se

generan principalmente por el consumo de combustibles fósiles en el autotransporte. Las emisiones fugitivas derivadas de la exploración y las de CO<sub>2</sub> que resultan de la refinación de petróleo no han sido consideradas en el INEGI debido a la falta de datos de actividad.

<sup>7</sup> Es posible que la suma total de las cantidades no sea del 100% debido al redondeo de las cifras.

■ Cuadro IV.4. Emisiones por GEI para la categoría de Energía (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)

Año	Gas			Total	CO <sub>2</sub> por consumo de biomasa*
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Gg de CO <sub>2</sub> eq.					
1990	269,455.3	48,133.3	1,585.3	319,173.8	33,716.1
1991	279,167.5	46,771.2	1,671.4	327,610.1	35,156.1
1992	280,415.6	45,945.8	1,677.0	328,038.4	34,621.2
1993	284,001.4	46,313.6	1,968.1	332,283.1	35,758.8
1994	309,500.1	47,575.2	2,279.9	359,355.2	34,443.1
1995	295,142.4	46,770.0	2,467.3	344,379.7	35,946.7
1996	302,594.4	52,603.0	3,045.7	358,243.1	36,032.9
1997	313,437.0	53,848.4	3,846.7	371,132.1	37,096.7
1998	332,631.7	55,911.1	4,751.4	393,294.3	37,572.7
1999	321,696.4	56,633.0	5,124.8	383,454.3	36,921.9
2000	341,863.7	56,150.1	5,891.4	403,905.3	40,078.7
2001	340,865.1	53,884.6	6,824.8	401,574.4	38,541.6
2002	345,610.2	53,081.2	7,606.0	406,297.4	38,354.1
2003	353,845.5	54,887.8	8,090.9	416,824.2	38,547.1
2004	374,622.0	54,014.3	9,680.8	438,317.1	38,687.4
2005	372,648.4	61,963.3	10,076.1	444,687.8	40,114.8
2006	380,383.8	68,631.3	11,030.5	460,045.6	38,924.2
2007	401,286.7	72,508.5	12,400.6	486,195.9	38,751.0
2008	415,243.6	81,107.6	14,253.4	510,604.6	39,003.2
2009	400,425.7	86,064.9	13,557.7	500,048.4	37,787.3
2010	405,130.2	84,966.0	13,721.5	503,817.6	37,387.2

\* Información adicional, ya que estas emisiones no se suman al INEGEI.

El Cuadro IV.5 muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> por tipo de combustible. Como puede observarse, en 2010 el consumo de gasolina y gas natural representan la mayor contribución a las emisiones de esta categoría, 25.4% (102,755 Gg) y 31.0% (125,568 Gg), respectivamente. Les siguen en importancia el diesel y combustóleo, que aportan 14.7% (59,382 Gg) y 9.8% (39,639 Gg), respectivamente, y el restante 20% corresponde al carbón, coque de carbón, coque de petróleo, gas licuado del petróleo (GLP) y querosenos. Entre 1990 y 2010 las emisiones de CO<sub>2</sub> por gas natural se incrementaron

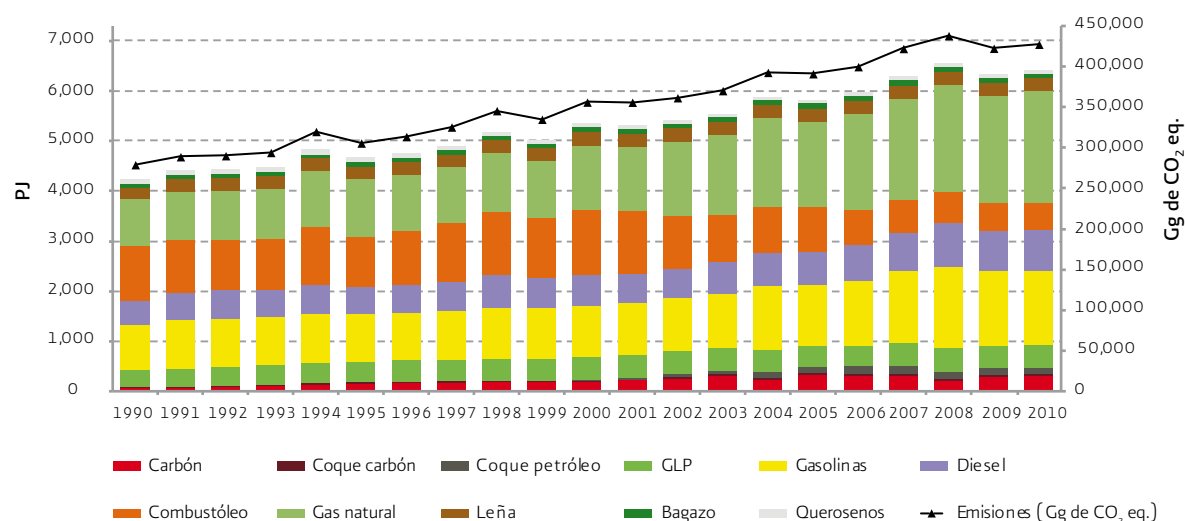
141.5%, mientras que las relacionadas con el consumo de carbón se incrementaron 324.4%; y las de coque de petróleo, combustible del cual se informó por primera vez en el Balance Nacional de Energía para el año 2000, crecieron 231% para 2010. El uso del combustóleo se redujo 52.8% y los querosenos 25.3% en el mismo periodo. En la Figura IV.9 se muestra el consumo energético y las emisiones asociadas en Gg de CO<sub>2</sub> eq.

■ Cuadro IV.5. Emisiones por combustible (Gg de CO<sub>2</sub>)

Combustible	1990	2010	Cambio en el periodo
	Gg de CO <sub>2</sub>		%
Carbón	7,050.0	29,921.5	324.4
Coque carbón*	1,154.4	3,165.0	174.2
Coque petróleo	-	11,524.8	
GLP	20,638.3	28,317.0	37.2
Gasolinas	62,460.4	102,754.8	64.5
Querosenos	6,504.7	4,857.6	-25.3
Diesel	35,623.5	59,381.9	66.7
Combustóleo	84,019.8	39,639.2	-52.8
Gas natural	52,004.2	125,568.3	141.5

\* Se sustrajo el consumo de coque de carbón que se utiliza en la industria siderúrgica como materia prima (INEGI, varios años).

■ Figura IV.9. Emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) asociadas al consumo de combustibles fósiles (PJ)

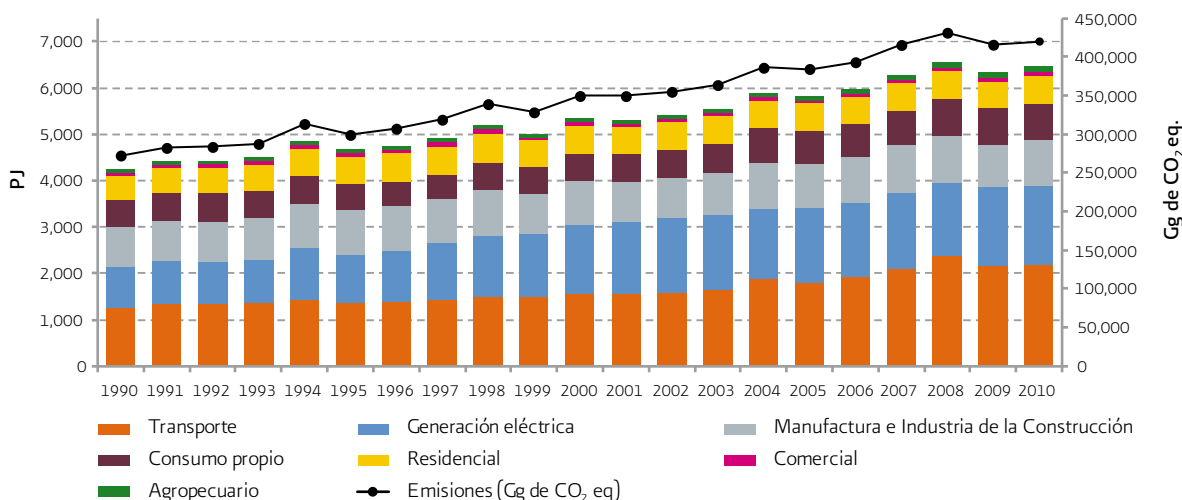


Los grandes cambios en la estructura del consumo de combustibles (Figura IV.10 y Cuadro IV.6) ocurrieron en el sector de las industrias energéticas (consumo propio y generación eléctrica), en las cuales aumentó el uso de carbón y gas natural y disminuyó el de combustóleo, que

alcanzó su máximo en el 2000 y a partir del año 2001 comenzó a descender; a esta disminución contribuyeron los sectores comercial, residencial y agropecuario, cuyo consumo representó menos de 3.2% en el periodo 1990-1998, y a partir de 1999 desapareció.



■ Figura IV.10. Emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) por sector, asociadas al consumo de combustibles fósiles (PJ)



■ Cuadro IV.6. Emisiones por sector (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)

Sector	Emisiones		Contribución		TCMA*
	1990	2010	1990	2010	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.		%		%
<b>1A Consumo de combustibles fósiles</b>					
Consumo propio	37,228.8	47,431.9	11.7	9.4	1.2
Generación eléctrica	66,856.6	115,537.4	20.9	22.9	2.8
Manufactura e industria de la construcción	50,921.3	56,740.8	16.0	11.3	0.5
Transporte	89,149.3	166,412.0	27.9	33.0	3.2
Comercial	3,730.6	4,842.6	1.2	1.0	1.3
Residencial	19,672.7	21,460.1	6.2	4.3	0.4
Agropecuario	5,011.1	8,273.1	1.6	1.6	2.5
<i>Subtotal</i>	277,686.5	424,307.0	85.4	83.5	2.2
<b>1B Emisiones fugitivas</b>					
Minado y manejo del carbón	2,366.8	6,556.9	0.7	1.3	5.2
Industria del petróleo y gas	44,236.7	76,562.9	13.9	15.2	2.8
<i>Subtotal</i>	46,603.5	83,119.8	14.6	16.5	2.9
<b>Total</b>	<b>319,173.8</b>	<b>503,817.6</b>			<b>2.3</b>

\* TCMA: Tasa de Crecimiento Media Anual.

Es posible que la suma total de las cantidades no sea de 100% debido al redondeo de las cifras.

En manufactura e industria de la construcción aumentó el consumo de coque de carbón, coque de petróleo y bagazo. En el sector transporte, aun cuando no hubo grandes cambios en la matriz de los combustibles, disminuyó ligeramente la proporción del uso de gasolinas, aumentando la participación del GLP y diesel. Finalmente, en los sectores residencial, comercial y agropecuario aumentó ligeramente la proporción del uso del GLP y diesel (Cuadro IV.6).

Para el año 2010 las emisiones de GEI en unidades de CO<sub>2</sub> eq. generadas en la categoría de Energía provinieron del transporte (1A3), que contribuyó con 33.0% (166,412.0 Gg), seguida por la industria generadora de energía (1A1), 32.3% (162,969.2 Gg); manufactura e industria de la construcción (1A2), 11.3% (56,740.8 Gg); emisiones fugitivas, 16.5% (83,119.8 Gg), y otros sectores (residencial, comercial y agropecuario), 6.9% (34,575.8 Gg).

A nivel de subcategoría, las emisiones correspondientes al consumo de combustibles fósiles en CO<sub>2</sub> eq. presentan variación en su contribución en 2010 con respecto a 1990 (Cuadro IV.6 y Figura IV.10). Por ejemplo, la del transporte aumentó de 32.7% (89,149.3 Gg) a 39.6% (166,412.0 Gg), y en la industria de la energía, la de generación eléctrica aumentó de 24.5% (66,856.6 Gg) a 27.5% (115,537.4 Gg). Por otra parte, la participación de las emisiones provenientes de la manufactura e industria de la construcción se redujo de 18.7% (50,921.3 Gg) a 13.5% (56,740.8 Gg), la de otros sectores, de 10.4% (28,414.4 Gg) a 8.2% (34,575.8 Gg),

y las de consumo propio dentro de la industria de la energía, de 13.7% (37,228.8 Gg) a 11.3% (47,431.9 Gg).

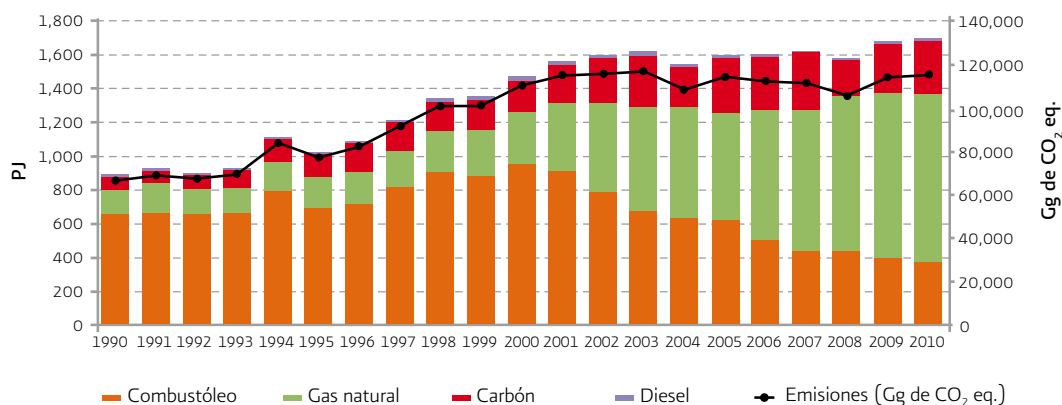
## Industria de la energía

La subcategoría de la industria de la energía está conformada por la generación de electricidad y el consumo propio, que se refiere a la energía primaria y secundaria que el propio sector energético (PEMEX y CFE) utiliza para el funcionamiento de sus instalaciones.

Las emisiones por la generación de electricidad tuvieron en el periodo 1990-2010 una TCMA de 2.8%, que representó un crecimiento de 72.8% con respecto a 1990, al pasar de 66,856.6 a 115,537.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq. En este sector, en 2010 la participación en las emisiones generadas por el uso de combustibles fue la siguiente: gas natural, 47.7% (55,140.2 Gg); combustóleo, 25% (28,928.5 Gg); carbón, 26.3% (30,386.5 Gg), y diesel, 0.9% (1,082.2 Gg) (Figura IV.11).

De acuerdo con información de SENER (SENER, 2003 y 2011), entre 1991 y 2010 la capacidad instalada y la generación bruta del Sistema Eléctrico Nacional se incrementaron en 107.8% y 112% (SENER, 2011a), respectivamente, como resultado de la inversión en sistemas duales y de ciclo combinado, y la entrada de productos independientes de energía, entre otros factores. La TCMA de las emisiones fue 2.8%, mientras que para la capacidad instalada fue 3.7% y para la generación bruta, 3.8%.

■ Figura IV.11. Consumo energético (PJ) de la generación de electricidad y la tendencia de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



En cuanto al consumo propio, las emisiones aumentaron 27.4% con respecto a 1990, pasando de 37,228.8 a 47,431.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq., aunque el consumo propio del sector registró en el periodo un aumento de 38.7% en la demanda de combustibles fósiles, la TCMA fue de 1.2% (Figura IV.12).

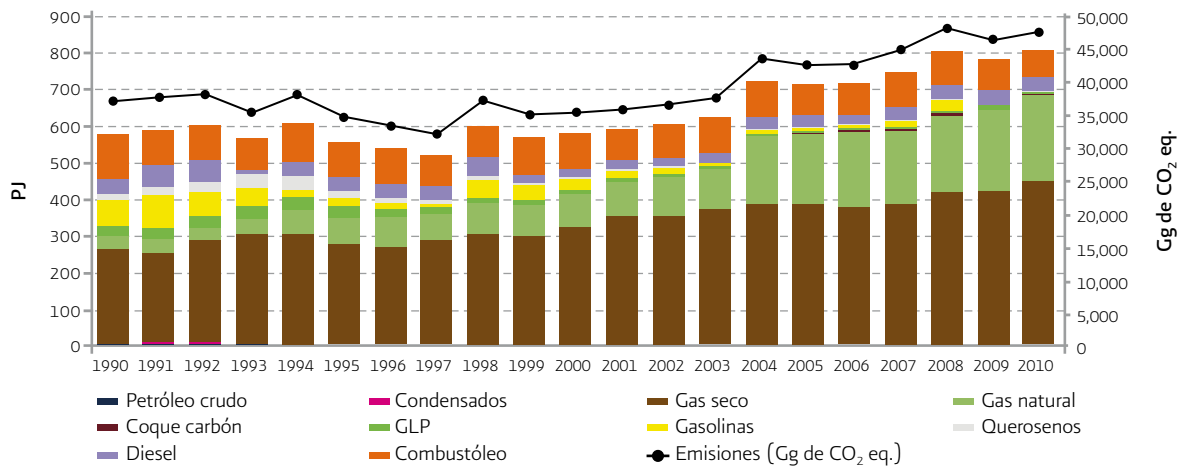
## Transporte

Las emisiones totales de GEI en CO<sub>2</sub> eq. del sector transporte registraron en el periodo una TCMA de 3.2%, y

en 2010 fueron de 166,412.0 Gg. La contribución por modalidad fue: automotor, 94.5% (157,242.4 Gg); aéreo, 2.9% (4,886.5 Gg); marítimo, 1.4% (2,341.0 Gg), y ferroviario, 1.2% (1,942.0 Gg).

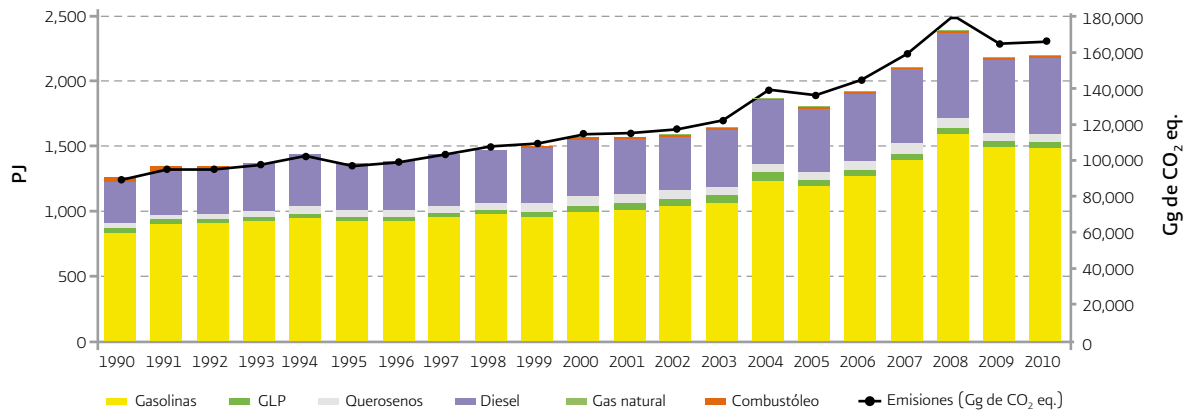
En cuanto a consumo de combustibles, la gasolina aporta 69.2% (115,158.7 Gg) de las emisiones; el diesel, 26.1% (43,466.9 Gg); los querosenos, 2.9% (4,822.1 Gg); el GLP, 1.6% (2,579.7 Gg), y el restante 0.2% (384.5 Gg) proviene del combustóleo y el gas natural (Figura IV.13).

■ Figura IV.12. Consumo propio de energía (PJ) y la tendencia de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



\* Gas seco: Hidrocarburo gaseoso obtenido como subproducto del gas natural en refinerías y plantas de gas, después de extraer los licuables; se compone por CH<sub>4</sub> y pequeñas cantidades de etano (SENER, 2011).

■ Figura IV.13. Consumo energético (PJ) del sector transporte y la tendencia de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



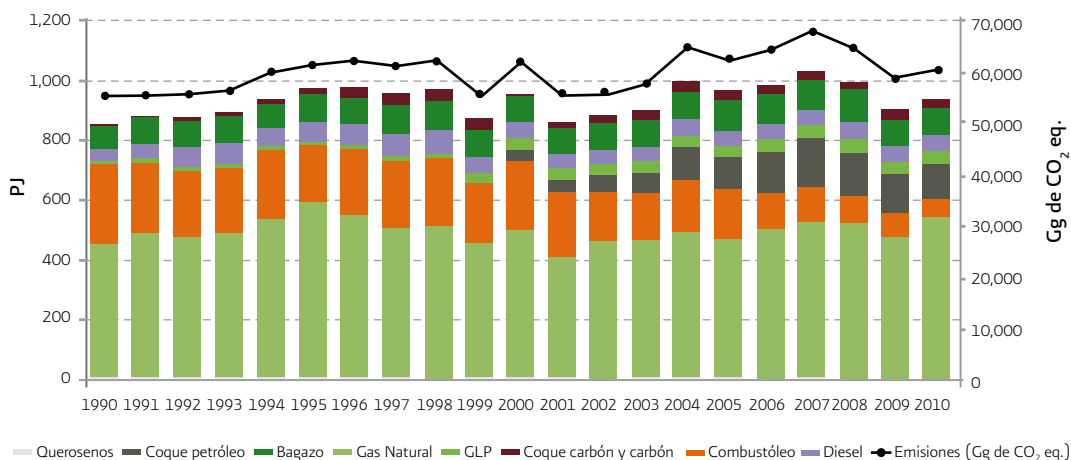
## Manufactura e industria de la construcción

Las emisiones en CO<sub>2</sub> eq. por consumo de combustibles fósiles en el sector de manufactura e industria de la construcción en 2010 fueron de 56,740.8 Gg; su crecimiento con respecto a 1990 (50,921.3 Gg) fue de 11.4% y su TCMA de 0.5%. La contribución a las emisiones por rama industrial en 2010 fue: hierro y acero, 13.7% (7,797.9 Gg); industria química, 16.8% (9,559.1 Gg); cemento, 16.7% (9,456.9 Gg); pulpa, papel e impresión, 4.3% (2,496.4 Gg); procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco, 4.3% (2,428.8 Gg); metales no ferrosos, 0.1% (70.2 Gg); y otras ramas de la industria menos intensivas en consumo de energía, 43.9% (24,931.5 Gg) (Figura IV.14).

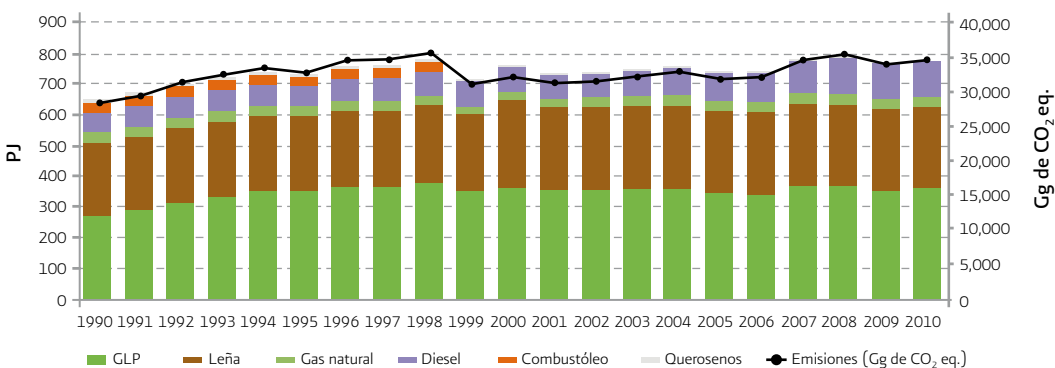
## Otros sectores usuarios de la energía

Las emisiones en CO<sub>2</sub> eq. de esta subcategoría, fueron de 34,575.8 Gg en 2010. El sector residencial contribuyó con 62.1% (21,460.1 Gg), seguido por el agropecuario con 23.9% (8,273.1 Gg) y el comercial con 14% (4,842.6 Gg). Respecto a la categoría de Energía, la participación porcentual de estos sectores fue: residencial, 5.1%; agropecuario, 1.9%; y comercial, 1.1%; sus respectivas TCMA fueron: 0.4%, 2.5% y 1.3% (Figura IV.15).

■ Figura IV.14. Consumo energético (PJ) de la manufactura e industria de la construcción y la tendencia de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



■ Figura IV.15. Consumo energético (PJ) por combustible de otros sectores\* y la tendencia de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



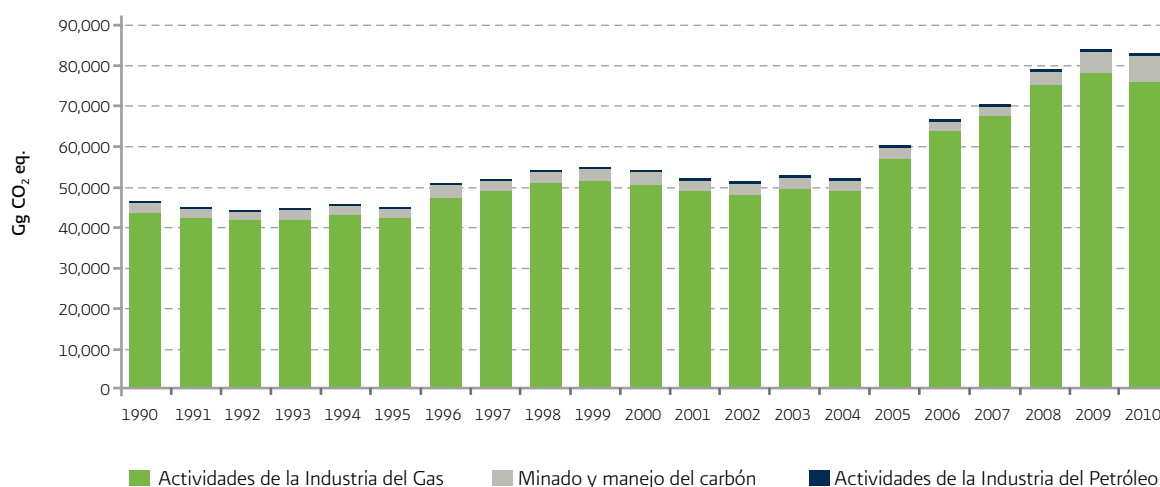
\* Residencial, comercial y agropecuario.

## Emisiones fugitivas

En el periodo 1990-2010, las emisiones fugitivas de metano tuvieron un crecimiento de 78.4%, equivalente a una TCMA de 2.9%, al pasar de 46,603.5 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 1990 a 83,119.8 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 2010. En este último año, la participación de las actividades de la industria de petróleo y gas<sup>8</sup> fue 92.1% (76,562.9 Gg) y la del proceso de minado y manejo del carbón, 7.9% (6,556.9 Gg) (Figura IV.16), mientras que en 1990 sus respectivas contribuciones fueron de 94.9% y 5.1%.

sectorial, las emisiones se calculan con base en el consumo de combustibles fósiles en el país. De acuerdo a la *Orientación del PICC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GBP), “el método de referencia sólo permite obtener estimaciones agregadas de las emisiones por tipo de combustible, distinguiendo entre combustibles primarios y secundarios, mientras que el método sectorial clasifica estas emisiones por categoría de fuentes” (PICC, 2000).<sup>9</sup>

■ Figura IV.16. Emisiones fugitivas de metano provenientes de las actividades del carbón y de la industria del petróleo y gas (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



## Métodos de referencia y sectorial

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles pueden estimarse mediante dos métodos de Nivel 1. En el método de referencia, los cálculos se realizan de acuerdo a la cantidad de combustibles fósiles ofertados en el país y a su contenido de carbono. En el método

Se considera una buena práctica el estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> para la subcategoría de consumo de combustibles fósiles mediante ambos métodos. “Las estimaciones de las emisiones basadas en el método de referencia no serán exactamente iguales a las que se hagan por el método sectorial (...) sin embargo, las diferencias entre ambos métodos no deberían ser significativas” (PICC, 2000).

<sup>8</sup> Las actividades de petróleo comprenden producción, transporte, refinación y almacenamiento. Las actividades de gas comprenden la producción, procesamiento, transporte y distribución, y además fugas industriales, venteo y quema en antorcha.

<sup>9</sup> “Orientación del PICC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”. Capítulo 2, Energía. Pág. 2.9.

México cuenta con estadísticas sobre el suministro anual de combustibles, y datos sobre la entrega o consumo anual de combustibles fósiles por categoría de fuentes, lo que permite calcular las emisiones tanto por el método de referencia como por el sectorial.

En el caso del INEGI 1990-2010, las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles se estimaron por ambos métodos (Cuadro IV.7).

Para algunos años, las cifras estimadas mediante el método de referencia son menores a las del método sectorial, lo que ocasiona diferencias negativas; esto ocurre cuando las exportaciones de algunos productos energéticos secundarios (contabilizados de manera individual) son mayores a la suma de las importaciones y las variaciones de inventarios, es decir, se considera como una salida neta de energía del país. El método de referencia calcula el suministro de combustibles fósiles primarios<sup>10</sup> y realiza ajustes por importaciones netas, suministro a aviones y embarcaciones internacionales, y cambios en inventarios de productos energéticos secundarios.<sup>11</sup>

## Emisiones del transporte internacional aéreo y marítimo

De acuerdo a las directrices del PICC, las emisiones procedentes de la aviación y navegación internacional se informarán separadas de la contabilidad del inventario nacional. Se consideran emisiones del transporte aéreo y marítimo internacional cuando la aeronave o embarcación carga combustible en el país, pero su destino final es algún puerto en el extranjero. Por este motivo, fue necesario desglosar el uso de combustible en componentes nacionales e internacionales.

Las emisiones de 2010 crecieron 170% respecto a las emisiones de 1990, pasando de 1,256.5 a 3,432.1 Gg de CO<sub>2</sub> eq. La TCMA fue de 5.1% (Figura IV.18).

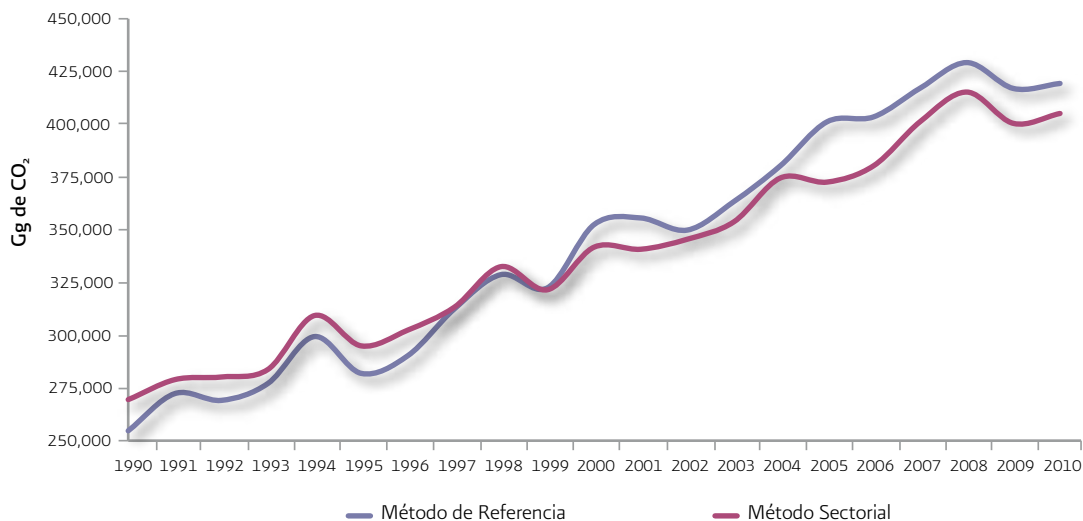
<sup>10</sup> Los productos energéticos primarios son carbón, gas natural, condensados del gas natural y petróleo crudo.

<sup>11</sup> Los productos energéticos secundarios son combustóleo, diesel, gasolinas, gas LP, gas natural seco, productos no energéticos, y querosenos.

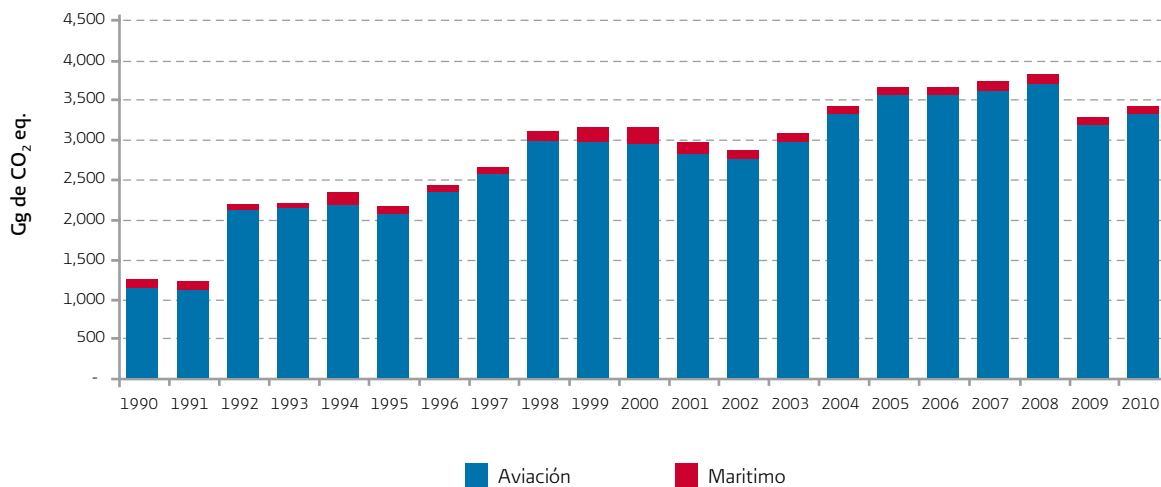
■ Cuadro IV.7. Comparación de emisiones (Gg de CO<sub>2</sub>)

Año	Método de Referencia	Método Sectorial	Diferencia porcentual
	Gg de CO <sub>2</sub>		%
1990	254,670.6	269,455.3	-5.5
1991	272,468.2	279,167.5	-2.4
1992	269,259.3	280,415.6	-4.0
1993	277,289.0	284,001.4	-2.4
1994	299,475.8	309,500.1	-3.2
1995	282,053.9	295,142.4	-4.4
1996	290,392.4	302,594.4	-4.0
1997	312,562.1	313,437.0	-0.3
1998	328,813.8	332,631.7	-1.1
1999	322,566.0	321,696.4	0.3
2000	352,520.1	341,863.7	3.1
2001	355,644.7	340,865.1	4.3
2002	349,897.7	345,610.2	1.2
2003	363,415.1	353,845.5	2.7
2004	380,393.9	374,622.0	1.5
2005	401,187.5	372,648.4	7.7
2006	403,526.3	380,383.8	6.1
2007	417,142.0	401,286.7	4.0
2008	429,220.2	415,243.6	3.4
2009	416,956.8	400,425.7	4.1
2010	419,346.3	405,130.2	3.5

■ Figura IV.17. Comparación gráfica del método de referencia y el sectorial



■ Figura IV.18. Emisiones atribuidas al transporte aéreo y marítimo internacional (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)



## IV.6.2 Procesos Industriales

La categoría de Procesos Industriales (2) considera las emisiones generadas en la producción y uso de minerales, industria química, producción de metales, algunos procesos como producción de papel, alimentos y bebidas y, finalmente, en la producción y consumo de hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre, sin tomar en cuenta las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles en el proceso productivo.

De acuerdo a las Directrices del PICC de 1996, las emisiones de GEI que se contabilizan en esta categoría incluyen al CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>. También se emiten otros gases denominados precursores de ozono, como son el CO, NO<sub>x</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O son generadas por una gran variedad de actividades industriales en las que se transforman materias primas en productos mediante métodos químicos o físicos. Los HFC se utilizan directamente en bienes y artículos de consumo, tales como refrigeradores, espumas, latas de aerosol y extintores,

en los que se usan como alternativa a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO); tales emisiones son consideradas como potenciales porque los gases están almacenados en estos productos. Los PFC se liberan en la producción de aluminio y también pueden utilizarse como sustitutos de las SAO en aplicaciones especializadas. En el caso de México, los PFC no se consumen como sustitutos de SAO (SEMARNAT, 2012). El hexafluoruro de azufre se emplea como dieléctrico en circuitos eléctricos y como solvente en algunas industrias.

Las emisiones de GEI (Cuadro IV.8 y 9) derivadas de los procesos industriales se incrementaron 102.6%, pa-

sando de 30,265.6 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 1990 a 61,308.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 2010 (Figura IV.19). Este aumento se debió principalmente al crecimiento en la utilización de piedra caliza y dolomita,<sup>12</sup> la producción de cemento y un aumento significativo en el consumo de gases fluorados (HFC y SF<sub>6</sub>). Por su parte, las emisiones de GEI de la industria química, disminuyeron notablemente durante este periodo (66.2%), al pasar de 4,579.8 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 1990 a 1,548.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 2010; como resultado de una reducción en la producción de petroquímicos básicos y secundarios.

■ Cuadro IV.8. Emisiones de GEI (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) de las subcategorías de Procesos Industriales

Subcategoría	1990	2010	1990	2010	TCMA*
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.		Contribución %		%
ZA Productos minerales	16,471.7	35,233.7	54.4	57.1	3.9
ZB Industria química	4,579.8	1,548.9	15.1	2.5	-5.3
ZC Producción de metales	8,408.0	5,709.6	27.8	9.3	-1.9
ZE Producción de halocarbonos y SF <sub>6</sub>	776.5	3,897.8	2.6	6.4	8.4
ZF Consumo de halocarbonos y SF <sub>6</sub>	29.6	14,919.0	0.1	24.3	36.5
Total	30,265.6	61,308.9			3.6

\* TCMA: Tasa de Crecimiento Media Anual.

■ Cuadro IV.9. Emisiones de GEI (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) por gas en la categoría de Procesos Industriales 1990-2010

Año	Gas				Total
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC, SF <sub>6</sub>	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.				
1990	28,180.9	83.1	548.7	1,452.9	30,265.6
1991	28,482.7	74.0	654.9	1,239.9	30,451.4
1992	29,480.9	77.1	340.0	925.4	30,823.3
1993	29,602.6	66.6	424.1	1,475.7	31,569.1
1994	31,746.6	71.5	464.3	1,214.9	33,483.3
1995	29,736.5	76.6	875.9	1,832.6	32,521.5
1996	32,693.7	77.6	1,100.7	3,580.4	37,452.5
1997	35,075.8	75.3	850.8	4,329.8	40,331.7

<sup>12</sup> La piedra caliza y la dolomita se utilizan como materias primas en la producción de cal viva, cal hidratada y cemento. Durante el proceso, los materiales se calcinan, lo que da origen a las emisiones de

CO<sub>2</sub>. La cal viva es utilizada en la industria del cemento, la siderurgia y la construcción.

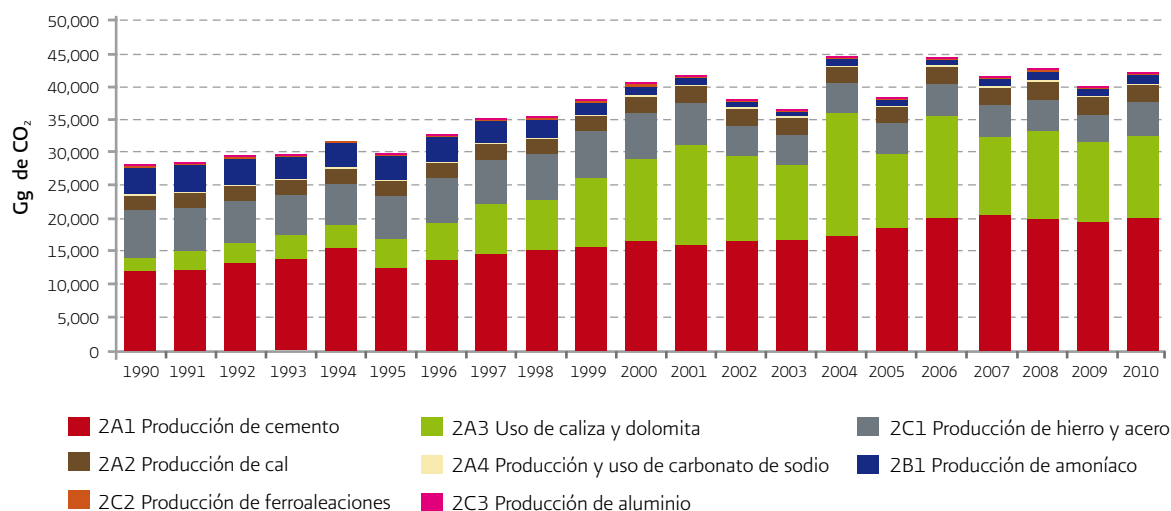


Año	Gas				Total
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC, PFC, SF <sub>6</sub>	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.				
1998	35,426.7	75.9	773.8	4,561.4	40,837.8
1999	37,891.2	72.2	643.0	5,629.1	44,235.6
2000	40,395.3	73.3	278.8	6,286.4	47,033.7
2001	41,556.4	62.9	232.6	5,304.3	47,156.3
2002	37,948.0	61.2	120.5	6,144.8	44,274.5
2003	36,434.6	66.4	111.9	6,174.0	42,787.0
2004	44,483.0	70.3	111.1	6,617.4	51,281.8
2005	38,144.2	68.0	116.9	8,570.8	46,900.0
2006	44,335.6	69.6	132.8	12,716.2	57,254.2
2007	41,432.6	66.2	132.2	14,318.1	55,949.1
2008	42,538.6	69.1	131.6	15,427.9	58,167.2
2009	40,147.0	70.7	131.0	15,142.0	55,490.7
2010	42,163.4	70.0	130.4	18,945.1	61,308.9

El principal GEI emitido en la categoría de Procesos Industriales fue el CO<sub>2</sub> (Figura IV.19 y 20), que representó 68.8% de las emisiones totales de GEI de la categoría en 2010. En el periodo 1990-2010 las emisiones de CO<sub>2</sub> por Procesos Industriales se incrementaron 49.6%, pasando de 28,180.9 Gg a 42,163.4 Gg de CO<sub>2</sub>, lo que

equivale a una TCMA de 2.0%. Las emisiones de CO<sub>2</sub> por el uso de piedra caliza y dolomita son las que presentaron un mayor crecimiento en comparación con las otras fuentes de emisión de este gas, ya que aumentaron 521.7% entre 1990 y 2010, equivalente a una TCMA de 9.6%.

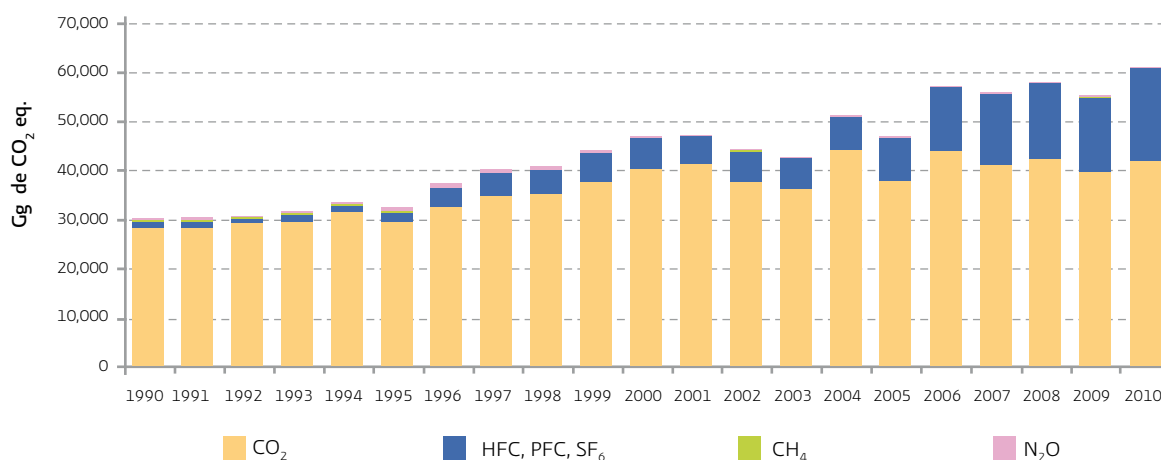
■ Figura IV.19. Emisiones de GEI (Gg de CO<sub>2</sub>) de la categoría Procesos Industriales, por subcategoría de fuente de emisión



En el periodo 1990-2010, el comportamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> por fuente de emisión fue como sigue: por la producción de cemento, crecieron 65.2%, de 12,108.1 Gg a 20,003.3 Gg; por la producción de hierro y acero, se redujeron 29.5%, de 7,245.2 Gg a 5,111.0 Gg, con una TCMA negativa de 1.7%; por la producción

durante el periodo, aumentó la capacidad y el volumen de producción de cemento en México, como consecuencia de una mayor demanda nacional y el crecimiento de las exportaciones. De igual manera, el crecimiento de la edificación y la construcción de infraestructura en el país, acarreó el aumento de la producción y consumo de

■ Figura IV.20. Emisiones de GEI (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) por gas en la categoría de Procesos Industriales



de amoníaco, se redujeron en 65.8%, de 3,948.0 Gg a 1,348.5 Gg, principalmente como resultado de la caída de dicha actividad productiva dentro del país; y por la producción de aluminio, se redujeron 69.3%, de 97.7 Gg a 30 Gg.

En 2010 las fuentes que más contribuyeron a las emisiones de CO<sub>2</sub> fueron: producción de cemento, 47.4% (20,003.3 Gg); uso de piedra caliza y dolomita, 29.6% (12,445.7 Gg); producción de hierro y acero, 12.1% (5,111.0 Gg). En menor medida, otras fuentes que contribuyeron a estas emisiones fueron: producción de cal, 6.3% (2,664.3 Gg); producción de amoníaco, 3.2% (1,348.5 Gg); carbonato de sodio, 0.3% (120.4 Gg); producción de ferroaleaciones, 1.0% (440.2 Gg), y producción de aluminio, 0.1% (30.0 Gg).

En el periodo 1990-2010, las emisiones de CO<sub>2</sub> en la categoría de Procesos Industriales tuvieron un cambio significativo, que se reflejó en los cambios porcentuales de las diferentes subcategorías de emisión. Por ejemplo,

piedra caliza y dolomita, que son materias primas de los procesos de construcción.

Como se muestra en la Figura IV.19, durante el periodo 1990 a 2010 la producción de cemento se ha mantenido entre las principales fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> de la categoría; sin embargo, en ese lapso el incremento en el uso de piedra caliza y dolomita en el país hizo que aumentaran su contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub>, pasando de 7.1% en 1990 a 29.5% en 2010.

Por su parte, la producción de amoníaco, que en 1990 contribuía con 14.0% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, redujo paulatinamente su participación en el total emitido por la categoría hasta llegar a 3.2% en 2010. Esto se debió a que entre 1990 y 2010 PEMEX redujo 65.8% su producción de amoníaco.

Las emisiones de CH<sub>4</sub>, en CO<sub>2</sub> eq., representan el 0.1% de las emisiones de GEI en esta categoría para el año 2010, y son generadas casi en su totalidad durante la elaboración de ciertos productos petroquímicos

(etileno, negro de humo, estireno, metanol, y dicloroetileno). Las emisiones de esta categoría disminuyeron 15.8%, al pasar de 4.0 Gg de CH<sub>4</sub> (83.1 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en 1990 a 3.3 Gg de CH<sub>4</sub> (70.0 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en 2010, principalmente por la reducción en la producción de algunas sustancias petroquímicas. En el periodo 1990-2010 las emisiones de metano generadas en la categoría de Procesos Industriales se redujeron a una TCMA negativa de 0.9% (Figura IV.21).

Las emisiones de N<sub>2</sub>O, en CO<sub>2</sub> eq., representaron en 2010 el 0.2% de las emisiones de GEI en esta categoría. Son generadas exclusivamente por la industria química en la producción de ácido nítrico. Durante el periodo 1990-2010, estas emisiones se redujeron 76.2%, de 1.8 Gg de N<sub>2</sub>O (548.7 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en 1990 a 0.4 Gg de N<sub>2</sub>O (130.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq.), equivalente a una disminución media anual del 6.9% (Figura IV.21).

Las emisiones procedentes de la producción y consumo de HFC están asociadas a su uso y se incrementaron en 2,307%: de 776.5 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 1990 a 18,692.3 Gg de CO<sub>2</sub> eq. en 2010 (Figura IV.22), lo que equivale a una TCMA de 17.2%. En 2010 las emisiones de HFC contribuyeron con 30.5% a las emisiones de CO<sub>2</sub> eq. en esta categoría. El mayor consumo correspondió al HFC-134a, que es empleado principalmente como refrigerante, y al HFC-23, que se genera como subproducto en la elaboración del HCFC-22. También se incrementaron de manera significativa el consumo de HFC-125 y el de HFC-143a, que se utilizan en sistemas de protección contra incendio y en equipos de refrigeración comercial respectivamente. En los últimos tres años del periodo hubo un consumo creciente de HFC-32, que se emplea como refrigerante en aires acondicionados estacionarios y cámaras de refrigeración, y de HFC-152a, que se emplea en la fabricación de espumas de poliuretano.

■ Figura IV.21. Fuentes de emisión (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en la categoría Procesos Industriales

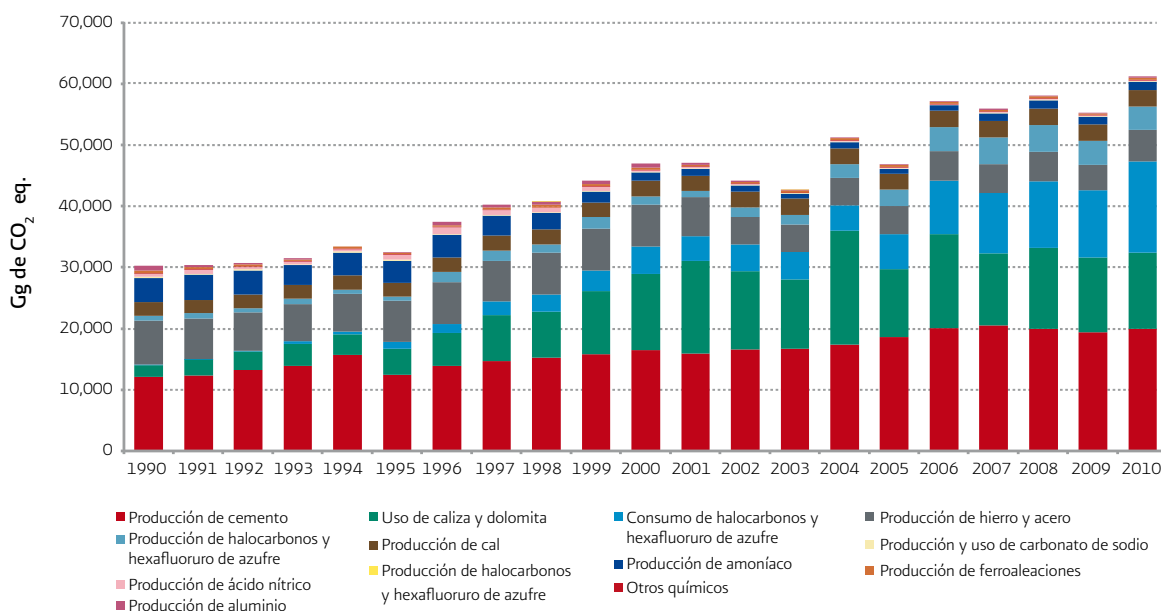
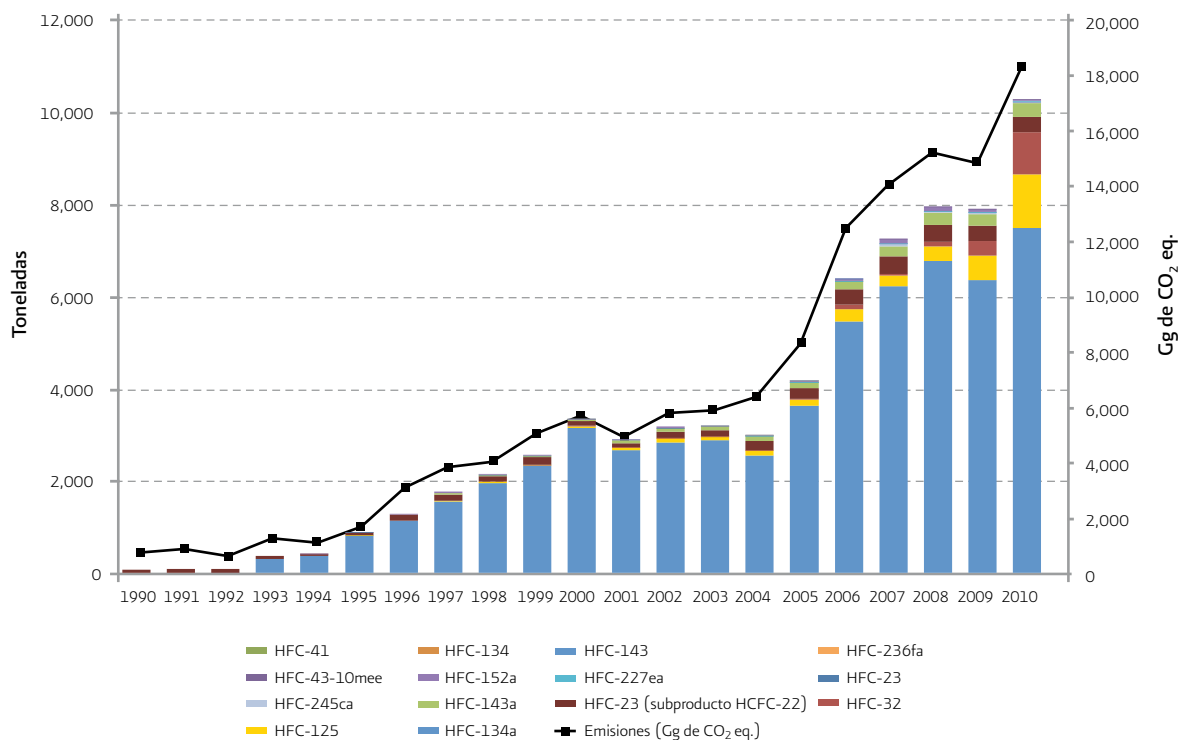


Figura IV.22. Emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC) en CO<sub>2</sub> eq.



Las emisiones de PFC son generadas exclusivamente en la producción de aluminio primario. En 2010 representaron el 0.2% (128.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) de la categoría. En 1990 las emisiones de PFC fueron de 0.091 Gg de CF<sub>4</sub> (592.8 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) y 0.006 Gg de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> (53.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq.). En 2010 las emisiones fueron de 0.017 Gg de CF<sub>4</sub> (111.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) y 0.002 Gg de C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> (16.6 Gg de CO<sub>2</sub> eq.).

Las emisiones de SF<sub>6</sub> contribuyen con alrededor de 0.2% a las emisiones de GEI en esta categoría en 2010, y corresponden exclusivamente a las emisiones potenciales de este gas de equipos eléctricos del sistema de distribución eléctrica de CFE. Las emisiones se incrementaron 246.7%, de 0.001 Gg de SF<sub>6</sub> (29.6 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en 1990 a 0.005 Gg de SF<sub>6</sub> (124.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq.) en 2010; la TCMA en el periodo fue de 7.4%.

### IV.6.3 Agricultura

La categoría de Agricultura está compuesta principalmente por las emisiones provenientes de actividades agrícolas (aplicación de fertilizantes nitrogenados, cultivos de arroz, y quema de residuos agrícolas) y pecuarias (fermentación entérica y manejo del estiércol). Sus principales emisiones son CH<sub>4</sub>, proveniente de la fermentación entérica y manejo de estiércol, y N<sub>2</sub>O, proveniente de suelos agrícolas.

La superficie cosechada de arroz, la producción de caña de azúcar y de cultivos fijadores y no fijadores de nitrógeno, así como el número de cabezas de ganado, se obtuvieron del SIACON 1990-2010, de la SAGARPA, y del INEGI 2008. El consumo de fertilizantes nitrogenados del mismo periodo se obtuvo de la página Web de la FAO, llamada "FAOSTAT", en tres periodos distintos.

Debido a la carencia de información en cuanto al número de caballos, mulas y asnos en la base del SIACON, se tomó la referencia del Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 1991 y 2007 del INEGI. Con dichas cifras se realizó una extrapolación de datos, mediante una regresión lineal, para obtener los valores intermedios en el periodo 1990-2010.

La subcategoría que más contribuyó a las emisiones en CO<sub>2</sub> eq. fue la de los suelos agrícolas, que pasó de 46,204.3 Gg en 1990 a 46,479.8 Gg en 2010. Le sigue

en importancia la fermentación entérica, la cual pasó de 38,802.61 Gg en 1990 a 37,961.5 Gg en 2010. Las emisiones totales para 1990 fueron de 92,785.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq., con una contribución del ganado de 49.8% y de los cultivos de 50.2%. Para 2010, disminuyeron 0.7%, con un total de 92,184.5 Gg de CO<sub>2</sub> eq.; el ganado contribuyó con 49.4% y cultivos con 50.6%. Por tipo de gas, el N<sub>2</sub>O representó en 2010 el 57.4% y el CH<sub>4</sub> el 42.6% (Cuadro IV.10).

■ Cuadro IV.10. Emisiones de GEI de la categoría de Agricultura por fuente (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)

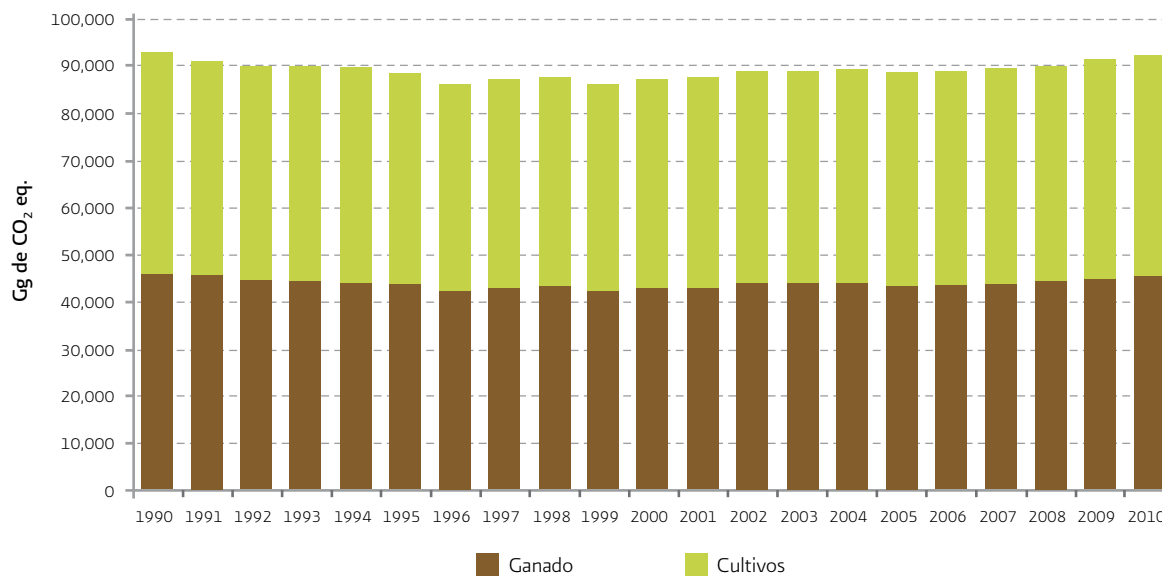
Año	Subsector ganado		Subsector cultivos			Emisiones totales Agricultura
	Fermentación entérica de ganado doméstico	Manejo del estiércol	Quema de residuos agrícolas	Suelos agrícolas	Cultivo de arroz	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.					
1990	38,802.6	7,428.1	40.8	46,204.3	310.1	92,785.9
1991	38,554.0	7,261.9	39.2	44,932.2	254.2	91,041.5
1992	37,869.0	7,140.0	42.5	44,431.0	294.7	89,777.2
1993	37,346.8	7,367.4	43.8	45,260.8	166.3	90,185.1
1994	37,068.5	7,331.9	41.4	45,102.6	247.6	89,792.0
1995	36,593.1	7,251.5	45.3	44,120.0	237.3	88,247.2
1996	35,457.6	7,033.1	45.4	43,488.8	242.4	86,267.3
1997	35,856.9	7,159.1	45.6	43,562.7	322.5	86,946.8
1998	36,145.4	7,118.8	48.6	43,954.7	267.2	87,534.7
1999	35,297.1	7,040.9	46.4	43,558.6	218.0	86,161.0
2000	35,810.1	7,125.2	43.6	43,855.9	224.8	87,059.6
2001	35,938.6	7,145.1	47.1	44,416.8	136.8	87,684.4
2002	36,784.0	7,263.5	47.1	44,640.2	131.1	88,865.9
2003	36,798.7	7,225.4	49.0	44,822.8	160.1	89,056.0
2004	36,616.2	7,267.8	50.1	45,142.9	167.1	89,244.1
2005	36,274.6	7,244.2	53.2	45,003.5	170.1	88,745.6
2006	36,431.3	7,280.8	51.6	45,048.4	187.8	88,999.9
2007	36,725.7	7,332.8	53.6	45,339.2	184.0	89,635.3
2008	37,111.5	7,391.5	52.6	45,301.2	134.5	89,991.3
2009	37,635.2	7,479.3	50.2	46,182.2	156.9	91,503.8
2010	37,961.5	7,553.5	52.0	46,479.8	137.8	92,184.6

La Figura IV.23 muestra que las emisiones provenientes del ganado y de los cultivos disminuyen de 1990 a 1999, y a partir de 2000 tienden a aumentar. Esta variación se debe al comportamiento de la población de ganado bovino y de los suelos agrícolas, cuya contribución predomina en estas dos subcategorías.

provenientes de la quema en campo de residuos agrícolas aumentaron 27.5%, mientras que las provenientes de los cultivos de arroz disminuyeron 55.6%.

Cabe mencionar que las emisiones del sector agrícola cambian considerablemente con respecto a las reportadas en el cuarto INEGEI 1990-2006, ya que prácticamente se duplican. Esto se explica por un cambio en

■ Figura IV.23. Emisiones totales en CO<sub>2</sub> eq. en la categoría de Agricultura

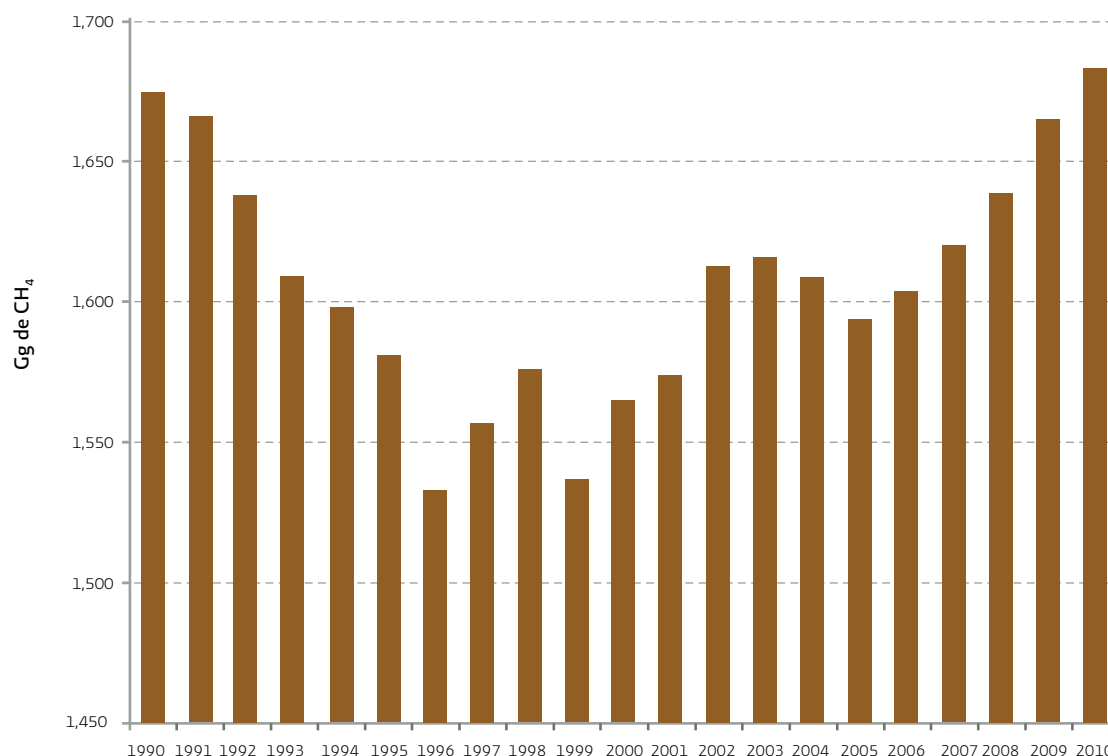


Para el caso de ganadería, la variación en las emisiones a lo largo del periodo de análisis está determinada por la dinámica del número de cabezas (Figura IV.24): el ganado de carne disminuye 5.57% en el periodo, mientras que las aves aumentan 162.52%. Asimismo, se aprecia una reducción en cabezas de equinos (63.99%), mulas y asnos (78.04%) y cabras (13.85%); y un incremento de ganado lechero (59.71%), ovinos (38.65%) y porcinos (1.53%).

Para el caso de cultivos, la principal emisión proviene de suelos agrícolas, que representa 99.6% del total en 2010, con un incremento de 0.6% con respecto a 1990. De 1990 a 1996 las emisiones de suelos agrícolas disminuyen 5.9%, pero de 1999 a 2010 se incrementan 5.7%. Para el periodo de análisis, las emisiones

las hojas de cálculo de la metodología del PICC (1996 revisada), en el apartado de emisiones de N<sub>2</sub>O por manejo del estiércol en los diferentes sistemas usados en México. La metodología en su versión en inglés (usada normalmente) solicita que se incorpore la población de ganado en miles de unidades, mientras que la versión en español la requiere en unidades, siendo esta última la manera correcta. Este cambio también afecta al cálculo de las emisiones de N<sub>2</sub>O procedentes del manejo de suelos agrícolas, ya que el total del nitrógeno excretado forma parte de estos cálculos. Comparando ambos inventarios, para el año 2006 y con el recálculo, las emisiones provenientes del manejo de excretas pasaron de 1,175 a 7,280 Gg de CO<sub>2</sub> eq., mientras que las emisiones de suelos agrícolas pasaron de 6,969 a 45,048 Gg de

■ Figura IV.24. Emisiones provenientes del ganado bovino (Gg de CH<sub>4</sub>)



CO<sub>2</sub> eq., lo que significó en ambos casos un incremento de más de 500%.

#### IV.6.4 Uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura

Para la elaboración del presente inventario no se contaba aún con el segundo ciclo del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, el cual culmina en el año 2013, ni con la Serie V de Vegetación y Uso del Suelo del INEGI, por lo que las estimaciones están basadas en los mismos conjuntos de datos utilizados en el inventario de GEI presentado en la Cuarta Comunicación Nacional.

Este inventario presenta nuevas estimaciones para las emisiones generadas por el sector, con relación al inventario de la Cuarta Comunicación Nacional. Tales estimaciones han resultado en una disminución de las emi-

siones netas estimadas de 69,778 Gg de CO<sub>2</sub> a 59,622 Gg de CO<sub>2</sub> para el año 2006, el cual corresponde al último año con información disponible para el cálculo de emisiones.

En relación con las predicciones estimadas para el periodo 2008–2010, y a modo indicativo únicamente, se realizó un ejercicio de extrapolación lineal; sin ignorar que este procedimiento no es recomendado por el PICC/GBP USCUS cuando la tendencia histórica es cambiante, tal y como sucede en el caso de la serie histórica de emisiones netas de 1990 a 2007. Por lo tanto, es importante enfatizar que México está considerando otros enfoques metodológicos para definir los niveles de referencia para el mecanismo REDD+.

Se proporcionan los resultados de las estimaciones relativas a las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero derivadas de los cambios de biomasa en bosques y otros reservorios, la conversión de bosques y

pastizales a uso agrícola, y el abandono de tierras de cultivo, en las que se presenta la revegetación, y cambio del contenido de carbono en suelos minerales. Las estimaciones se elaboraron conforme a las Directrices del PICC para los inventarios nacionales de emisiones de GEI, versión revisada en 1996 (PICC, 1997).

Se reportan las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de los cambios de biomasa por el aprovechamiento de los bosques, plantaciones, aprovechamientos comerciales autorizados, la colecta de leña para usarse como combustible y otras prácticas de gestión en el aprovechamiento forestal; las emisiones generadas por el cambio en la cobertura vegetal hacia un uso del suelo agropecuario, donde se incluye la fracción de biomasa quemada en sitio y la absorción que se da cuando las tierras de cultivo se abandonan y ocurre la revegetación. Además del CO<sub>2</sub>, se incluyen las emisiones de CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>, originados por la quema de biomasa en la conversión de bosques y pastizales.

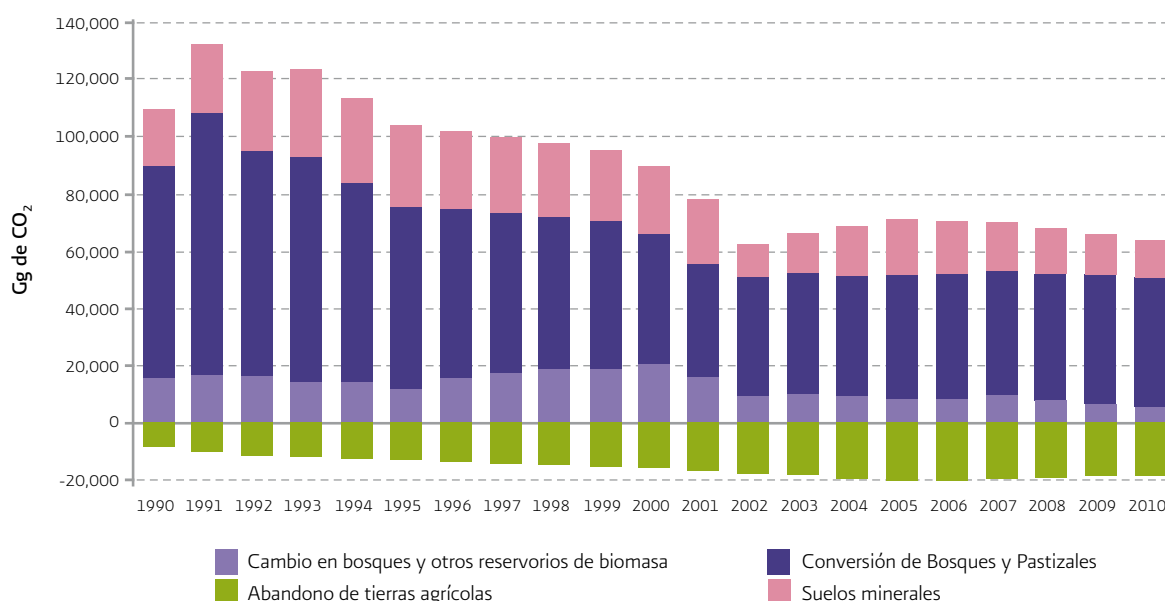
La metodología del PICC sugiere el uso de valores por defecto cuando no se tiene información propia y no está desagregada, se considera como Nivel 1, y donde la metodología del procesamiento de la información deta-

llada lo permite, se estima con Nivel 2, siguiendo en cada paso el árbol de decisión.

Las emisiones totales del sector USCUSS fueron en promedio de 73,872 Gg de CO<sub>2</sub>, con un valor máximo de 122,372 Gg de CO<sub>2</sub> en 1991 y un mínimo de 45,369 Gg de CO<sub>2</sub> en 2002. En general, para el periodo 1990-2010, se aprecia una disminución de las emisiones de 55%, al pasar de 101,257 a 45,670 Gg de CO<sub>2</sub> (Figura IV.25). Las subcategorías que más emitieron fueron la conversión de bosques y otras coberturas vegetales a usos de suelo agrícola, seguidas por el cambio de carbono en suelos minerales, aparejado con los cambios en la biomasa de bosques y otros reservorios. Cabe destacar que el proceso de abandono paulatino de tierras agrícolas es un sumidero importante en el balance neto.

Los cambios de biomasa en bosques y otros reservorios, presentan una disminución del 64% en sus emisiones, de 16,159 Gg de CO<sub>2</sub> en 1990 a 5,861 Gg de CO<sub>2</sub> en 2010. En esta estimación no se incluyen los aprovechamientos no autorizados (tala ilegal), a falta de información oficial. Se aprecia un consumo diferencial de leña, que aumenta gradualmente de 19,889 kt/año en 1990 a

■ Figura IV.25. Emisiones de la categoría USCUSS (Gg de CO<sub>2</sub>)





20,537 kt/año en 2000, y desciende de 19,256 kt/año en 2001 a 18,618 kt/año en 2010, posiblemente influido por el cambio metodológico en el registro y cálculo de esta variable.<sup>13</sup>

La conversión de bosques y otras coberturas vegetales a otros usos como el agrícola presenta una disminución del 39% en sus emisiones, de 73,720 Gg de CO<sub>2</sub> en 1990 a 45,325 Gg de CO<sub>2</sub> en el 2010, lo que se explica por la progresiva reducción de la superficie de conversión: de la Serie I de Vegetación y uso del suelo del INEGI a la Serie II, que abarca un periodo de nueve años (de 1985 a 1993), se convierten un total de 18 Mha; de la Serie II a la Serie III, que contempla un periodo de nueve años, se convirtieron 2.5 Mha, y de la Serie III a la Serie IV, que comprende cinco años, la conversión fue de 3.2 Mha. Las coberturas vegetales más afectadas son: pastizales, matorrales, bosque mesófilo, selva baja, mediana y alta.

El abandono de tierras cultivadas en las que se presenta la revegetación da lugar a la remoción o absorción (valores negativos) de emisiones; en 1990 la remoción estimada fue de 8,070 Gg de CO<sub>2</sub>; y se incrementa de forma gradual hasta alcanzar 15,256 Gg de CO<sub>2</sub> en 2010, esto es, un incremento de 124%, que contribuye positivamente a la reducción de emisiones de la presente categoría.

El cambio de carbono en suelos minerales, que oscila a lo largo del tiempo, genera emisiones ascendentes de 19,449 a 29,914 Gg de CO<sub>2</sub> en 1990 y 1993, respectivamente; de 1994 al 2002 se registra un descenso en las emisiones, de 28,838 a 11,164 Gg de CO<sub>2</sub>; del 2003 al 2005 se incrementan de 13,774 a 18,993 Gg de CO<sub>2</sub>, y del 2006 al 2010 se reducen de 17,713 a 12,593 Gg de CO<sub>2</sub>, posiblemente como consecuencia de la dinámica de cambio en la cobertura vegetal hacia uso agrícola, que se acentúa en el año de referencia de cada serie de INEGI en las superficies analizadas (Serie I vs Serie II, Serie II vs Serie III y Serie III vs Serie IV).

La metodología del PICC de 1996 sugiere que para estimar los cambios en la revegetación de áreas abandonadas, cambios en las existencias de carbono que siguen a un proceso de cambio en el uso del suelo y cambios en

los contenidos de carbono en suelos, se debe contar con un periodo de información continua de 20 años.

Debido a que solo se cuenta con información desde 1985, éste se tomó como año de referencia a partir del cual se realizaron las estimaciones para ajustar los valores anuales de 1990 al 2004; a partir del año 2005, se cuenta con la serie completa de 20 años y con ello se calculan las variables hasta el 2010.

En términos de CO<sub>2</sub> eq. las emisiones disminuyeron 54.2%, de 102,280 Gg en 1990 a 46,891.4 en 2010, con una TCMA negativa de 3.9%.

## Esfuerzos de mejora en proceso

El desarrollo de las actividades del proyecto de Fortalecimiento de la preparación REDD+ en México y fomento de la cooperación Sur-Sur, liderado por la Comisión Nacional Forestal, con financiamiento del gobierno de Noruega y la colaboración del PNUD y la FAO, que se enfocan en el establecimiento de un sistema de MRV para los bosques en el marco de la implementación del mecanismo REDD+, está orientado a fortalecer también las estimaciones del inventario nacional de GEI. En este sentido, se planea que para la próxima comunicación nacional se implementen las siguientes mejoras:

- En la consistencia de la serie de tiempo de los datos de actividad (DA) de las superficies de tierras forestales que permanecen como tierras forestales así como de tierras forestales que se convierten en otras tierras y otras clases de cambio de uso.
- En los cálculos de incertidumbre de las series de tiempo de los DA mencionados.
- Implementación de mejores procedimientos de QA/QC en las estimaciones de los DA.
- En los factores de emisión (FE) para las estimaciones de contenidos de C en la biomasa aérea de los bosques.
- En los análisis de incertidumbre de las estimaciones de cambios de contenidos de biomasa.
- En la inclusión de otros almacenes de carbono.

Por las consideraciones antes planteadas, estos esfuerzos aún no tienen resultados que hayan sido incorporados en este inventario, lo que enfatiza el carácter preliminar de los datos aquí presentados.

<sup>13</sup> Se utilizó el poder calorífico de 14,486 MJ/t.

## IV.6.5 Desechos

Las emisiones de la categoría Desechos fueron calculadas con la metodología de las Directrices del PICC 2006, la cual considera nuevas subcategorías, que son: eliminación de desechos sólidos (4A), tratamiento biológico de los desechos sólidos (4B), incineración e incineración a cielo abierto de desechos (4C), y tratamiento y eliminación de aguas residuales (4D).

Se recalculó toda la serie 1990-2010 utilizando la nueva metodología; las emisiones presentaron una reducción con respecto a la estimación informada en la anterior Comunicación Nacional.

La estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes de los Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS), se basa en el método de descomposición de primer orden (FOD, por sus siglas en inglés). En este inventario se empleó el Nivel 2 del modelo FOD, el cual requiere de la información relativa a la cantidad y tipo de desechos sólidos eliminados en: sitios gestionados anaerobios y semiaerobios, sitios no gestionados someros y profundos, y sitios no categorizados.

En la subcategoría de eliminación de desechos sólidos, se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub>, que son producto

de la descomposición anaeróbica de materia orgánica contenida en los residuos. En la subcategoría de tratamiento biológico de los desechos sólidos, se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. En la subcategoría incineración e incineración a cielo abierto de desechos, se estima CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>, gases generados por la incineración de desechos sólidos y desechos líquidos fósiles. Finalmente, para la subcategoría de tratamiento y eliminación de aguas residuales, se estiman las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; en algunos procesos de tratamiento de agua se produce CH<sub>4</sub> por la degradación de los compuestos orgánicos en condiciones anaeróbicas, y N<sub>2</sub>O, por las bacterias presentes, que consumen el nitrógeno generando N<sub>2</sub>O.

Las emisiones de GEI en unidades de CO<sub>2</sub> eq. de esta categoría aumentaron 167.0%, al pasar de 16,529.1 Gg en 1990 a 44,130.8 Gg en 2010 (Cuadro IV.11). Este aumento es resultado principalmente del crecimiento de la población, de la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios tecnificados y del impulso dado en las últimas décadas al tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales.

La principal emisión en 2010 de la categoría de Desechos, en CO<sub>2</sub> eq., corresponde al CH<sub>4</sub>, que representa

■ Cuadro IV.11. Emisiones de GEI (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) generadas por la categoría Desechos, por gas

Año	Gas			Total
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.			
1990	14,866.9	184.9	1,477.3	16,529.1
1991	14,799.3	124.2	1,529.9	16,453.4
1992	15,029.8	153.7	1,598.2	16,781.7
1993	19,728.3	201.3	1,675.9	21,605.5
1994	20,058.1	202.9	1,721.9	21,982.8
1995	20,317.3	213.4	1,752.5	22,283.2
1996	20,992.8	216.2	1,775.9	22,984.9
1997	21,102.3	196.7	1,814.3	23,113.3
1998	21,521.3	205.3	1,856.3	23,582.9
1999	23,333.0	201.5	1,905.6	25,440.1
2000	24,785.1	206.8	1,979.2	26,971.0

Año	Gas			Total
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.			
2001	25,900.2	211.5	2,035.0	28,146.7
2002	27,921.4	223.8	2,063.3	30,208.5
2003	29,223.3	307.4	2,071.3	31,602.0
2004	30,863.7	306.4	2,092.2	33,262.2
2005	31,892.5	311.0	2,110.6	34,314.1
2006	34,581.9	314.3	2,165.8	37,062.0
2007	35,888.8	326.8	2,208.5	38,424.1
2008	37,663.1	551.3	2,223.4	40,437.8
2009	39,275.8	559.9	2,230.8	42,066.4
2010	41,323.4	569.4	2,238.1	44,130.8

el 93.6% (41,323.4 Gg), seguido del N<sub>2</sub>O con 5.1% (2,238.1 Gg) y del CO<sub>2</sub> con 1.3% (569.4 Gg).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> en el periodo 1990-2010 tuvieron un crecimiento de 178.0%, al pasar de 707.9 Gg en 1990 a 1,967.8 Gg en 2010 (14,866.9 Gg de CO<sub>2</sub> eq. y 41,323.4 Gg de CO<sub>2</sub> eq.). En el caso de la eliminación de desechos sólidos, el incremento fue de 232.4%, pasando de 316.8 Gg en 1990 a 1,053.2 Gg para 2010 (6,653.6 y 22,117.7 Gg de CO<sub>2</sub> eq.), con una TCMA de 6.2%. El incremento en el periodo para aguas residuales municipales fue de 126.6%, con emisiones de 188.0 Gg en 1990 y de 426.0 Gg en 2010 (3,948.2 Gg y 8,946.5 Gg de CO<sub>2</sub> eq.), con una TCMA de 4.2%. Por

último, para aguas residuales industriales el incremento fue de 149.7%, ya que en 1990 se tuvieron 181.3 Gg y en 2010, 452.7 Gg (3,808.1 y 9,507.6 Gg de CO<sub>2</sub> eq.), lo que representó una TCMA de 4.7%.

En términos de contribución a las emisiones de CH<sub>4</sub>, los desechos sólidos aumentaron de 44.8% en 1990 a 53.5% en 2010, mientras que las aguas residuales disminuyeron de 52.2% a 44.7% del total. Las subcategorías restantes: tratamiento biológico de desechos sólidos, incineración e incineración a cielo abierto disminuyeron su participación de 3.0% a 1.8% de 1990 a 2010. El Cuadro IV.12 muestra las emisiones de CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub> eq. para el periodo 1990-2010.

■ Cuadro IV.12. Emisiones de CH<sub>4</sub> (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) por las subcategorías 4A, 4B, 4C y 4D de Desechos

Año	Tratamiento biológico	Incineración	Incineración a cielo abierto	Aguas residuales municipales	Aguas residuales industriales	Eliminación de desechos sólidos	Total
Gg de CO <sub>2</sub> eq.							
1990	201.9	NE	255.0	3,948.2	3,808.1	6,653.6	14,866.9
1991	203.2	NE	261.0	4,040.1	3,867.0	6,428.0	14,799.3
1992	204.6	NE	322.9	4,338.5	3,915.0	6,248.9	15,029.8
1993	210.7	NE	422.9	4,439.5	8,368.6	6,286.7	19,728.3
1994	212.5	NE	426.1	4,613.8	8,424.5	6,381.2	20,058.1
1995	213.9	NE	448.3	4,721.2	8,456.0	6,478.0	20,317.3
1996	214.7	0.3	453.1	5,169.9	8,487.5	6,667.3	20,992.8
1997	215.0	1.0	409.6	5,239.8	7,989.1	7,247.8	21,102.3
1998	218.5	2.5	422.2	5,349.6	7,622.8	7,905.7	21,521.3
1999	219.6	2.0	415.7	5,421.8	7,867.0	9,406.9	23,333.0
2000	220.4	2.0	426.8	5,493.7	7,983.8	10,658.3	24,785.1
2001	220.3	2.2	436.3	5,557.4	7,949.3	11,734.7	25,900.2
2002	227.4	9.8	434.1	6,120.7	8,214.0	12,915.4	27,921.4
2003	229.1	11.3	442.8	6,191.6	8,365.1	13,983.3	29,223.3
2004	227.7	11.2	443.1	6,663.2	8,362.4	15,156.1	30,863.7
2005	228.4	9.7	453.8	6,740.4	8,207.1	16,253.1	31,892.5
2006	230.5	9.7	458.5	7,864.4	8,737.9	17,280.9	34,581.9
2007	232.6	9.7	483.8	7,998.0	8,861.2	18,303.5	35,888.8
2008	235.2	9.7	475.7	8,309.5	9,097.6	19,535.4	37,663.1
2009	245.4	9.7	483.3	8,450.7	9,235.4	20,851.3	39,275.8
2010	249.7	9.7	492.1	8,946.5	9,507.6	22,117.7	41,323.4

NE se refiere a que "no fue estimada", ya que no hay información para esos años.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O derivadas de las aguas residuales municipales, del tratamiento biológico de residuos y de la incineración a cielo abierto, aumentaron 51.5%, al pasar de 4.8 Gg de N<sub>2</sub>O en 1990 a 7.2 Gg de N<sub>2</sub>O en 2010 (1,477.3 y 2,238.1 Gg de CO<sub>2</sub> eq), con una TCMA de 2.1%.

En el país la incineración a cielo abierto se da principalmente en zonas rurales. Una práctica reciente es la incineración de desechos sólidos en hornos de las plantas de cemento para la generación de energía. En el caso de los residuos peligrosos y hospitalarios, éstos son incinerados en hornos regulados por la SEMARNAT, pero su

contribución en materia de GEI es marginal, equivalente al 3.0% en el caso de CO<sub>2</sub>, y 0.05% en el caso de N<sub>2</sub>O, para 2010. De esta manera, la contribución de emisiones de GEI en este subsector proviene principalmente de la incineración a cielo abierto: en el caso del CH<sub>4</sub> equivale a 1.7% en el año 1990 con tendencia a la baja hasta un 1.2% en 2010. En lo que se refiere a CO<sub>2</sub>, la incineración a cielo abierto representó el 100% de las emisiones en el periodo 1990-1994, y 97.0% en 2010, debido a que entran en operación las plantas de incineración de residuos peligrosos y hospitalarios en el año 1995 (Cuadro IV.13).

■ Cuadro IV.13. Emisiones de N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) por las subcategorías 4B, 4C y 4D de Desechos, 1990-2010

Año	Tratamiento biológico de desechos	Incineración	Incineración a cielo abierto	Aguas residuales	Incineración	Incineración a cielo abierto
	N <sub>2</sub> O				CO <sub>2</sub>	
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.					
1990	127.1	NE	86.9	1,263.4	NE	184.9
1991	127.1	NE	88.9	1,313.9	NE	124.2
1992	127.1	NE	110.0	1,361.2	NE	153.7
1993	127.1	NE	144.0	1,404.8	NE	201.3
1994	127.1	NE	145.2	1,449.7	NE	202.9
1995	127.1	NE	152.7	1,472.7	NE	213.4
1996	127.1	0.0	154.3	1,494.4	0.5	215.7
1997	127.1	0.1	139.5	1,547.6	1.7	195.0
1998	127.1	0.3	143.8	1,585.2	4.3	201.0
1999	127.1	0.2	141.6	1,636.7	3.6	197.9
2000	127.1	0.2	145.4	1,706.5	3.6	203.2
2001	127.1	0.2	148.6	1,759.0	3.8	207.7
2002	127.1	1.1	147.9	1,787.2	17.2	206.7
2003	127.1	1.3	150.9	1,792.1	19.8	287.6
2004	127.1	1.3	150.9	1,812.9	19.5	286.9
2005	127.1	1.1	154.6	1,827.9	16.9	294.1
2006	127.1	1.1	156.2	1,881.5	16.9	297.3
2007	127.1	1.1	164.8	1,915.6	16.9	309.9
2008	127.1	1.1	162.0	1,933.2	16.9	534.4
2009	127.1	1.1	164.6	1,938.0	16.9	543.0
2010	127.1	1.1	167.7	1,942.3	16.9	552.4

NE se refiere a que "no fue estimada", ya que no hay información para esos años.

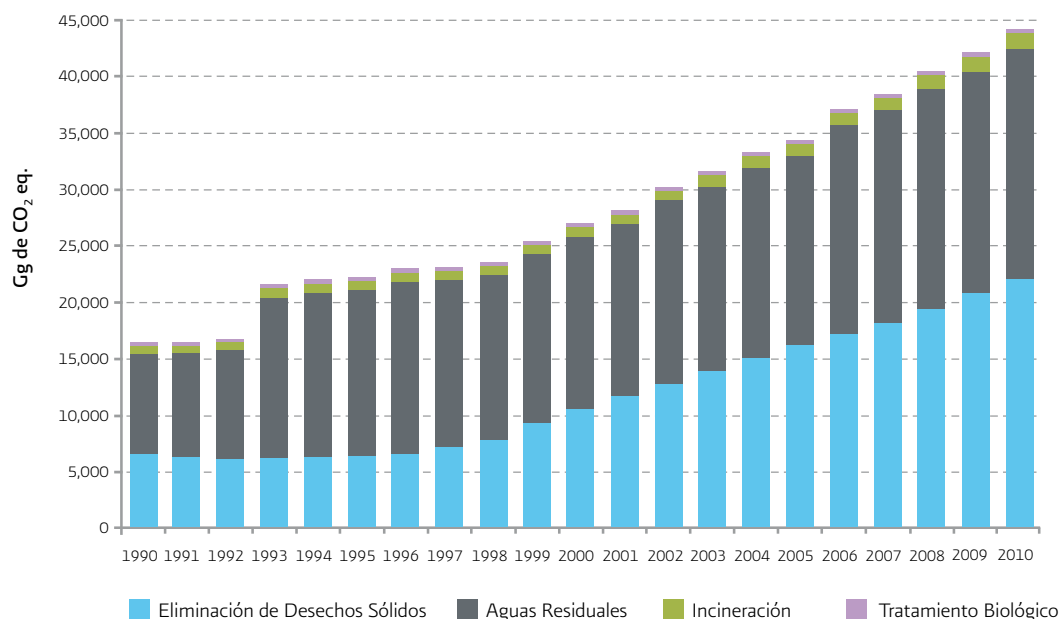
En el Cuadro IV.14 se observa la contribución de cada subcategoría a las emisiones totales en Gg de CO<sub>2</sub> eq. y su TCMA.

En la Figura IV.26 se puede ver el comportamiento, en Gg de CO<sub>2</sub> eq, de las subcategorías que conforman esta categoría. A partir de 2003 se toma en cuenta la

■ Cuadro IV.14. Emisiones de GEI en Gg de N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> por las subcategorías 4B, 4C y 4D de Desechos

Subcategoría	1990	2010	1990	2010	TCMA
	Gg de CO <sub>2</sub> eq.		Contribución %		%
4A Eliminación de desechos sólidos	6,653.6	22,117.7	40.3	50.1	6.2
4B Tratamiento biológico de los desechos sólidos	329.0	376.8	2.0	0.9	0.7
4C Incineración e incineración a cielo abierto	526.8	1,239.9	3.2	2.8	4.4
4D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	9,019.7	20,396.4	54.6	46.2	4.2
Total	16,529.1	44,130.8			5.0

■ Figura IV.26. Emisiones (Gg de CO<sub>2</sub> eq.) para las subcategorías 4A, 4B, 4C y 4D de Desechos



recuperación de metano (equivalente a 1 Gg de CH<sub>4</sub> anual) del relleno sanitario de Salinas Victoria, ubicado en la zona conurbada de Monterrey, Nuevo León, el cual es empleado como combustible para la operación de la primera planta de generación de electricidad de este tipo en nuestro país.

## IV.7 Tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero para el periodo 1990 a 2010

Las tendencias en las emisiones son un reflejo de las variaciones en la producción y el consumo de combustibles fósiles, así como de los cambios en las actividades de producción agrícola, pecuaria, silvícola, industrial y de servicios, y de aquellas relativas al uso del suelo en el país.

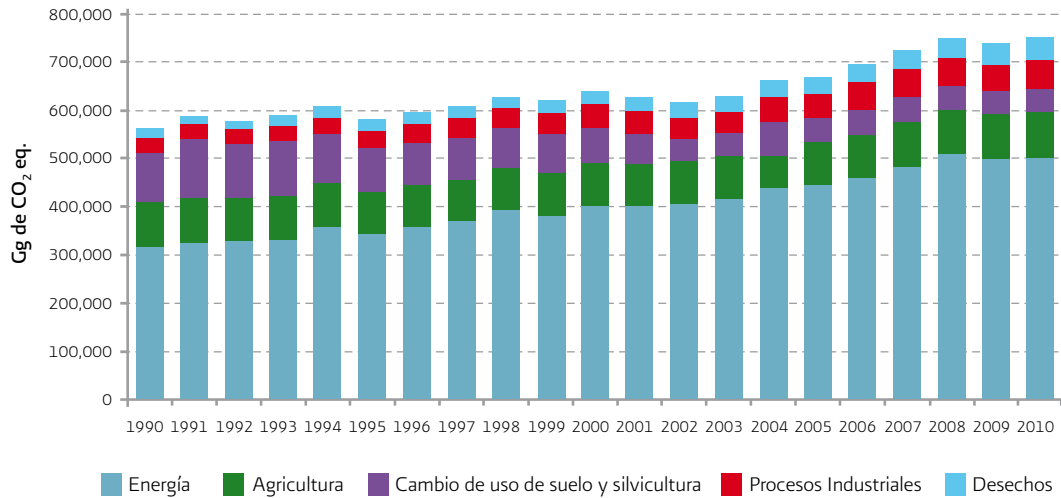
En el periodo de 1990 a 2010 el país experimentó una serie de transformaciones en términos económicos

y sociales. Entre ellos, el cambio de modelo económico hacia un adelgazamiento del Estado, lo que significó un menor control gubernamental sobre las actividades productivas y los precios.

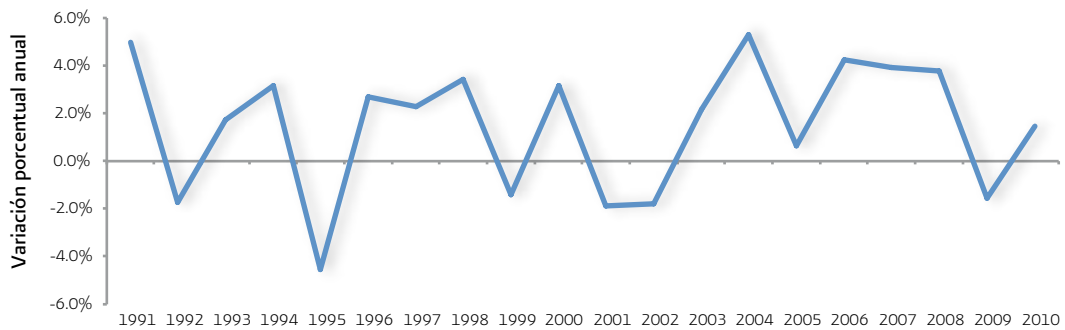
En este contexto, algunas actividades sociales y económicas que contribuyen de manera importante a las emisiones de GEI experimentaron cambios sustanciales. Las emisiones totales de GEI aumentaron durante el periodo aunque presentaron cambios o variaciones en la contribución.

Estas variaciones difícilmente pueden atribuirse a una sola causa, ya que obedecen a una diversidad de factores económicos nacionales e internacionales, como la creación de acuerdos comerciales internacionales y reformas sectoriales, que derivaron en la adopción de nuevas tecnologías, esquemas de producción, oferta y demanda de bienes y servicios dentro del país y hacia el exterior.

■ Figura IV.27. Tendencia de las emisiones de GEI



■ Figura IV.28. Variación porcentual anual de las emisiones totales de GEI



## IV.8 Indicadores relevantes de las emisiones de GEI

### IV.8.1 Emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por habitante son reflejo de las opciones y condicionantes de un país para abastecer de energía a su población. En el plano internacional las comparaciones de emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita muestran la divergencia que existe entre los países en este sentido. Generalmente, aquellos países con mayor nivel de ingreso y de desarrollo son los que presentan una mayor emi-

sión per cápita, aun cuando han tendido hacia la baja en el periodo 1990-2010 (AIE, 2011).<sup>14</sup>

En ese periodo, el producto interno bruto (PIB)<sup>15</sup> del país creció en promedio 2.5% anual,<sup>16</sup> las emisiones de GEI en la categoría de Energía aumentaron en 2.3% anual y la población nacional presentó una TCMA de

<sup>14</sup> La Agencia Internacional de Energía presenta comparaciones internacionales de emisiones per cápita entre regiones y países.

<sup>15</sup> PIB constante base 2003.

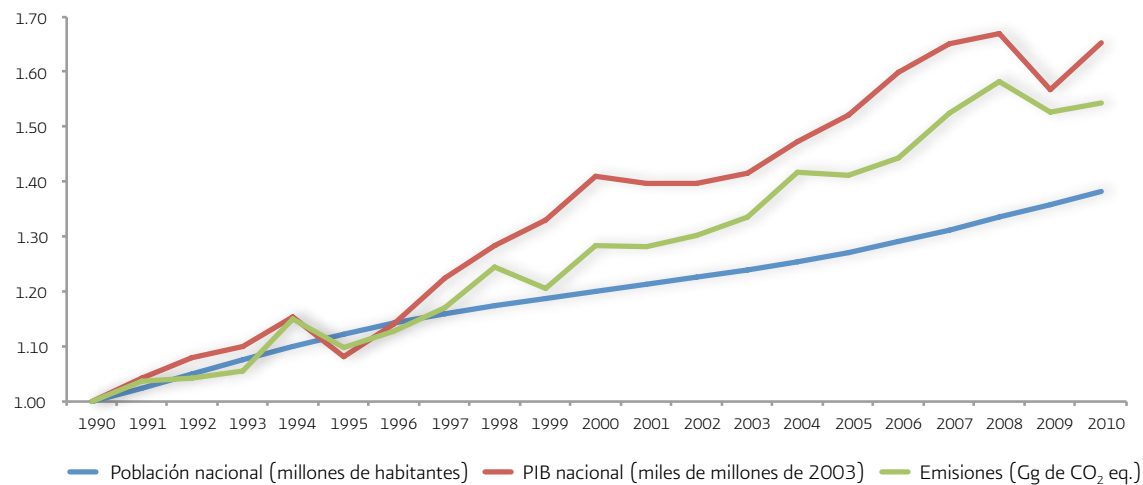
<sup>16</sup> Tasa de crecimiento media anual del PIB: estimación propia con base en los datos de INEGI.

1.6%.<sup>17</sup> A pesar del incremento de las emisiones por un mayor consumo de combustibles fósiles entre 1990 y 2010, estas han crecido a una tasa menor que la economía (Figura IV.29).

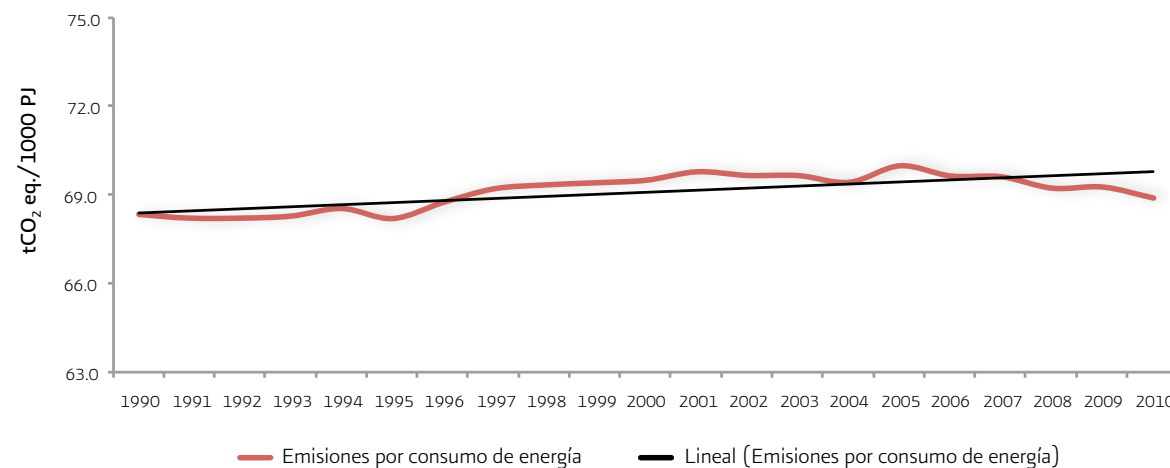
Por otro lado, el consumo de energía *per cápita* registró en 2010 un valor de 75.2 GJ, 0.1% mayor al observado en 2009. Por su parte, la TCMA del consumo *per cápita* para el periodo 1990-2010 fue de 1.1%.<sup>18</sup>

En 2010, las emisiones *per cápita* para México fueron de 6.7 tCO<sub>2</sub> eq., considerando el total de emisiones nacionales de GEI. Analizando la relación existente entre el consumo de energía y las emisiones generadas, en 2010, se emitieron 69.3 tCO<sub>2</sub> eq. por cada 1,000 petajoules consumidos, equivalente a una disminución en el periodo de 2.1% (Figura IV.30).

■ Figura IV.29. Índice de emisiones, población y PIB, México, 1990=1



■ Figura IV.30. Emisiones por consumo de energía



<sup>17</sup> Tasa de crecimiento media anual de la población: estimación propia con base en los datos de los censos de población de INEGI.

<sup>18</sup> Sistema de Información Energética de SENER.



Como se mencionó, el CO<sub>2</sub> es el principal GEI emitido por México. En 2009 las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita*, considerando únicamente las emisiones por consumo de combustibles fósiles, fueron de 3.63 toneladas (Figura IV.31), mientras que el promedio mundial fue de 4.1 toneladas (AIE, 2011).

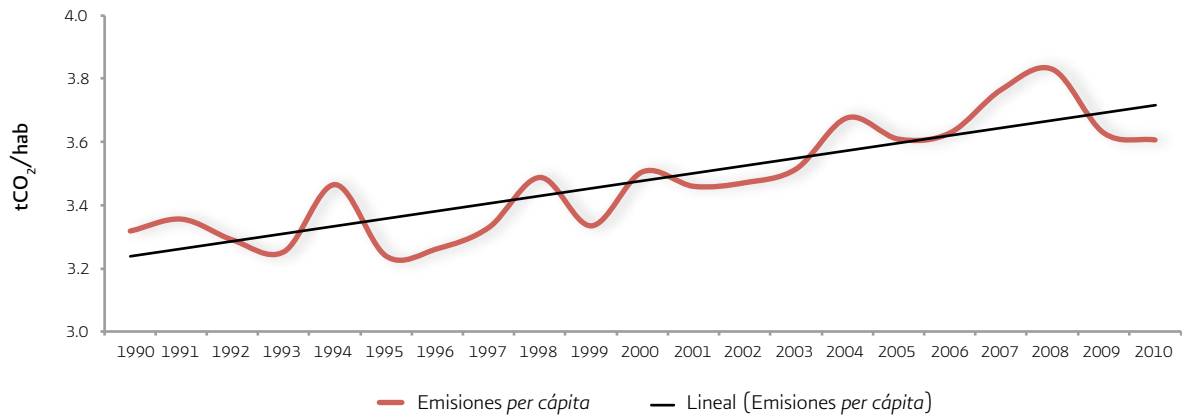
Según datos de la Agencia Internacional de Energía (AIE), para el periodo 1990-2009, el crecimiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles fue: China, 208.9%; India, 172.3%; Indonesia, 164.7%; Corea, 124.8%; Brasil, 73.9%; Singapur, 55.7%; México, 50.4%, y Sudáfrica 45.0%; por otra parte, Rusia disminuyó 29.7%.

Las emisiones *per cápita* por consumo de combustibles fósiles estimadas por la AIE en 2009 para México fueron de 3.72 tCO<sub>2</sub>; la estimación del inventario nacional fue de 3.63 tCO<sub>2</sub> *per cápita* (Figura IV.32). El valor reportado por la AIE es 2.5% mayor que el del INEGI.

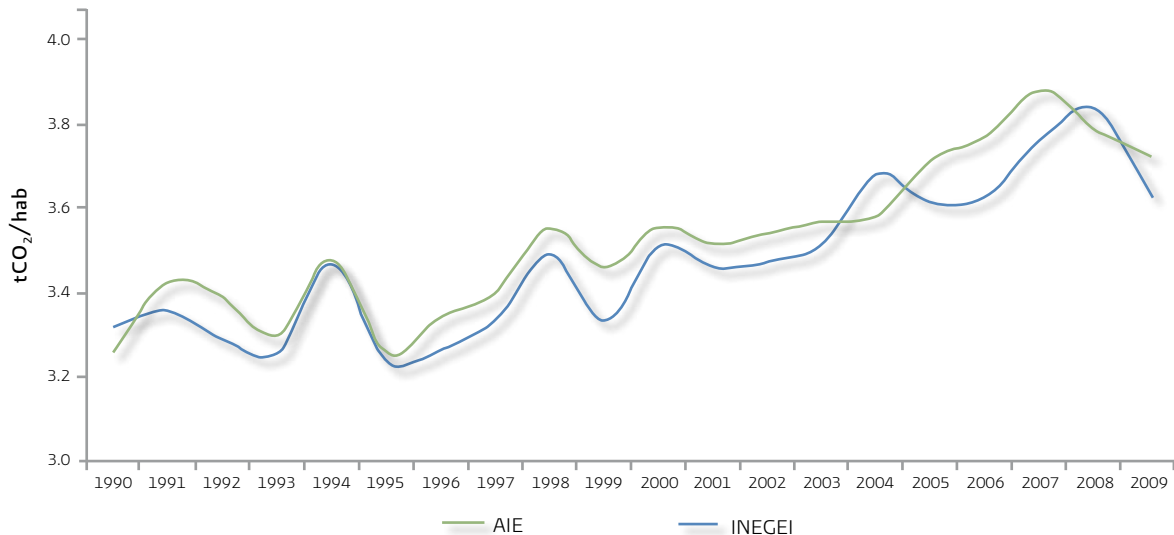
## IV.8.2 Emisiones de GEI por producto interno bruto

La intensidad de las emisiones de GEI es un indicador que resulta de dividir la cantidad de emisiones de un país entre el PIB de su economía. El dato brinda una idea del posible

■ Figura IV.31. Emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita*



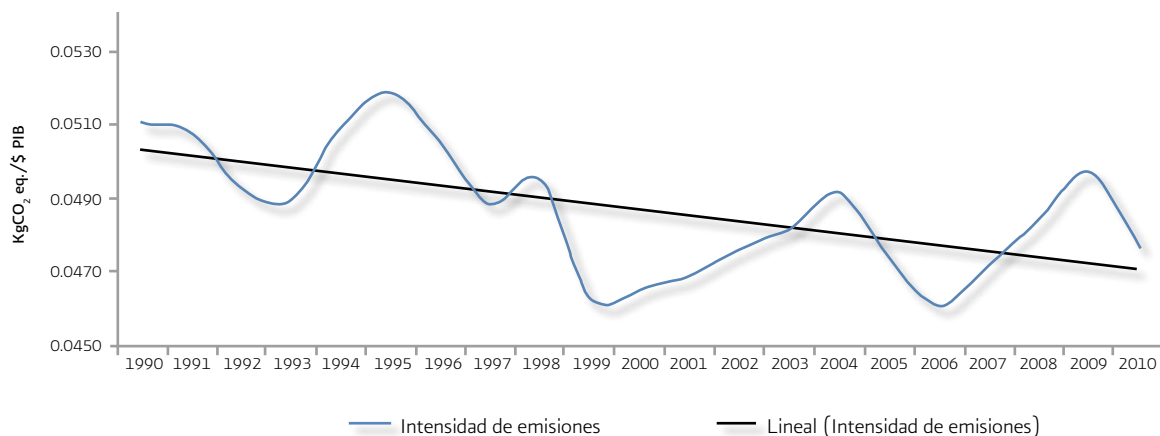
■ Figura IV.32. Comparativa de las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita*



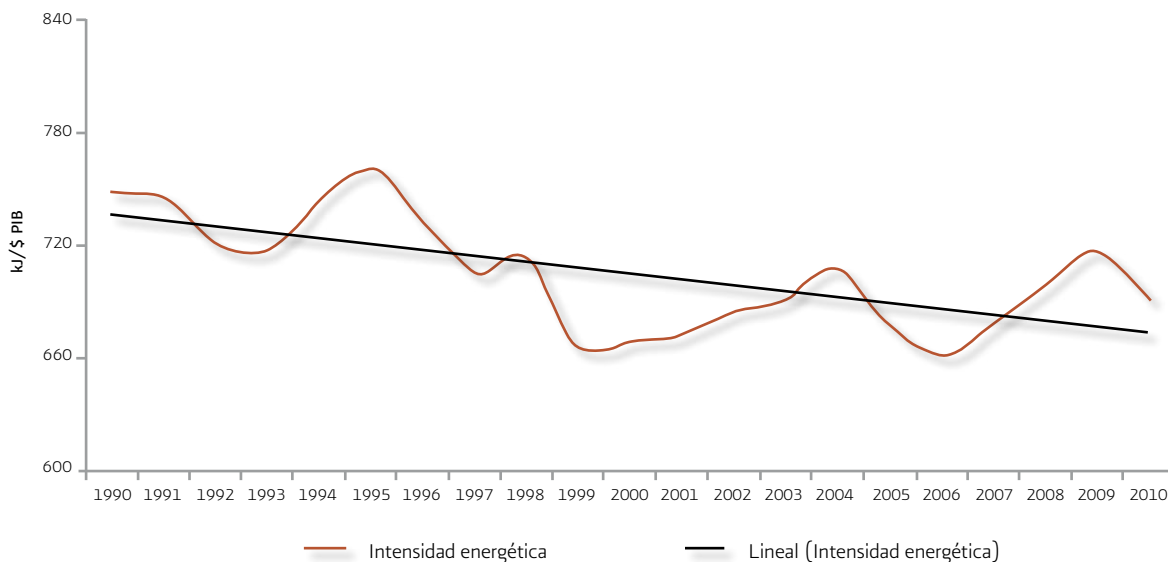
desacoplamiento de las emisiones con respecto al crecimiento de la economía nacional. Las emisiones de GEI por energía, por unidad de PIB fueron en 2010 de 0.048 kg de CO<sub>2</sub> eq. por peso del PIB, a precios constantes de 2003, lo cual representa una disminución del 6.6% con respecto a 1990, cuando dicho indicador fue de 0.051 kg de CO<sub>2</sub> eq. por peso del PIB<sup>19</sup> (Figura IV. 33).

La intensidad energética mostró una tendencia hacia la baja (Figura IV.34), aunque su comportamiento varía año con año. Se observa un aumento de la intensidad energética para los siguientes periodos: 1993-1999-2004 y 2006-2009. En 2009 el incremento se debió a una mayor caída en el PIB (6.1%) con respecto al consumo de energía (3.6%).

■ Figura IV.33. Intensidad de las emisiones



■ Figura IV.34. Intensidad energética



<sup>19</sup> Los datos del producto interno bruto para la serie 1990-2010, a precios constantes de 2003, se obtuvieron del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI.

### IV.8.3. Emisiones de GEI por consumo de electricidad

Existen dos metodologías propuestas por entidades mexicanas para el cálculo del factor de emisión por electricidad. La del Programa de GEI México como referente a la generación de energía eléctrica, mientras que la propuesta por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE)<sup>20</sup> se basa en el consumo de energía eléctrica. Ambas metodologías consideran el total de emisiones de GEI por el consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica.

La CONUEE relaciona las emisiones de GEI con el consumo de electricidad, es decir, con la energía facturada, descontando las pérdidas por transmisión y distribución en la red eléctrica.

El Programa GEI México relaciona las emisiones con la generación neta total, que es el resultado de la suma de la generación neta más las importaciones de electricidad y los excedentes vendidos a CFE por autoabastecedores.

El Cuadro IV.15 muestra los valores estimados para el factor de emisión de la red eléctrica para el periodo 1990-2010 conforme a la metodología de la CONUEE, y para el periodo 2003-2010 con la que propone el Programa GEI México, el cual solo se calculó a partir de 2003, por no contar con la información necesaria de los años anteriores.

■ Cuadro IV.15. Evolución del factor de emisión eléctrico

Año	CONUEE	GEI México
	tCO <sub>2</sub> /MWh	tCO <sub>2</sub> /MWh
1990	0.6739	-
1991	0.6777	-
1992	0.6465	-
1993	0.6474	-
1994	0.7140	-
1995	0.6415	-
1996	0.6410	-
1997	0.6696	-
1998	0.6958	-
1999	0.6597	-
2000	0.6683	-
2001	0.6888	-
2002	0.6796	-
2003	0.6860	0.6125
2004	0.6246	0.5520
2005	0.6324	0.5574
2006	0.6065	0.5281
2007	0.5822	0.5197
2008	0.5458	0.4723
2009	0.5918	0.5093
2010	0.5827	0.4980

Al ser la generación neta mayor que el consumo, el factor de emisión del Programa GEI México es menor al propuesto por la CONUEE.

Para obtener resultados coherentes con el INEGI, el factor de emisión que se recomienda emplear para consumo de electricidad es el propuesto por la CONUEE, mientras que para generación de electricidad se recomienda el propuesto por el Programa GEI México.

## IV.9 Comparación internacional

Con el fin de ubicar las emisiones de CO<sub>2</sub> de México en el contexto internacional, se tomaron los datos de emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles estimados

<sup>20</sup> CONUEE "Metodología para la cuantificación de emisiones de GEI"

por la AIE. En las comparaciones se incluyeron indicadores de intensidad, como las emisiones *per cápita* y las emisiones por unidad monetaria del PIB, para un grupo de 134 países. En el proceso de comparación se incluyeron datos de emisiones y PIB del 2009 (AIE, 2011). Junto con ello se incluyó el valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH) del 2009 (PNUD, 2011).

Para la comparación, se diferenció entre países Anexo I y No-Anexo I de la CMNUCC y si pertenecen a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organismo del cual México forma parte. Igualmente se señalaron los países de América Latina y el Caribe (ALyC) y aquellos países que integran el Grupo de los 8 (G8) y el Grupo de los 20 (G20). México participa en la CMNUCC como Parte No-Anexo I, es miembro de la OCDE y forma parte del G20.

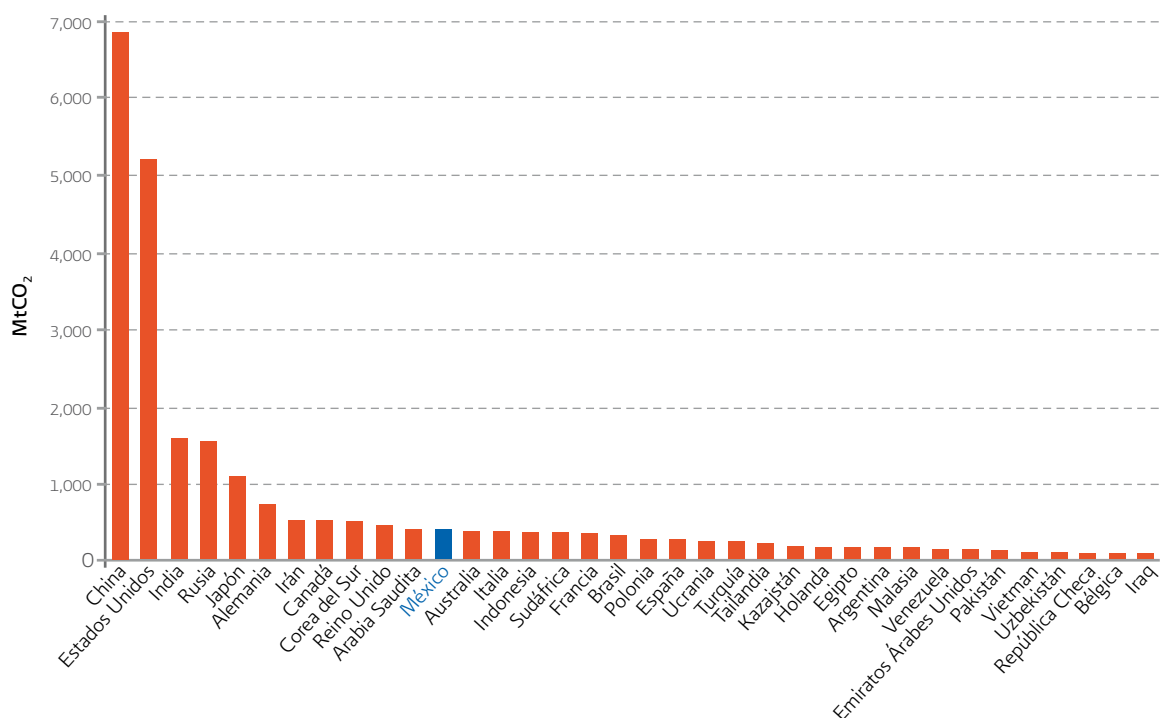
Es importante considerar que de 2008 a 2009 se agudizaron los efectos de la crisis financiera global<sup>21</sup> (Ver

Capítulo I), por lo que las emisiones bajaron 1.5% a nivel mundial, y se observa un cambio en la posición que guardaban los países con respecto a lo informado en la Cuarta Comunicación Nacional.

De acuerdo a las estimaciones de la AIE, en 2009 las emisiones globales de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles fueron 27,983.7 millones de toneladas; esta cifra no incluye las emisiones provenientes de la aviación y la navegación internacionales.

El Cuadro IV.16 muestra un listado de 36 países que en conjunto emiten el 90% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles. En el listado se encuentran 16 países Anexo I (AI) y 20 países No-Anexo I (NAI) de la CMNUCC; también se encuentran 16 países de los 30 que integran a la OCDE, la totalidad de los países del G20 y cuatro de ALyC (Figura IV.35).

■ Figura IV.35. Países con mayor contribución de emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustible fósil en 2009



<sup>21</sup> "Reporte sobre el sistema financiero del Banco de México", julio 2009.

■ Cuadro IV.16. Países que representan 90% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles [LA], 2009

No.	Estimación para el año 2009	PNUD	AIE Población	AIE PIB	AIE PIB	AIE PIB	Emisiones de CO <sub>2</sub> Método Sectorial	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo
	País	Índice de Desarrollo Humano	millones	millones de dólares 2000	millones de dólares 2000, PPP*	millones de toneladas de CO <sub>2</sub>	Contribución a emisiones globales (%)	Total acumulado (millones de t CO <sub>2</sub> )	PIB per cápita (dólares 2000)	PIB per cápita (dólares 2000, PPP)	CO <sub>2</sub> per cápita (t per cápita)	CO <sub>2</sub> /PIB (kg CO <sub>2</sub> /dólar 2000)	CO <sub>2</sub> /PIB (kg CO <sub>2</sub> /dólar 2000, PPP)	Cálculo
1	China	0.674	1,331.5	2,937.5	12,194.4	6,831.6	24.4	6 831.6	2,206.3	9,158.7	5.1	2.3	0.6	
2	Estados Unidos	0.906	3,07.5	11,357.1	11,357.1	5,195.0	18.6	12,026.6	36,935.6	36,935.6	16.9	0.5	0.5	
3	India	0.535	1,155.3	8,74.9	4,567.0	1,585.8	5.7	13,612.4	757.3	3,952.9	1.4	1.8	0.3	
4	Rusia	0.747	1,41.9	397.5	1,530.2	1,532.6	5.5	15,145.0	2,801.5	10,783.0	10.8	3.9	1.0	
5	Japón	0.895	1,27.3	4,872.2	3,392.9	1,092.9	3.9	16,237.9	38,265.1	26,646.6	8.6	0.2	0.3	
6	Alemania	0.9	81.9	1,998.7	2,243.2	750.2	2.7	16,988.1	24,411.0	27,397.6	9.2	0.4	0.3	
7	Irán	0.703	72.9	1,58.1	577.0	533.2	1.9	17,521.3	2,168.5	7,914.0	7.3	3.4	0.9	
8	Canadá	0.903	33.7	846.8	1,021.1	520.7	1.9	18,042.0	25,098.8	30,263.5	15.4	0.6	0.5	
9	Corea del Sur	0.889	48.7	752.8	1,141.0	515.5	1.8	18,557.5	15,443.6	23,406.4	10.6	0.7	0.5	
10	Reino Unido	0.86	61.8	1,677.1	1,742.6	465.8	1.7	19,023.3	27,141.1	28,201.4	7.5	0.3	0.3	
11	Arabia Saudita	0.763	25.4	249.5	371.9	410.5	1.5	19,433.8	9,827.9	14,647.2	16.2	1.6	1.1	
12	<b>México</b>	<b>0.762</b>	<b>107.4</b>	<b>724.4</b>	<b>1,122.9</b>	<b>399.7</b>	<b>1.4</b>	<b>19,833.5</b>	<b>6,741.7</b>	<b>10,451.6</b>	<b>3.7</b>	<b>0.55</b>	<b>0.4</b>	
13	Australia	0.926	22.1	535.2	703.8	394.9	1.4	20,228.3	24,217.5	31,845.4	17.9	0.7	0.6	
14	Italia	0.87	60.2	1,110.7	1,475.1	389.3	1.4	20,617.6	18,452.0	24,506.4	6.5	0.4	0.3	
15	Indonesia	0.607	230.0	258.5	938.7	376.3	1.3	20,993.9	1,124.1	4,082.0	1.6	1.5	0.4	
16	Sudáfrica	0.61	49.3	181.9	528.0	369.4	1.3	21,363.2	3,688.6	10,705.1	7.5	2.0	0.7	
17	Francia	0.88	64.5	1,472.8	1,702.0	354.3	1.3	21,717.5	22,836.0	26,390.6	5.5	0.2	0.2	
18	Brasil	0.708	193.7	856.0	1,652.1	337.8	1.2	22,055.3	4,418.5	8,527.7	1.7	0.4	0.2	

No.	Estimación para el año 2009	PNUD	AIE Población	AIE PIB	AIE PIB	AIE PIB	Emisiones de CO <sub>2</sub> Método Sectorial	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo	Cálculo
	País	Índice de Desarrollo Humano	millones	miles de millones dólares 2000	miles de millones dólares 2000, PPP*	miles de millones dólares 2000, PPP*	millones de toneladas de CO <sub>2</sub>	Contribución a emisiones globales (%)	Total acumulado (millones de t CO <sub>2</sub> )	PIB per cápita (dólares 2000)	PIB per cápita (dólares 2000, PPP)	CO <sub>2</sub> per cápita (t per cápita)	CO <sub>2</sub> /PIB (kg CO <sub>2</sub> /dólar 2000)	CO <sub>2</sub> /PIB (kg CO <sub>2</sub> /dólar 2000, PPP)	Cálculo
19	Polonia	0.807	38.2	241.7	570.4	570.4	286.8	1.0	22,342.1	6,334.1	14,950.0	7.5	1.2	0.5	0.5
20	España	0.874	45.9	713.4	1 054.6	1 054.6	283.4	1.0	22,625.5	15,531.9	22,961.5	6.2	0.4	0.3	0.3
21	Ucrania	0.72	46.0	45.4	288.2	288.2	256.4	0.9	22,881.9	986.7	6,265.2	5.6	5.6	0.9	0.9
22	Turquía	0.69	71.9	357.0	789.1	789.1	256.3	0.9	23,138.2	4,964.9	10,975.1	3.6	0.7	0.3	0.3
23	Tailandia	0.673	67.8	173.9	550.4	550.4	227.8	0.8	23,366.0	2,566.6	8,122.1	3.4	1.3	0.4	0.4
24	Kazajistán	0.733	15.9	37.8	133.5	133.5	189.5	0.7	23,555.5	2,376.2	8,401.2	11.9	5.0	1.4	1.4
25	Holanda	0.905	16.5	432.5	525.8	525.8	176.1	0.6	23,731.6	26,168.2	31,816.8	10.7	0.4	0.3	0.3
26	Egipto	0.638	83.0	152.4	362.2	362.2	175.4	0.6	23,907.0	1,835.7	4,363.7	2.1	1.2	0.5	0.5
27	Argentina	0.788	40.3	398.0	624.9	624.9	166.6	0.6	24,073.6	9,880.6	15,514.2	4.1	0.4	0.3	0.3
28	Malasia	0.752	27.5	137.1	299.3	299.3	164.2	0.6	24,237.8	4,992.4	10,898.1	6.0	1.2	0.5	0.5
29	Venezuela	0.732	28.4	160.0	191.2	191.2	154.6	0.6	24,392.4	5,637.7	6,737.3	5.4	1.0	0.8	0.8
30	Emiratos Árabes Unidos	0.841	4.6	118.1	116.6	116.6	147.0	0.5	24,539.4	25,670.4	25,360.9	32.0	1.2	1.3	1.3
31	Pakistán	0.499	169.7	111.5	394.9	394.9	136.9	0.5	24,676.4	656.9	2,326.9	0.8	1.2	0.3	0.3
32	Vietnam	0.584	87.3	58.8	298.9	298.9	114.1	0.4	24,790.4	674.2	3,425.1	1.3	1.9	0.4	0.4
33	Uzbekistán	0.631	27.8	24.8	66.5	66.5	112.4	0.4	24,902.8	892.8	2,395.4	4.0	4.5	1.7	1.7
34	República Checa	0.863	10.5	75.9	206.0	206.0	109.8	0.4	25,012.6	7,220.4	19,606.5	10.5	1.4	0.5	0.5
35	Bélgica	0.883	10.8	260.8	317.7	317.7	100.7	0.4	25,113.3	24,173.6	29,444.7	9.3	0.4	0.3	0.3
36	Iraq	0.565	28.9	23.0	31.5	31.5	98.8	0.4	25,212.1	795.0	1,086.9	3.4	4.3	3.1	3.1

\* PPP: Purchasing Power Parity: Paridad de Poder Adquisitivo.

Los cuatro países de ALyC: Argentina, Brasil, México y Venezuela, generaron el 3.8% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> del 2009. De acuerdo a las cifras reportadas por la AIE para ese año, a nivel mundial México ocupó el lugar 12 en las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles, con un total de 399.7 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que representó 1.4% de las emisiones globales.

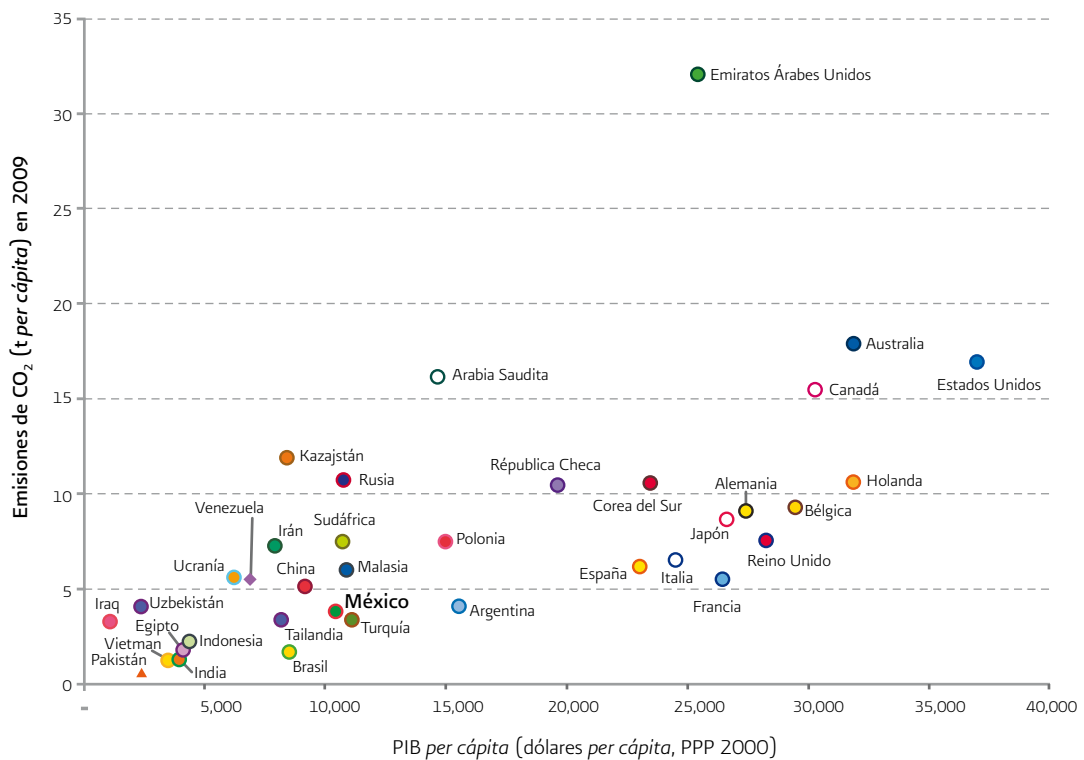
La Figura IV.36 muestra una comparación de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el PIB *per cápita* de los 36 países (Cuadro IV.16), los cuales representan el 85.7% del PIB mundial.

En general, los países que gozan de un mayor nivel de ingreso *per cápita* son aquellos que igualmente emiten

una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> por habitante por la quema de combustibles fósiles. En la medida en que el nivel de ingreso es menor, un mayor porcentaje de la población utiliza combustibles tradicionales, como la leña o el bagazo.

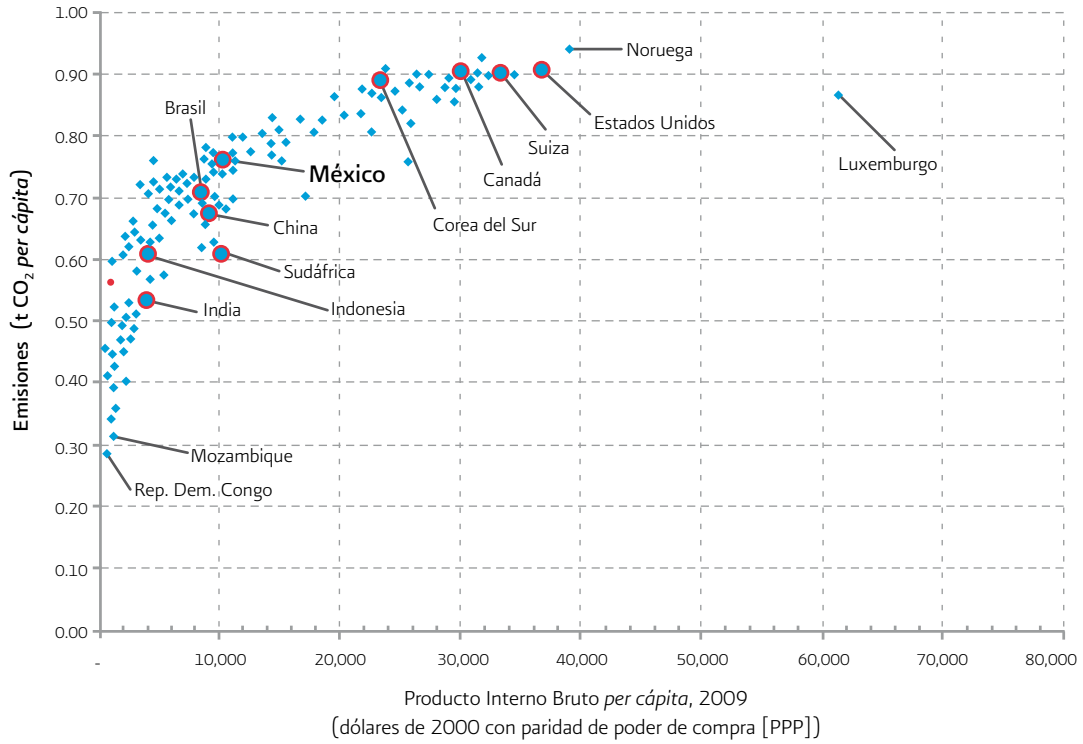
En el caso de países que dependen del carbón como principal fuente de energía, se presentan mayores emisiones *per cápita* aun cuando el nivel de ingreso sea menor, mientras que en países donde la matriz energética incluye una mayor proporción de generación con energía nuclear, geotérmica o hidroeléctrica, las emisiones *per cápita* son menores, aun cuando exista un mayor nivel de ingreso.

■ Figura IV.36. Comparación Internacional de emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita*, 2009

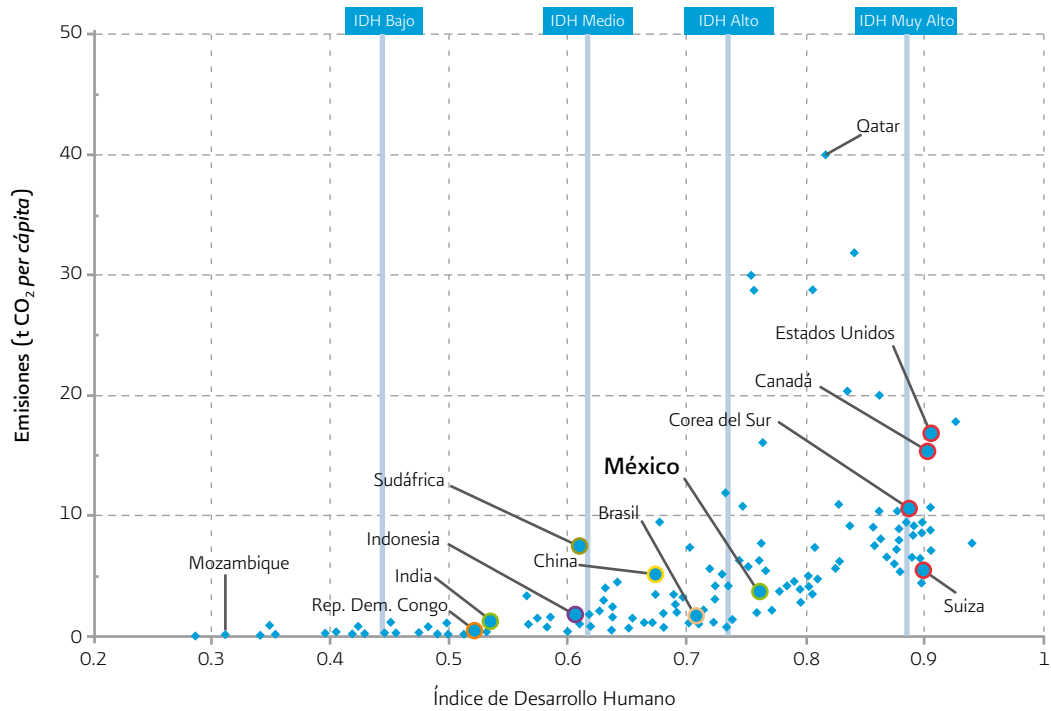


Fuente: Elaborado a partir de información de AIE, 2011.

■ Figura IV.37. Comparación internacional del PIB *per cápita* e IDH, 2009



■ Figura IV.38. Comparación internacional de emisiones (tCO<sub>2</sub>/hab) *per cápita* e IDH, 2009





Otra comparación relevante para las emisiones de CO<sub>2</sub> es con respecto al IDH, que mide los logros alcanzados por un país en cuanto a tres dimensiones básicas del desarrollo: 1) salud y esperanza de vida; 2) educación de la población, y 3) ingreso *per cápita*.

Como se muestra en la Figura IV.37, un alto valor del IDH está generalmente asociado a una mayor emisión *per cápita*. En aquellos países donde existe una mayor dependencia de combustibles tradicionales (como la biomasa), tanto el IDH como el nivel de emisiones son menores; por otro lado, en los países donde de manera preponderante existe un consumo de combustibles comerciales, generalmente fósiles, se emiten mayores emisiones de CO<sub>2</sub> y existe un nivel de desarrollo humano más alto.

A pesar de que México presentó un valor de IDH alto desde 2005, su nivel de ingreso y de emisiones *per cápita* guarda más parecido con países cuyo nivel de desarrollo humano es medio, como se puede apreciar en la Figura IV.38. De acuerdo a los datos del IDH 2009 y a las estimaciones de CO<sub>2</sub> de la AIE, México se ubica en el lugar 57 del mundo en términos de desarrollo humano, en el lugar 56 en ingreso *per cápita*<sup>22</sup> y en el puesto 65 en emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* por quema de combustibles fósiles.

## IV.10 Conclusiones sobre el INEGEI

Las emisiones de gases de efecto invernadero en unidades de CO<sub>2</sub> eq., crecieron 33.4% en el periodo 1990 a 2010. La categoría de Energía prevalece como la principal fuente de emisiones de GEI, y dentro de ésta, el transporte y la generación de energía eléctrica predominan como fuentes clave de emisión.

El crecimiento de las emisiones de GEI en México es menor al de su economía. Entre 1990 y 2010 la econo-

mía creció a una TCMA de 2.5%, mientras que las emisiones crecieron al 1.5% anual.

La mejora en la eficiencia energética nacional y la inversión hacia el uso de tecnologías más eficientes han logrado que la intensidad energética (consumo de energía por peso del PIB) y la intensidad de emisiones (emisiones de CO<sub>2</sub> por peso del PIB) mejoraran entre 1990 y 2010; ambas intensidades muestran una tendencia hacia la baja.

La intensidad energética disminuyó de 737.2 kJ a 688.1 kJ por peso del PIB, un decremento del 6.7%. Por su parte, la intensidad de emisiones por energía se redujo de 0.051 kg a 0.048 kg de CO<sub>2</sub> eq. por peso del PIB (a precios de 2003), lo que representa una disminución del 6.6%.

Cabe mencionar que para los últimos tres años se tuvo una reducción de emisiones de CH<sub>4</sub> por la implementación de proyectos bajo el esquema del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) en manejo de estiércol, equivalentes a 3,388.93 Gg de CO<sub>2</sub> eq.; sin embargo, esta reducción no se consideró en el inventario (Ver Capítulo V).

Las emisiones de GEI por habitante, considerando únicamente las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles en el INEGEI, se ubican en 3.63 toneladas en 2009; comparado con las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de combustibles fósiles de la Agencia Internacional de Energía que informa para México de 3.72 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante en 2009, y la media mundial de 4.3 toneladas de CO<sub>2</sub> por habitante.

Con las cifras obtenidas en el INEGEI 1990-2010 se confirma que en México existen indicios de desacoplamiento entre el crecimiento económico y el crecimiento de las emisiones de GEI.

<sup>22</sup> Considera el PIB *per cápita* a dólares constantes de 2000, con paridad del poder de compra (PPP, por sus siglas en inglés) para los países.

## IV.11. Referencias

- AIE, 2011. CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion Highlight. París, Francia.
- Bachmann, J., 2009. Black Carbon: A Science/Policy Primer, Pew Center on Global Climate Change.
- CMNUCC, 2003. Informe de la Conferencia de las Partes sobre su octavo periodo de sesiones. Decisiones Adoptadas por la Conferencia de las Partes. Decisión 17/CP.8 Directrices para la preparación de comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención. Documento FCCC/CP/2002/7/Add.
- Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, A. Lacis, and V. Oinas, 2000. "Global warming in the twenty-first century: An alternative scenario." Proceedings of the National Academies of Sciences 97: 9875-9880.
- Grieshop, A. P., et al., 2009. "A black-carbon mitigation wedge." Nature Geoscience 2: 533-534.
- INE-PNUD-SEMARNAT, 2012. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en la categoría Agricultura.
- INE-PNUD-SEMARNAT, 2012a. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en la categoría de Desechos.
- INE-PNUD-SEMARNAT, 2012b. Actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010 en el sector USCUS.
- INE-PNUD-SEMARNAT, 2012c. Consultoría para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero para las categorías de Energía, Procesos Industriales y Utilización de Solventes y otros Productos, para el periodo 1990-2010.
- INE-SEMARNAT, 2007. Estimación de los factores de emisión. México.
- INE-SEMARNAT, 2009. Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de México, Capítulo II.
- INE-SEMARNAT, 2010. Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación.
- INE-SEMARNAT, 2011. Enfoque Sistémico de la Elaboración de Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, México.
- INE-SEMARNAT, 2011a. Recopilación y análisis de los datos de actividad para las categorías de Energía, Procesos Industriales y Utilización de Solventes y otros Productos, para la realización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2010.
- INEGI, 1990-2010. Anuario de la Industria Siderúrgica Mexicana.
- Jacobson, M. Z., 2007. "Testimony for the Hearing on Black Carbon and Arctic, House Committee on Oversight and Government Reform." Disponible en: <http://oversight.house.gov/documents/20071018110606.pdf>.
- PICC, 1997. Directrices del PICC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Manual de Referencia. UNEP, WMO.
- PICC, 2000. Orientación del PICC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. IGES, UNEP, WMO.
- PICC, 2006. Directrices del PICC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. IGES, UNEP, WMO.
- SENER, 2003. Balance Nacional de Energía 2002. México. Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/balance2002.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/balance2002.pdf)
- SENER, 2011. Balance Nacional de Energía 2010. México. Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energía%202010\\_2.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2011/Balance%20Nacional%20de%20Energía%202010_2.pdf)
- SENER, 2011b. Prospectiva del sector eléctrico 2010-2025. México. Disponible en: [http://www.sener.gob.mx/res/1825/SECTOR\\_ELECTRICO.pdf](http://www.sener.gob.mx/res/1825/SECTOR_ELECTRICO.pdf)
- INE, 2010. Temas emergentes en cambio climático: metano y carbono negro, sus posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación. Ciudad de México, Instituto Nacional de Ecología: 118.
- UNDP, 2011. Human Development Report 2011, New York.
- Wallack, J. S. and V. Ramanathan (2009). "The Other

Climate Changers Why Black Carbon and Ozone Also Matter.” Foreign Affairs 88(5): 105-113.

## IV.12. Anexo

### Potencial de calentamiento

■ Cuadro IV.17. Potencial de calentamiento (conversión a CO<sub>2</sub> eq.)

Gas de efecto invernadero	Potencial de calentamiento (horizonte a 100 años)
Bióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	21
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	310
HFC-125	2,800
HFC-143a	3,800
HFC-236fa	6,300
Perfluorometano (CF <sub>4</sub> )	6,500
Perfluorobutano (C <sub>4</sub> F <sub>10</sub> )	7,000
Perfluorohexano (C <sub>6</sub> F <sub>14</sub> )	7,400
Perfluoroetano (C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> )	9,200
HFC-23	11,700
Hexafluoruro de azufre (SF <sub>6</sub> )	23,900

Fuente: Segundo Informe de Evaluación, PICC.

## Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para 2010

■ Cuadro IV.18. INEGEI 2010 (Gg de CO<sub>2</sub> eq.)

Categoría de emisión	2010										
	Año	Gases GEI					Total Gg de CO <sub>2</sub> eq.				
	Categoría PICC	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>				
<b>TOTAL de emisiones nacionales</b>		<b>493,450.6</b>	<b>166,716.4</b>	<b>69,140.1</b>	<b>18,692.3</b>	<b>128.4</b>	<b>124.4</b>				<b>748,252.2</b>
Energía	1	405,130.2	84,966.0	13,721.5							503,817.6
Consumo de combustibles fósiles (Método sectorial)	1A	405,130.2	1,846.2	13,721.5							420,697.9
Industria generadora de energía	1A1	162,232.4	163.9	572.9							162,969.2
Generación eléctrica	1A1a	114,873.4	136.3	527.7							115,537.4
Consumo propio	1A1b	47,359.0	27.7	45.2							47,431.9
Manufactura e industria de la construcción	1A2	56,488.6	78.5	173.7							56,740.8
Hierro y Acero	1A2a	7,779.1	3.2	15.5							7,797.9
Metales no ferrosos	1A2b	70.1	0.0	0.0							70.2
Productos químicos	1A2c	9,548.1	5.1	6.0							9,559.1
Pulpa, papel e impresión	1A2d	2,492.3	1.3	2.8							2,496.4
Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	1A2e	2,270.4	52.7	105.6							2,428.8
Cemento	1A2f	9,442.6	2.1	12.2							9,456.9
Otros	1A2g	24,885.9	14.0	31.6							24,931.5
Transporte	1A3	153,384.5	469.7	12,557.8							166,412.0

Categoría de emisión	Año	2010								
		Gases GEI		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Total Gg de CO <sub>2</sub> eq.
		Categoría PICC	Categoría PICC							
Aviación civil	1A3a		4,834.8	2.4	49.3					4,886.5
Autotransporte	1A3b		144,283.6	461.2	12,497.7					157,242.4
Ferrocarril	1A3c		1,934.3	2.8	4.9					1,942.0
Navegación	1A3d		2,331.8	3.3	5.9					2,341.0
Otros sectores	1A4		33,024.7	1,134.0	417.1					34,575.8
Comercio y sectores institucionales	1A4a		4,809.7	13.8	19.1					4,842.6
Residencial	1A4b		19,986.7	1,096.5	377.0					21,460.1
Agricultura, pesca y forestal	1A4c		8,228.3	23.8	21.0					8,273.1
Emissiones fugitivas de combustibles	1B		0.0	83,119.8	0.0					83,119.8
Combustibles sólidos	1B1		0.0	6,556.9	0.0					6,556.9
Petróleo y gas natural	1B2		0.0	76,562.9	0.0					76,562.9
<b>Procesos Industriales</b>	<b>Z</b>		<b>42,081.4</b>	<b>70.0</b>	<b>130.4</b>	<b>18,692.3</b>	<b>128.4</b>	<b>124.4</b>		<b>61,226.9</b>
Productos minerales	ZA		35,233.7	0.0	0.0					35,233.7
Producción de cemento	ZA1		20,003.3							20,003.3
Producción de óxido e hidróxido de calcio	ZA2		2,664.3							2,664.3
Uso de piedra caliza y dolomita	ZA3		12,445.7							12,445.7
Producción y uso de carbonato de sodio	ZA4		120.4							120.4
Industria química	ZB		1,348.5	70.0	130.4	0.0	0.0	0.0		1,548.9
Producción de metales	ZC		5,499.2	0.0	0.0		128.4	0.0		5,627.6

Categoría de emisión	Año	2010								Total Gg de CO <sub>2</sub> eq.	
		Gases GEI		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>		
		Categoría PICC									
Producción de hierro y acero	2C1			5,111.0							5,111.0
Producción de ferroaleaciones	2C2			358.2							358.2
Producción de aluminio	2C3			30.0			128.4				158.4
Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2E						3,897.8	0.0	0.0		3,897.8
Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2F						14,794.6	0.0	124.4		14,919.0
<b>Agricultura</b>	<b>4</b>			<b>39,247.0</b>		<b>52,937.4</b>					<b>92,184.4</b>
Fermentación entérica	4A			37,961.5							37,961.5
Manejo de estiércol	4B			1,106.0		6,447.5					7,553.5
Cultivo de arroz	4C			137.8							137.8
Suelos agrícolas	4D			0.0		46,479.8					46,479.8
Quemas programadas de suelos	4E			0.0		0.0					0.0
Quemas in situ de residuos agrícolas	4F				41.8	10.2					51.9
<b>Cambio de uso de suelo y silvicultura</b>	<b>5</b>			<b>45,669.6</b>	<b>1,110.1</b>	<b>112.7</b>					<b>46,892.4</b>
Cambio en bosques y otros reservorios de biomasa leñosa	5A			5,860.6							5,860.6

Categoría de emisión	Año	2010								
		Gases GEI		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	Total Gg de CO <sub>2</sub> eq.
		Categoría PICC								
Conversión de bosques y pastizales	5B		45,325.1	1,110.1	112.7					46,547.9
Abandono de tierras agrícolas	5C		-18,109.2							-18,109.2
Suelos	5D		12,593.0							12,593.0
Asentamientos	5E									0.0
<b>Desechos (PICC, 2006)</b>	<b>4</b>		<b>569.4</b>	<b>41,323.4</b>	<b>2,238.1</b>					<b>44,130.8</b>
Eliminación de desechos sólidos	4A			22,117.7						22,117.7
Tratamiento biológico de los desechos sólidos	4B			249.7	127.1					376.8
Incineración e incineración abierta de desechos	4C		569.4	501.8	168.8					1,239.9
Tratamiento y eliminación de aguas residuales	4D		0.0	18,454.1	1,942.3					20,396.4
<b>Información adicional</b>										
Búnkeres internacionales			3,395.1	8.5	28.5					3,432.0
Aviación internacional			3,297.9	8.3	28.3					3,334.6
Navegación internacional			97.2	0.1	0.2					97.6
Emissiones de CO <sub>2</sub> por quema de biomasa			37,387.2							37,387.2

## Inventario Nacional de Emisiones de Carbono Negro

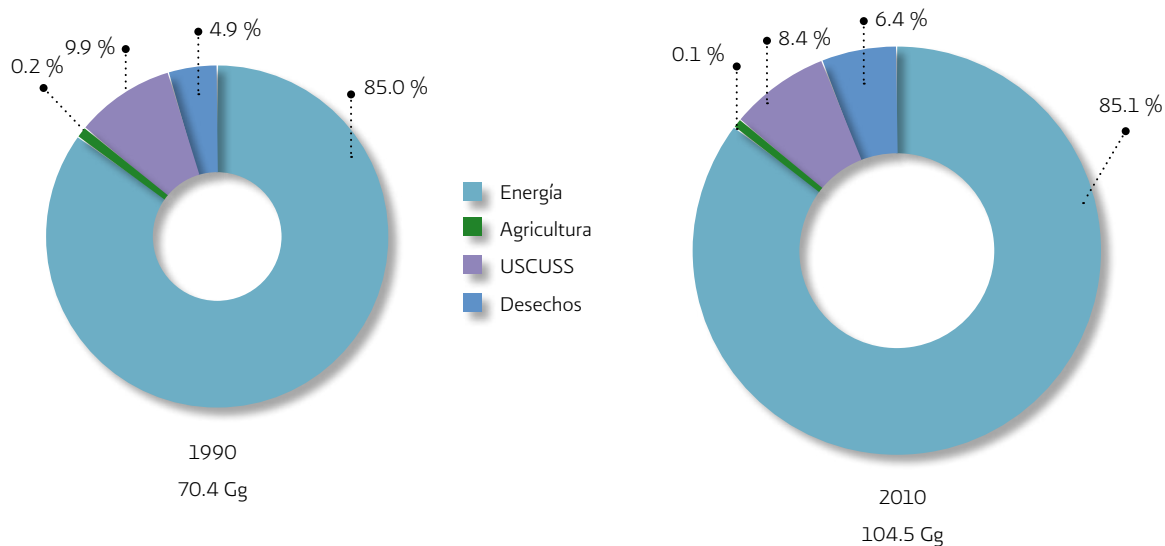
El carbono negro (CN) es producto de la combustión incompleta y por lo tanto es co-emitido junto con el monóxido de carbono (CO), aunque en proporciones diferentes de acuerdo al tipo de fuente emisora. Por consiguiente, se estimaron las emisiones de CN para las fuentes en el INEGI que incluyen emisiones de CO por combustión utilizando los mismos datos de actividad que para estimar las emisiones de CO.

El CN puede impactar el cambio climático por su capacidad para absorber grandes cantidades de energía: un gramo de partículas de CN puede absorber más de un millón de veces más energía radiante que un gramo de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, debido a que las emisiones de CO<sub>2</sub> son más de 3,000 veces superiores y su tiempo de vida en la atmósfera es más de 2,500 veces más grande que el tiempo de vida del CN, a largo plazo el CO<sub>2</sub> es la especie dominante que impacta el calentamiento global (Bachmann, 2009). No obstante ello, la reducción de las emisiones de CN puede producir resultados casi inmediatos en el balance energético a escala regional porque su vida

media en la atmósfera es solo de algunos días. Además, el CN puede tener efectos directos sobre la salud humana y puede afectar los patrones de precipitación a escala local y regional. Por lo tanto, los controles dirigidos a reducir las emisiones de CN tienen el beneficio potencial de mitigar los impactos en el clima y mejorar la calidad del aire, induciendo con ello beneficios para la salud pública como un complemento a las estrategias globales para la mitigación del cambio climático basadas en el control de los gases de efecto invernadero (GEI) (Hansen, 2000; Jacobson, 2007; Grieshop et al., 2009; Wallack and Ramanathan, 2009).

Las emisiones de CN en México fueron estimadas en 70.4 Gg en 1990 y en 104.5 Gg en 2010 (Cuadro IV.19), lo que representa un incremento de 48.5%. La distribución de las emisiones de CN por fuente sectorial no varió sustancialmente de 1990 a 2010 (Figura IV.39). En este periodo el sector energético contribuyó con cerca del 85% de las emisiones de CN. Le siguen, con contribuciones muy similares al inicio y al fin del periodo, las emisiones por cambio del uso del suelo y por quema a cielo abierto de desechos sólidos domésticos y municipales.

■ Figura IV.39. Distribución relativa de las emisiones de CN en 1990 y 2010





Las emisiones de CN en Energía fueron en 1990 de 59.8 Gg y de 88.9 en 2010, lo cual representa un incremento del 48.6%. La Figura IV.40 muestra las emisiones de este sector por subsector emisor: consumo propio y generación eléctrica, manufactura e industria de la construcción, transporte, agrícola, comercial y residencial.

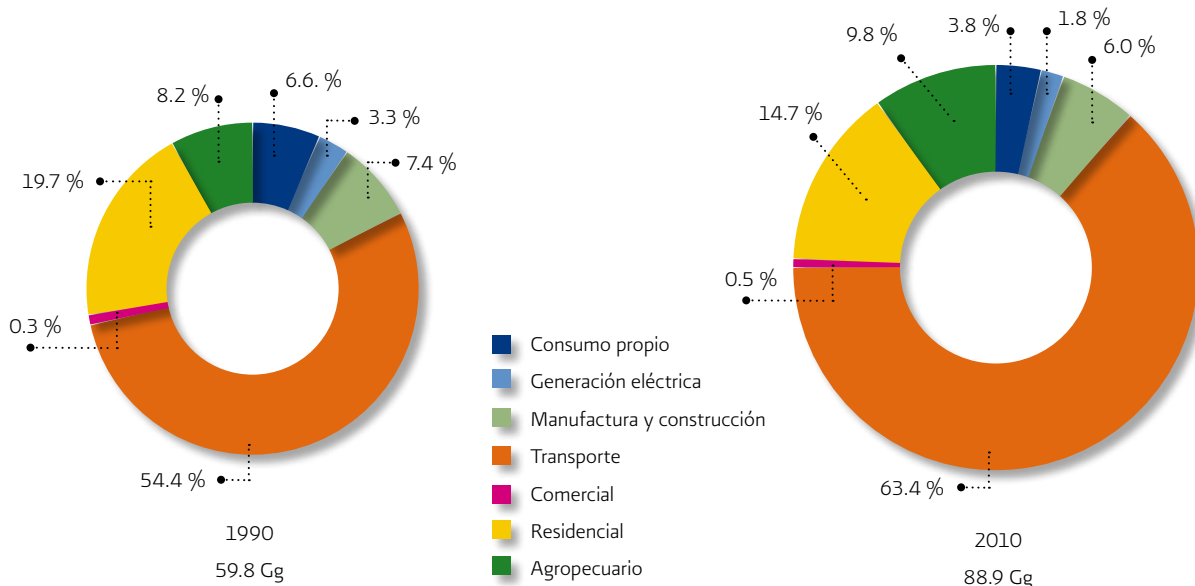
En el sector Energía las fuentes que más contribuyeron a las emisiones de CN fueron el transporte, por el consumo de diesel, el subsector residencial, por el consumo de leña, y el agrícola, también por el consumo de

diesel pero en forma "off road". El subsector transporte es por mucho la principal fuente emisora de CN y dentro de este, el autotransporte de carga y pasajeros presenta la mayor contribución a las emisiones. En 1990 las emisiones de CN fueron de 32.6 Gg y en 2010, de 56.4 Gg, mostrando un incremento del 72.9%. En el sector Energía la siguiente fuente emisora en importancia es el subsector de consumo residencial de leña, que muestra un comportamiento muy estable en las emisiones entre 1990 (11.8 Gg) y 2010 (13 Gg).

■ Cuadro IV.19. Emisiones de Carbono Negro (Gg) por cuatro fuentes sectoriales del INEGI

Año	Energía	Agricultura	USCUSS	Desechos	Total
1990	59.831	0.120	6.961	3.456	70.367
1991	64.553	0.115	6.036	3.537	74.241
1992	65.687	0.125	6.036	4.376	76.223
1993	63.062	0.128	6.036	5.731	74.957
1994	66.897	0.121	6.036	5.775	78.829
1995	62.885	0.133	6.036	6.076	75.129
1996	65.507	0.133	6.036	6.141	77.817
1997	69.040	0.134	6.036	5.552	80.761
1998	72.518	0.142	6.036	5.721	84.416
1999	69.216	0.136	6.036	5.634	81.021
2000	72.106	0.128	6.036	5.784	84.054
2001	69.054	0.138	6.036	5.913	81.141
2002	68.109	0.138	8.780	5.884	82.911
2003	72.441	0.144	8.780	6.002	87.366
2004	77.511	0.147	8.780	6.005	92.443
2005	76.946	0.156	8.780	6.150	92.032
2006	80.073	0.151	8.780	6.214	95.219
2007	86.047	0.157	8.780	6.557	101.542
2008	94.716	0.154	8.780	6.447	110.097
2009	87.286	0.147	8.780	6.550	102.764
2010	88.915	0.152	8.780	6.670	104.517

■ Figura IV.40. Contribución relativa de los subsectores de Energía a las emisiones de CN en México en 1990 y 2010



La tercera fuente emisora de CN más importante en el sector Energía es el subsector de consumo de diesel en el sector agrícola. En 1990 sus emisiones fueron de 4.9 Gg y en 2010 de 8.7 Gg de CN, lo cual representa un aumento de 77.4 %. Las emisiones en este subsector se deben al uso de diesel para las actividades productivas, excluyendo el transporte de sus insumos y productos, el cual ya está contabilizado en el subsector transporte.

La principal fuente de emisiones de CN en el sector de Procesos Industriales es la industria siderúrgica, con la producción del coque y su uso en altos hornos como agente reductor y fuente de calor. Su contribución ya está incluida en las estimaciones de las emisiones del sector energético.

La estimación de las emisiones de CN por la quema de residuos agrícolas corresponde únicamente a la quema de caña de azúcar para la zafra, única actividad para la que hay información disponible; estas fueron de 0.12 Gg para 1990 y 0.152 Gg para 2010, lo que representa un incremento del 26.7%. La quema del bagazo de caña en los ingenios azucareros se reporta en el sector energía. La contribución de esta fuente sectorial es marginal, pero su inventario no es exhaustivo debido a la ausencia de estadísticas sistemáticas para todas las actividades, pues

no se contabiliza la quema in situ de residuos agrícolas como práctica para mineralizar el suelo.

Las emisiones de CN por quema a cielo abierto de biomasa vegetal en bosques, selvas y pastizales en 1990 se estimaron en 6.96 Gg y en 2010 en 8.78 Gg, lo que representa un incremento del 26.1%. Sin embargo, los datos de actividad para este sector se construyeron comparando los inventarios nacionales forestales complementados con estudios puntuales, lo que genera tasas promedio de quema de biomasa. Por tanto, las variaciones anuales por procesos como incendios forestales no están representadas en este inventario.

En el sector Desechos se estimaron únicamente las emisiones de CN por la quema de residuos sólidos peligrosos (solamente desechos clínicos) y por la quema a cielo abierto de desechos sólidos municipales. En este inventario solo se considera la incineración de desechos clínicos, la cual arrojó una contribución muy marginal al inventario de emisiones de carbono negro, y solo se cuenta con datos a partir de 1995. La principal contribución proviene de la quema a cielo abierto de desechos sólidos municipales. Las emisiones de CN por la quema a cielo abierto de desechos sólidos municipales se estimaron en 3.5 Gg en 1990 y en 6.7 Gg en 2010, lo que

representa un incremento del 91.4%. Sin embargo, para esta fuente solo se estimaron las emisiones de CN por la quema a cielo abierto de basura en el medio rural. La estimación de las emisiones de CN por incendios en tiraderos y rellenos sanitarios urbanos no fue incluida en este inventario.

Este inventario reporta la estimación de CN para las mismas fuentes sectoriales del INEGI en las que se incluyen procesos de combustión que dan lugar a la emisión de monóxido de carbono. La incertidumbre es algo superior al 50%, debido a la alta incertidumbre en los factores de emisión. Actualmente las bases de datos sobre factores de emisión son todavía pocas y están cons-

truidas sobre un conjunto reducido de experimentos de laboratorio y estudios de campo. Adicionalmente, siendo la emisión de CN altamente dependiente de las condiciones particulares de los procesos de combustión, incluso dentro de fuentes emisoras pertenecientes al mismo sector, factores de emisión por defecto deben contener una alta incertidumbre.

En este reporte se demuestra que es posible elaborar un inventario nacional de emisiones de carbono negro de manera sistemática, como parte del sistema nacional de inventarios de gases de efecto invernadero, siguiendo las metodologías del PICC.

# V. Programas para mitigar el cambio climático

## Contexto Nacional e Internacional

México participa activamente en el cumplimiento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC); en la instrumentación de las decisiones iniciadas en la Decimosexta Conferencia de las Partes (COP 16) en Cancún, México, y adoptadas en la COP 17 en Durban, Sudáfrica, y actualmente, México trabaja en el cumplimiento de las directrices para la preparación de Reportes Bienales y Comunicaciones Nacionales.

Bajo la coordinación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se impulsa el diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés) partiendo de programas existentes, y procurando el financiamiento necesario vía fondos nacionales y donadores internacionales.

México reconoce la importancia de llevar a cabo acciones que contribuyan a los esfuerzos de la comunidad internacional en materia de mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Para mitigar la emisión de GEI y hacer frente a los efectos del cambio climático, el Gobierno Federal fomenta la eficiencia en la generación

y el uso de la energía, mediante la utilización de energías renovables, así como de tecnologías de bajas emisiones en los procesos industriales y del transporte, que reduzcan, la dependencia de combustibles fósiles y den lugar al ahorro y manejo racional de las fuentes de energía disponibles en el país.

Asimismo, se impulsa la concientización de la ciudadanía sobre un uso más racional de los recursos (Presidencia de la República, 2012).

En este sentido, a través del Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), a fines de 2012 se estima una reducción total de emisiones anuales de 51 MtCO<sub>2</sub> eq., con respecto a una línea base tendencial en 2012 de 786 MtCO<sub>2</sub> eq., como resultado de la aplicación de una serie de acciones unilaterales en los siguientes sectores: generación y uso de energía; agricultura; bosques y otros usos del suelo, y desechos; demostrando con ello que es posible mitigar las emisiones de GEI sin comprometer el desarrollo.

El compromiso establecido en el PECC para el año 2020 es la reducción de 20% en referencia al escenario de línea base. Sin embargo, el nivel de ambición se elevó a un 30% en la COP 15 (2009) y se incluyó en la Ley General de Cambio Climático.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ley General de Cambio Climático. DOF 6 de junio de 2012

En la visión de largo plazo, el PECC señala una meta aspiracional al 2050 de reducir 50% las emisiones de GEI del año base 2000, y una convergencia flexible hacia un promedio global de emisiones per cápita de 2.8 toneladas de CO<sub>2</sub> eq. en 2050. Según este instrumento de planeación, el nivel de las emisiones totales de GEI del país a mediados de este siglo debería ubicarse por debajo de 340 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> eq. Esta meta se retomó después en un artículo transitorio de la Ley General de Cambio Climático (LGCC).

El 6 de junio de 2012 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la LGCC; instrumento de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional. La Ley se destaca por ser la segunda a nivel internacional, que eleva a ese rango la política de cambio climático e incluye metas aspiracionales en materia de mitigación, como la reducción del 30% de emisiones al año 2020, respecto a la línea base y el incremento del porcentaje de generación eléctrica proveniente de energías limpias a 35% en 2024, entre otros (Presidencia de la República, 2012). La Ley establece disposiciones para abordar el tema de mitigación en los tres órdenes de gobierno (Administración Pública Federal, entidades federativas y los municipios).

La Ley establece, entre otras:

- Regular las emisiones de gases de efecto invernadero y las acciones de mitigación.
- Fomentar la investigación científica y tecnológica, el desarrollo, transferencia y despliegue de tecnologías, equipos y procesos para la mitigación.
- Desarrollar estrategias, programas y proyectos integrales de mitigación en materia de hidrocarburos y energía eléctrica, para lograr el uso eficiente y sustentable de los recursos energéticos fósiles y renovables del país, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

La Ley menciona que la política nacional de mitigación deberá incluir, a través de los instrumentos de planeación, de política, económicos y regulatorios para tal fin: el diagnóstico, la planificación, la medición, el mo-

nitoreo, el reporte, la verificación y la evaluación de las emisiones nacionales.<sup>2</sup> El objetivo de esta política es el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, por sectores y actividades, tomando como referencia los escenarios de línea base y líneas de base por sector que se establezcan en los instrumentos previstos por la Ley, y considerando los tratados internacionales suscritos por México.

A nivel subnacional, México continúa con el fortalecimiento de capacidades a través de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y los Planes de Acción Climática Municipales (PACMUN) como instrumentos para apoyar la planificación y el desarrollo de políticas públicas en materia de cambio climático; con lo que se fortalece la descentralización (Ver Capítulo III).

Se desarrollan elementos para una Estrategia de Crecimiento Bajo en Carbono (LEDS, por sus siglas en inglés) y para una Economía Verde. La visión mexicana sobre LEDS incluye, entre otros: 1) la evaluación del potencial de reducción de emisiones de GEI, incluido el análisis de curvas de abatimiento, oportunidades de mitigación por sector y rutas de implementación; 2) el análisis del impacto de acciones de reducción en la economía a nivel micro y macroeconómico, y 3) los cobeneficios de las acciones de mitigación, la seguridad energética, el impacto en salud y seguridad social.

La visión de crecimiento verde considera el crecimiento económico, la generación de empleo y la reducción de la pobreza, la preservación del capital natural, la seguridad alimentaria, energética y del agua.

El titular de la SEMARNAT firmó en octubre de 2012, un acuerdo mediante el cual México ingresó al Instituto Global sobre Crecimiento Verde (GGGI, por sus siglas en inglés), con sede en Seúl, Corea.

---

<sup>2</sup> Ley General de Cambio Climático. Título Cuarto. Política Nacional de Cambio Climático. Capítulo III. Mitigación (DOF 6 de junio de 2012)

## V.1 Políticas de mitigación e investigaciones sectoriales

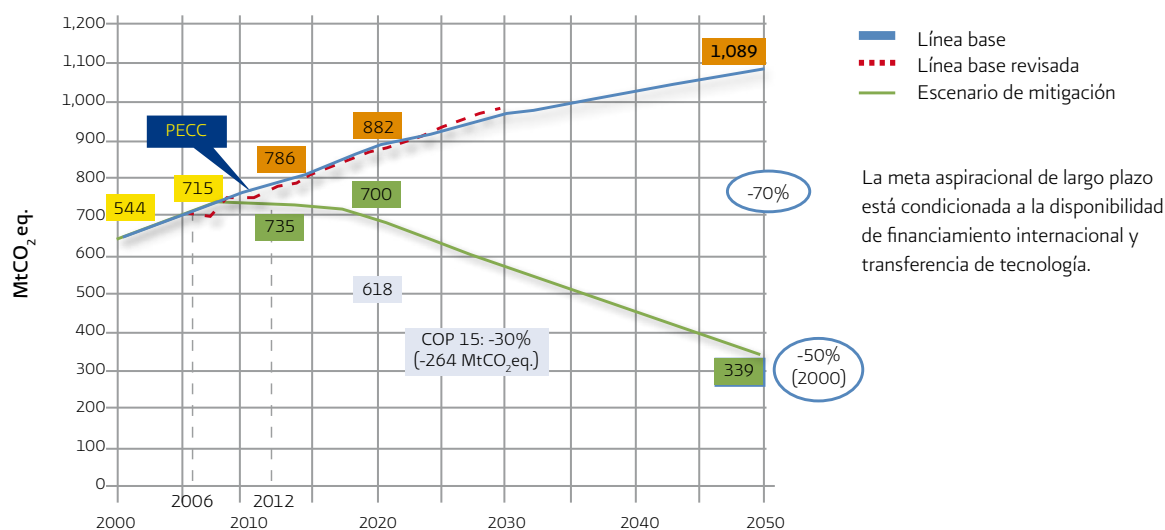
### V.1.1 Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012

El compromiso central del PECC en el ámbito de la mitigación consiste en lograr una reducción de las emisiones del país de 51 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2012, en relación con la línea de base tendencial. En la Figura V.1 se representa la línea de base publicada en el PECC y una corrección posterior.<sup>3</sup>

Se planteó lograr este nivel de mitigación mediante un conjunto de acciones formuladas mediante 53 metas. Para la consideración de estos esfuerzos sectoriales se tomaron en cuenta diversos análisis de curvas de costos de mitigación<sup>4</sup> de las que se disponía en México.

El esfuerzo de mitigación que representa el PECC no es nada despreciable, si se piensa que las emisiones totales del país ascendían en 2006 a 709 MtCO<sub>2</sub> eq., y que todos los proyectos mexicanos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) registrados ante la Junta Ejecutiva del Protocolo de Kioto rendirían en conjunto un promedio de reducción de emisiones de poco más de

■ Figura V.1. Línea base del PECC 2009-2012



<sup>3</sup> La construcción de una línea de base intenta ser un ejercicio analítico sobre bases realistas, no una predicción ni una declaración de deseos. La tasa media anual de crecimiento del PIB a largo plazo podría modificarse significativamente si ocurren cambios sustanciales en las políticas económicas y se llevan a cabo reformas estructurales que destraben el potencial del país. Véase: Luis Miguel Galindo: *La Economía del Cambio Climático en México*, SHCP y SEMARNAT. 2009; Horacio Catalán: *Escenarios de la demanda de energía y crecimiento económico*, USAID, SEMARNAT. 2012; INE: *Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional*, octubre 2010. Este último estudio adopta una tasa de crecimiento económico todavía más conservadora, de 2.3%.

<sup>4</sup> a) McKinsey/ Centro Mario Molina (2008). *Low Carbon Growth: a Potential Path for México*.

b) Quadri, G. (2008). *El cambio climático en México y el potencial de reducción de emisiones por sectores*. México.

c) Banco Mundial (2009). *México: estudio sobre la disminución de emisiones de carbono* (MEDEC). Washington, D.C. Disponible en [http://siteresources.worldbank.org/INTLACINSPANISH/Resources/WB\\_MX\\_MEDEC\\_Spanish\\_Final\\_Nov\\_09.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTLACINSPANISH/Resources/WB_MX_MEDEC_Spanish_Final_Nov_09.pdf)

d) INE-McKinsey (2010). *Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional*. México. Disponible en [http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial\\_mitigacion\\_GEI\\_Mexico\\_2020\\_COP.pdf](http://www2.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Potencial_mitigacion_GEI_Mexico_2020_COP.pdf)

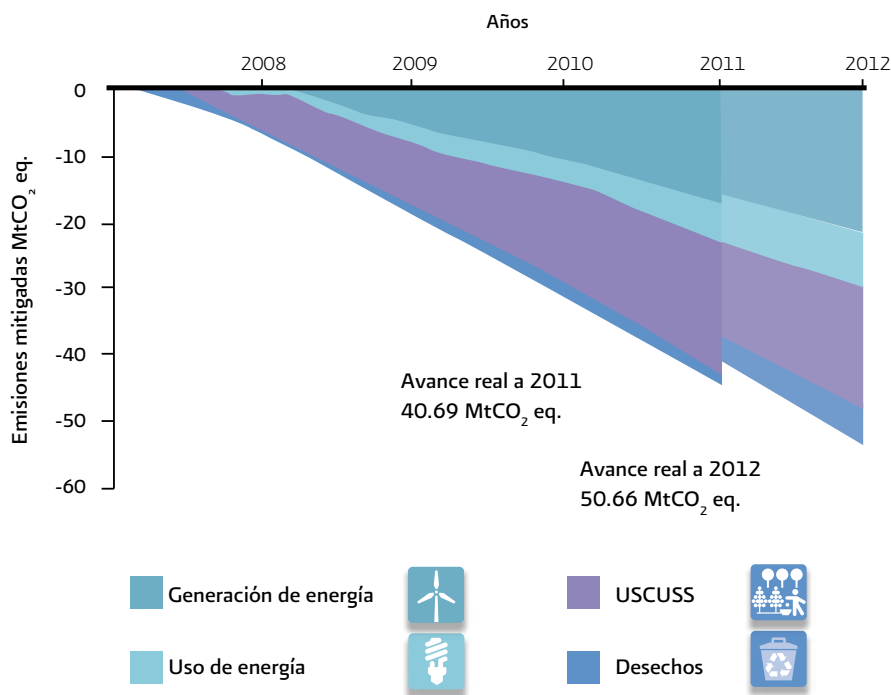
12 MtCO<sub>2</sub> eq./año.<sup>5</sup> Como instrumento unilateral, no condicionado a apoyos externos, el PECC ha determinado a través de sus acciones de corto plazo un efecto de mitigación por lo menos cuatro veces mayor que lo aportado por el Protocolo de Kioto a través del MDL.

Al cierre de 2011, a través del esfuerzo de mitigación del PECC, se han reducido 40.69 MtCO<sub>2</sub> eq./año de GEI, lo cual representa un avance de 80% con respecto a la meta total para el 2012.

En la Figura V.2. se muestra el avance real contra el avance esperado a 2012.

Los resultados muestran un avance global al 2011 (40.69 MtCO<sub>2</sub> eq./año) superior al esperado en materia de mitigación. La mayor contribución a la reducción de emisiones alcanzada al 2011 proviene de las metas implementadas en los sectores USCUS, 17.66 MtCO<sub>2</sub> eq./año y generación de energía, 16.14 MtCO<sub>2</sub> eq./año, en tanto que los sectores de uso de energía y desechos contribuyeron con 5.85 y 1.05 MtCO<sub>2</sub> eq./año, respectivamente.

■ Figura V.2. Avances de mitigación por sector a diciembre de 2011



<sup>5</sup> Como en su mayor parte los proyectos MDL en México corresponden al sector privado, es bastante pequeño el traslape entre la meta de mitigación del PECC, producto de acciones realizadas sobre todo en el sector público, y el resultado de reducción de emisiones derivado del MDL. Se considera que este traslape sería inferior a 1 MtCO<sub>2</sub>eq./ año.

El análisis de las perspectivas sectoriales globales permite pronosticar que la mitigación a finales de 2012 superará la meta establecida en 2.10 MtCO<sub>2</sub> eq./año.

Los avances en las metas que aportan en mayor medida a la meta global del PECC se muestran en el Cuadro V.1

■ Cuadro V.1. Avance al 2011 de las metas que más aportan a la mitigación

Categoría	Número de metas	Descripción	Avances al 2011 (MtCO <sub>2</sub> eq./año)	Metas al 2012 (MtCO <sub>2</sub> eq./año)	Avances en cumplimiento de la meta al 2012 (%)
Generación de energía	7	Reinyección de gas amargo en Cantarell	12.72	6.90	184
		Medidas de eficiencia térmica y operativa en el sector petrolero	1.72	1.84	93
		Construcción y operación de una planta de cogeneración	0.00	0.90	0
		Proyecto Integral Manzanillo	0.00	1.10	0
		Planta Hidroeléctrica La Yesca	0.00	0.81	0
		Construcción y operación de centrales eólicas	0.00	1.20	0
		Autoabastecimiento de energía eléctrica con fuentes renovables	0.88	3.65	24
Uso de energía	5	Programa Transporte Limpio	0.47	0.90	52
		Chatarrización de vehículos del autotransporte federal	1.28	1.10	116
		Programa de sustitución de focos y electrodomésticos	1.29	2.68	48
		Hipotecas verdes	0.95	1.20	79
		Instalación de estufas eficientes de leña	0.96	1.62	59
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	6	Pastoreo planificado	1.56	0.84	186
		Incorporación de tierras al Manejo Forestal Sustentable	4.99	4.37	114
		Incorporación de tierras al sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre	4.46	1.39	321
		Incorporación de tierras al esquema de Pago por Servicios Ambientales	2.92	1.43	204
		Incorporación de ecosistemas forestales al sistema de ANP	1.54	1.12	137
		Establecimiento de plantaciones forestales comerciales	0.42	0.61	69
Desechos	1	Reducción de GEI en rellenos sanitarios	1.05	4.44	24
	34	Metas restantes	3.51	12.56	28
<b>Total</b>	<b>53</b>		<b>40.69</b>	<b>50.66</b>	<b>80</b>

La importancia del PECC como instrumento clave de la política nacional en cambio climático y los avances que han representado las acciones de las diferentes instancias del gobierno federal en materia de mitigación de emisiones de GEI hicieron primordial la divulgación de sus avances al público interesado, afianzando el compromiso de

transparencia del Gobierno Federal. En octubre de 2012 la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) publicó un informe de avances del PECC al 2011, que se encuentra disponible en: <http://www.cambioclimatico.gob.mx/index.php/es/publicaciones.html>



A finales del año 2011, el gobierno de México decidió someter voluntariamente los avances de las metas del PECC a una evaluación independiente. Con el apoyo de Agencia para la Cooperación Alemana (GIZ), y a través de las firmas Det Norske Veritas (DNV) y el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO), se determinaron rangos de incertidumbre e índices sobre la trazabilidad de las metas y metodologías del PECC. El estudio también evalúa el impacto de las metas del Programa en la política pública de cambio climático.

Para el análisis de la incertidumbre, el punto de partida fue la información contenida “Sistema de Información de la Agenda de Transversalidad” en su módulo del PECC (SIAT-PECC) instituido por SEMARNAT en el año 2010. Junto con la información suministrada por las dependencias responsables de la ejecución de las metas, se elaboraron y distribuyeron fichas descriptivas a expertos temáticos dentro y fuera del país. Con la información recabada se realizó un análisis Montecarlo. Los resultados generales indican que con un grado de confianza del 80% la mitigación al 2012 estaría entre 29.5 y 48.4 MtCO<sub>2</sub> eq. con una media de 38.9 MtCO<sub>2</sub> eq. (para las 22 principales metas de mitigación del PECC). Adicionalmente, se presentan recomendaciones específicas por meta y metodología para disminuir la incertidumbre.

Dentro de la evaluación, en lo que se refiere al análisis de trazabilidad de las metas de mitigación y adaptación se evalúa la rastreabilidad de la información, de la metodología detrás de cada una de las variables y la accesibilidad de la información al público en general.

Con esta evaluación, se inicia el camino de México para transitar hacia esquemas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que no se limiten únicamente a la medición y reporte de avances en mitigación. Por el enfoque y esfuerzo de coordinación, la evaluación de un programa de este tipo se muestra como pionera a nivel nacional e internacional.

### V.1.2 Base para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones

En el documento *Base para una estrategia de desarrollo bajo en emisiones* (LEDS, por sus siglas en inglés), cuya

preparación fue coordinada por el Instituto Nacional de Ecología (INE), se analizan acciones de mitigación y de coordinación transversal entre: gobierno, sociedad, sectores académico e industrial; y verticalmente entre los órdenes de gobierno. La estrategia busca los siguientes objetivos:

- Contribuir al crecimiento económico sustentable y equitativo.
- Reducir significativamente la huella de carbono de México.
- Proponer e implementar acciones enfocadas al desarrollo social: reducción de pobreza, creación de empleos, y mejoras en las condiciones de vida.
- Conservar el capital natural.

El documento base para esta estrategia LEDES ofrece un diagnóstico de los esfuerzos para mitigar el cambio climático, e identificar acciones clave para alcanzar las metas de reducción de emisiones planteadas por México, que abarcan todos los sectores productivos del país.

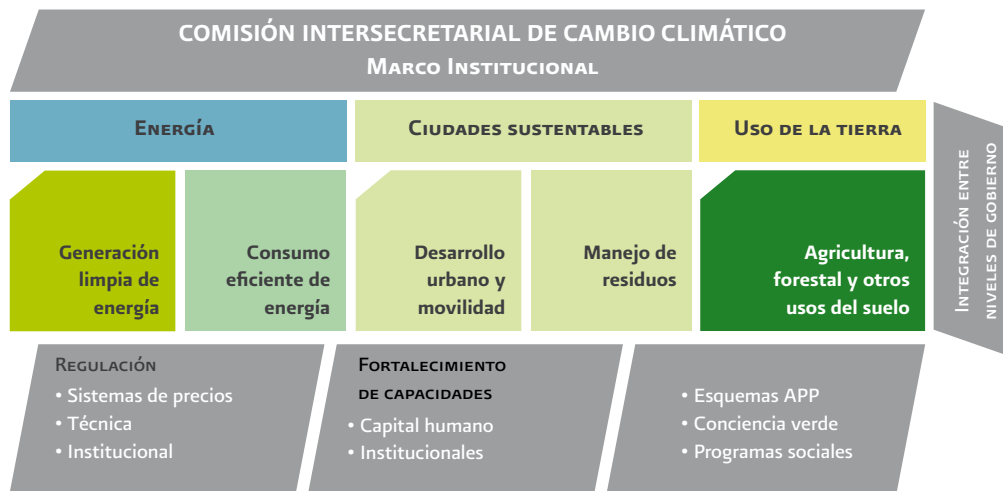
La estrategia ha sido construida alrededor de tres ejes temáticos: energía, ciudades sustentables y uso de la tierra. Estos ejes se integran transversalmente en un marco institucional, y que contempla mecanismos de coordinación inter-secretarial y ligas con el sector privado, y verticalmente entre niveles de gobierno, considerando por ejemplo los planes estatales y municipales.

### Escenario tendencial y potencial de abatimiento de emisiones de GEI en México

Partiendo de la información del Inventario Nacional de Emisiones de GEI de 2006, datos históricos y proyecciones de crecimiento poblacional y económico para los sectores con mayores emisiones, se construyó una línea base que representa un escenario tendencial, es decir, que considera que la actividad se mantiene con las tecnologías actuales. Para la elaboración de esta línea base se asumió un crecimiento del PIB de 2.3% anual entre 2006 y 2020 (INE, 2010).

De acuerdo a los análisis tendenciales, se proyecta que las emisiones de GEI de México se incrementen a

■ Figura V.3. Ejes temáticos del documento base para una estrategia LEDS

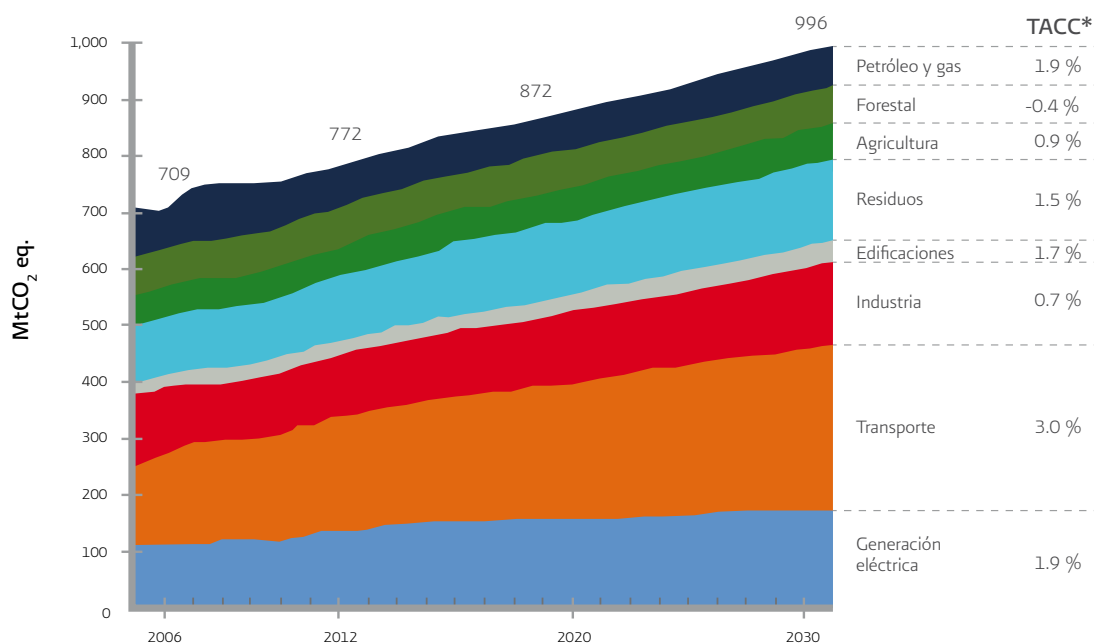


APP: Asociaciones Públicas-Privadas.

Fuente: INE, 2012.

■ Figura V.4. Línea base de emisiones de GEI por sector en México al 2030, MtCO<sub>2</sub> eq.

Fuente: INE, 2012.



\*Tasa Anual de Crecimiento Compuesto

872 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2020, y a 996 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2030. Los sectores con mayor crecimiento y emisiones de GEI serán la generación eléctrica y el transporte. Es importante reiterar que la determinación de una línea base sirve para tener una referencia para la planeación, y representa una proyección estimada.

A partir de la línea base y la intensidad de carbono en los sectores productivos, se identificaron las principales acciones para la reducción de emisiones de GEI y su potencial teórico de abatimiento. La suma de los potenciales de las acciones analizadas corresponde al potencial teórico de reducción de emisiones de GEI para México.

■ Cuadro V.2. Potencial de abatimiento al 2020 y 2030

Año	Potencial de abatimiento, MtCO <sub>2</sub> eq.
2020	261
2030	523

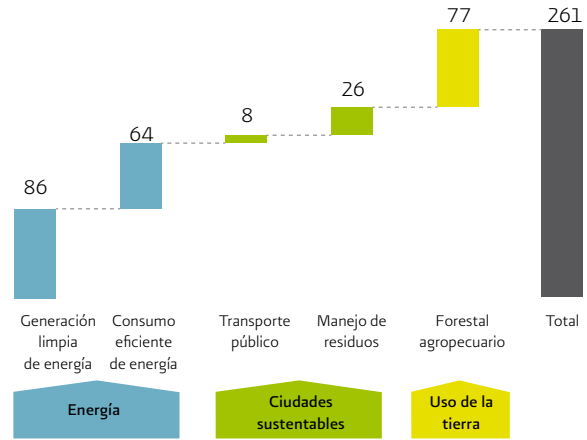
Fuente: INE, 2012.

Para el 2020, el potencial identificado es de 261 MtCO<sub>2</sub> eq., lo que representa una reducción de 30% con respecto a la línea base de emisiones de GEI respecto al escenario tendencial. Al 2030, el potencial es de 523 MtCO<sub>2</sub> eq., lo que corresponde a una reducción de 53%.

Para cada acción de mitigación cuyo potencial de abatimiento es analizado, se realizó un análisis costo-efectividad contra el escenario tendencial, y se determinó su costo marginal de abatimiento. Se construyó con lo anterior una curva de costos de reducción de emisiones, que expresa: el potencial de abatimiento de cada iniciativa

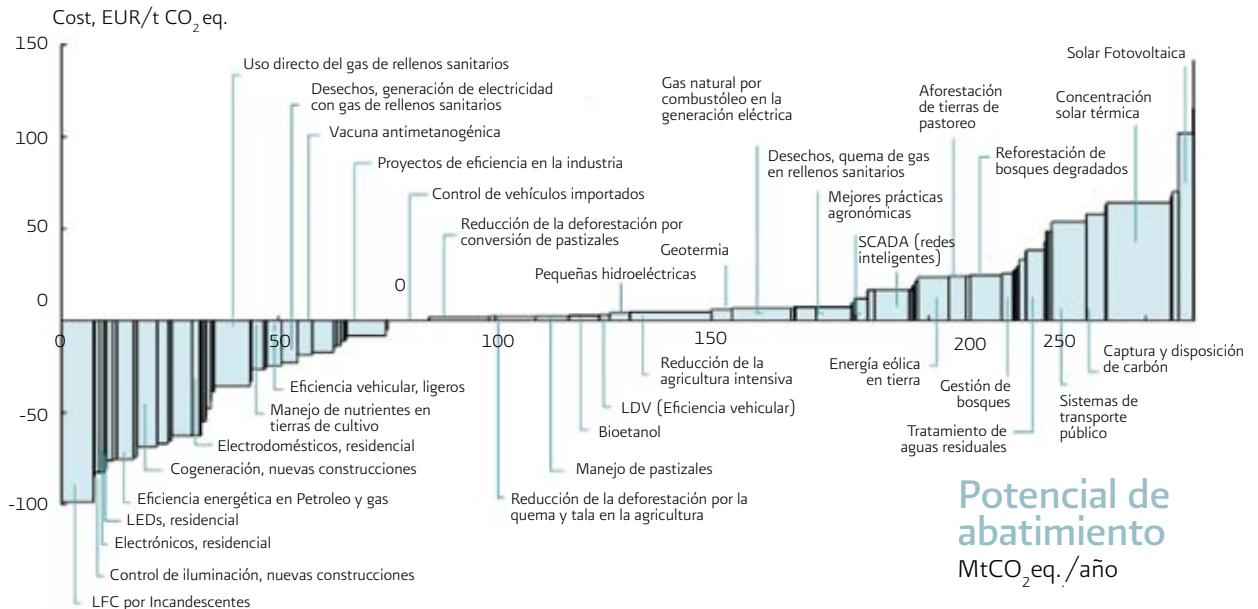
(en toneladas de CO<sub>2</sub> eq.), y su costo marginal de abatimiento (monto incremental por cada tonelada de CO<sub>2</sub> eq. evitada o reducida con respecto al caso base).

■ Figura V.5. Potencial de abatimiento en México, MtCO<sub>2</sub> eq.



Fuente: INE, 2010.

■ Figura V.6. Curva de costos de abatimiento de GEI para México en 2020



Nota: El eje horizontal expresa el potencial acumulado de reducción de emisiones por iniciativa, el eje vertical muestra el costo marginal estimado por tonelada abatida (o evitada) de cada iniciativa (costo marginal se refiere a la diferencia entre el costo de la acción y la alternativa en el escenario tendencial, no incluye costos de transacción, comunicación, o información, subsidios o impuestos).

Fuente: INE, 2010.

Del lado izquierdo de la curva se encuentran aquellas iniciativas y acciones cuyo costo marginal de abatimiento es negativo, y que por tanto representan un ahorro neto con respecto al escenario tendencial. Hacia el centro se localizan las iniciativas cuyo costo de abatimiento es cercano a cero. Del lado derecho están aquellos proyectos que representan costos incrementales para la economía. Para que estos últimos sean atractivos, se requiere abaratar los costos o mejorar el rendimiento de las tecnologías involucradas.

■ Cuadro V.3. Potencial y costo ponderado de abatimiento

Año	Potencial de abatimiento, MtCO <sub>2</sub> eq.	Costo ponderado de abatimiento, USD/tCO <sub>2</sub> eq.
2020	261	1.35
2030	523	2.36

El documento base para la estrategia LEDS ahonda en el análisis de las medidas y los sectores más relevantes para la mitigación hacia el mediano plazo, tal como se ilustra a continuación:

## Energía

### Generación de energía más limpia

Las acciones agrupadas en este eje buscan transformar la matriz de generación eléctrica, aumentando la participación de energías limpias y tecnologías fósiles con mayor eficiencia. Esto está fundamentado en las siguientes Leyes:<sup>6</sup>

- Ley para la Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB).
- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE).
- Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).

<sup>6</sup> Ver Cuadro V.4.

Adicionalmente, la transición energética está apoyada por la LGCC. La Secretaría de Energía (SENER) propone tres configuraciones de la matriz energética para alcanzar 35% de generación a partir de fuentes no fósiles en 2024.<sup>7</sup>

- El primer escenario considera una cartera de proyectos compuesta por centrales eólicas, que contiene 28% de capacidad de respaldo con tecnología turbogás.
- El segundo escenario considera únicamente la construcción de 7 u 8 centrales nucleares, con una capacidad instalada de 1,400 MW cada una y 20,900 MW de eólica.
- El tercer escenario analiza un esquema híbrido de centrales nucleares y granjas eólicas, en el que contempla dos centrales nucleares con capacidad de 1,400 MW cada una y 20,900 MW de eólica.

El potencial estimado de abatimiento al 2020 por el desarrollo de fuentes limpias de energía es de 61 MtCO<sub>2</sub> eq., que representa el 23% del potencial total. Los principales proyectos son: la instalación de capacidad adicional de energía eólica (8.6 MtCO<sub>2</sub> eq.), energía solar (18.2 MtCO<sub>2</sub> eq.), y el cambio de combustible a gas natural para la generación termoeléctrica (13.6 MtCO<sub>2</sub> eq.).

- **Energía solar fotovoltaica.** México tenía en 2011 un potencial teórico de generación equivalente al 95% de la generación bruta nacional.<sup>8</sup> Algunos estudios estiman que en México se podrían desarrollar entre 7.4 y 9.0 GW de energía solar para el 2020.<sup>9</sup> El Explorador de Recursos Renovables, iniciativa conjunta de SENER y el Instituto de Investigaciones Eléctricas, identifica a los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora y Chihuahua como los de mayor potencial para la generación fotovoltaica.<sup>10</sup> Baja California Sur es la mejor opción al presentar

<sup>7</sup> SENER, 2012. México, Estrategia Nacional de Energía 2012–2026.

<sup>8</sup> CESPEDS, 2012. México. Transitando hacia un desarrollo económico verde (Green Growth).

<sup>9</sup> Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica.

<sup>10</sup> Con una irradiación solar global mayor o igual a 7.0 kWh/m<sup>2</sup> al día. En contraste Chiapas y Tabasco promedian 5.3 kWh/m<sup>2</sup> al día, resultado de un mayor número de días nublados al año.

los costos marginales de generación eléctrica más altos del país, por estar aislada del Sistema Eléctrico Nacional. La cartera de proyectos de generación solar fotovoltaica programados por el sector público federal tendrá una capacidad conjunta de 61 MW. Los proyectos privados registrados ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) suman 35 MW adicionales.<sup>11</sup>

- **Energía geotermoelectrica.** En 2012, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) estimó el potencial posible de generación geotermoelectrica en 7,423 MW; el potencial probable en 2,077 MW; y las reservas probadas en 186 MW,<sup>12</sup> adicionales a los 964.5 MW de capacidad instalada.<sup>13</sup> Entre los países miembros de la OCDE, México es el segundo productor de geotermoelectricidad, con 6.5 TWh en 2011. La cartera de proyectos publicada por SENER suma 434 MW de capacidad instalada adicional, en ocho proyectos que estarán ubicados en los estados de Michoacán, Puebla, Baja California y Jalisco.<sup>14</sup>

Se identifican las siguientes líneas de acción para fomentar el desarrollo de esta iniciativa:

- Impulsar el desarrollo tecnológico que reduzca los costos y riesgos de exploración.
  - Internalizar las externalidades ambientales en la generación de energía para incrementar la competitividad de las tecnologías limpias.
  - Desarrollar mecanismos financieros (distribución del riesgo, o mercados de carbono).
  - Definir los derechos de explotación geotermoelectrica en el marco jurídico.
- **Energía eólica.** En 2011 la generación eólica representó 0.7% de la generación total (1.25% de capa-

acidad instalada). La perspectiva de SENER establece alcanzar 4.2% en el 2020 (6.3% de capacidad instalada). México tiene un potencial físico de generación eólica equivalente al 72.8% de la generación bruta nacional en 2011.<sup>15</sup> CFE tiene tres proyectos de generación eólica en etapa de diseño que alcanzarán una capacidad de 230 MW. Adicionalmente, se están construyendo dos centrales eólicas (Rumorosa y Sureste) con una mitigación estimada de 2.89 MtCO<sub>2</sub>/año. Existen 18 proyectos privados en construcción o por iniciar operaciones de generación eólica registrados en la CRE con capacidad total instalada de más de 2 GW, para alcanzar 3.13 GW de generación eólica privada.<sup>16</sup>

- **Energía hidroeléctrica.** Contribuyó con 14% de la generación eléctrica en 2011 (22% de capacidad instalada). La cartera de proyectos de CFE suma 5.23 GW de capacidad instalada al 2025.<sup>17</sup> Esto no considera la ampliación de hidroeléctricas existentes por 778 MW adicionales.<sup>18</sup> La CRE tiene registrados 10 proyectos de generación privada mini-hidráulica (hasta 30 MW de capacidad instalada) que entrarán en operación entre 2012 y 2015. La capacidad instalada total de estos proyectos se estima en 132.6 MW, adicionales a los 112 MW en operación.<sup>19</sup>
- **Biocombustibles.** Tienen un potencial de mitigación de 15 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2030. En 2008 se publicó la LPDB<sup>20</sup> para promover y desarrollar los bioenergéticos. El INE propuso criterios de sustentabilidad ambiental para la certificación ambiental del etanol anhidro con el objetivo de garantizar la conservación de los ecosistemas y el uso sustentable del recurso hídrico; maximizar la eficiencia productiva y el desempeño ambiental, y preservar la calidad del suelo.

<sup>11</sup> Análisis propio basado en información de permisionarios de CRE, 2012.

<sup>12</sup> CRE, 2011. México, Evaluación de la energía geotérmica en México.

<sup>13</sup> SENER, 2009. México, Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables.

<sup>14</sup> SENER, 2010. México, Prospectiva del Sector Eléctrico 2010–2025.

<sup>15</sup> CESPEDS, 2012. México, Transitando hacia un desarrollo económico verde.

<sup>16</sup> INE, 2012. Análisis propio basado en información de permisionarios de CRE, junio 2012.

<sup>17</sup> SENER, 2010. Prospectiva del Sector Eléctrico 2010–2025.

<sup>18</sup> SENER, 2010. Prospectiva del Sector Eléctrico 2010–2025.

<sup>19</sup> Análisis propio basado en información de permisionarios de CRE, 2012.

<sup>20</sup> DOF, 2008. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

- **Bioenergía.** Existen programas que apoyan la construcción de biodigestores y generadores. Se instaló el primer cogenerador eléctrico a base de bagazo de caña, con reducciones estimadas de 3.6 MtCO<sub>2</sub> eq. En el periodo 2008-2011 se instalaron 354,606 estufas eficientes de leña, con una reducción de emisiones estimada del orden de 0.96 MtCO<sub>2</sub> eq./año e importantes cobeneficios a la salud.
- **Combustóleo y carbón por gas natural.** Las turbinas de gas en ciclo combinado tienen de 50% a 62% menores emisiones de GEI que la energía térmica convencional. En 2009 casi el 60% de la demanda de energía primaria de CFE se satisfizo con gas natural,<sup>21</sup> reduciendo gradualmente la intensidad de carbono de la generación eléctrica nacional.

La proporción de ciclo combinado se ha incrementado de poco más del 20% en 2002 a casi el 50% en 2010, en tanto que el factor promedio de emisiones se redujo de arriba de 0.6 tCO<sub>2</sub> eq./MWh en 2002 a menos de 0.5 tCO<sub>2</sub> eq./MWh en 2010 (más de 15%).

Dentro de la cartera de proyectos en progreso se encuentra la sustitución de cinco plantas termoeléctricas

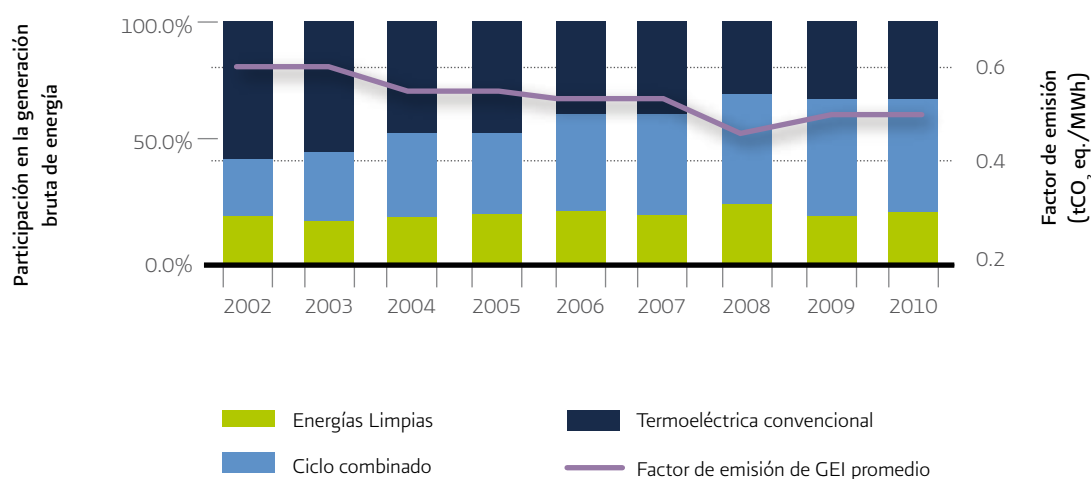
convencionales, con un potencial de abatimiento de 2.5 MtCO<sub>2</sub> eq./año.

- **Energía nuclear.** La Estrategia Nacional de Energía señala la necesidad de realizar más estudios sobre su viabilidad técnica y financiera, además de dialogar con los gobiernos de los estados para discutir su posible construcción. Es necesario continuar el estudio y alcanzar definiciones hacia el futuro en materia nuclear.

El potencial teórico de abatimiento de los proyectos de eficiencia en la generación y transformación de energía es de 24.5 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 (9% del potencial de abatimiento total). Los principales proyectos comprenden: aumento de la eficiencia en las operaciones de PEMEX y CFE (11.5 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020), implementación de redes inteligentes de distribución eléctrica (8.3 MtCO<sub>2</sub> eq.) y desarrollo de tecnologías de captura y almacenaje de carbono (4.7 MtCO<sub>2</sub> eq.) (Ver Sección V.1.3).

- **Reducción de venteo y quema de gas en producción.** La Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) emitió disposiciones técnicas para reducir la quema y el venteo de gas en los trabajos de exploración y

■ **Figura V.7. Generación de energía por tipo de combustible y evolución del factor de emisión promedio en la generación eléctrica**



<sup>21</sup> SENER, 2010. Prospectiva de Petrolíferos 2010-2025.

explotación de hidrocarburos (CNH.06.001/09). Esta regulación establece un mínimo de aprovechamiento de gas natural, a través de: Programa de nivel máximo (o techo nacional) para alcanzar niveles de aprovechamiento de gas, y el Programa acelerado para reducir al mínimo la quema y venteo de gas en el Activo Integral Cantarell, 2010–2012. El abatimiento alcanzado en el Activo Cantarell al 2011 es de 12.72 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales.<sup>22</sup>

- **Mitigación de emisiones fugitivas en PEMEX.** PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) tiene proyectos esquema MDL para la instalación de sellos secos en compresores de gas para los complejos procesadores de gas en Ciudad PEMEX, Nuevo PEMEX y Poza Rica, con una reducción estimada en 0.026 MtCO<sub>2</sub> eq.<sup>23</sup>. Se han identificado proyectos de reducción de emisiones fugitivas por hasta 2.3 MtCO<sub>2</sub> eq.<sup>24</sup>
- **Eficiencia energética en PEMEX.** El potencial de mitigación es mayor a 1.1 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 e involucra aumentos en la eficiencia operativa y térmica de sus operaciones. Los principales proyectos son: la reconfiguración de las refinerías Madero, Minatitlán y Cadereyta, y los proyectos de cogeneración en Nuevo Pemex, Tula y Salamanca. El ejercicio del gasto de las paraestatales es programado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y se prioriza en base a la rentabilidad de los proyectos. Dado este criterio, la inversión es usualmente asignada a proyectos de exploración y explotación de crudo. En consecuencia, los proyectos de eficiencia energética en PEMEX Refinación difícilmente alcanzan financiamiento. PEMEX actualmente tiene proyectos bajo el esquema MDL que persiguen incrementar la eficiencia térmica, entre ellos: Recuperación energética de gases de combustión para su aprovechamiento en el proceso de deshidratación de crudo Maya en la Terminal Marítima Dos Bocas (registrado), y la utilización de tec-

nologías de recuperación de calor en los escapes de combustión de turbo maquinaria en el activo integral Cantarell (en proceso); ambos proyectos tienen un potencial de abatimiento de 0.52 MtCO<sub>2</sub> eq.<sup>25</sup> (Ver Sección V.1.3).

- **Eficiencia energética de CFE (transmisión y distribución).** El suministro nacional de energía eléctrica destinada al servicio público tuvo pérdidas totales promedio de 10.77% entre 2000 y 2011 (las mejores prácticas son 6% a 8%), y su reducción a 8% equivale a cerca de 4 MtCO<sub>2</sub> eq. Cada tres puntos porcentuales en pérdidas equivalen a la producción anual de una planta generadora de 1,000 MW y emisiones de 1.27 MtCO<sub>2</sub> eq. CFE implementa medidas para reducir las pérdidas técnicas: la incorporación de nuevas líneas, subestaciones y mejoras en los sistemas de distribución.
- **Redes inteligentes de energía eléctrica.** Aportan un suministro eléctrico eficiente, seguro y sostenible utilizando tecnologías de comunicación, control, monitoreo y autodiagnóstico. Permiten la gestión activa de la demanda e incorporan tecnologías de almacenamiento, para el despacho y control correctos de energías renovables intermitentes (solar y eólica).<sup>26</sup> Se identifica como una barrera la falta de estándares técnicos abiertos y públicos que permitan el funcionamiento entre sistemas de distintos fabricantes.
- **Captura y almacenamiento de carbono (CCS,** por sus siglas en inglés) con un potencial en México de 4.7 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020. CCS puede utilizarse para la recuperación mejorada de hidrocarburos, capturando beneficios derivados de la venta de crudo y de la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>. PEMEX cuenta con pozos candidatos a CCS en la región de Poza Rica: los pozos Poza Rica, Tajín y Coapechaca, y en la región sur PEMEX en campos maduros ubicados en el activo Cinco Presidentes en Tabasco.<sup>27</sup> La legislación actual

<sup>22</sup> SEMARNAT, 2012. México, Avances de Metas PECC.

<sup>23</sup> SENER, 2011. México, Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

<sup>24</sup> INE, 2010. México, Agenda de Cambio Climático de México 2010-2020.

<sup>25</sup> SENER, 2011. México, Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

<sup>26</sup> NREL, 2012. Laboratorio Nacional de Energías Renovables - EUA, Renewable Electricity Futures Study.

<sup>27</sup> CMM, 2012. Centro Mario Molina. México. Primer proyecto demostrativo CCS + EOR en México.

no contempla el acceso y uso de acuíferos profundos para el almacenamiento de carbono (Ver Sección V.4.2).

### Uso sustentable de energía

Del PRONASE (Ver Sección V.1.3), estudios de la CONUEE<sup>28</sup> y del INE (INE, 2010), se identificó un potencial de reducción de emisiones de 64 MtCO<sub>2</sub> eq., equivalente al 24.5% de la meta de abatimiento de México al 2020.

Las acciones pertenecen a cuatro categorías principales:

- Normas y estándares para regular el consumo energético futuro.
- Sustitución de tecnologías a aquellas más eficientes a través de programas sociales.
- Certificación de productos con tecnologías eficientes.
- Cambios de prácticas y comportamientos de los usuarios finales.

Entre 2009-2011, como resultado de la expedición de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en eficiencia energética, se registró un ahorro de energía eléctrica de 6,112 GWh,

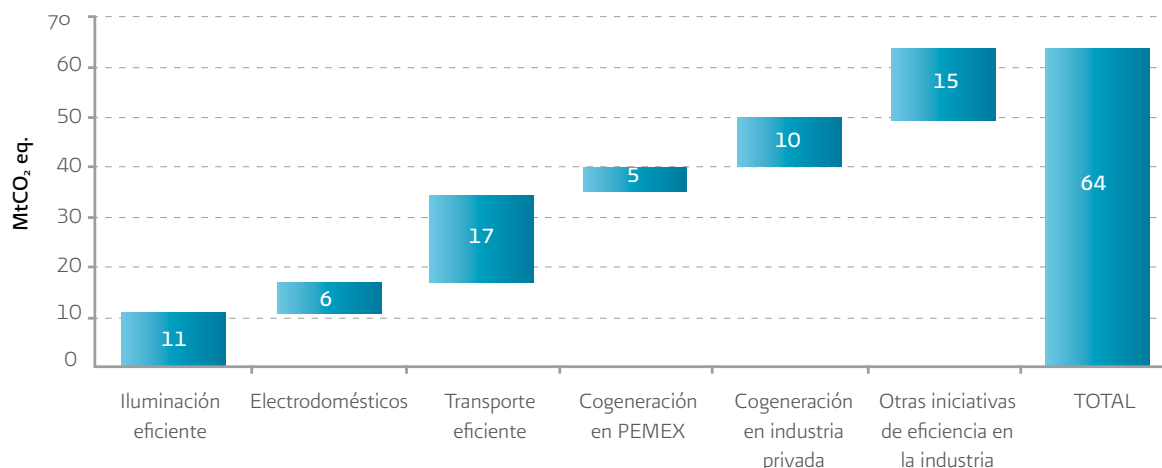
con ahorros térmicos por 7.43 millones de barriles de petróleo equivalente (bpe) (Ver Cuadros V.13 y V.14).

- **Norma de eficiencia para iluminación.** En el año 2011 entró en vigor la norma oficial que establece límites mínimos de eficacia para iluminación en los sectores residencial, comercial, servicios, industrial y alumbrado público (NOM-028-ENER-2010). Los ahorros anuales, estimados preliminarmente por el INE, derivados del menor gasto energético, son 1,430 millones de dólares al 2020 con un impacto positivo directo en los usuarios finales. Con esta iniciativa se pueden llegar a abatir hasta 11 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales en el 2020.

Otras iniciativas de aumento de la eficiencia en el consumo energético en el sector residencial y comercial, en dispositivos como refrigeradores, equipos de climatización o electrodomésticos, pueden llegar a abatir hasta 6 MtCO<sub>2</sub> eq. en el 2020.

- **Norma de eficiencia para vehículos ligeros.** La implementación de la norma que establece los estándares mínimos de rendimiento de combustible para vehículos nuevos,<sup>29</sup> ayudará a alcanzar un rendimiento

■ Figura V.8. Potencial de abatimiento de las áreas prioritarias del PRONASE



Fuente: INE, 2012.

<sup>28</sup> CONUEE, 2009. Estudio sobre el potencial de cogeneración en México.

<sup>29</sup> Ver Sección V.1.4.



promedio de la flota de vehículos de 15 km/l en el 2016 (desde 12.3 km/l, estimado en 2010). Los beneficios previstos incluyen:<sup>30</sup>

- Reducir la demanda energética en 372 millones de bpe acumulados entre 2016 y 2030.
- Evitar la emisión de 6 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales en el 2020 y de 18 MtCO<sub>2</sub> eq. en el 2030.
- Generar ahorros económicos para los usuarios, derivados del ahorro en gasolina, cercanos a 513 mil millones de pesos, acumulados al 2030.
- Producir ahorros para el gobierno que se estiman en 103 mil millones de pesos, asociados a los subsidios correspondientes en el mismo periodo.
- Reducir emisiones de otros contaminantes locales como NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e hidrocarburos. Se estima que los ahorros derivados de evitar afectaciones a la salud por estas sustancias serían de 338 millones de dólares.

México ha realizado esfuerzos para desacelerar el crecimiento del parque vehicular por la importación de vehículos usados de norteamérica. A finales de 2011, acuerdos firmados entre la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Economía (SE) obligan a que los vehículos usados que sean importados definitivamente al país cumplan con la norma oficial que establece los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes (NOM-041-SEMARNAT-2006).<sup>31</sup> Con esto se ha logrado homologar las especificaciones para todo el parque vehicular nacional. Estos esfuerzos deben ir acompañados de un esquema de chatarrización que haga efectivo el retiro de circulación de los automóviles poco eficientes, y de un sistema estricto de verificación vehicular en todo el territorio nacional.

México lleva a cabo programas masivos de ahorro de energía eléctrica como:

- **Programa Luz Sustentable.** Ver Sección V.1.3 FIDE.
- **Programa Cambia Tu Viejo por Uno Nuevo.** Ver Sección V.1.3 FIDE.

<sup>30</sup> INE, 2012. México, Resultados preliminares; análisis en progreso.

<sup>31</sup> DOF, 2007. México, Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, 6 marzo 2007.

- **Hipotecas Verdes.** Los ahorros obtenidos por eficiencia energética y agua son cercanos al 2-3% del ingreso familiar. Este programa puede extenderse para otorgar 2.7 millones de créditos entre 2013 y 2020, con un potencial de abatimiento de 2.6 MtCO<sub>2</sub> eq. (Ver Sección V.1.8)
- **Esquema de Sustitución Vehicular.** Ver Sección V.1.4.
- **Programa Transporte Limpio.** Ver Sección V.1.4.
- **Programa GEI México.** Ver Sección V.1.7.
- **Cogeneración.** La instalación de plantas de cogeneración para los nueve centros de proceso de PEMEX con mayor generación de vapor podría ayudar a abatir hasta 14 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020.<sup>32</sup> El potencial de cogeneración estimado en otras industrias equivale al abatimiento de 10 MtCO<sub>2</sub> eq., y representa beneficios económicos potenciales por más de 1,600 millones de dólares anuales.<sup>33</sup>

Como parte de la estrategia de bajo carbono se analizan los efectos de la estructura actual de subsidios a la energía y a los recursos en la eficiencia de su consumo. Un estudio del Centro Mario Molina estima que retirar el subsidio a combustibles al autotransporte permitiría reducir la demanda de gasolina y diesel en un 23% hacia el 2020 y abatir 24 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales. Actualmente, el precio de la gasolina Magna tiene un desliz mensual equivalente a 1% de su precio, con el objetivo de equilibrar las finanzas públicas y reducir la dependencia del exterior. Se ha estimado que en el periodo comprendido entre 2007 y 2011, este desliz evitó emisiones de entre 67 y 145 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Ciudades sustentables

El potencial técnico de reducción de emisiones de GEI identificado al 2020 es de 26 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales. Esto

<sup>32</sup> CESPEDES, 2012. México, Transitando hacia un desarrollo económico verde.

<sup>33</sup> CONUEE, 2009. México, Estudio sobre el potencial de cogeneración en México.

incluye proyectos de inversión en infraestructura de transporte urbano y optimización de sistemas de transporte, con un potencial de abatimiento de 8 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020, y acciones de manejo de residuos sólidos urbanos y tratamiento de aguas, con un potencial de abatimiento de 26 MtCO<sub>2</sub> eq.

## Transporte

Del potencial total identificado (8 MtCO<sub>2</sub> eq.) se han identificado proyectos de infraestructura de transporte urbano con un potencial de abatimiento al 2020 cercano a 2 MtCO<sub>2</sub> eq.<sup>34</sup> tres líneas de tren suburbano en la zona metropolitana del Valle de México, con una inversión estimada de 24 mil millones de pesos; siete trenes urbanos en otras ciudades, con una inversión estimada de 30 mil millones de pesos; siete corredores de Sistemas de Transporte Rápido (BRT, por sus siglas en inglés) en construcción o listos para construir y 21 en diferentes etapas de planeación. La inversión estimada para los 21 proyectos en planeación es de entre 10 y 15 mil millones de pesos.<sup>35</sup>

Además de los beneficios estimados por el abatimiento de emisiones de GEI, también se espera que la implementación de los proyectos de BRT genere cobeneficios sustanciales: reducción de contaminantes locales, que se traduzca en una disminución de enfermedades asociadas valorada entre 60 y 80 millones de dólares; reducción en el consumo de combustibles fósiles, con un menor gasto federal por concepto de subsidios a combustibles de entre 10 y 13 millones de dólares; mayor productividad relacionada con una reducción de tiempos de traslado (40-53 millones de horas-hombre ahorradas), con valor de entre 26 y 34 millones de dólares anuales y mejoría en la calidad de vida; creación de empleos temporales en la construcción de infraestructura y migración de empleos informales a formales para los operadores del sistema BRT.

<sup>34</sup> SHCP, 2010. Canasta de proyectos del PROTRAM-FONADIN-BANOBRAS.

<sup>35</sup> CESPEDES, 2012. Transitando hacia un desarrollo económico verde.

Las barreras al funcionamiento eficiente del transporte urbano y a la reducción en sus emisiones incluyen:

- La intervención de diversas entidades y políticas gubernamentales no alineadas ha generado ciudades dispersas, desconectadas y extensas, con altas ineficiencias en el transporte.
- Alta resistencia a la modernización y al cambio en los sistemas actuales de transporte público por parte de los concesionarios actuales.
- Tarifas controladas en el transporte público generan incentivos perversos, reducen la eficiencia en el uso del transporte y limitan la calidad y el crecimiento del sector.

Los proyectos de optimización de los sistemas de transporte inter-urbano incluyen:

- Incrementar la participación de los ferrocarriles en el transporte terrestre de carga.
- Mejorar la logística del transporte carretero de carga, mediante la operación coordinada de los vehículos, la creación de cooperativas y asociaciones, la construcción de terminales especializadas y corredores de carga, y la puesta en marcha de un sistema de información confiable.

## Manejo sustentable de residuos

La gestión integral de residuos constituye una fuente de oportunidades para generar mercados y cadenas productivas formales. La infraestructura actual es insuficiente y no permite un manejo óptimo, que impulse su aprovechamiento, recolección y reciclaje. Se identifican las siguientes acciones con un potencial de abatimiento de 26 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020:

- Impulsar la participación del sector privado en proyectos de reciclaje, separación de basura, reutilización, confinamiento de desechos, y creación de centros de acopio. Desarrollar mecanismos y regulaciones que hagan corresponsables a las organizaciones del manejo de los residuos que generan.
- Corregir los sistemas tarifarios de los servicios de recolección y tratamiento, de forma que se incentive la reinversión en mejoras tecnológicas y logísticas, y

se puedan implementar las mejores prácticas a nivel mundial.

- Reforzar las campañas educativas e informativas para sensibilizar a la población sobre la importancia de reducir la generación de desechos y el consumo de agua.

Los proyectos que deben impulsarse dentro de este sector caen en cuatro categorías básicas:

- **Tratamiento de aguas residuales.** Además del beneficio por reducción de emisiones, el agua tratada se puede aprovechar para otras actividades, mientras que el CH<sub>4</sub> se puede aprovechar en la generación de electricidad para la operación de las Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).
- **Captura y aprovechamiento de biogás producto de rellenos sanitarios y PTARs.** En los rellenos sanitarios de gran capacidad, el aprovechamiento del CH<sub>4</sub> para la generación de electricidad genera ingresos que superan la inversión tecnológica.

Se tienen identificados proyectos para el aprovechamiento de biogás para generación de energía en 29 rellenos sanitarios de 19 ciudades de la República Mexicana, con un potencial de abatimiento de 4.4 MtCO<sub>2</sub> eq. (INE, 2010).

Se han identificado tres proyectos de tratamiento de aguas residuales con un potencial de abatimiento de 1.02 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020: La planta de Atotonilco, Hidalgo, que con capacidad para tratar 23 m<sup>3</sup>/s será la más grande del país, tiene un potencial de mitigación de 0.50 MtCO<sub>2</sub> eq. por año.

- **Reciclaje.** Esta actividad incrementó su capacidad en 154% entre 2002 y 2011, y ofrece grandes oportunidades para el sector industrial por el ahorro de costos asociado.
- **Composta.** Puede ayudar a aumentar la productividad de la producción agrícola, pero aún es necesario analizar con mayor profundidad el valor en el mercado y las alternativas para lograr proyectos viables.

## Usos de la tierra

En el ámbito forestal se trabaja en dos líneas específicas para la mitigación de emisiones de GEI: la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+) y el Proyecto de Bosques y Cambio Climático (Ver Sección V.1.5 CONAFOR). También se presentó la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas en 2010 (Ver Sección V.1.5).

A finales de 2006, la superficie cubierta por esquemas de conservación y manejo de ecosistemas terrestres y recursos naturales fue superior a 500 mil km<sup>2</sup>. Gracias a la combinación de programas gubernamentales, la tasa de pérdida de cobertura forestal se ha reducido en 50% entre el 2000 y el 2010.

El sector forestal tiene un potencial teórico de abatimiento de emisiones de 57 MtCO<sub>2</sub> eq., basado en alternativas para evitar la pérdida de cobertura forestal: reforestación, aforestación y deforestación evitada. Existen varios proyectos en marcha que tienen un potencial de abatimiento significativo al 2020:

- Programa de Manejo Forestal Sustentable (PRODEFOR): 6.7 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Programa de Cultivo Forestal en Bosques Templados: 3.8 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA): 3.6 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Otros proyectos dentro del esquema ProÁrbol:<sup>36</sup> 7.8 MtCO<sub>2</sub> eq.
- Ocho proyectos de acción temprana REDD+: 10.1 MtCO<sub>2</sub> eq.

El potencial de abatimiento anual de emisiones estimado en el sector agropecuario es de 20 MtCO<sub>2</sub> eq. y se basa en: la mejora de prácticas agropecuarias en los principales cultivos, la restauración de tierras degradadas, la reducción o eliminación de labranza y el manejo adecuado del ganado. La implementación de muchas de estas iniciativas también representaría un aumento en la productividad de las actividades del sector.

<sup>36</sup> Ver Sección V.1.5 CONAFOR.

Se han identificado proyectos que tienen un potencial de mitigación estimado en 5.1 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020; el mayor potencial corresponde a proyectos de manejo de residuos pecuarios (3.5 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales).

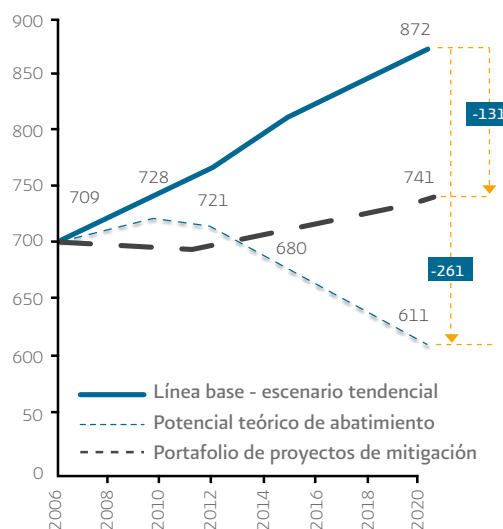
Las prácticas que pueden promoverse de forma masiva para abatir las emisiones provenientes de las actividades agropecuarias incluyen:

- Adaptación a cultivos de menores requerimientos hídricos para mejorar la conservación de agua y suelos.
- Racionalización del uso de agroquímicos, uso de biofertilizantes y mejoramiento de semillas.
- Reconversión productiva sustentable fomentando los cultivos perennes y la labranza de conservación, en sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles.
- Mejora en la productividad y variedad de cosechas, rotación extendida de cosechas y reducción de tierras sub-utilizadas, sistemas de cosecha menos intensivos, uso extendido de cosechas cubiertas.
- Mejora en la eficiencia energética y uso de energías alternativas.
- Ajustes de la carga animal y planificación en tierras de agostadero.
- Masificación del tratamiento de los desechos pecuarios para autogeneración de energía.

## Cartera de proyectos de mitigación de México 2010-2020

A partir del análisis anterior y de estudios de costo-efectividad, de contexto, de prioridades y de barreras sectoriales para cada una de las acciones identificadas, se ha identificado una cartera de más de 150 proyectos con un potencial de abatimiento total estimado en 130 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales al 2020, que representan la mitad del compromiso adquirido por México para ese año. Más de 100 de esos proyectos están en ejecución, y representan un potencial de mitigación de 70 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020.

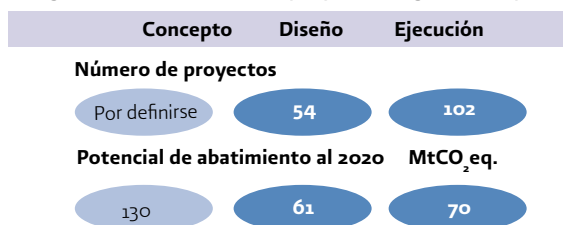
■ Figura V.9. Potencial de abatimiento de emisiones, MtCO<sub>2</sub> eq. anuales



Fuente: INE, 2012.

Esta cartera comprende iniciativas de diferentes tipos: normativas y regulatorias, de desarrollo y sustitución tecnológica, programas sociales, mejores prácticas, desarrollo de capacidades, etc. Los proyectos se encuentran en diferentes etapas de diseño y ejecución como se describe en la Figura V.10.

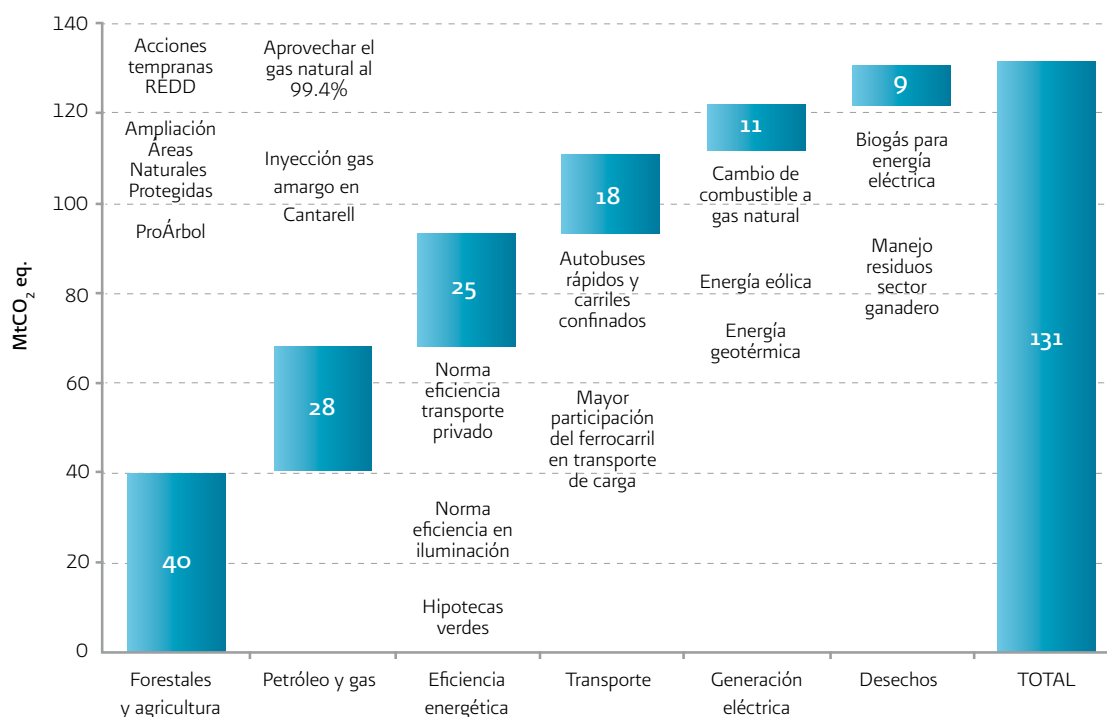
■ Figura V.10. Portafolio de proyectos según su etapa



Fuente: INE, 2012.

El mayor potencial de abatimiento de estos proyectos (92 MtCO<sub>2</sub> eq., 70% del total de la cartera) se concentra en los sectores forestal y agropecuario, petróleo y gas, y eficiencia energética.

■ Figura V.11 Potencial de abatimiento del portafolio de proyectos de mitigación por sector, MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020



Fuente: INE, 2012.

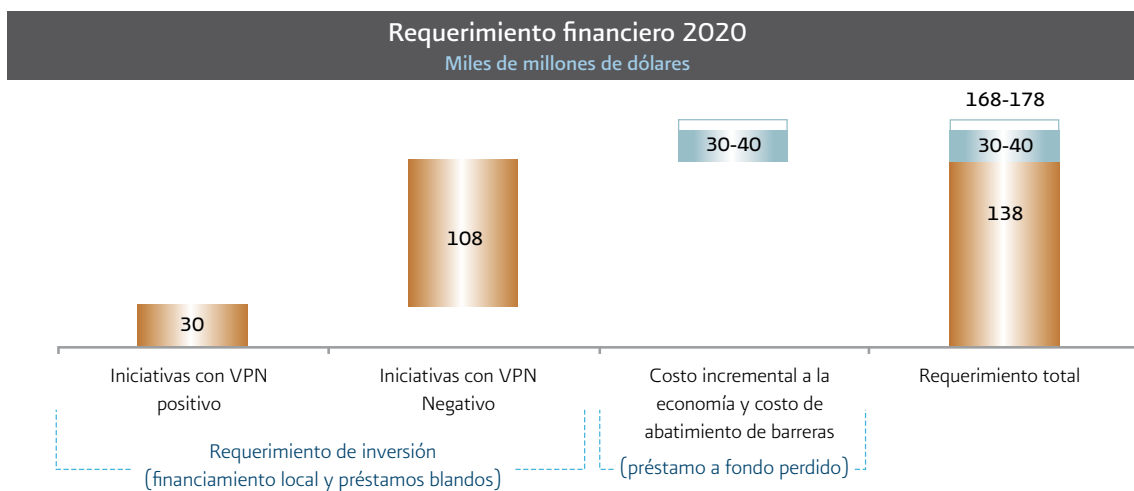
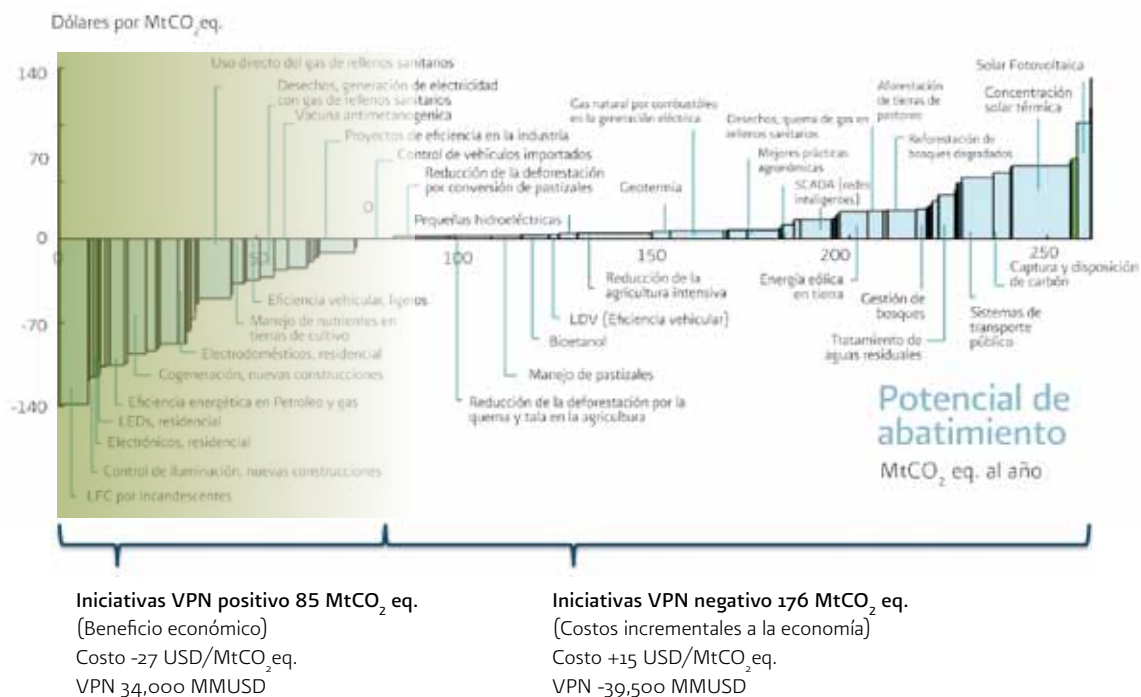
## Análisis financiero de las acciones de mitigación

Análisis preliminares sugieren que para lograr el abatimiento de 261 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2020 se tiene un requerimiento de inversión cercano a los 1.38 mil millones de dólares. El monto promedio anual corresponde a 6% de la inversión total de México en 2011. Este análisis es sensible al precio del crudo (estimado en 60 dólares por barril al 2030) y al costo de capital (4%).

A partir de la curva de costos se obtienen los siguientes estimados:

- Las acciones de mitigación con costos de abatimiento negativos o cero requieren de una inversión de 30 mil millones de dólares al 2020. Estas iniciativas presentan un beneficio económico estimado de 34 mil millones de dólares gracias a sinergias con el proceso de desarrollo económico.
- Las acciones de mitigación con costos de abatimiento positivos requieren de una inversión de 108 mil millones de dólares al 2020. Esto incluye iniciativas con cobeneficios que las hacen atractivas aun cuando implican un costo, y otras que son intensivas en capital y que representan fuertes inversiones en infraestructura. El impacto a la economía por la implementación de estas acciones es de casi 40 mil millones de dólares.
- Los beneficios y los impactos entre las acciones de mitigación son muy cercanos, con una diferencia menor a 6 mil millones de dólares; sin embargo, no son transferibles. Se estima que la implementación de las acciones de mitigación representará un impacto a la economía por 30 mil a 40 mil millones de dólares. Esto se debe al costo marginal incremental de las acciones de mitigación y al abatimiento de barreras. Para poder cubrir este impacto se prevé que México requerirá de apoyos económicos en fondos no recuperables.

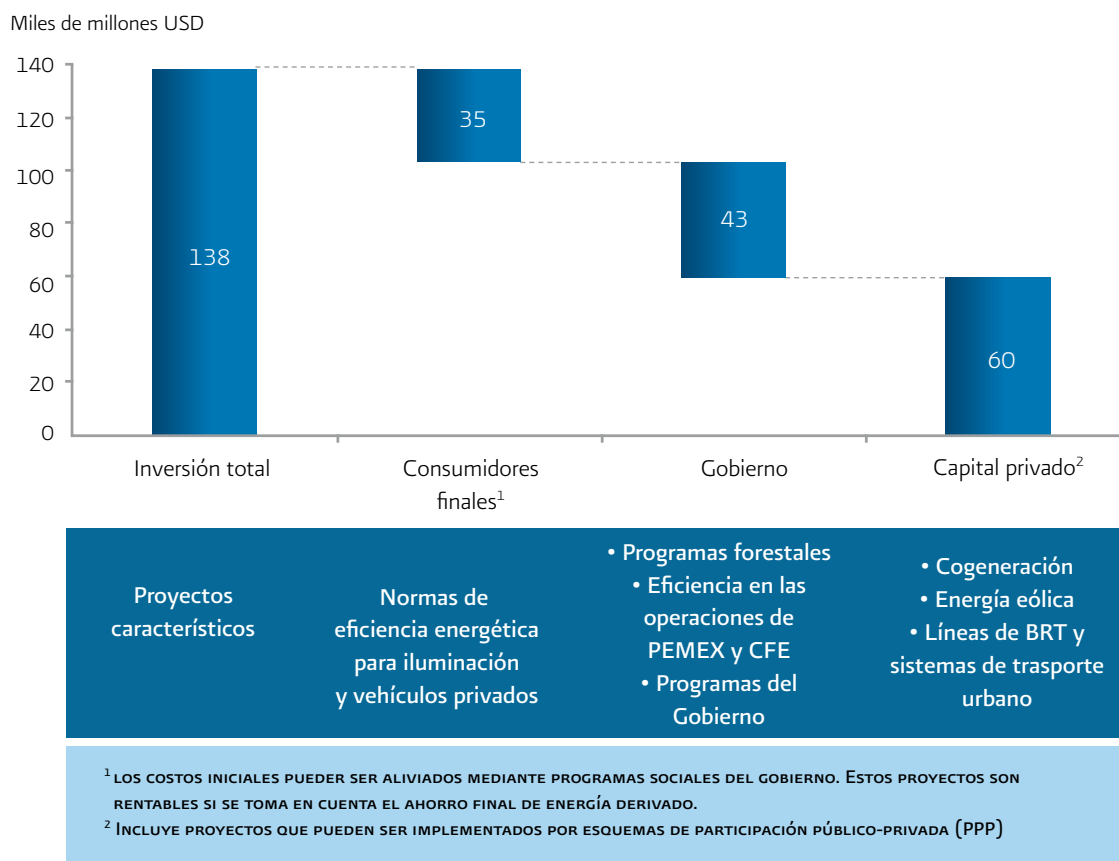
■ Figura V.12. Curva de costos de abatimiento al 2020



VPN: Valor Presente Neto.  
 Fuente: INE, 2012.

La aportación principal viene de capital privado que representa 43% de la inversión requerida; el sector público aporta 31%, y los consumidores finales absorben el 25% del gasto.

■ **Figura V.13. Capital estimado necesario para cumplir las metas de mitigación al 2020**



Fuente: INE, 2012.

## Análisis económico de las medidas de mitigación

Utilizando un modelo computable de equilibrio general, se realizó un primer cálculo de los impactos macroeconómicos de las acciones de mitigación contempladas en la cartera de proyectos de la estrategia LEDES.<sup>37</sup> Se concluye que para el año 2030, tras la implementación de la totalidad de las iniciativas de abatimiento identificadas, bajo el supuesto de que México cuente con acceso a fondos internacionales: el PIB nacional sería 5.3% mayor

con respecto al escenario base.<sup>38</sup> Asimismo, se espera un crecimiento del nivel de inversión, que sería 23.69% mayor, con un acervo de capital 7.56% superior. Bajo tales supuestos, se observa que la inversión incremental requerida para la implementación de la estrategia de bajo carbono tendría como resultado la generación de entre 300 mil y 550 mil empleos. La tasa de desempleo en el escenario tendencial se estima en 12%, mientras que en el escenario de bajo carbono sería de 6.7%. La estrategia de bajo carbono es además marcadamente progresiva, y favorecería la distribución de riqueza a los segmentos

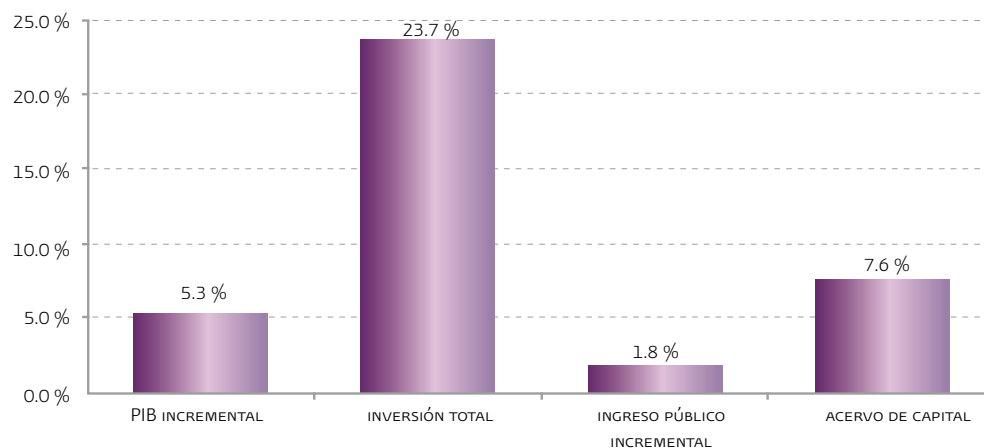
<sup>37</sup> INE, 2012. Economic analysis of Mexico's Low Emissions Development Strategy-LEDS Mexico (Ibarrarán & Boyd).

<sup>38</sup> El escenario base asume que no se modifican los patrones actuales de consumo y producción; y que la economía se apoya en combustibles fósiles cada vez más escasos.

sociales de menor ingreso. En resumen, con la estrategia LEDS no existe destrucción de valor económico, y los costos incrementales de implementación son compensa-

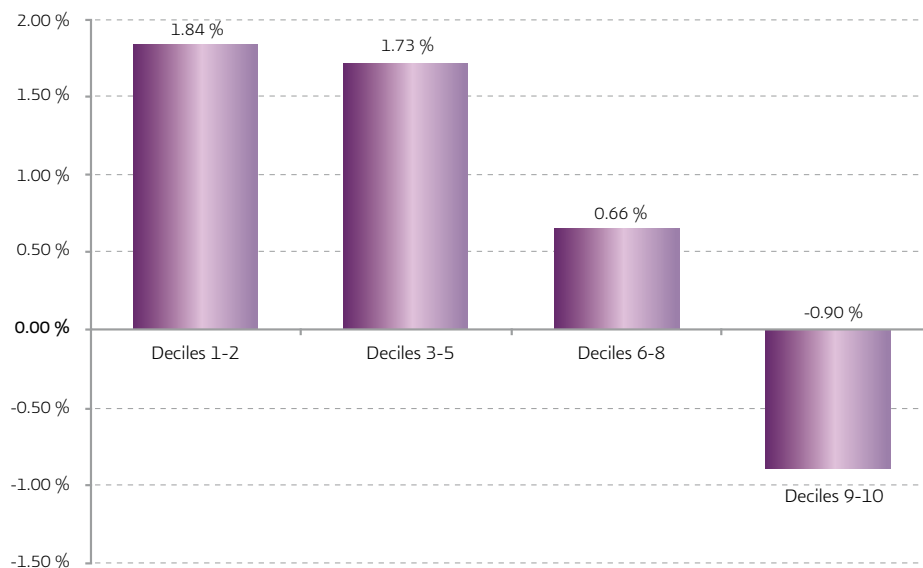
dos por ganancias en productividad, seguridad energética, calidad ambiental, e impactos positivos sobre salud e inclusión social.

■ **Figura V.14. Efecto incremental de la implementación de la estrategia de bajo carbono hacia el 2030, contra el escenario tendencial**



Fuente: INE, 2012. Economic analysis of Mexico's Low Emissions Development Strategy-LEDS Mexico (Ibarrarán & Boyd).

■ **Figura V.15. Cambios en la distribución de la riqueza hacia el 2030**



Fuente: INE, 2012. Economic analysis of Mexico's Low Emissions Development Strategy-LEDS Mexico (Ibarrarán & Boyd).



## V.1.3 Sector energético

### Política nacional

Los principales instrumentos con los que el sector energético contribuye al desarrollo sustentable mediante el abatimiento del consumo de energía, se describen en esta sección. En el Cuadro V.4 se muestran las leyes y reglamentos del sector.

#### Estrategia Nacional de Energía 2012-2026

La Estrategia Nacional de Energía 2012-2026<sup>39</sup> (ENE) tiene como base la visión del sector para los próximos 15 años y está conformada por tres Ejes Rectores: Seguridad Energética, Eficiencia Económica y Productiva, y Sustentabilidad Ambiental.

En cuanto a energías limpias la ENE incluye como meta incrementar en un 35% su participación en la generación de electricidad al 2026.

En relación a eficiencia energética, considera lograr un ahorro de energía del 15% respecto a la proyección de línea base del consumo nacional de energía al 2026.

En este sentido, el abatimiento de energía por concepto de eficiencia energética se estima en aproximadamente 1,091 PJ, equivalente a cerca del 25% del consumo final en 2010. Esta última versión incluye los recursos potenciales de *shale gas* en el país.

#### Programa Sectorial de Energía 2007-2012<sup>40</sup>

Establece los compromisos, estrategias y líneas de acción del Gobierno Federal en materia energética y tiene como objetivo promover el desarrollo integral y sustentable del país, conforme al horizonte de largo plazo plasmado en la Visión 2030 (SENER, 2012).

<sup>39</sup> Secretaría de Energía. Disponible en <http://www.energia.gob.mx/res/1646/EstrategiaNacionaldeEnergiaRatificadaporeiHCongresodelaUnion.pdf>

<sup>40</sup> Secretaría de Energía. Disponible en <http://www.energia.gob.mx/portai/Default.aspx?id~1426>

### Programa Especial para el Aprovechamiento de energías renovables 2009-2012

Tiene como objetivos impulsar el desarrollo de la industria de energías renovables, ampliar el portafolio energético y ampliar la cobertura del servicio eléctrico en comunidades rurales utilizando energías renovables.

#### ■ Cuadro V.4. Leyes y reglamentos del sector energético

Ley	Instrumentos derivados
Ley para la Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB) <sup>41, 42</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reglamento para la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos<sup>43</sup></li><li>Programa de Introducción de Bioenergéticos</li></ul>
Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE) <sup>44</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía<sup>45</sup></li><li>Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PRONASE)<sup>46</sup></li><li>Metodología para la Cuantificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de Consumos Energéticos Evitados por el Aprovechamiento Sustentable de la Energía<sup>47</sup></li></ul>
Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) <sup>48</sup>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reglamento de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética</li><li>Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía<sup>49</sup></li><li>Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2009-2012 (Presidencia de la República, 2012)<sup>50</sup></li></ul>

<sup>41</sup> Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2008.

<sup>42</sup> Secretaría de Energía. Disponible en <http://www.energia.gob.mx/res/O/Prog%20Introd%20Bioen.pdf>

<sup>43</sup> Diario Oficial de la Federación el 1 de febrero de 2008.

<sup>44</sup> Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008.

<sup>45</sup> Diario Oficial de la Federación el 11 de septiembre de 2009.

<sup>46</sup> Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2009.

<sup>47</sup> CONUEE, 2012. Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod\\_gei\\_cons\\_evit.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod_gei_cons_evit.pdf)

<sup>48</sup> Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008.

<sup>49</sup> Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008.

<sup>50</sup> Diario Oficial de la Federación el 6 de agosto de 2009.

## Petróleos Mexicanos

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es la mayor empresa energética de México y el mayor contribuyente fiscal del país. Desarrolla toda la cadena productiva de la industria del petróleo, desde la exploración hasta la distribución y comercialización de productos finales. Sus principales acciones en materia de mitigación de emisiones de GEI en el periodo 2009–2012 fueron:

### Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental

El Sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental (SSPA) se estableció en 2006 y está basado en las 12 mejores prácticas internacionales en el tema; consta de tres subsistemas: Subsistema de Administración de la Seguridad de los Procesos (SASP), Subsistema de Administración de la Salud en el Trabajo (SAST) y Subsistema de Administración Ambiental (SAA). Este último consta de 15 elementos cuya aplicación permite la prevención y el control de la contaminación, asegurando el cumplimiento del marco legal aplicable mediante la administración de los aspectos e impactos ambientales derivados de las operaciones y procesos productivos (PEMEX, 2012).

### Iniciativa Global de Metano

En 2009, PEMEX suscribió la iniciativa y presidió conjuntamente con Rusia y Canadá el Subcomité de Petróleo y Gas de la Iniciativa Metano a Mercados (M2M, por sus siglas

en inglés). La Iniciativa Global de Metano (GMI, por sus siglas en inglés), antes M2M, busca reducir las emisiones de metano a través de estudios de medición para el apoyo de proyectos y mejores prácticas operacionales.

En 2010, PEMEX realizó una campaña de medición de metano en Abkatun-D y Zona Tabasco (Terminal Marítima Dos Bocas y Activo Integral Macuspana). En 2011 se realizó un trabajo conjunto entre la GMI y la Global Gas Flaring Reduction Partnership para llevar a cabo mediciones de emisiones de metano, así como la aplicación de un método experimental para la medición de hollín (carbono negro) en quemadores de campo de instalaciones en la Región Norte de PEMEX Exploración y Producción, en Poza Rica, Veracruz (PEMEX, 2012).

### Global Gas Flaring Reduction Partnership

PEMEX se sumó en 2009 a esta iniciativa del Banco Mundial, orientada a reducir la quema de gas natural mediante su aprovechamiento; para ello desarrolla recomendaciones legales, regulatorias, técnicas y mejores prácticas fiscales.

Durante 2010, llevó a cabo la revisión del Plan de Manejo de Gas del activo integral Cantarell y Ku-Maloob-Zaap.

### Programa Especial de Cambio Climático

PEMEX comprometió en el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) una reducción de 9.94 MtCO<sub>2</sub> eq. para 2012 con respecto a sus emisiones de 2008. Los avances por año se muestran en el Cuadro V.5 (PEMEX, 2012).

■ Cuadro V.5. Emisiones reducidas por las metas de PEMEX en el PECC

Año	2008	2009	2010	2011	Cumplimiento
Emisiones Totales (MtCO <sub>2</sub> eq.)	54.82	50.24	45.44	41.46	
Reducción con respecto al 2008 (%)		4.58	9.38	13.26	133.4%
<b>Acciones realizadas</b>					
2008: entrada en operación de módulos de inyección de gas amargo en el yacimiento de Cantarell.					
2009- 2010: reducciones de quema de gas, eficiencia energética y cogeneración. <sup>51</sup>					
2010-2011: reducción del volumen de gas amargo enviado a quemadores, así como al cierre de pozos con alta relación gas-aceite y a la puesta en operación de módulos de inyección de gas a yacimientos en Cantarell					

<sup>51</sup> Ver Sección V.1.2.

## Plan de Acción Climática de PEMEX

En abril de 2009 se realizó el Taller de Definición de Líneas de Acción Climática en PEMEX, las conclusiones y recomendaciones fueron un insumo fundamental para la elaboración del Plan de Acción Climática de Petróleos Mexicanos (PAC), presentado durante la COP 16.

En 2012 se lleva a cabo la actualización del PAC, el cual define, implementa y monitorea ejes y líneas de acción en materia de mitigación, adaptación y temas transversales. Está conformado por tres ejes rectores y nueve líneas de acción (Cuadro V.6):

■ Cuadro V.6. Ejes rectores y líneas de acción del PAC

Ejes rectores	Líneas de acción
Mitigación	Mitigación directa
	Mitigación indirecta
	Desarrollo sustentable de <i>shale oil gas</i>
Adaptación	Reducir la vulnerabilidad de las operaciones
	Conservación de los servicios ambientales
Temas transversales	Información / herramientas metodológicas
	Desarrollo de capacidades
	Investigación y desarrollo tecnológico
	Finanzas de carbono (MDL, NAMAs y nuevos mecanismos de mercado)

La visión de largo plazo de PEMEX considera el desarrollo de nuevas fuentes de energía como el gas contenido en lutitas,<sup>52</sup> así como el aprovechamiento del gas de sus yacimientos tradicionales.

<sup>52</sup> La lutita es una roca sedimentaria clástica (formada por fragmentos de diferentes rocas) que se compone principalmente de partículas menores de cuatro micrones (PEMEX, 2012). Son porosas pero poco permeables. Pueden ser rocas madre de petróleo y de gas natural.

## Proyectos con organizaciones de la sociedad civil

En 2009, PEMEX realizó acciones de conservación de la biodiversidad, reforestación y educación ambiental en la Selva Lacandona, Chiapas, con Natura y Ecosistemas Mexicanos A.C.; en la Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla, Tabasco, con Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. (ENDESU) y en los humedales de Alvarado, Sierra de Otontepec y humedales de Tuxpan con el Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (FCEA).

## Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en América Latina y el Caribe

En 2009, PEMEX asumió la presidencia del Comité de Cambio Climático y Eficiencia Energética de la Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en América Latina y el Caribe (ARPEL).

## Gerencia de Desarrollo Sustentable y Ambiental

En 2010 el Consejo de Administración autorizó la creación de la Gerencia de Desarrollo Sustentable y Ambiental (GDSA), que tiene como misión fortalecer la sustentabilidad del valor económico generado por PEMEX; entre sus funciones destacan:

- Incorporar racionalidad socio-ambiental en las decisiones de negocio.
- Reducir la huella de carbono de la oferta de energía y el riesgo de afectaciones por el cambio climático.
- Hacer de la tecnología otro elemento clave del desarrollo sustentable.

## Proyectos MDL<sup>53</sup>

En julio de 2010 se registró ante la Junta Ejecutiva del MDL el proyecto “Eliminación de quema de gas en el campo Tres Hermanos”. En 2011, fueron identificados para su registro cuatro proyectos adicionales, en diferentes etapas: instalación de sellos secos, aprovechamiento energético de gases de combustión de turbogeneradores, y de cogeneración. En el primer semestre de 2012 PEMEX contó con cinco proyectos identificados como MDL que permitirán reducir 933 mil toneladas anuales de CO<sub>2</sub> eq. (Cuadro V.7).

Se estableció un compromiso con el gobierno de Canadá, mediante el cual PEMEX recibirá recursos hasta por 1.3 millones de dólares para financiar el desarrollo de NAMAs relacionados con la emisión de metano (Presidencia de la República, 2012).

## Captura y secuestro de carbono

Durante 2010, bajo la coordinación de la SENER, se formó un grupo de trabajo para evaluar un proyecto demostrativo de recuperación mejorada de petróleo con captura y secuestro de carbono CCS.

■ Cuadro V.7. Proyectos de PEMEX identificados como MDL

Organismo	Centro de trabajo	Proyecto	Reducción estimada tCO <sub>2</sub> eq./año
PEMEX Petroquímica (PPO)	Complejo Petroquímico. Morelos, Coatzacoalcos, Veracruz	Cogeneración. Construcción del sistema de generación eléctrica al sustituir los turbogeneradores de vapor por turbogeneradores de gas con recuperación de calor	233,452
	Complejo Petroquímico. Cangrejera, Coatzacoalcos, Veracruz	Cogeneración de los turbogeneradores I,II y III	233,452
PEMEX Exploración y Producción (PEP)	Terminal Marítima Dos Bocas, Paraíso, Tabasco	Aprovechamiento energético de gases de combustión de turbogeneradores	88,111
	Activo Integral Cerro Azul – Naranjos, Veracruz	Eliminación de quema de gas en el campo “Tres Hermanos”	82,645
PEMEX Refinación	Refinería Salina Cruz	Sustitución de combustóleo por gas natural	295,711
<b>Total</b>			<b>933,371</b>

Fuente: Presidencia de la República, 2012. Cifras al 30 de junio de 2012.

PEMEX ha firmado acuerdos y compromisos con el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo que le permitirán ampliar sus oportunidades en los mercados futuros de bonos de carbono.

El objetivo es maximizar la producción de crudo, aprovechar y reducir el CO<sub>2</sub> venteado a la atmósfera. Se evaluó utilizar el CO<sub>2</sub> producido por la Central Termoeléctrica de la CFE en Poza Rica, Veracruz; la captura de los gases de postcombustión de la termoeléctrica y su aprovechamiento en el Activo Integral Aceite Terciario del Golfo de PEMEX en su estrategia de recuperación mejorada de petróleo (PEMEX, 2012).

<sup>53</sup> Los proyectos se realizan conforme al modelo de negocios desarrollado por PEMEX y dan viabilidad y transparencia a la comercialización de los CERs. Al cierre de junio de 2012, PEMEX cuenta con tres acuerdos de compra-venta de CERs, dos cartas de intención y un estudio de factibilidad en desarrollo (Presidencia de la República, 2012).

## Planta de Cogeneración Nuevo PEMEX

En agosto de 2009, PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) emitió el fallo de la licitación pública internacional del primer proyecto de cogeneración a gran escala, con capacidad para suministrar vapor y energía eléctrica al centro industrial Nuevo PEMEX, Tabasco, y disponer de excedentes de electricidad para otros complejos de la empresa. Se prevé iniciar operaciones en octubre de 2012, con una emisión evitada de 900 mil toneladas anuales de CO<sub>2</sub>. Asimismo, aumentará la eficiencia energética con una capacidad de 300 MW de electricidad y 800 t/h de vapor con sustanciales ahorros en el gasto operativo (PEMEX, 2012).

## Parque Ecológico Jaguaroundi

A finales de 2009, PEMEX-Petroquímica y el Instituto de Biología de la UNAM firmaron un convenio de colaboración para llevar a cabo las actividades de operación y desarrollo del Parque Ecológico Jaguaroundi, ubicado en el municipio de Coatzacoalcos, Veracruz. Es una reserva natural de 960 ha, enfocada a la conservación, reforestación, captura de carbono y educación ambiental; permite la conservación de la biodiversidad en remanentes de selva alta perennifolia y en humedales, así como la conservación del área de amortiguamiento de las instalaciones de PPO. Se estima una captura de 99,704 tCO<sub>2</sub>/año para los primeros 10 años del proyecto (PEMEX, 2012).

## Restauración forestal

En 2011, PEMEX donó 19 millones de pesos para proyectos de restauración forestal instrumentados por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C. y por Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C.

## Comisión Federal de Electricidad

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) es un órgano público descentralizado que tiene por objeto la planificación del Sistema Eléctrico Nacional, la generación, la

conducción, la transformación, la distribución y la venta de energía eléctrica para la prestación del servicio público.

## Emisiones evitadas por la CFE

El Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) planifica la capacidad de generación con tecnologías convencionales a base de combustibles fósiles y fuentes de energía renovable, de acuerdo, entre otros, a los lineamientos de mediano y largo plazos establecidos en la ENE sobre la participación de tecnologías limpias en la capacidad de generación (CFE, 2012) (Ver Sección V.1.2).

En septiembre de 2011, la CFE contaba con una capacidad instalada de 37,908 MW; el 68% a partir de combustibles fósiles (vapor convencional, ciclos combinados, carboeléctricas, duales, turbinas de gas y combustión interna) y el 32% con recursos renovables (centrales hidroeléctricas, geotermoeeléctricas y eoloeeléctricas).<sup>54</sup> Se han añadido proyectos solares, undimotrices y mareomotrices (Ver Cuadro V.8).

Con el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la CFE contribuye con emisiones evitadas de GEI. En los años 2009, 2010 y 2011 se evitaron 21.5, 28.7, y 25.6 MtCO<sub>2</sub> eq., respectivamente, totalizando 75.8 MtCO<sub>2</sub> eq., lo que equivale al ahorro de 24.3 millones de m<sup>3</sup> de combustóleo (CFE, 2012).

Dentro de las actividades de la CFE para la reducción de emisiones, se encuentra la consolidación de un Grupo de Trabajo Permanente (GTP) para detectar y desarrollar los proyectos que pueden ser considerados bajo el esquema del MDL. Se han identificado 10 proyectos viables para su participación bajo este esquema, los cuales representan una reducción estimada de 3.4 MtCO<sub>2</sub> eq. al 2012 (CFE, 2012).

Los proyectos de la CFE programados para reducir emisiones se muestran en el Cuadro V.8.

<sup>54</sup> Excluye a Productores Independientes de Energía (23.26%) y generación de energía nuclear (2.67%) del total nacional (51,180.4 MW).

■ Cuadro V.8. Proyectos de la CFE programados para reducir emisiones de CO<sub>2</sub>

Proyecto	Descripción
<b>Energías convencionales</b>	
<b>Proyecto geotermoeléctrico Los Humeros II Fase A y Fase B, en Puebla</b>	El Documento de Diseño de Proyecto (PDD, por sus siglas en inglés) contiene la estimación de una reducción de emisiones para la Fase A, de 79 mil, y para la Fase B, de 66 mil tCO <sub>2</sub> eq. anual, a partir de 2012.
<b>Proyecto de repotenciación de la central termoeléctrica Manzanillo I Unidades 1 y 2</b>	Está programada su operación comercial en noviembre de 2012 con una reducción estimada de emisiones de 1.1 MtCO <sub>2</sub> eq. anuales a partir de 2013.
<b>Central termoeléctrica Puerto Libertad</b>	En 2009, la CFE y la Consultora BioFields acordaron la realización de un proyecto sobre captura y secuestro biológico de GEI para la elaboración de biocombustibles de origen no fósil, mediante procesos fotosintéticos de algas verde-azuladas (cianobacterias), aprovechando el CO <sub>2</sub> de los gases de combustión de la central termoeléctrica Puerto Libertad.
<b>Energías renovables</b>	
<b>Proyecto hidroeléctrico La Yesca, Nayarit</b>	En 2011 se concluyó el PDD y se inició el proceso de registro ante la Junta Ejecutiva del MDL del proyecto hidroeléctrico La Yesca. Está programado el inicio de su operación comercial en noviembre de 2012 con una reducción estimada de 576 mil tCO <sub>2</sub> eq./año. <sup>55</sup>
<b>Central eólica La Venta II, Oaxaca</b>	En la central eólica La Venta II, se han realizado tres verificaciones en el periodo 2007-2010, mediante las cuales se acreditó una reducción acumulada de 561,671 tCO <sub>2</sub> eq.
<b>Centrales eólicas Oaxaca I, II, III, IV y La Venta III</b>	Se estima que los proyectos eólicos Oaxaca I, II, III y IV, y La Venta III permitirán reducir 900 mil tCO <sub>2</sub> eq. Estas centrales eólicas entraron en operación comercial en el primer trimestre del 2012.
<b>Proyecto de Repotenciación de Centrales Mini-Hidráulicas</b>	Durante 2010 y 2011, la CFE identificó un paquete de 15 centrales mini-hidráulicas factibles de ser incorporadas en el mercado de carbono con un potencial de reducción estimado de 314 mil tCO <sub>2</sub> eq./año a partir de 2012.
<b>Proyecto híbrido de ciclo combinado Agua Prieta II</b>	Su construcción se inició a finales de 2011, integrada por un campo solar de colectores cilindro-parabólicos con una capacidad de 14 MW acoplado a una central ciclo combinado. Con una reducción estimada de 100 mil tCO <sub>2</sub> eq./año.
<b>Proyectos piloto solares fotovoltaicos en Santa Rosalía, BCS y Cerro Prieto en Mexicali, B.C.</b>	Se encuentran en proceso con una capacidad de 1 MW y 5 MW, respectivamente.
<b>Proyecto piloto mareomotriz de 10 MW en Baja California</b>	Se encuentra en etapa de prefactibilidad.
<b>Proyecto piloto de generación undimotriz en Rosarito, B.C.</b>	Se proyecta que la central produzca electricidad al aprovechar la energía del oleaje que se presenta en la zona costera de la Central Termoeléctrica Presidente Juárez. La central se conectará al Sistema Eléctrico Baja California con capacidad de 3 MW.
<b>Repotenciación de 10 centrales de generación hidroeléctrica</b>	Se estima que entre en operación en el 2012, con una reducción estimada de 296,000 tCO <sub>2</sub> eq. anuales. Este proyecto cuenta con la Carta de No Objeción.
<b>Rehabilitación y modernización de 16 centrales minihidráulicas</b>	Se estima que entre en operación en el 2012, con una reducción estimada de 314,000 tCO <sub>2</sub> eq. anuales. Este proyecto cuenta con la Carta de No Objeción.
<b>Emisiones fugitivas</b>	
<b>Programa de reducción de fugas de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)</b>	En 2009 la Agencia de Desarrollo y Comercio de Estados Unidos (USA-TDA, por sus siglas en inglés) otorgó un donativo de asistencia técnica a la CFE para identificar acciones de reducción de emisiones de SF <sub>6</sub> y una metodología para redes eléctricas. El proyecto incluye identificar las mejores prácticas para el reciclado y reducción de fugas de SF <sub>6</sub> , capacitación al personal operativo, así como la elaboración de un manual de entrenamiento para el manejo de gas.

<sup>55</sup> Presidencia de la República, 2012.

## Plan Estratégico Institucional de Desarrollo Sustentable

El Plan establece la responsabilidad de cada centro de trabajo en la instrumentación del desarrollo sustentable; mide los resultados de las acciones realizadas por las áreas operativas en materia de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. En el periodo 2001-2011, la CFE redujo sus emisiones de 102.8 a 84.7 MtCO<sub>2</sub>, debido al uso intensivo de gas natural en centrales tipo ciclo combinado y convencionales, y al incremento en la participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica. Se estimó una reducción acumulada de 188.2 MtCO<sub>2</sub> (Cuadro V.9).

■ Cuadro V.9. Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> de CFE, 2001-2011

Año	Emisiones CO <sub>2</sub> (MtCO <sub>2</sub> /año)	Reducción acumulada con respecto a 2001 (MtCO <sub>2</sub> /año)
2001	102.83	
2002	95.06	7.77
2003	88.51	14.32
2004	86.73	16.10
2005	88.57	14.26
2006	83.26	19.57
2007	81.95	20.88
2008	75.18	27.65
2009	78.22	24.61
2010	77.90	24.93
2011	84.70	18.13

Fuente: CFE, 2012.

Las variaciones en las emisiones de CO<sub>2</sub> durante el periodo 2001 a 2011 están relacionadas con la disponibilidad de agua para la generación hidroeléctrica, el uso de gas natural, la generación por energías renovables y el impulso de programas de eficiencia energética.

Para el periodo 2009-2012 se disminuyeron las pérdidas técnicas de transmisión, al reducir las de 11.26% en 2009 a 9.99% en 2012, equivalentes a 608,109 tCO<sub>2</sub> eq./año.

En materia de eficiencia energética, se ha logrado incrementar la eficiencia térmica en las plantas de generación de 36.59% en 2009 a 37.43 en 2012, equivalente a 408,650 tCO<sub>2</sub> anuales.

## Comisión Reguladora de Energía

La Comisión Reguladora de Energía (CRE) es un órgano desconcentrado de la SENER que tiene como misión regular las industrias del gas, de los refinados, de los derivados de hidrocarburos y de la electricidad en México, a través de directivas, metodologías, modelos de contratos, modelos de convenios, lineamientos, normas y resoluciones específicas que dirimen controversias.

Derivado de la LAERFTE, la CRE cuenta con atribuciones para la promoción de las fuentes de energía renovable. Para el fomento de políticas de generación de energía a través de fuentes renovables, la Comisión ha realizado las siguientes actividades:

- Expedición y publicación en el DOF de diversos instrumentos regulatorios.
- Definición del mecanismo de subastas de energía para proyectos de generación de energía a partir de fuentes renovables.
- Desarrollo de actividades que faciliten el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento relacionados con mitigación, para acreditar las reducciones de emisiones de GEI.

La Comisión es la encargada de expedir los permisos de electricidad para las distintas modalidades de generación. En el periodo de 2009 a 2012 se han otorgado seis permisos para proyectos de energía renovable en la modalidad de productor independiente.

En 2010 y 2011 la CRE expidió, entre otros, los siguientes instrumentos regulatorios:

- Contrato de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en mediana escala y sus anexos.
- Metodología de cargos por servicios de transmisión para centrales de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable o cogeneración eficiente.

- Convenio para el servicio de transmisión para centrales de generación de energía eléctrica con fuentes de energía renovable o cogeneración eficiente.
- Metodología para el cálculo de la eficiencia de los sistemas de cogeneración de energía eléctrica y los criterios para determinar la cogeneración eficiente.
- Disposiciones generales para regular el acceso de nuevos proyectos de generación de energía eléctrica con energías renovables o cogeneración eficiente a la infraestructura de transmisión de la CFE .

La CRE da seguimiento al proceso de Temporada Abierta de Reserva de Capacidad de Transmisión en la Zona del Istmo de Tehuantepec, que inició en marzo de 2006 y que permitirá la instalación de más de 2,000 MW de capacidad de generación eoloeléctrica en los próximos años (CRE, 2012).

En 2011, se publicó la Convocatoria para la celebración de Temporadas Abiertas de Reserva de Capacidad de Transmisión y Transformación de Energía Eléctrica a desarrollarse en los estados de Oaxaca, Puebla, Tamaulipas y Baja California, recibiendo 128 solicitudes de inscripción para reservar capacidad de transmisión.

Dentro de las actividades del mecanismo de subastas de energía para proyectos de generación a partir de fuentes renovables, se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación y caracterización de escenarios del Programa Especial de la SENER para efectos de los esquemas de subastas; análisis de sus implicaciones y la identificación de esquemas alternativos de fuentes renovables.
- Identificación de requisitos de participación en las subastas, definición de especificaciones y diseño de procedimientos.

La CRE desarrolla actividades que permiten facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento para acreditar las reducciones de emisiones de GEI, a través del MDL, mercados voluntarios o de negociaciones bilaterales con otros países, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de la LAERFTE.

En 2011, la CRE firmó un convenio de colaboración con Nacional Financiera, S. N. C., en su carácter de ope-

rador del Fondo Mexicano de Carbono, para establecer las bases y mecanismos de colaboración para proponer, estructurar y desarrollar Programas de Actividades (PoA) para proyectos de generación de energía eléctrica a través de cogeneración eficiente, sistemas fotovoltaicos y aprovechamiento de gas de rellenos sanitarios (CRE, 2012).

## Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) es un órgano desconcentrado que tiene por objeto constituirse como una entidad de carácter técnico en materia de aprovechamiento sustentable de la energía, como parte de sus atribuciones formula y emite las metodologías para la cuantificación de emisiones de GEI por la explotación, producción, transformación, distribución y consumo de energía, y de las emisiones evitadas debido a la incorporación de acciones para el aprovechamiento sustentable de la energía, así como el proponer la creación de NOM, implementar el Subsistema Nacional de Información en Aprovechamiento de la Energía, entre otras.

### Normalización en Eficiencia Energética

Las Normas Oficiales Mexicanas en eficiencia energética (NOM-ENER) regulan los consumos de energía, las eficiencias y/o eficacias de aparatos y sistemas. Entre 2009-2011, se registró un ahorro de energía eléctrica de 6,112 GWh derivado de estas normas, calculado con la metodología adoptada a partir de 2008, con el factor de retiro de equipos. De forma similar, los ahorros térmicos fueron de 7.43 millones de barriles equivalentes de petróleo<sup>56</sup> para el mismo período (CONUEE, 2012).

<sup>56</sup> Este valor proviene de la nueva metodología implementada a partir de agosto de 2008, la cual considera un factor de retiro del parque de equipos cuya vida útil ha terminado.



## Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012

El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012 (PRONASE),<sup>57</sup> publicado en noviembre de 2009, identifica oportunidades para lograr el óptimo aprovechamiento de la energía y generar ahorros sustanciales para el país, en el mediano y largo plazos, con base en el contexto nacional e internacional.

Con base en el análisis de las acciones costo-efectivas para el país, se identificaron siete áreas de oportunidad: 1) transporte, 2) iluminación, 3) equipos del hogar e inmuebles, 4) cogeneración, 5) edificaciones, 6) motores industriales y 7) bombas de agua. Las líneas de acción incluidas en el Programa incorporan lineamientos al sector público, programas enfocados en usuarios finales de energía y desarrollo de capacidades en materia de eficiencia energética.

El PRONASE contribuye con los ejes y objetivos sobre economía competitiva y generadora de empleos y sustentabilidad ambiental del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012. En el marco de las líneas de acción del PRONASE, se publicaron las siguientes normas<sup>58</sup> (Cuadro V.10).

■ Cuadro V.10. Normas de Eficiencia Energética publicadas, 2010-2012

<b>NOM-016-ENER-2010</b>	Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0.746 a 373 KW. Límites, método de prueba y marcado.
<b>NOM-028-ENER-2010</b>	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba. <sup>59</sup>
<b>NOM-003-ENER-2011</b>	Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, métodos de prueba y etiquetado.
<b>NOM-020-ENER-2011</b>	Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios para uso habitacional.
<b>NOM-015-ENER-2012</b>	Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

<sup>57</sup> Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/work/files/pronase\\_09\\_12.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/files/pronase_09_12.pdf)

<sup>58</sup> Disponibles en [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_1002\\_nom\\_publicadas\\_vigen](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/CONA_1002_nom_publicadas_vigen)

<sup>59</sup> Ver Sección V.1.2.

Adicionalmente, se elaboraron y/o actualizaron las siguientes NOM, como se muestra en el Cuadro V.11.

■ Cuadro V.11. Normas de Eficiencia Energética actualizadas, 2009-2011

<b>NOM-019-ENER-2009</b>	Eficiencia térmica y eléctrica de máquinas tortilladoras mecanizadas. Límites, método de prueba y marcado.
<b>NOM-005-ENER-2010</b>	Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticas. Límites, método de prueba y etiquetado
<b>NOM-023-ENER-2010</b>	Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo dividido, descarga libre y sin conductos de aire. Límites, método de prueba y etiquetado.
<b>NOM-018-ENER-2011</b>	Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

Algunas de las acciones realizadas por la CONUEE se muestran en el Cuadro V.12.

## Eficiencia Energética en la Administración Pública Federal

En abril de 2010 se publicaron en el DOF los Lineamientos de Eficiencia Energética para la Administración Pública Federal (APF), de aplicación obligatoria para todos los inmuebles, instalaciones y flotas vehiculares de sus dependencias y entidades, con el fin de hacer un uso eficiente de la energía y aplicar criterios de aprovechamiento sustentable en las adquisiciones, arrendamientos, obras y servicios que contrate.<sup>60</sup>

Entre los años 2009-2011 se publicó anualmente el Protocolo de Eficiencia Energética en la APF, en cumplimiento a lo establecido en los Decretos de Presupuesto de Egresos de la Federación, su objetivo es establecer un proceso de mejora continua para fomentar la eficiencia energética en inmuebles, flotas vehiculares e instalaciones de las Dependencias y Entidades del Gobierno Federal.

Como resultado del ahorro en instalaciones industriales, comerciales y de servicios públicos, a través de

<sup>60</sup> Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7504/1/LEEAPF\\_21\\_04\\_2010.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7504/1/LEEAPF_21_04_2010.pdf)

■ Cuadro V.12. Programas de la CONUEE

Programa y/o Publicación	Descripción
<b>Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua (PROCALSOL)</b>	Tiene por objetivo impulsar la utilización masiva de calentadores solares en nuestro país. Se busca la instalación de 1.8 millones de m <sup>2</sup> para el periodo 2007-2012. Entre 2009 y 2011, se instalaron 947,792 m <sup>2</sup> . En apoyo al PROCALSOL, PNUD cooperó con el proyecto de "Transformación y fortalecimiento del mercado de calentadores solares de agua en México", cuyo objetivo fue acelerar y mantener el crecimiento del mercado de calentadores solares de agua en México, así como utilizar las experiencias y lecciones aprendidas a través de la promoción de un crecimiento similar en otros países.
<b>Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal</b>	Su objetivo es impulsar la eficiencia energética a través de la sustitución de sistemas ineficientes de alumbrado público municipal, a través de la sustitución de un millón de luminarias eficientes, el proyecto pretende sustituir un millón de luminarias, incrementado su eficiencia. <sup>61</sup>
<b>Estudio sobre cogeneración en el sector industrial en México</b>	Publicado en diciembre de 2009, identifica las barreras en el marco regulatorio que se presentan en el desarrollo de proyectos de cogeneración. <sup>62</sup>
<b>Estudio Integral de Sistemas de Bombeo de Agua Potable Municipal</b>	Publicado en 2011, el estudio analiza la situación actual en la materia y presenta oportunidades para aumentar la eficiencia de estos sistemas. <sup>63</sup>
<b>Estudio de Sistemas de Bombeo Agropecuarios en México</b>	Describe la situación actual de los sistemas de bombeo de agua en el sector agropecuario, incluyendo los aspectos tecnológicos, la eficiencia operativa, la eficiencia energética, así como las oportunidades de mejora en eficiencia energética.

las acciones del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), el Programa de Ahorro de Energía del Sector Energético (PAESE) y los Protocolos mencionados anteriormente, se logró un ahorro de 2,287 GWh.<sup>64</sup>

### Dictamen Técnico de Energía Solar Térmica en Vivienda

En octubre de 2011, los integrantes del Comité Técnico del PROCALSOL suscribieron el Dictamen Técnico de Energía Solar en Vivienda, que establece las especificaciones de la CONUEE para los sistemas de calentamiento de agua, los métodos de prueba para su verificación y los requis-

<sup>61</sup> Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7377/2/Proyecto\\_Nacional.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7377/2/Proyecto_Nacional.pdf)

<sup>62</sup> Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/potencial\\_coogeneracion](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/potencial_coogeneracion)

<sup>63</sup> Disponible en <http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7483/2/bombeoagua.pdf>

<sup>64</sup> Disponible en <http://www.conuee.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/7510/1/Protocolo.pdf>

tos de marcado y etiquetado. Es un requerimiento para todos los sistemas de calentamiento de agua para el Programa de Hipotecas Verdes de INFONAVIT.<sup>65</sup>

Los ahorros energéticos y las estimaciones en reducción de emisiones de GEI se muestran en los Cuadros V.13 y V.14.

■ Cuadro V.13. Ahorro térmico por el Programa de Normalización en Eficiencia Energética, 2009-2011

Programa	Ahorro térmico	Unidad	Emisiones evitadas (MtCO <sub>2</sub> )
<b>Normalización en Eficiencia Energética</b>	6.44	Millones de bpe (GLP)	2.323
	0.99	Millones de bpe (Gas natural)	0.318
<b>Total</b>	7.43	Millones de bpe	2.641

<sup>65</sup> Disponible en [http://www.conuee.gob.mx/procalsol/dictamen\\_procalsol.pdf](http://www.conuee.gob.mx/procalsol/dictamen_procalsol.pdf)

■ Cuadro V.14. Reducción de emisiones por los programas de CONUEE, 2009-2011

Programa	Ahorro de energía	Unidad	Emisiones evitadas (MtCO <sub>2</sub> )
Normalización en Eficiencia Energética	6,112	GWh	4.079
	7.43	Millones de bpe	2.641
Protocolo de Eficiencia Energética en la APF	2,287	GWh	1.526
Horario de Verano	3,628*	GWh	2.421
Total			10.667

Nota: Factor de emisión recomendado por la CONUEE: 0.66741 tCO<sub>2</sub>/MWh.

Fuente: Elaboración para la SCN con datos de CONUEE, 2012.

\* Valor proporcionado por el FIDE

## Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica

El Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE) es un organismo privado sin fines de lucro que tiene como finalidad ofrecer asesoría, asistencia técnica y financiamiento para proyectos y programas específicos para el ahorro y uso eficiente de la electricidad a los sectores industrial, comercial, de servicios y doméstico, a micro y pequeñas empresas, así como a municipios. Los recursos que maneja son patrimoniales para el caso de proyectos de ahorro de energía eléctrica, y de orden público para programas masivos: Mi Tortilla, Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos,<sup>66</sup> y el Programa Luz Sustentable, cuyo objetivo es reemplazar 47 millones de focos incandescentes por lámparas ahorradoras, por lo que se destaca como el más grande en su tipo.<sup>67</sup> Lo anterior generará ahorros anuales de 2,048 GWh y evitará la emisión de más de 14 MtCO<sub>2</sub>. A agosto de 2012, este programa había sustituido más de

<sup>66</sup> Programa Cambia tu Viejo por uno Nuevo.

<sup>67</sup> Premio Mundial Guinness en 2012.

37 millones de focos incandescentes (Presidencia de la República, 2012).

Como resultado de diversos programas y acciones, se obtuvieron los beneficios en ahorro de energía y de emisiones de CO<sub>2</sub> que se muestran en el Cuadro V.15.

■ Cuadro V.15. Ahorros de energía y emisiones evitadas por acciones del FIDE

Tipo de ahorro	2009	2010	2011
Consumo GWh	1,407.4	1,311	984.84
Demanda* MW	45.4	922	ND
Consumo de barriles de petróleo evitados	2,512,744	1,423,216	3,201,186
tCO <sub>2</sub> evitadas	939,313	532,026	1,196,666

\*Sin incluir Horario de verano

ND: No disponible

## Normalización

El FIDE participa en la revisión y promoción de NOM que se aplican a electrodomésticos, bombas de agua, motores, acondicionadores de aire, aislantes térmicos industriales, iluminación, sistemas vidriados para edificaciones, tabiques o ladrillos, mampostería, bloques y tabicones para uso estructural y sistemas de alumbrado público.

## Sello FIDE

El Sello FIDE es un distintivo que se otorga a productos que inciden directa o indirectamente en el ahorro de energía eléctrica, adicional al cumplimiento de las NOM correspondientes. Bajo este esquema, de 2009 a 2011 se evaluó y certificó a 266 empresas nacionales que participaron de forma voluntaria con diversidad de productos y modelos como: lámparas fluorescentes compactas autobalastadas, refrigeradores comerciales, lámparas lineales T8 y sus balastos eficientes, refrigeradores electrodomésticos, dispositivos atenuables para lámparas de

alta intensidad de descarga, sensores de presencia, ventanas de doble cristal, materiales aislantes para edificaciones, lavadoras de ropa, motores trifásicos y fraccionarios monofásicos, receptores de televisión, sistemas de audio y video, variadores de velocidad, luminarias de uso interior, luminarias de alumbrado público, luminarias con tecnología LED para vialidades, enfriadores, compresores para aire tipo tornillo y máquinas tortilladoras (FIDE, 2012).

### Programas de ahorro de energía del FIDE

- Programa de Lámparas Ahorradoras: a través del mismo se comercializa a gran escala esta tecnología por medio de alianzas con cámaras industriales y empresariales, asociaciones de comercios y servicios, gobiernos de los estados, desarrolladores de vivienda (Programa Hipoteca Verde de INFONAVIT) y grupos corporativos para multiplicar los puntos de atención y venta a los usuarios.
- Apoyo a la micro y pequeña empresa industrial, comercial y de servicios: de 2009 a mediados de 2012 se concluyeron 141 proyectos con aplicación de medidas de ahorro. Estos proyectos se efectuaron a través de las oficinas regionales del FIDE.
- Programa de Sustitución de Equipos Electrodomésticos para el Ahorro de Energía: implementado en 2009, bajo los lineamientos de operación y aplicación de la SENER, el FIDE y el Fideicomiso para el Ais-

lamiento Térmico (FIPATERM), como operadores del programa, otorgan apoyos directos y financiamiento a las familias de escasos recursos para la sustitución de refrigeradores y equipos de aire acondicionado con 10 o más años de uso, por aparatos nuevos más eficientes (Ver Cuadro V.16). Para agosto de 2012, se han sustituido poco más de un millón 780 mil refrigeradores y equipos de aire acondicionado (Presidencia de la República, 2012).

- Programa de apoyo a la industria de la masa y la tortilla, "Mi Tortilla" (PMT): A través de este programa se han registrado ocho modelos de máquinas tortilladoras con Sello FIDE y 120 productos relacionados con la industria de la masa y la tortilla.
- Contrato para el Descuento de Títulos de Crédito: en 2009 FIDE firmó este contrato con NAFIN por un monto de 90 millones de pesos y una tasa de interés de 6%. Además, suscribió un Convenio de Colaboración con el Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR-FIDE) para la ejecución y dispersión de 6 millones de pesos como bonos de "chatarización de vehículos" (Ver Sección V.1.4). En 2011 se tenían registradas 37 solicitudes en diferentes etapas del proceso crediticio. Se tiene un monto financiado total de 4,657,291 pesos (FIDE, 2012).

En el Cuadro V.16 se muestran los ahorros de energía por algunos programas del FIDE.

■ Cuadro V.16. Programas del FIDE

Año	2009	2010	2011	2012 (enero-junio)
<b>Programa de lámparas ahorradoras</b>				
Ahorro de energía (GWh)	78.09	51.10	45.55	23.40
Emissiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )	52,118	34,104	30,400	15,617
<b>Horario de verano</b>				
Ahorro de energía (GWh)	1,311	1,329	988	
Emissiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )	874,974	886,987	659,401	

Año	2009	2010	2011	2012 (enero-junio)
<b>Sector industrial</b>				
Ahorro de energía (GWh)	57.6	58.3	43.43	22.6
Emisiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )	38,442	38,910	28,985	15,083
<b>Sector de comercios y servicios</b>				
Ahorro de energía (GWh)	24.88	34.14	36.25	20.9
Emisiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )	16,605	22,785	24,193	13,948
<b>Pequeñas empresas</b>				
Ahorro de energía (GWh)	16.03	12.87	10.67	3.830
Emisiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )	10,698	8,589	7,121	2,556
<b>Sector doméstico</b>				
Equipos entregados		861,217	559,734	
Ahorro de energía (GWh)		589.2	1,285	
Emisiones evitadas (tCO <sub>2</sub> )		393,238	857,622	
bpe		1,051,946	2,294,213	

## Investigaciones

### Instituto de Investigaciones Eléctricas

El Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) es un centro público de investigación que desarrolla y promueve

el uso de energías renovables, el uso de combustibles limpios, las tecnologías de control de emisiones y el uso eficiente de energía; de manera tal que se minimicen las emisiones de GEI, al mismo tiempo que se satisface la demanda de energía del país. El Cuadro V.17 muestra algunos de los proyectos e investigaciones realizados por este instituto (IIE, 2012).

■ Cuadro V.17. Proyectos e investigaciones del IIE en materia de mitigación

Acción	Descripción
Realización de pruebas de producción de biogás, en el relleno sanitario de "Los Laureles" ubicado en Tonalá, Jalisco. 2010	El objetivo fue llevar a cabo mediciones de concentración de metano, bióxido de carbono, oxígeno y su balance en los pozos de extracción de prueba; mediciones de flujo en pozos de extracción de biogás, y estimación de la posible generación de energía eléctrica a partir del biogás.
Estudios técnico-económicos de conversiones de centrales a combustóleo por gas y carbón, incluyendo sistemas de captura de CO <sub>2</sub>	Realizados para la CFE sobre la conversión de centrales, de combustóleo a gas natural y carbón, los cambios requeridos y los costos que tendrían. Para uno de los casos de conversión a carbón, se analizó la instalación de un sistema de captura y compresión de CO <sub>2</sub> para su posible uso por PEMEX en procesos de recuperación mejorada de petróleo.
Estudio de factibilidad de generación de electricidad con el biogás producido en la 4ª etapa del relleno sanitario de Bordo Poniente	Financiado por la Secretaría de Obras y Servicios del Gobierno del Distrito Federal, su objetivo fue determinar, con mediciones y análisis en campo, la producción y composición del biogás; determinar el potencial de generación de electricidad del sitio; así como sus costos de producción bajo tres escenarios de gestión del recurso: optimista, 85% de recuperación del gas del relleno; pesimista, 60% de recuperación; y un tercer escenario utilizando gas natural como modo de respaldo. Los resultados permitieron conocer el potencial energético del sitio, predecir la producción futura de biogás y tener elementos de decisión para su aprovechamiento como combustible para producir electricidad. En elaboración del PIN, <sup>68</sup> PDD y validación del proyecto ante la ONU, 2009.
Participación continua en el Carbon Sequestration Leadership Forum (CSLF)	El Instituto es parte del Grupo de Desarrollo de Capacidad y en el Acuerdo de Implementación sobre Gases de Efecto Invernadero de la Agencia Internacional de Energía.
Modelación del sector eléctrico	
Desarrollo de modelos en apoyo a la CFE para la modelación del sector energético.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollo óptimo del sector energético. Modelo utilizado para determinar, bajo escenarios de precios de combustibles predefinidos, la estrategia óptima de crecimiento del sector eléctrico para satisfacer la demanda, minimizando los costos totales, incluyendo inversiones y costos de operación. Fue utilizado en apoyo a la SENER para la generación de la última versión de la Estrategia Nacional de Energía (ENE), presentada en febrero del 2012.</li> <li>Modelo del sector energético mexicano para evaluaciones a largo plazo. Utiliza el Sistema de Planeación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo (LEAP, por sus siglas en inglés) e incluye los sectores de extracción de energéticos primarios, los procesos de transformación, distribución y los usos finales de energía.</li> </ul>
Energías Renovables	
Máquina Eólica Mexicana (MEM)	Con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y de una empresa privada, en asociación con el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), se inició el desarrollo de una máquina eólica de 1.2 MW adecuada para vientos de clase especial, como los que prevalecen en La Ventosa. La primera etapa es el diseño de todas las componentes y la etapa posterior será la fabricación y comercialización de la máquina.

<sup>68</sup> PIN: Project Idea Note.

Acción	Descripción
<b>Laboratorio de Energías Renovables de México (LERM)</b>	Por encargo de la SENER, con el apoyo del CONACYT, permite cuantificar el recurso eólico y solar en el territorio nacional, para facilitar la toma de decisiones de inversionistas y desarrolladores de proyectos de energías renovables. Un primer producto de este esfuerzo fue el mapa del recurso eólico que presentó la SENER en la COP 16.
<b>Centro Regional de Tecnología Eólica (CERTE)</b>	Desarrollado con recursos del GEF en el estado de Oaxaca, con el propósito de probar y eventualmente certificar máquinas eólicas para aplicación en el país. Se cuenta con una máquina eólica en operación y con toda la infraestructura para operar. Como parte de este proyecto, en coordinación con SENER, se elaboró el “Plan de Acción para eliminar barreras en la instrumentación a gran escala de energía eólica en México” con fondos de GEF a través del PNUD. El objetivo fue contribuir a la reducción de 4 MtCO <sub>2</sub> anuales mediante la promoción del desarrollo de un mercado para la energía eólica comercial en México; con una meta de 2,000 MW de capacidad instalada en diez años. Recibió contribuciones de distintas instituciones gubernamentales.
<b>Pequeños Sistemas Fotovoltaicos conectados a la red</b>	Financiado por el GEF, a través del PNUD. Este proyecto tiene como objetivo demostrar la factibilidad técnica, operacional y económica de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica, como medios para reducir y atenuar los picos de demanda eléctrica durante el verano en el norte de México. Se busca promover el desarrollo de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red, brindando insumos para la eliminación de las barreras técnicas, institucionales, de capacidades y financieras presentes en el país.
<b>Sistemas y tecnologías para CCS</b>	
<b>Sistema a escala laboratorio de captura de CO<sub>2</sub> mediante absorción</b>	El sistema tiene dos columnas de 1.2 metros de altura y se ha probado con aminas como solvente. El aparato experimental permitirá evaluar distintos solventes, además de ser una referencia para la validación de los modelos de análisis.
<b>Desarrollo e implantación de medios de simulación y análisis de procesos de captura de CO<sub>2</sub></b>	El IIE ha implantado técnicas de modelado de procesos para tener la capacidad de diseñar sistemas de captura de CO <sub>2</sub> y evaluar distintas tecnologías propuestas por posibles proveedores.
<b>Conversión de centrales para utilizar combustibles distintos al combustóleo</b>	
<b>Conversiones de centrales a uso de carbón</b>	Proyectos realizados para la CFE, incluyen el remplazo de los generadores de vapor, la incorporación de sistemas de manejo de carbón y de cenizas, y sistemas de control ambiental. Se realiza la selección de las tecnologías de uso de carbón, la estimación de las inversiones requeridas, el impacto en los costos de generación y los requerimientos de espacio.
<b>Conversiones de centrales a uso de gas natural</b>	Proyectos realizados para la CFE; considerando las opciones de quema de gas natural en los generadores de vapor existentes, de menor inversión; y la opción de repotenciar la central convirtiéndola en una central de ciclo combinado con mejoras de eficiencia y reducción de emisiones, por el uso de un combustible más limpio.

Acción	Descripción
<b>Mejora de eficiencia de las centrales generadoras e instalaciones energéticas</b>	
<b>Auditorías energéticas en PEMEX</b>	En cumplimiento a la ENE, en apoyo a PEMEX, ha emprendido proyectos de auditorías energéticas para identificar potenciales de ahorro y definir medidas de mejora. Los proyectos se han realizado tanto para PEP como para PEMEX-Refinación.
<b>Incremento de la eficiencia de usos finales de energía</b>	
<b>Evaluación anual del cambio de horario de verano</b>	El Instituto realiza una evaluación anual para la CFE del cambio de horario, tanto en capacidad como en energía. Utiliza los datos del Centro Nacional de Control de Energía.
<b>Determinación y evaluación de nuevos valores de eficiencia energética (MEPS) para las normas de refrigeradores y aires acondicionados usando modelos BUENAS y PAMS</b>	Se utilizan modelos desarrollados en los laboratorios Lawrence-Berkeley denominados BUENAS (Bottom Up Energy Analysis System) y PAMS (Policy Analysis Modeling System for Mandatory Efficiency Standards).
<b>Simulador de ahorro de energía: módulos casas y oficinas.</b>	Para el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) se desarrolló un simulador de ahorro de energía en los sectores comercial y residencial, que permite evaluar el impacto por separado de distintas medidas, tales como el cambio de luminarias por otras más eficientes, ajustes de termostatos, aislamientos térmicos, etc.
<b>Evaluación del Programa Nacional de Sustitución de Equipos Electrodomésticos (PNSEE) para refrigeradores y aire acondicionado</b>	Con recursos del Fondo de Sustentabilidad CONACYT/SENER se realizó una evaluación del impacto que se ha tenido y que se podría obtener con la aplicación del programa.

## Instituto Mexicano del Petróleo

El Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) es un organismo público descentralizado del Gobierno Federal, sec-

torizado en la SENER. El Cuadro V.18 muestra algunas investigaciones realizadas por el IMP.

■ Cuadro V.18. Investigaciones del IMP vinculadas con la mitigación de emisiones de GEI

Investigación	Descripción
Apoyo Técnico para la Optimización de la Toma de Decisiones en Materia Estratégica Climática en PEMEX	Se desarrolló la línea base de emisiones de GEI entre 2009 y 2030. Dentro de los resultados se muestra que: <ul style="list-style-type: none"> <li>• De 2026 a 2028 se dará en PEMEX el máximo de emisiones de GEI, aproximadamente de 80 MtCO<sub>2</sub> eq.</li> <li>• En 2029 se observará un ligero declive provocado principalmente por la disminución en la producción de crudo y gas por PEP.</li> <li>• Al 2030 se observará aumento en las emisiones de GEI en PEMEX por la ampliación de la capacidad de refinación (tres nuevos trenes de refinación), aumento y modernización en el procesamiento de gas.</li> </ul>



Investigación	Descripción
Apoyo a PEMEX para llevar la secretaría técnica del Environmental Working Committee (EWC) of National Oil Companies	En este proyecto se apoyó a PEMEX y a las compañías energéticas del mundo cuyo propietario es el Estado, en la realización de herramientas para el cálculo de proyectos MDL y el documento "Climate change in the oil and gas sector: The challenge ahead", preparado para el 6 <sup>th</sup> National Oil Companies Forum, Environmental Working Group.
Evaluación económica y ambiental de intervenciones para la reducción de gases de efecto invernadero al 2035 mediante la implementación de medidas y acciones en el Sector hidrocarburos en México.	<p>El objetivo fue formular el escenario base y un escenario alternativo con medidas de mitigación al año 2035 para el sector hidrocarburos en México. Como resultados se obtuvo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2009: las emisiones totales de GEI, por estas acciones, fueron de 78 MtCO<sub>2</sub> eq.</li> <li>• 2010-2011: se presentó una reducción de las emisiones hasta alcanzar 60 MtCO<sub>2</sub> eq.</li> <li>• 2011-2015: emisiones estables.</li> <li>• 2016-2035: las emisiones alcanzarán 75 MtCO<sub>2</sub> eq., debido a las mayores necesidades energéticas en PEP por explotación y una expansión de la refinación.</li> </ul> <p>Se analizaron 26 medidas de mitigación, 21 con un beneficio económico. Con el total de las acciones el potencial de mitigación sería de 17% entre 2010 y 2035. Al final del periodo, se estima una reducción de 25% con respecto a las emisiones del año base. La medida con mayor beneficio es la recuperación mejorada de petróleo (RMP) con CO<sub>2</sub> en PPQ.</p>

Fuente: IMP, 2012.

## Instituto Nacional de Ecología

Diseño de una cartera de proyectos para la convergencia del eje rector de Sustentabilidad Ambiental de la Estrategia Nacional de Energía con los objetivos y metas de mitigación de gases de efecto invernadero en México

Este estudio tuvo como objetivo diseñar una cartera de acciones y proyectos para lograr las metas de sustentabilidad ambiental de la ENE y las metas de reducción de emisiones propuestas por el INE en el estudio Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en

México al 2020 (PMGEI) en el contexto de la cooperación internacional. Fue elaborado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas en el 2011.

Como resultado de este estudio, se tiene la descripción de 24 medidas de mitigación que tienen concordancia con los objetivos y metas de la ENE, las cuales se agrupan en seis sectores: generación de electricidad, transporte, desechos, edificios, industria e industria petrolera. Las medidas de mitigación fueron evaluadas para determinar el potencial de mitigación esperado respecto al escenario base; los resultados se resumen en el Cuadro V.19 y se incluyen también los valores reportados en el PMGEI.

■ Cuadro V.19. Potencial de mitigación reportado por sector en el PMGEI

Sector	Cantidad de medidas de mitigación	PMGEI		Estimación IIE		
		Mt CO <sub>2</sub> eq.		Mt CO <sub>2</sub> eq.		
		2020	2030	2020	2026	2030
Generación de electricidad	8	56.5	99.6	66.9	99.8	117.2
Transporte	3	40.4	59	26.6	50.5	68.3
Desechos	3	20.1	41	39.8	61	75.2
Edificios	2	13	19	4.2	8.7	6.2
Industria	4	6.8	22.7	8.7	19.2	38.7
Petróleo y gas	4	16	20	25.1	34.6	38.4
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>152.8</b>	<b>261.3</b>	<b>171.2</b>	<b>273.7</b>	<b>334</b>

Fuente: INE, 2011.

El estudio concluye que la aplicación de las medidas de mitigación de emisiones GEI, las estimadas y las reportadas en el PMGEI, mantendrían prácticamente constantes las emisiones del país entre el 2012 y el 2030. Adicionalmente, en este documento se identifican y analizan las barreras que impiden o dificultan la adopción de las medidas de reducción de emisiones de GEI propuestas.

Estudio de la aplicación de las tecnologías limpias en una universidad pública: uso de colectores solares en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Estudio desarrollado en 2009 por el INE y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), que tuvo como objetivo evaluar el impacto de colectores solares sobre el uso de energía y emisiones de GEI en un centro de educación superior público, con la finalidad de sustentar el diseño e implementación de programas que incluyan tecnologías renovables.

Otro de los objetivos alcanzados fue desarrollar estrategias entre el INE y la UAM que permitirán concientizar a la comunidad universitaria a través de un programa de cultura ambiental piloto, para el uso eficiente de la energía y el agua en la UAM-Iztapalapa.

Eliminación gradual de subsidios

El INE llevó a cabo estimaciones sobre la eliminación gradual de los subsidios a la energía. Como resultado se

estimó que con el aumento gradual en los precios de las gasolinas, en el período 2007 a 2011 se evitó la emisión entre 67 y 145 MtCO<sub>2</sub> eq. Estos números representan estimaciones para dos escenarios, uno de elasticidad de la demanda baja, y otro de alta. Otros de los resultados indican que 52% del subsidio está focalizado al 20% de los hogares de mayores ingresos, mientras que el 20% de los hogares de menores ingresos recibe solamente 3% del subsidio (DGIPEA/INE, 2012).

Ordenamiento ecológico

El INE incorporó, en el periodo 2009-2012, propuestas orientadas a la mitigación de GEI para los programas de ordenamiento ecológico. Se fomenta el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y biocombustibles, técnica, económica, ambiental y socialmente viables para los Programas del Ordenamiento Ecológico Regional y Marino del Golfo de México y Mar Caribe y del Ordenamiento Ecológico General del Territorio, que hasta mediados del 2012 no han sido decretados. Algunas de las acciones propuestas son:

- Instalación de sistemas de calentamiento solar de agua en los programas de vivienda apoyados por el Gobierno Federal.
- Fomento del uso de energías renovables en instalaciones del sector público y establecimiento de porcentajes mínimos de consumo de energía generada por estos medios.

- Identificación, en coordinación, con la SAGARPA y la SE, de las acciones apropiadas para el desarrollo de biocombustibles en el territorio.
- Promoción de mecanismos que fomenten la igualdad de oportunidades en el acceso a energías renovables y que permitan elevar la calidad de vida.
- Generar mecanismos para facilitar el acceso a la energía eléctrica para grupos vulnerables o en condiciones de marginación, especialmente para aquellos ubicados en comunidades indígenas, rurales o remotas.
- Incentivar la captura de carbono mediante el fomento de la reconversión de tierras de uso agrícola hacia cultivos perennes y diversificados.

### Estudios con apoyo GEF - PNUD

Estudio del impacto de medidas y políticas de eficiencia energética en los sectores de consumo, sobre el balance energético y en los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero en el corto y mediano plazos

Estudio realizado en el 2012 por la consultora MGM Innova con fondos del GEF para el INE, cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico del potencial de eficiencia energética en los sectores residencial, comercial y público; transporte; industria; y agropecuario; así como hacer una evaluación del impacto de medidas y políticas propuestas en el balance energético nacional y en los escenarios de GEI para los años 2020 y 2030.

Se propusieron medidas de eficiencia energética para los sectores de estudio considerando las Prospectivas del Sector Energético, los Programas Sectoriales, y demás instrumentos de ámbito nacional y que inciden a futuro. Se realizó una evaluación costo-beneficio de las medidas, políticas y/o programas de eficiencia energética propuestas.

Se construyó la línea base de emisiones de GEI del subsector así como dos escenarios alternativos de emisiones de GEI considerando la implementación y evaluación de los impactos de las medidas y políticas de eficiencia energética propuestas en los sectores de análisis a los años 2020 y 2030.

Adicionalmente se establecieron los elementos clave para el diseño de metodologías para la MRV de acciones de mitigación de emisiones de GEI.

### Instituto de Ingeniería de la UNAM

El Instituto de Ingeniería de la UNAM (II-UNAM) es un centro orientado a la investigación en diversas áreas de la ingeniería. Sus temas de especialización son, entre otros, ingeniería ambiental, procesos industriales y sustentabilidad.

Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en el tratamiento de aguas residuales de América Latina y el Caribe, al adoptar procesos y tecnologías más sustentables frente al cambio climático

El objetivo de este proyecto es contribuir a la gestión sustentable del agua y a la reducción de las emisiones de GEI de los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales en América Latina y el Caribe (ALyC), mediante el establecimiento de lineamientos técnicos para la definición del procesamiento de aguas residuales con base en un análisis de ciclo de vida, la cuantificación de GEI y el análisis económico de los sistemas de tratamiento.

El proyecto se divide en tres etapas:

- 1) Describir el estado actual del tratamiento de las aguas residuales en ALyC, identificar las tecnologías más usadas, la calidad del agua tratada e identificar los retos que se enfrentan en este rubro.
- 2) Efectuar un análisis de ingeniería conceptual- básica y un análisis de ciclo de vida, con énfasis en la estimación de GEI.
- 3) Proponer uno o varios trenes de tratamiento de aguas residuales en función del caudal y de la calidad del agua tratada; así como recomendaciones técnicas que permitan la mitigación de GEI para desarrollar proyectos MDL.

Como parte de este proyecto se desarrollará un análisis de las estrategias potenciales de mitigación a partir de mejoras tecnológicas (II-UNAM, 2012).

Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero por el sector de tratamiento de aguas residuales en México y proyecciones tecnológicas de mitigación para el año 2025

El objetivo de este proyecto es determinar el escenario base de emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el sector de tratamiento de aguas en México y proponer escenarios tecnológicos que permitan la reducción de emisiones GEI.

Para conocer el estado actual se tomó como referencia el Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación del año 2010, publicado por la Comisión Nacional del Agua (II-UNAM, 2012).

Otras investigaciones realizadas por el II-UNAM se muestran en el Cuadro V.20.

## Instituto Politécnico Nacional

En 2012 se creó la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad, entidad dependiente de la Dirección General del Instituto Politécnico Nacional (IPN); entre sus funciones promueve la consolidación del IPN como una institución educativa sustentable y el diseño de procedimientos que favorezcan la gestión sustentable en las instalaciones del Instituto. Esta Coordinación es resultado de los trabajos realizados por el Programa Ambiental del Instituto desde 2006 con actividades como reforestación, manejo de residuos y medidas de ahorro de agua y energía.

■ Cuadro V.20. Investigaciones del II-UNAM, 2009-2012

Otras investigaciones del II-UNAM	Fondos	Año
Tendencias y escenarios de emisión de gases de efecto invernadero producidas por el sector transporte en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Centro Virtual de Cambio Climático, UNAM.	Instituto de Ciencia y Tecnología del Gobierno del Distrito Federal	2009
Escenarios de emisiones de contaminantes criterio, tóxicos y de gases de efecto invernadero para la ZMVM.	Secretaría del Medio Ambiente, Gobierno del Distrito Federal	2010
Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. <sup>69</sup>	Instituto Nacional de Ecología	2010
Evaluación del Programa Especial de Cambio Climático para escenarios de emisión y mitigación de gases de efecto invernadero en la categoría de energía. <sup>70</sup>	Programa de Investigación en Cambio Climático -UNAM	2010
Escenarios de emisión de GEI asociados al consumo de energía en Ciudad Universitaria.	Programa Universitario de Medio Ambiente-UNAM	2011-2012

Fuente: II-UNAM, 2012.

<sup>69</sup> Disponible en [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010\\_guia\\_metodologias\\_peacc.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_guia_metodologias_peacc.pdf)

<sup>70</sup> Disponible en [http://pincc.unam.mx/documents/informes/informe\\_pincc\\_sheinbaun.pdf](http://pincc.unam.mx/documents/informes/informe_pincc_sheinbaun.pdf)

Desde 2010 se ha trabajado en el Proyecto Estratégico Transversal no. 20, el cual tiene, entre otros objetivos, la configuración y aplicación de un instrumento de regulación de las acciones ambientales que se realizan al interior del IPN. Derivado de este proyecto estratégico, el Centro Mexicano de Producción Más Limpia del IPN ha realizado diagnósticos energéticos y de consumo de agua en diferentes unidades académicas y administrativas de la institución, identificando oportunidades de ahorro energético y de agua (IPN, 2012).

A través de los proyectos de investigación que financia la Secretaría de Investigación y Posgrado, así como también de financiamientos externos del CONACYT, investigadores de esta institución realizan trabajos de diseño de tecnologías enfocadas a la disminución de GEI, como el vehículo diseñado en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Zacatenco, que funciona con paneles solares, y el sistema de calentamiento de albercas y regaderas con celdas solares, que fue diseñado en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Culhuacán.

## Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

El Centro Mario Molina (CMM) ha elaborado un conjunto de estudios a través de los cuales ha definido estrategias de desarrollo sustentable de baja intensidad de carbono. Entre sus líneas de acción se encuentra el análisis de los sistemas productivos y urbanos con altos índices energéticos y de emisión de GEI, que poseen potencial de mitigación. A nivel sectorial, ha realizado investigaciones y propuestas de políticas públicas en el transporte, las edificaciones y la educación en cambio climático (Cuadro V.21).

## Energía, Tecnología y Educación S.C.

La organización Energía, Tecnología y Educación S.C. (ENTE) realiza estudios especializados en eficiencia energética y energías renovables, entre otros. Algunos de los estudios elaborados por ENTE se muestran en el Cuadro V.22.

■ Cuadro V.21. Estudios para el sector realizados por el Centro Mario Molina

2009		
Investigación	Descripción	Recursos
<b>Modelos Integrales de Economía y Cambio Climático. La ruta de México hacia una economía sustentable de alta eficiencia energética y baja intensidad de carbón</b>	Su objetivo fue el diseño de la ruta de México hacia una economía de baja intensidad de carbón. Se evaluó el estado del arte de las tecnologías de mitigación, la normatividad internacional para atender el problema del cambio climático y los instrumentos económicos asociados. Se analizaron impactos económicos en México y repercusiones globales de políticas en Norteamérica.	SENER
<b>Proyecto demostrativo para generar energía eléctrica a partir de combustibles fósiles, libre de emisión de gases de efecto invernadero</b>	Su objetivo fue la definición de la hoja de ruta para la aplicación en México de la tecnología de captura, uso y almacenamiento geológico de bióxido de carbono. Se elaboró y gestionó ante la SENER, CFE, PEMEX, IIE e IMP una ruta crítica para la aplicación en México de las tecnologías de captura, uso y almacenamiento geológico de bióxido de carbono de origen industrial.	CFE
<b>Estrategia Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía</b>	Su objetivo fue la elaboración de insumos técnicos necesarios para integrar el PRONASE, expedido por la CONUEE con estos y otros insumos.	BID

■ Cuadro V.22. Estudios realizados por ENTE relacionados con eficiencia energética y energías renovables

2009	
Proyecto	Descripción
Propuesta para ampliar la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector eléctrico de México	Realizado para la Fundación William y Flora Hewlett. Analiza los potenciales y los obstáculos de la mitigación de emisiones de GEI en el sector eléctrico; una mayor eficiencia en el uso final de la electricidad; y el aprovechamiento de las energías renovables. Se estiman algunas inversiones necesarias para lograr ahorros y mejoras en la eficiencia energética.
2010	
Guía para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad con energía renovable en y para los municipios	Elaborada para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) dentro del Programa de Competitividad México, financiado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Tiene el propósito de integrar la información que permita a funcionarios municipales entender y actuar hacia el desarrollo de este tipo de proyectos. Se detallan y explican los aspectos legales y costos asociados. <sup>71</sup>
Recursos de capacitación en energía renovable: estudio y evaluación	Estudio realizado para la CCA, en el cual se analizan las capacidades en materia de enseñanza y capacitación en energía renovable para la implementación de sistemas eólicos, fotovoltaicos y de calentamiento solar de agua, en América del Norte. Se identificaron los cursos disponibles por región geográfica, tema, tipo de institución, etc.; las dificultades, retos y oportunidades de mejoramiento, y recomendaciones desde la perspectiva trilateral. <sup>72</sup>
Análisis y propuesta de manejo de fondos públicos para la transición energética	Realizado para la Fundación William y Flora Hewlett. En el estudio se analizan las mejores prácticas en el diseño y funcionamiento de iniciativas, programas y fondos públicos para la transición energética. Se analizan programas en España, Reino Unido y Estados Unidos (California). <sup>73</sup>
2012	
Análisis y propuesta de modificación del régimen de subsidios a la energía en México	Documento realizado para Climate Works explica cómo funcionan los subsidios a la energía, sus impactos sociales y ambientales, qué se podría hacer si se utilizaran para mejorar la eficiencia energética y el aprovechamiento de las energías renovables y cómo se puede lograr ese cambio. <sup>74</sup>
Estudio para determinar cualitativa y cuantitativamente la demanda de personal calificado en energías renovables y eficiencia energética en México	Realizado para la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán). Se estimaron necesidades de técnicos para el ahorro y uso eficiente en instalaciones eléctricas y de calor; se llevaron a cabo entrevistas y un estudio de mercado con actores en el campo de aprovechamiento de energías renovables.
Energy Report, Mexico	Elaborado para la WWF, el reporte analiza el potencial de cubrir toda la demanda de energía de México con energía renovable para el 2050. Incluye un análisis de viabilidad técnica y un análisis económico en transporte, edificios e industria.

<sup>71</sup> Disponible en <http://www.renovables.gob.mx/res/1658/GuiaDesarrolloProyectosGeneracionElectricidadPartirERMunicipios.pdf>

<sup>72</sup> Disponible en [http://www.cec.org/Storage/94/9125\\_QA08.13-RE\\_Training\\_Resources\\_es.pdf](http://www.cec.org/Storage/94/9125_QA08.13-RE_Training_Resources_es.pdf)

<sup>73</sup> Disponible en <http://www.funtener.org.mx/joomla/>

<sup>74</sup> Disponible en <http://www.redte.org.mx/rt/pdfs/redporlatransicionenergetica2.pdf>

## V.1.4 Sector transporte

### Política nacional

#### Secretaría de Comunicaciones y Transportes

Entre las actividades que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) realizó en el periodo 2009-2012 se incluyen las siguientes:

##### Esquema de Sustitución Vehicular

La flota del autotransporte federal se compone de 410 mil vehículos motrices de carga, pasaje y turismo, de los cuales más de 190 mil tienen una antigüedad mayor a 15 años, por lo que generan mayores costos de operación, consumo de combustible, emisiones contaminantes, y una mayor siniestralidad carretera (SCT, 2012).

El Gobierno Federal, a través de la SCT, impulsa el Esquema de Sustitución Vehicular, que se inició en octubre de 2003 con el objetivo de fomentar la renovación del parque vehicular. Este Esquema consiste en el otorgamiento de un estímulo fiscal para adquirir una unidad nueva o usada de hasta seis años de antigüedad, la cual sustituye a un vehículo de más de 10 años, que haya prestado el servicio público federal. De 2004 a 2011 se han inscrito al Esquema 24,746 vehículos, de los cuales se han destruido 21,214, con lo cual se redujeron 2.24 MtCO<sub>2</sub>. Este esquema fue considerado en el PECC (Cuadro V.23) (SCT, 2012).

■ Cuadro V.23. Unidades inscritas en el Esquema de sustitución vehicular

Avance	2008	2009	2010	2011	2012
Programado	2,500	2,800	3,000	3,300	3,500
Real	3,520	2,440	4,518	7,102	2,689

##### NAMAs del sector transporte

La SCT comenzó desde 2010 las gestiones ante la Alianza Mexicana-Alemana de Cambio Climático, de la GIZ, para elaborar un proyecto NAMAs con el objetivo de modernizar y eficientizar la flota del autotransporte federal de carga en México, operada principalmente por pequeños transportistas (Ver Sección V.4.1).

##### Programa Transporte Limpio

La SCT y la SEMARNAT coordinan el Programa Transporte Limpio con el objetivo de que el autotransporte federal de carga, pasaje, turismo y transporte privado, reduzcan el consumo de combustible, las emisiones de GEI y los costos de operación del transporte, mediante la adopción de estrategias, tecnologías y mejores prácticas. Los resultados se presentan en el Cuadro V.24.

■ Cuadro V.24. Resultados del Programa de Transporte Limpio

Concepto	2009	2010	2011
Número de empresas que reportaron operaciones	26	28	18
Número de vehículos evaluados	4,275	3,461	2,743
Emisiones de GEI (tCO <sub>2</sub> /año)	760,091	709,741	395,814
Emisiones evitadas por uso de tecnologías y estrategias del programa (tCO <sub>2</sub> /año)	234,984	571,543	171,416

A septiembre de 2012, se encontraban incorporadas a este programa 95 empresas de las cuales se han evaluado 20,500 unidades y se han logrado reducir 1.1 MtCO<sub>2</sub>.

### Transporte ferroviario de pasajeros

En materia de transporte ferroviario, se estableció en el PECC, entre otras metas, la sustitución de unidades de baja capacidad de pasajeros a través de la puesta en operación de los sistemas 1, 2, y 3 del Tren suburbano de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Con la puesta en operación del Sistema 1 se estimó una reducción de 0.04 MtCO<sub>2</sub> eq./año (24% con respecto a la meta) (SCT, 2012).

La SHCP<sup>75</sup> apoyó la sustitución de unidades de baja capacidad de pasajeros con la puesta en operación de los sistemas 1, 2, y 3 del Tren suburbano de la ZMVM.

### Biocombustibles de aviación en México

La SCT, a través de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), impulsa el desarrollo de los combustibles alternativos y coordina los esfuerzos para crear esta industria a nivel nacional con otras instancias del Gobierno Federal y estatal, así como con la iniciativa privada y las organizaciones académicas y de investigación.

Como un primer esfuerzo, se llevó a cabo el proyecto “Plan de vuelo hacia los biocombustibles sustentables de aviación en México”, en el que participaron organizaciones civiles, instituciones gubernamentales, empresariales y de investigación, y que tuvo por objetivo buscar la ruta que consolide una industria de biocombustibles de aviación en México comercialmente viable. Dentro del proyecto, se revisaron aspectos legales, disponibilidad de insumos, cadenas de producción, infraestructura de refinación, formas de suministro y viabilidad económica. El proyecto es reconocido

<sup>75</sup> Los recursos usados para financiar las acciones de la SCT fueron tomados del FONADIN, un fideicomiso administrado por BANOBRAS que a su vez, forma parte de la SHCP.

a nivel internacional como ejemplo a seguir en cuanto a la ruta crítica del desarrollo de biocombustibles.

En diciembre de 2010, ASA reunió un volumen de 100 mil litros de bioturbosina. Para la producción del Bio-KPS<sup>76</sup> utilizado en la generación de este inventario, ASA recolectó semilla de *Jatropha curcas* proveniente de productores distribuidos a lo largo de la República Mexicana, principalmente del estado de Chiapas (SCT, 2012).

En abril de 2011 se realizó el primer vuelo de demostración de un avión comercial con bioturbosina, de la Ciudad de México a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. ASA abasteció a la aeronave con 27 mil litros de bioturbosina, compuesta por una mezcla de 50% Bio-KPS y 50% combustible fósil (SCT, 2012).

En noviembre de 2010, ASA presentó a la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos el proyecto que impulsa la producción y utilización de biocombustibles en la industria de la aviación mexicana. Dicha iniciativa evalúa la introducción de bioenergéticos en el sector aéreo a través del análisis de la cadena de valor.

ASA es miembro del Grupo de Consumidores de Combustibles de Aviación Sustentable (SAFUG, por sus siglas en inglés) desde 2011. El grupo SAFUG fue constituido en septiembre de 2008 con el objetivo de acelerar el desarrollo y comercialización de biocombustibles sustentables de aviación, los cuales deben cumplir con varios requisitos un mínimo impacto en la biodiversidad; un estándar de sustentabilidad con respecto al uso de la tierra, agua y energía; no desplazar o competir con cultivos alimenticios; proveer un impacto socioeconómico positivo a los países; no requerir ningún manejo especial o distinto, equipo, sistema de distribución o cambios en la estructura del motor del avión al que requiere el combustible de aviación convencional.

A mediados de 2012, ASA contaba con un inventario de poco más de 34 mil litros de bioturbosina que cumplen satisfactoriamente dichas especificaciones. El componente biológico proviene de aceites vegetales parcialmente de segunda generación: *Jatropha* y camelina, así como de aceite recuperado de cocina (SCT, 2012).

<sup>76</sup> Bio-queroseno parafínico sintético



## Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

### Norma de eficiencia vehicular

En julio de 2012, el Comité Consultivo Nacional de Normalización aprobó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-163-SEMARNAT-ENER-SCFI-2012,<sup>77</sup> cuyo objetivo es lograr en el 2016 la homologación con Estados Unidos en cuanto al rendimiento en el consumo de combustible para vehículos ligeros nuevos que se comercialicen en el país.

La NOM medirá las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del escape y su equivalencia en términos de rendimiento de combustible, y se aplicará a vehículos automotores nuevos de peso bruto vehicular de hasta 3,857 kilogramos.

Con la implementación de esta NOM, se estima que para el periodo 2013-2030 se pueda tener una reducción de 70 mil millones de litros de consumo de gasolinas, equivalente a 170 MtCO<sub>2</sub>, es decir, el 19% de la reducción esperada en 2012 por la instrumentación del PECC; así como otros beneficios colaterales, como la disminución de las emisiones de contaminantes locales.

La monetización de todos estos beneficios se estima en 578 mil millones de pesos.<sup>78</sup>

En las sesiones de los Comités Consultivos de Normalización de SEMARNAT, SE y SENER, participaron el INE, la PROFEPA, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, el CMM, el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), la Comisión Federal de Competencia y la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos, entre otros.

## Investigaciones

### Instituto Mexicano del Transporte

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) es un órgano desconcentrado de la SCT que realiza investigación aplicada sobre transporte carretero, marítimo, ferroviario, aéreo y multimodal; desarrollo de tecnología, y normativas para el transporte, entre otras funciones.

En el Cuadro V.25 se describen algunos de los trabajos desarrollados por el IMT en el periodo 2009-2012:

■ Cuadro V.25. Actividades realizadas en el IMT en el período 2009-2012

Actividad	Descripción
Estudio metodológico para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Programa Transporte Limpio de la SEMARNAT-SCT, aplicando el método de la conducción técnica.	Fue un insumo para el Programa de Transporte Limpio (ver SCT en esta sección). El IMT realizó dicha investigación para la capacitación de los operadores en un manejo eficiente.
Reporte Nacional para la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC, por sus siglas en inglés), "Mitigando el cambio climático en carreteras".	El informe incluye un apartado relacionado con las políticas públicas que integran la sustentabilidad ambiental como un eje rector de desarrollo, de acuerdo al PND 2007-2012, el cual fue incluido en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2007-2012. La estrategia sectorial plantea para el 2010 el mejoramiento del estado físico de las carreteras en un 90% conforme a estándares internacionales.
Inventario de emisiones en carreteras federales del estado de Querétaro basado en el modelo HDM-4 (2009).	El propósito de esta investigación fue utilizar el submodelo de efectos ambientales del HDM-4 para realizar un cálculo de emisiones de CO <sub>2</sub> , gases criterio y partículas suspendidas, en carreteras federales del estado de Querétaro. La información obtenida permitió desarrollar el inventario de emisiones carreteras del estado de Querétaro, definir puntos críticos de emisión de gases, y medidas de mitigación.

<sup>77</sup> Disponible en <http://www.cofemer.gob.mx>

<sup>78</sup> INE, 2012.

Actividad	Descripción
Estado del arte sobre las metodologías para la evaluación de eco-eficiencia en procesos productivos del sector transporte (2011).	Esta investigación es una revisión del estado actual de metodologías de ecoeficiencia empleadas en el sector transporte para el análisis de los procesos productivos o la evaluación de proyectos, incluyendo variables ambientales, tales como las emisiones de gases de efecto invernadero. Las herramientas en las que se basa la ecoeficiencia son técnicas concretas que permiten obtener y combinar información para tomar decisiones sobre cambios en la operación de una organización a favor del desarrollo sustentable.
Ahorro de emisiones de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por el cambio modal de autobús a tren de pasajeros, con origen-destino Ciudad de México–Querétaro (2010).	Muestra el ahorro de emisiones que se pudiera tener por el cambio modal detransporte de pasajeros entre el origen-destino Ciudad de México–Querétaro.
Investigación del efecto de la antigüedad de los vehículos de servicio pesado en el uso eficiente del combustible y las emisiones de CO <sub>2</sub> bajo diferentes alternativas de renovación.	Se desarrolló para encontrar una correlación entre la edad de los vehículos usados en el transporte de servicio pesado, su consumo de combustible y las emisiones de CO <sub>2</sub> , aplicando diferentes métodos de renovación vehicular. Además, para determinar la situación actual del transporte de servicio pesado, lo que comprende todo lo relativo al diagnóstico preliminar del parque vehicular registrado por las organizaciones de transportistas.
Programa de Selección del Tren Motriz.	Como resultado de esta investigación, se está implementando el software en la página de internet del IMT, para que los transportistas puedan determinar los componentes del tren motriz que les permitan el uso eficiente del combustible y mitigar las emisiones.
Participación en comités expertos en la Asociación Mundial de la Carretera.	El Comité 1.3 está enfocado a cambio climático y sustentabilidad, donde se abordan temas de mitigación y adaptación, las herramientas para comprender la mitigación del cambio climático, y la evaluación de la sustentabilidad en los planes de infraestructura del transporte.
Participación en comités de normalización de la SCT.	Enfocados al uso eficiente del combustible en vehículos nuevos destinados al servicio pesado, así como en los comités de normatividad para reglamentar las emisiones generadas por el autotransporte.

Fuente: IMT, 2012.

## Instituto Nacional de Ecología

### Estudios del INE con apoyo GEF-PNUD

Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el subsector de transporte carretero en México.

Este estudio fue realizado para el INE en 2012 por el Centro de Transporte Sustentable (CTS-EMBARQ), con fondos del GEF. Tuvo como objetivo el análisis y eva-

luación del subsector transporte carretero respecto a la mitigación de emisiones de GEI, con base en el diagnóstico del transporte interurbano de carga, la generación de escenarios a mediano y largo plazos, el análisis de políticas y medidas de mitigación a futuro. Se definieron procedimientos para las buenas prácticas y se identificaron elementos necesarios para la metodologías MRV de las acciones propuestas en los ejes carreteros: México–Nogales, México–Nuevo Laredo, Querétaro–Ciudad Juárez, Acapulco–Tuxpan, México–Chetumal, Mazatlán–Matamoros, Manzanillo–Tampico, Acapulco–Veracruz, Veracruz–Monterrey y el Transpeninsular.

Se construyó la línea base de emisiones de GEI, así como dos escenarios alternativos de emisiones de GEI (alto y bajo) para los años 2020, 2030 y 2050. Se estimó el potencial de mitigación de emisiones para cada escenario, así como las barreras para la implementación de las medidas identificadas.

Este documento contiene además una evaluación costo-beneficio de las medidas de mitigación de emisiones identificadas y el impacto de la implementación de medidas de mitigación en cada escenario.

Adicionalmente, se identificaron los instrumentos y procedimientos para las buenas prácticas de transporte en los ejes carreteros y se establecieron los elementos necesarios para el desarrollo de metodologías MRV de acciones de mitigación de emisiones de GEI.

## Centro de Transporte Sustentable EMBARQ México

El Centro de Transporte Sustentable (CTS-EMBARQ) es una organización de la sociedad civil que impulsa y apoya

la implementación de proyectos y políticas públicas en materia de movilidad, transporte público, desarrollo urbano, cambio climático y calidad del aire.

El CTS-EMBARQ depende directamente del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) y forma parte de la Red EMBARQ, junto con EMBARQ Brasil, EMBARQ Turquía, EMBARQ India y EMBARQ Andino.

En materia de política pública, el Centro participa en el PROTRAM en los proyectos del Metrobús, Macrobús, Optibús; en los reglamentos municipales de varias ciudades; NAMAs y Norma de eficiencia.

En las actividades de movilidad y desarrollo urbano, participa en cambios en reglamentación urbana, capacitación, implementación de proyectos piloto, auditorías en seguridad vial para fraccionamientos de tipo social, documentando las prácticas locales exitosas y fomentando el intercambio permanente de experiencias en las ciudades (Figura V.16).

En el Cuadro V.26 se mencionan algunas de sus investigaciones sobre mitigación de emisiones en el periodo 2009-2012.

■ Figura V.16. Áreas estratégicas de CTS-EMBARQ



Fuente: CTS-EMBARQ, 2012.

■ Cuadro V.26. Proyectos de investigación del CTS-EMBARQ

Proyecto	Objetivos
<b>Evaluación económica y ambiental de intervenciones para la reducción de GEI al 2035 mediante la implementación de políticas de eficiencia energética en el sector transporte en México</b>	El estudio formula y analiza un portafolio de medidas y acciones relacionadas con la eficiencia energética, para reducir emisiones de GEI en el sector transporte en México, considerando su evaluación económica, potencial de mitigación, estimación de externalidades y cobeneficios directos adicionales, así como su priorización en los escenarios alternativos propuestos.
<b>Facilitando el desarrollo de Acciones Apropriadas Nacionalmente de Mitigación (NAMAs) en el sector transporte en México</b>	El estudio identifica un programa existente como base para una potencial NAMA. Fue elaborado en conjunto con ECOFYS y financiado por el Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente de Holanda. Como resultado del estudio se eligió el Programa de Apoyo Federal al Transporte Masivo (PROTRAM) y el Proyecto de Transformación del Transporte Urbano (PTTU); se hizo una descripción de los componentes, orientación sobre la metodología MRV y sugerencias para postular el programa a financiamiento como una NAMA.
<b>Desarrollo de metodologías de Medición, Reporte y Verificación para sistemas de transporte</b>	Estudio realizado en conjunto con diversas ONGs y secretarías de estado. Se desarrolló una metodología MRV para sistemas de transporte BRT, con el objetivo de incorporarla en una NAMA financiada.
<b>Proyecto piloto sobre movilidad empresarial</b>	Proyecto financiado por el Banco Mundial y el World Resources Institute, a través del cual se busca promover la aplicación de medidas empresariales voluntarias para mejorar la movilidad de los empleados, incentivando el uso de medios alternativos de transporte al trabajo y de regreso a sus hogares.

Fuente: CTS-EMBARQ, 2012.

El CTS-EMBARQ participa en el desarrollo de las siguientes propuestas conceptuales de NAMAs:

- Transporte de carga: Mejoras tecnológicas en el transporte de carga (FINNOVA- CONACYT).
- Transporte público: PROTRAM/PTTU (BM) y Optimización de rutas (FINNOVA-CONACYT).
- Transporte no motorizado: Bicicletas públicas (Deutsche Bank y Clear Channel).

### Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

En 2011 el CMM, con recursos del Gobierno del Distrito Federal, realizó el estudio “Evaluación de beneficios ambientales y de movilidad por la aplicación del Programa de Transporte Escolar (PROTE) para el D.F.”, cuyo objetivo fue medir la reducción de emisiones y de congestión

lograda por el PROTE, estimar el desempeño ambiental del programa a futuro y proponer mejoras al programa. Se compararon las emisiones de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> y COVs del transporte escolar respecto a las de los automóviles desplazados, en un subgrupo de escuelas del Distrito Federal (D.F.).

## V.1.5 Sector forestal

### Política nacional

#### Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Algunas acciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia forestal se describen en esta sección.

## Sistema Nacional de Gestión Forestal

A partir de 2009, la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de SEMARNAT, como apoyo a la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), aporta bimestralmente el indicador de superficie autorizada incorporada al Manejo Forestal Sustentable del Sistema Nacional de Gestión Forestal. La Meta M.64 del PECC propone mitigar las emisiones del sector forestal al incorporar al manejo forestal 2.95 millones de ha de bosques, lo que significa una reducción de 11.88 MtCO<sub>2</sub> eq. en el periodo 2008–2012 (SEMARNAT, 2012). Entre 2009 y julio de 2012 se incorporaron 4.68 millones de ha de bosques al manejo técnico sustentable (Presidencia de la República, 2012).

## Comisión Nacional Forestal

La CONAFOR, creada en 2001, es un organismo público descentralizado de la SEMARNAT cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal; así como participar en la formulación de los planes y programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

Dentro de la CONAFOR se trabaja en dos líneas específicas para la mitigación de emisiones de GEI: a) la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los Bosques (ENAREDD+) y b) el Proyecto de Bosques y Cambio Climático (SIL/FIP, por sus siglas en inglés), este último gestionado en 2011 con el Banco Mundial. Esta propuesta integral tendrá por nombre “Paquete de acciones para bosques y cambio climático”. El objetivo es apoyar a las comunidades forestales en México para administrar de manera sustentable sus bosques, fortalecer su organización y aumentar sus ingresos provenientes de la venta de productos y servicios forestales (CONAFOR, 2012).

### a) Estrategia Nacional REDD+

México está a la vanguardia a nivel internacional en su preparación del esquema REDD+. Durante 2010, la CICC publicó la *Visión de México sobre REDD+: Hacia*

*una Estrategia Nacional*. Fue desarrollada a través de un Comité Técnico Consultivo REDD+ (CTC-REDD+) con la participación de diversos actores sociales; se considera un primer paso hacia la Estrategia Nacional REDD+, ya que contiene metas y definiciones clave para guiar su desarrollo.

Establece que promover el desarrollo rural sustentable, incluyendo un manejo activo del bosque, es la mejor forma de remover las presiones que llevan a la deforestación y degradación; lo que implica ajustar y armonizar con otros sectores las políticas nacionales que se desarrollan en el territorio.

Durante 2011, se trabajó en el documento “Elementos para el Diseño de la Estrategia Nacional REDD+ (ENAREDD+)” considerado como el borrador cero de la ENAREDD+. Sus líneas estratégicas son: 1) Arreglos institucionales y políticas públicas; 2) Esquemas de financiamiento; 3) Niveles de referencia; 4) MRV; y, 5) Comunicación, participación social y transparencia; además de tener un componente de Salvaguardas ambientales y sociales.

A nivel global la iniciativa será ejecutada por fases. México realiza actividades de preparación y adopción de políticas y acciones, a través de las distintas instituciones involucradas y de proyectos de acción temprana.<sup>79</sup>

En el marco del CTC-REDD+ en 2012, se crearon dos grupos de trabajo para el desarrollo de la ENAREDD+:

1. Grupo de Trabajo sobre Elementos Críticos para la ENAREDD+: responsable de generar los objetivos, definición de los temas y recomendaciones.
2. Grupo de Trabajo para el Protocolo de Consulta: encargado de la construcción participativa del protocolo.

Con la creación de estos grupos de trabajo se incentiva que el proceso de construcción de la Estrategia Nacional REDD+ sea participativo e incluyente.

México trabaja hacia la consolidación de la ENAREDD+ a través de: la mejora de los factores de emisión para alcanzar y consolidar un reporte TIER 2; la

<sup>79</sup> Disponible en [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visión%20de%20México%20sobre%20REDD\\_.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visión%20de%20México%20sobre%20REDD_.pdf)

modelación de la dinámica de carbono; un sistema satelital de monitoreo forestal y el perfeccionamiento del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGI) para estimar emisiones y absorciones del sector forestal y sus incertidumbres, entre otros esfuerzos (Cuadro V.27).

#### b) Proyecto de Bosques y Cambio Climático

Esta iniciativa integra en un mismo paquete el Préstamo de inversión específica para bosques y cambio climático (SIL, por sus siglas en inglés) y los fondos del Programa de Inversión Forestal (FIP por sus siglas en inglés) a través del Banco Mundial. Se propone mejorar la calidad

de vida de 4,000 comunidades forestales en México, a través del manejo sustentable de los bienes y servicios derivados de los bosques. Del total de 392 millones de dólares del paquete de financiación SIL/FIP, el 88% apoyará, a través de los programas de la CONAFOR, actividades solicitadas e implementadas directamente por comunidades y ejidos (CONAFOR, 2012).

El proyecto operará a través de programas como silvicultura comunitaria y servicios ambientales, entre otros, manejados por la CONAFOR desde el 2001, y ayudará a asegurar la continuidad de estos programas en el futuro. Adicionalmente, el proyecto financiará estudios, talleres y consultas relacionadas con bosques y cambio climático en México.

Con este proyecto se logrará promover la integración

**Cuadro V.27. Acciones tempranas y fortalecimiento de capacidades del esquema REDD+**

Proyecto	Descripción	Acciones
Proyecto de Implementación de Acciones Tempranas REDD+ (ATREDD+) en Cuencas Prioritarias de México a través de la construcción de mecanismos de gobernanza a nivel local.	<p>Su objetivo es, construir las capacidades técnicas e institucionales a nivel local para el desarrollo de metodologías y mecanismos que vinculen los programas de desarrollo rural y el manejo forestal sustentable en cuencas prioritarias de México.</p> <p>Tiene un enfoque territorial que permite la integración de políticas públicas de los tres órdenes de gobierno de manera coordinada, creando bases institucionales regionales a una escala que genere sinergias.</p> <p>Se pretende que en las unidades territoriales básicas de paisaje (regiones, cuencas hidrográficas y corredores biológicos) se generen condiciones favorables para un desarrollo rural sustentable de sus comunidades.</p>	<p>Entre las acciones se incluyen:</p> <p>Programa Especial de la Selva Lacandona en coordinación con el Corredor Biológico Mesoamericano. En 2010 se atendieron 29 mil ha, con una inversión de 27 millones de pesos; en el periodo 2011-2012, se atenderán 60 mil ha, con una inversión de 180 millones de pesos.</p> <p>Programa Especial Cuencas Costeras de Jalisco en alianza con las juntas intermunicipales.</p>
Fortalecimiento de la preparación REDD+ en México y fomento de la Cooperación Sur-Sur.	<p>Tiene como meta generar herramientas que sirvan para el desarrollo de política pública bajo el contexto REDD+, apoyando el establecimiento de un Sistema nacional de monitoreo forestal sostenible a largo plazo, a fin de reforzar las capacidades gubernamentales y la cooperación interinstitucional.</p> <p>El proyecto que es financiado por el gobierno de Noruega con la colaboración del PNUD y la FAO, busca ser una plataforma de coordinación con otros esfuerzos nacionales orientados hacia metodologías MRV.</p>	<p>Se desarrollan actividades que buscan cumplir con tres grandes objetivos:</p> <p>Diseño e implementación de un sistema MRV.</p> <p>Fomento de México como centro de excelencia de cooperación Sur-Sur y fortalecimiento de la capacitación técnica nacional y regional.</p> <p>Análisis de incentivos positivos disponibles en el sector forestal para disminuir la deforestación y la degradación en México.</p>

Fuente: CONAFOR, 2012.

de políticas públicas y enfoques innovadores en acciones tempranas, acordes con la ENAREDD+.

## ProÁrbol

ProÁrbol es el principal programa federal de apoyo al sector forestal. Este programa ordena en un solo esquema el otorgamiento de estímulos a los poseedores y propietarios de terrenos para realizar acciones encaminadas a proteger, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos en bosques, selvas y zonas áridas de México.

La CONAFOR es la institución responsable de llevar a cabo este programa, bajo reglas de operación y a través de una convocatoria anual en la que se establecen los requisitos, plazos y procedimientos para la asignación y entrega de recursos a los beneficiarios.

A continuación se enumeran algunos programas de la CONAFOR que contribuyen a la reducción y/o captura de emisiones de gases de efecto invernadero (Ver Cuadro V.28).

## Protegidas

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), creada en el 2000 y que es un órgano descentrado de la SEMARNAT, presentó en marzo de 2010 la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (ECCAP), que orienta sus políticas y acciones en un contexto en el que el cambio climático representa no sólo un reto sino también una oportunidad para orientar sus esfuerzos y recursos de forma estratégica.<sup>80</sup>

Las acciones de manejo de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que la Comisión lleva a cabo para cumplir con su objetivo de conservar el capital natural de México, constituyen por sí mismas acciones de mitigación y adaptación (Ver capítulo III) al cambio climático.

El establecimiento y administración eficiente de las ANP es una estrategia costo-efectiva para combatir el cambio climático, ya que permite mantener los bienes y servicios que los ecosistemas proveen para el bienestar humano.

■ Cuadro V.28. Avances de algunos programa de la CONAFOR relacionados con la reducción de emisiones de GEI, 2009-2012

Programa	Descripción	Metas, logros y avances
Desarrollo Forestal Comunitario	Tiene como objetivo desarrollar, fortalecer y consolidar los procesos de desarrollo local en ejidos y comunidades forestales de regiones prioritarias, para mejorar el manejo tradicional de los recursos.	En el periodo 2009-2012 el programa ha otorgado apoyos a 6,448 proyectos por un monto de 457 millones de pesos, en beneficio de aproximadamente 2,700 ejidos, comunidades o uniones entre ellos. En promedio, cada ejercicio fiscal atiende 433 municipios, con alcance a 32 diferentes etnias, del total de la población que habita en los ejidos y comunidades, donde el 47% son mujeres.
Plantaciones Forestales Comerciales	Su objetivo es desarrollar, fortalecer y consolidar los procesos de desarrollo local en ejidos y comunidades forestales de regiones prioritarias, para mejorar el manejo tradicional de los recursos.	En el PECC se estableció una meta de 170 mil ha para mitigar 0.66 MtCO <sub>2</sub> eq. en 2012. Durante el periodo 2009-2012, se han establecido 177,015 ha <sup>81</sup> de plantaciones forestales comerciales, lo que contribuye con la mitigación de 0.68 MtCO <sub>2</sub> eq.

La ECCAP pretende aumentar la capacidad de adap-

## Comisión Nacional de Áreas Naturales

<sup>80</sup> Al mes de julio de 2012, México cuenta con 174 Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas que comprenden una superficie de 25.33 millones de ha (12.9% del territorio nacional).

<sup>81</sup> Superficie establecida al mes de julio de 2012.

Programa	Descripción	Metas, logros y avances
Sanidad Forestal	Tiene como objetivo prevenir y reducir la incidencia de plagas y enfermedades forestales que tienen efectos económicos, ecológicos y sociales en el país.	Durante el periodo 2009-2012, se estableció como meta diagnosticar 600 mil ha anuales y tratar a 40 mil ha anuales. En total se diagnosticaron 2.42 Mha y se aplicó tratamiento en 169,432 ha.
Reforestación	Su objetivo es mejorar el ambiente, aumentar la recarga de mantos acuíferos, e incrementar la biomasa para contribuir a la captura de carbono; así como garantizar el establecimiento de una nueva cobertura forestal y la conversión de áreas degradadas e improductivas a plantaciones.	La meta M.74 del PECC contempla realizar la reforestación simple de una superficie acumulada de 1.1 millones de ha para el periodo 2009-2012.  Entre 2009 y julio de 2012 se reforestaron 1.1 millones de ha.
Programa Nacional de Protección Contra Incendios Forestales	Coordinado por la CONAFOR desde 2002, cuenta con más de 40 años de experiencia. México se encuentra en una etapa de transición hacia el manejo del fuego, que incluye aspectos de la ecología del fuego en los diferentes ecosistemas, manejo de los incendios forestales y sus efectos.	Entre 2008 y julio de 2012, se presentaron en total 44,532 incendios, afectando una superficie de 1.93 Mha. 2010 fue el año con el menor número de incendios (6,125) y 2011 con el mayor número (12,113).  En cuanto a superficie afectada, en 2010 se afectaron 114,723.4 ha y 956,404 ha en 2011.
Desarrollo Forestal	Otorga recursos económicos a los poseedores de bosques para realizar prácticas de cultivo contempladas en los programas de manejo forestal maderable autorizados. Con estas prácticas se promueve la conservación e incremento de los reservorios de carbono en los bosques productivos.	En 2010 se estableció como meta apoyar 180 mil ha para realizar prácticas de silvicultura y manejo de hábitat. Se logró asignar 103 millones de pesos para labores de cultivo forestal en 80,685 ha.  En 2011 se cumplió con la meta de apoyar 151,235 ha para realizar mejores prácticas de cultivo y manejo de hábitat.
Programa Nacional de Dendroenergía	Este programa incentiva el uso eficiente de la energía que proviene de la biomasa forestal e impulsa su producción sustentable como una opción de diversificación de las fuentes de energía renovable.	Se asignaron 28.3 millones de pesos para la construcción o adquisición de 19,683 estufas rurales ahorradoras de leña. Se realizó el estudio de prefactibilidad para la generación de electricidad y calor de proceso con residuos forestales en el ejido Noh Bec, del estado de Quintana Roo, ejido El Balcón en Guerrero y ejido El Largo en Chihuahua.
Conservación y Restauración de Suelos	Este programa promueve la construcción de obras y prácticas de conservación de suelos en terrenos forestales o preferentemente forestales, orientando las acciones hacia áreas prioritarias y microcuencas.	Se estableció como meta atender 40 mil ha por año. Entre 2009 y julio de 2012 se superó la meta al atender 300 mil ha.
Compensación Ambiental por Cambio de Uso de Suelo	Se enfoca en la restauración de los ecosistemas forestales deteriorados, con el fin de compensar la pérdida de la vegetación y de los servicios ambientales afectados por los cambios de uso del suelo en terrenos forestales. Promueve la elaboración de proyectos multianuales, con un periodo de ejecución a cinco años.	Esta área incluye las superficies beneficiadas con recursos por compensación ambiental por cambio de uso de suelo.



Programa	Descripción	Metas, logros y avances
Restauración de Cuencas Hidrográficas Prioritarias	Su objetivo es restaurar y reforestar áreas degradadas para conservar y mejorar el suelo y agua, generar empleo e ingreso a las comunidades, prevenir inundaciones y deslaves, reducir el costo de mantenimiento de las obras hidráulicas y alargar su vida útil, capturar CO <sub>2</sub> y generar otros servicios ambientales. <sup>82</sup>	El reporte de esta meta se realiza para los proyectos de Cutzamala-La Marquesa y Pátzcuaro-Zirahuén; el avance está en función del periodo de duración del proyecto, ya que es un programa multianual. De 2009 a julio de 2012 se han asignado recursos para apoyar una superficie de 57,542.3 ha, de las cuales se han finiquitado acciones en 21,584.5 ha.
Lucha contra la Desertificación	Su objetivo es contribuir al combate y contención de los procesos de degradación y desertificación de la tierra, mediante acciones directas y transversales. Da seguimiento a acuerdos y compromisos derivados del Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (SINADES) y la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD).	Las metas sexenales programadas en materia de Lucha contra la Desertificación (LCD) consisten en la actualización del Plan de Acción contra la Desertificación (PACD-Méx); la instalación de ocho Sistemas Estatales de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (SEDES) <sup>83</sup> y cinco Áreas Demostrativas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (ADES). En 2009 se realizaron talleres regionales y un taller nacional para la consulta pública de la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (ENMST), en seguimiento a la actualización del PACD-Méx, consulta que se difundió en 2011.

Fuente: CONAFOR, 2012.

tación de los ecosistemas y la población que habita en ellos frente al cambio climático y contribuir a la mitigación de emisiones de GEI y al enriquecimiento de los almacenes de carbono. Se definen tres niveles de planeación territorial: nacional, regional y local. En términos de mitigación, la ECCAP plantea estrategias y líneas de acción, entre las que destacan:

- Mejorar la eficiencia de manejo de las ANP para incrementar los flujos netos de carbono.
- Restaurar ecosistemas degradados para incrementar y enriquecer las reservas de carbono.
- Incrementar la cobertura de las ANP y otras modalidades de conservación en regiones con almacenes considerables de carbono y alto potencial de captura.
- Fortalecer la estrategia de manejo de fuego en ANP y sus zonas de influencia.
- Cuantificar la cantidad y valor estimado de carbono dentro de las ANP, con el propósito de construir en el mediano plazo una línea base.

Algunas Áreas Naturales Protegidas dentro de la

ECCAP

### Reserva de la Biósfera Sian Ka'an

El proyecto *Determinación de la estructura y existencias de carbono en manglares de la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, en Quintana Roo*, se realizó en colaboración con el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN), el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS, por sus siglas en inglés) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), con el financiamiento de la USAID y la CONANP (CONANP, 2012).

Los resultados de las existencias de carbono en la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an (RBSK) se agruparon de acuerdo con los diferentes tipos de manglares: manglar alto, mediano, chaparro y sabana (manglar asociado a pastos halófilos o subhalófilos).

Se encontró que la mayor parte de la reserva de car-

<sup>82</sup> Los trabajos se realizan con apoyos de otras dependencias de los diversos órdenes de gobierno.

<sup>83</sup> Entre 2010 y 2012 se instalaron dos SEDES.

bono de los humedales costeros de la RBSK está en el suelo, que almacena alrededor del 85% del total de carbono del ecosistema (Cuadro V.29).

suelo actual y futuro; escenarios de referencia de carbono a nivel comunitario y de la REBISO; las estimaciones de carbono de los sistemas forestales de la región, así como

■ Cuadro V.29. Biomasa y reservas de carbono promedio en la biomasa de la vegetación aérea y raíces de diferentes tipos de humedales costeros en la RBSK

Tipo de vegetación	Sitio	Biomasa (t ha <sup>-1</sup> )		Contenido de Carbono (tC ha <sup>-1</sup> )
		Aérea	Raíces	
Manglar alto	Isla Pitaya	178.8	244.0	164.9
	Cayo Culebra	142.3	157.8	117.0
Manglar mediano	Hualaxtoc	103.6	83.4	72.9
	Laguna Negra	107.9	74.5	71.1
Manglar chaparro	Xamach	3.0	14.1	6.7
	La Raya	7.0	26.6	13.1
	El Playón	6.5	19.6	10.2
Sabana	Punta Gorda	23.4	NA	11.7
	Vigía Chico	16.2 (pastos)	NA (pastos)	8.9
		1 (manglar)	0.8 (manglar)	

Fuente: CONANP, 2012.

El estudio indica que la cantidad de carbono que almacena la RBSK está en el intervalo de 30.7 a 44.5 Mt. Los humedales de Sian Ka'an contienen el equivalente en carbono al 35% de las emisiones anuales de México por uso de suelo (CONANP, 2012).

### Reserva de la Biósfera Selva el Ocote

En coordinación con la Cooperativa Ambio S.C. de R.L. y con el apoyo financiero de la USAID, desde el 2009 se ha trabajado en los ejidos Veinte Casas, Nuevo San Juan Chamula y Tierra Nueva del municipio Ocozocoautla, al interior de la Reserva de la Biósfera Selva el Ocote (REBISO) en Chiapas (Figura V.17). Usando el Sistema Plan Vivo, que fue creado para desarrollar proyectos de Pagos por Servicios Ambientales (PSA), se combina el desarrollo de prácticas de agricultura sostenible con pagos por captura y almacenamiento de carbono a través de la organización comunitaria.

Se cuenta con información básica sobre el uso de

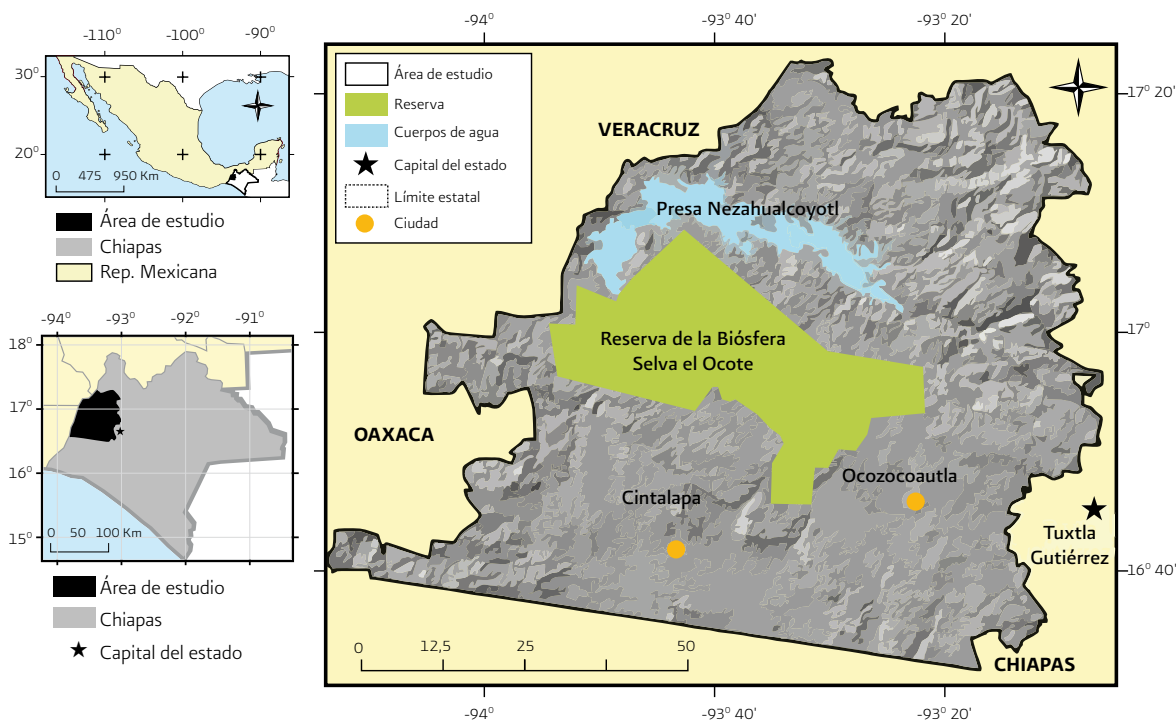
los acahual<sup>84</sup> de diferentes edades; la conformación de un equipo de técnicos y un técnico regional.

La mayor parte de la REBISO está cubierta por selvas cálidas húmedas (SCH) y una porción de selvas cálidas secas (SCS) debido a su topografía, diversidad de climas, suelos y tipos de vegetación.

A partir de las pruebas realizadas, se determinó que los bosques primarios de la ecorregión SCH concentran más carbono por hectárea (72 tC ha<sup>-1</sup>) que los bosques degradados de la misma ecorregión (40 tC ha<sup>-1</sup>), o que los bosques primarios o los degradados de la región SCS

<sup>84</sup> Acahual: Vegetación forestal que surge de manera espontánea en terrenos que estuvieron en uso agrícola o pecuario en zonas tropicales y que cuentan con menos de 20 árboles por hectárea, con un diámetro mayor a 25 cm, o bien, que teniendo árboles con diámetros normales de más de 15 cm, cuentan con un área basal por hectárea de menos de 40 cm<sup>2</sup>. Se trata de vegetación secundaria cuya característica depende del tiempo de formación y de las características propias de la región y sus alrededores (SEMARNAT, 2012).

■ Figura V.17. Ubicación geográfica de la Reserva de la Biósfera Selva El Ocote, Chiapas



Fuente: CONAFOR, 2012.

(45 y 30 tC ha<sup>-1</sup>) (CONANP, 2012).

La reserva almacena cerca de 5.5 MtC en las 101 mil ha de superficie total, con un potencial importante de captura en las porciones degradadas; sin embargo, presenta presiones de cambio de uso de suelo. De no realizarse actividades de conservación, los almacenes de carbono pueden disminuir en un plazo de 30 a 100 años (CONANP, 2012).

Se concluyó que en el mediano plazo, la REBISO tiene el potencial de capturar 5.9 MtCO<sub>2</sub> adicionales, siempre y cuando se implementen actividades como la restauración ecológica y los programas de deforestación evitada.<sup>85</sup>

## Comisión Nacional para el Conocimiento y

<sup>85</sup> Las estrategias y acciones de la CONANP en materia de cambio climático pueden ser consultadas en <http://cambioclimatico.conanp.gob.mx/>

## Uso de la Biodiversidad

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) es una comisión intersecretarial, creada en 1992 con carácter permanente. Tiene como misión promover, coordinar, apoyar y realizar actividades dirigidas al conocimiento de la diversidad biológica, así como a su conservación y uso sustentable para beneficio de la sociedad.

Entre sus principales funciones están instrumentar y operar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB), proporcionar datos, información y asesoría a diversos usuarios; e instrumentar las redes de información nacionales y mundiales sobre biodiversidad; dar cumplimiento a los compromisos internacionales en materia de biodiversidad adquiridos por México, y llevar a cabo acciones orientadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad de México.

En abril de 2008, los titulares de SEMARNAT y

SAGARPA firmaron el “Convenio de colaboración para la realización de acciones de sustentabilidad ambiental en los municipios de los estados de Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Yucatán que integran el Corredor Biológico Mesoamericano-México”.

Al primer semestre de 2011 se han incorporado al manejo sustentable 88,630 ha de selva mediante acciones como PSA y acuerdos comunitarios para la conservación; así como tierras de uso agropecuario, mediante agrosilvicultura, reforestación y acuerdos de buenas prácticas agropecuarias. Con este trabajo se ha dado respuesta a la meta M.56 del PECC, que se refiere a: “Incorporar al manejo sustentable 125 mil hectáreas de tierras en zonas que integran el corredor biológico”. Estas acciones de sustentabilidad contribuyen a la mitigación con aproximadamente 0.04 MtCO<sub>2</sub> eq. (CONABIO, 2012).

Por otro lado, la CONABIO colabora como uno de los principales promotores del proyecto Role of Biodiversity in Climate Change Mitigation (Robin) que formalmente comenzó actividades en noviembre de 2011. Este proyecto se realiza en colaboración con siete países de América y Europa e instituciones académicas como la UNAM y el Instituto de Ecología A.C. (INECOL). Cuenta con financiamiento de la Unión Europea.

Este proyecto permitirá cuantificar el papel de la biodiversidad de los ecosistemas terrestres de América Latina (desde México hasta Bolivia) en la mitigación (Ver investigaciones en esta sección).

La CONABIO participa en la Estrategia Nacional REDD+ con el diseño de un esquema MRV, en colaboración con la CONANP, CONAFOR e INE. También desarrolla un sistema para la clasificación automática de coberturas de suelo a partir de imágenes satelitales e insumos como las series temáticas del INEGI, el Inventario Nacional Forestal y de Suelos y el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE). Se ha logrado establecer una línea base de la cobertura vegetal para México en el periodo de 1990 a 2005. La información generada es fundamental para comprender la dinámica de cambio en los usos del suelo a nivel nacional (CONABIO, 2012).

## Procuraduría Federal de Protección al

## Ambiente

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) es un órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAT con autonomía técnica y operativa, que tiene como tarea principal incrementar los niveles de observancia de la normatividad ambiental, a fin de contribuir al desarrollo sustentable y hacer cumplir las leyes.

Las acciones de la PROFEPA para evitar la tala clandestina en los bosques y selvas del país tienen un efecto sobre la mitigación. La superficie beneficiada por el cierre de aserraderos, hornos de carbón y cambios de uso de suelo fue de 3,814 ha en 2011. Las emisiones evitadas anualmente por estas acciones ascienden a 0.18 MtCO<sub>2</sub>.

## Organizaciones de la Sociedad Civil

### Pronatura

Pronatura es una asociación civil sin fines de lucro creada en 1981, cuya misión es la conservación de la flora, la fauna y los ecosistemas prioritarios. Sus líneas estratégicas de acción son: conservación y manejo sustentable en ecosistemas prioritarios; restauración de ecosistemas; educación ambiental y comunicación estratégica; desarrollo comunitario sustentable; conservación biocultural; política y gestión ambiental; generación y manejo de la información; desarrollo institucional; promoción del mercado voluntario de carbono en México; y sustentabilidad de cuencas hidrológicas (Pronatura, 2012).

Como parte de su programa temático de cambio climático y servicios ambientales, Pronatura desarrolló las siguientes acciones:

- Programa Neutralízate, orientado hacia los mercados voluntarios de carbono forestal en México, que tiene por objeto cuantificar las emisiones de GEI generadas por empresas, organizaciones, entidades públicas, eventos y personas. Entre 2008 y 2011 se neutralizaron cerca de 170 mil tCO<sub>2</sub>; mediante este programa se han asignado más de 3.8 millones de pesos a comunidades indígenas de Oaxaca para la protección

y mantenimiento de sus bosques.

- Neutralización de la COP 16. En el 2010, Pronatura realizó el inventario de emisiones de GEI generadas por este encuentro, que fueron de 18,302 tCO<sub>2</sub> eq. (1.31 tCO<sub>2</sub> eq. por participante). Las emisiones fueron neutralizadas mediante la compra de certificados de captura de carbono del proyecto “Captura de carbono en comunidades indígenas y campesinas del estado de Oaxaca”, desarrollado por Servicios Ambientales de Oaxaca, A.C. (SAO) y avalado por la CONAFOR.
- Con el apoyo de Coca Cola de México, Pronatura desarrolla el proyecto “Cosecha de agua”, en el que se ha calculado la captura de carbono en 11,600 tCO<sub>2</sub> entre 2008 y 2011, mediante la plantación de casi 30 millones de árboles en una superficie de 32 mil ha, con una supervivencia superior al 60% de las plántulas.

Otras actividades de Pronatura, en el periodo 2008-2012, que contribuyeron a la mitigación fueron: la reforestación de ANP; la restauración de áreas afectadas por incendios forestales; la capacitación técnica a productores como parte del esquema REDD+, y la evaluación del impacto ambiental en el programa de implementación masiva de estufas ahorradoras de leña en México, en coordinación con el Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental (CENICA/INE).

### **Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza**

El Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) es una institución privada sin fines de lucro, fundada en 1994, que tiene como objetivo financiar y fortalecer actividades estratégicas de conservación del capital natural de México. A partir de 1996, en coordinación con la CONANP, opera el Fondo para Áreas Naturales Protegidas (FANP), con financiamiento del GEF a través del Banco Mundial y la supervisión de un Comité Técnico. En diez años de operación, el capital del fondo se cuadruplicó con la participación de fundaciones privadas, dos estados de la República Mexicana y el Gobierno Federal, ampliando su cobertura a 23 ANP, que representan una tercera parte de la superficie total decretada en el

territorio nacional.

El Programa de Conservación de ANP cuenta con un sistema de monitoreo que permite evaluar los avances con indicadores generales y específicos para cada ANP; en general, las tasas de deforestación en las ANP es menor que el de las áreas adyacentes.

En 2008, la CONANP invitó al FMCN a participar como socio en la organización de un primer Simposio de cambio climático y áreas naturales protegidas en México. Un año más tarde, el FMCN obtuvo recursos para apoyar actividades de cambio climático en áreas protegidas con el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS) y la USAID.

Junto con la CONANP inició el proyecto para “Fortalecer capacidades frente al cambio climático en la gestión de áreas protegidas”. Éste incluyó la organización de talleres regionales, apoyados por expertos del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM. Dichos talleres sirvieron para la elaboración en el 2010 de la Estrategia de Cambio Climático en Áreas Protegidas (ECCAP) de la CONANP.

En 2008, el FMCN participó como miembro fundador del Comité Técnico Consultivo para el desarrollo de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Degradación y Deforestación (CTC-REDD+). El CTC contribuyó a la integración del Plan de preparación, ante el Banco Mundial, para solicitar fondos de apoyo para la Estrategia Nacional de REDD+ (ENAREDD+).

El Fondo para el Manejo del Fuego y Restauración (FOMAFUR) apoya proyectos orientados a impulsar iniciativas de protección contra incendios y manejo del fuego de organizaciones locales y comunidades. En estos proyectos se tiene una alianza estratégica con el USFS y la USAID.

La Comunidad de Aprendizaje de Manejo del Fuego (CAMAFU),<sup>86</sup> iniciada en 2002 con apoyo del FMCN, promueve la innovación, el desarrollo de capacidades, el mejoramiento de la práctica y el fortalecimiento de los vínculos entre los interesados en el manejo del fuego. Desde 2008, el FMCN participa en la Estrategia Nacional de Manejo del Fuego.

El proyecto Vida Rural Sustentable tiene como ob-

<sup>86</sup> Disponible en [www.camafu.org.mx](http://www.camafu.org.mx)

jetivo promover el uso sustentable de los recursos naturales en comunidades rurales, a través de la introducción gradual de ecotecnias como la cocina rural sustentable, que contribuye a la reducción del consumo de leña como principal fuente de energía y a la reducción de emisiones de GEI. Este paquete está integrado por: olla solar, estufa ahorradora de leña y purificador microbiológico de agua. Hasta 2009, se distribuyeron más de 8 mil ollas solares en 11 estados de la República Mexicana.

### World Wide Fund for nature Mexico

World Wide Fund for nature (WWF) México cuenta con tres líneas de acción en materia de cambio climático:

- Bosques y clima: Definición de metas y una estrategia participativa para lograr una tasa de deforestación cero antes del 2020. Un ejemplo es la alianza con la empresa de telefonía Telcel, que permitió la reforestación de 227 ha con 249 mil árboles en la Reserva de la Mariposa Monarca para la temporada 2011.
- Empresas y energía: Compañías líderes en México participan en el Programa *Climate Savers* de WWF y lideran los compromisos del país en la reducción de emisiones.

WWF, en alianza con la Fundación Carlos Slim, trabaja con los tres niveles de gobierno, comunidades locales, líderes conservacionistas y organizaciones ambientalistas nacionales e internacionales.<sup>87</sup> Esta alianza impulsó las siguientes estrategias de acción climática:

- Diseño de las bases y apoyo para desarrollar el Plan Estatal de Acción Climática de Oaxaca.
- Desarrollo de los lineamientos nacionales de adaptación y mitigación al cambio climático en ANP y estrategias de acción climática en sitios prioritarios de la Alianza.
- Instrumentación de un modelo comunitario oaxaqueño de reducción de la deforestación y degradación (REDD+) y evaluación del establecimiento de

<sup>87</sup> Disponible en [www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/wwf-fcs/fs19-cambio-climatico.pdf](http://www.wwf.org.mx/wwfmex/descargas/wwf-fcs/fs19-cambio-climatico.pdf)

mercados de carbono.

- Acciones REDD+ en Oaxaca.
- Elaboración de una propuesta de mitigación y adaptación al cambio climático con enfoque en el sector turístico para el Plan Estatal de Acción Climática de Quintana Roo.

### Greenpeace México

Estas son algunas de las actividades realizadas por Greenpeace entre 2009 y 2012:

- Durante 2009, se desarrolló el software "*Ahorra energía en tu casa*", en conjunto con la Fundación Galileo, GIZ y la CONUEE.
- Durante 2009 y 2010, se realizó la campaña "*¿A ti ya se te prendió el foco?*" para promover la prohibición de lámparas incandescentes y su sustitución por lámparas fluorescentes compactas.<sup>88</sup>
- En 2010, se realizó el tour "*Rodando con el Girasol*", un auto equipado con paneles fotovoltaicos cuyo objetivo fue mostrar los beneficios de la energía solar en varias ciudades del país: desde Monterrey hasta Cancún, donde tuvo sede la COP 16.<sup>89</sup>
- Durante 2010, se publicó el Informe "[R]evolución Energética: Una perspectiva de energía sustentable para México".<sup>90</sup>

### The Nature Conservancy

The Nature Conservancy (TNC) ha estado presente en México desde 1988. Sus propuestas de conservación incluyen: conocimiento científico de frontera; trabajo comunitario; elaboración de planes de manejo para áreas protegidas, y control de especies invasivas e incendios forestales. Está asociada con autoridades, miembros de la comunidad, empresas, científicos, líderes de la industria y otras personas para contribuir a la reducción

<sup>88</sup> Disponible en [www.atiyasetprendio.org](http://www.atiyasetprendio.org)

<sup>89</sup> Disponible en [www.greenpeace.org/mexico/es/Blogs/Rodando-con-el-Girasol/](http://www.greenpeace.org/mexico/es/Blogs/Rodando-con-el-Girasol/)

<sup>90</sup> Disponible en <http://www.greenpeace.org/mexico/es/Footer/Descargas/reports/Clima-y-energia/r-evoluci-n-energetica-una-p/>

de emisiones de GEI y ayudar a las áreas naturales a adaptarse a los impactos del cambio climático.

La Academia de Quemadas Prescritas, ubicada en un área con 4 mil ha de pastizales en el desierto sonorense, es un proyecto conjunto con la CONAFOR para entrenar a su personal y a otros socios del país en el uso de fuego como herramienta de conservación. Otra meta de la Academia es promover el manejo del fuego en la agenda nacional de conservación; de esta manera se evita la expansión de especies invasivas y se protege el hábitat de especies animales propias de los pastizales.

TNC trabaja para crear una red de parques y corredores de vida silvestre a lo largo de vías fluviales en la Sierra Madre de Chiapas, en el sureste mexicano; esta formación montañosa tiene casi 300 km de longitud y una superficie aproximada de 5,000 km<sup>2</sup>. Se ha recomendado a los poseedores de predios en la zona que adopten servidumbres<sup>91</sup> de conservación en sus propiedades; además, se ha fomentado la creación de reservas locales gubernamentales y privadas para unir áreas centrales protegidas de las ANP federales. En apoyo al Gobierno Federal, TNC desarrolla un plan de manejo para el Parque Nacional La Frailesca y mecanismos de financiamiento a largo plazo que mejorarán todo el sistema de parques en el estado de Chiapas. El trabajo con las comunidades locales para restaurar bosques degradados en sitios piloto a lo largo de las vías fluviales en la región de Cuxtepec es una experiencia que el gobierno del estado de Chiapas podrá aplicar en otras cuencas hidrográficas.

### Proyecto México REDD+ (M-REDD+)

Los gobiernos de México y los Estados Unidos, a través de la USAID, firmaron en enero de 2012 un memorándum de entendimiento a través del cual se estableció un mecanismo de cooperación sobre cambio climático, que enmarca el programa de preparación REDD+ México

<sup>91</sup> Herramienta que permite a los dueños mantener el título y los derechos sobre la propiedad, a la vez que limita ciertos usos en una fracción o en la totalidad del predio, como la construcción de caminos, la subdivisión predial o la introducción de especies exóticas (TNC).

para establecer políticas sólidas de mitigación y fortalecer las existentes.

El programa lo implementará una alianza conformada por organizaciones de la sociedad civil y académicas orientadas a la conservación del medio ambiente: el FMCN, Rainforest Alliance, el Centro de Investigación Woods Hole, el Instituto Carnegie para la Ciencia, y TNC como líder de la alianza, la cual trabajará de la mano con instituciones académicas y de investigación locales, comunidades indígenas y rurales, instancias gubernamentales —municipales, estatales y federales— y otros actores públicos y privados, durante sus cinco años de extensión y con un financiamiento de 30 millones de dólares.

Por parte del gobierno mexicano, los socios incluyen a la SEMARNAT y la CONAFOR, además de dependencias públicas estatales y municipales.<sup>92</sup>

El proyecto cuenta con cuatro componentes: política pública; desarrollo de capacidades; arquitectura financiera, y MRV.<sup>93</sup>

Las áreas de acción temprana del proyecto se localizan en la Península de Yucatán, Chihuahua y Oaxaca. Las zonas de atención prioritarias son: Sierra Tarahumara, Chih., Ayuquila, Jal., Cutzamala, Mex., Iniciativas para comunidades forestales, Oax., Sierra Madre del Sur de Chiapas, Chis., y Sierra de Ticul, en los estados de Yucatán y Campeche.

### Conservación Internacional

Conservación Internacional (CI) es una organización que apoya y fortalece a las sociedades para el cuidado responsable y sostenible de la naturaleza, de la biodiversidad global, para el bienestar de la humanidad. En materia de cambio climático, CI participó en la elaboración del Programa de Acción ante el Cambio Climático del estado de Chiapas (PACCCH).

En este estado del país, responsable del 4.8% del to-

<sup>92</sup> Disponible en <http://espanol.tnc.org/press/press4899.html>

<sup>93</sup> Información obtenida de la presentación "Proyecto M-REDD+" realizada por Álvaro Luna Terrazas, durante la 7ª Sesión Ordinaria del Grupo de Trabajo REDD+ de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 9 de marzo de 2012.



tal de emisiones de GEI de México, principalmente en el sector AFOLU, CI realiza acciones de conservación en la Sierra Madre e integra esfuerzos para la conservación de los servicios ecosistémicos y biodiversidad a escala de microcuenca en la región Sierra-Costa.

## Investigaciones

### Instituto Nacional de Ecología

Análisis socio-ambiental del deterioro y la percepción de las poblaciones locales de la vulnerabilidad y el riesgo frente al cambio climático, en Marqués de Comillas, Chiapas.

El estudio, realizado en 2009, tuvo como objetivo general evaluar la relación entre la historia de uso, los procesos de cambio de uso del suelo y los cambios socio-demográficos y político-institucionales en ejidos ribereños de Marqués de Comillas colindantes con la Reserva de la Biosfera Montes Azules (REBIMA), Chiapas, entre los años 1986 y 2007; de esta manera aporta propuestas para la planeación y el desarrollo de sinergias para hacer frente al cambio climático y transitar hacia el desarrollo sustentable en la región.

Diseño de una estrategia de acercamiento entre el sector académico y las autoridades ejidales y municipales para la construcción de una agenda de colaboración en el marco del cambio climático

Este estudio elaborado por la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Mex-LTER) tuvo como objetivo elaborar e incentivar una estrategia de vinculación entre el sector académico que realiza investigación en las ANP y las autoridades locales que inciden directa o indirectamente en las decisiones de manejo de los ecosistemas en las zonas conservadas y en sus áreas de influencia, a fin de identificar y promover posibles acciones de mitigación de emisiones de GEI y opciones de adaptación a los efectos negativos del cambio climático.

Los resultados del estudio fueron:

- La realización del taller “Experiencias exitosas de vinculación entre grupos académicos y autoridades locales y estatales en sus sitios de investigación científica”.
- La elaboración de un directorio de autoridades locales y estatales para las zonas de estudio y áreas de influencia de los sitios de la Red Mex-LTER, ubicada en su sitio de internet.<sup>94</sup>
- Distribución de materiales de divulgación dirigidos a las autoridades locales y estatales sobre temas de cambio climático, conservación de la biodiversidad y servicios ambientales, y sobre las actividades de investigación en la zona de estudio.
- Organización de talleres/conferencias con autoridades locales en los sitios de la Red Mex-LTER para detonar un proceso de vinculación en materia de cambio climático, conservación de la biodiversidad y servicios ambientales.

Estrategias para mitigar el cambio climático y su impacto en una subcuenca vulnerable de la cuenca de México: Diseño de proyectos piloto

Este proyecto, realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), tuvo como objetivo diseñar proyectos piloto para la instrumentación de estrategias de gestión de los ciclos hídricos y del carbono para enfrentar el impacto del cambio climático en una región amenazada de la cuenca de México, como lo es la subcuenca de los ríos Amecameca y La Compañía (RALC) formada a partir del parteaguas que abarcan los volcanes Popocatepetl e Iztaccíhuatl, ubicados al suroriente de la cuenca de México. La subcuenca RALC tiene una superficie de 1,174.45 km<sup>2</sup>, dentro de los cuales se encuentran varias ANP, y contaba en el año 2000 con una población de 1,194,920 habitantes. Esta subcuenca comprende parte de la superficie de cuatro delegaciones del Distrito Federal y 12 municipios del Estado de México. Incluye gran parte del acuífero Chalco-Amecameca, además de zonas de los acuíferos Texcoco y Zona Metropolitana de la Ciudad de México.

El reporte final se compone de cinco estudios:

<sup>94</sup> Disponible en <http://www.mexlter.org.mx/>



- La descripción y mapeo de los impactos de la crisis hídrica en la Subcuenca de los ríos Amecameca y La Compañía.
- El diseño de cuatro proyectos modelo que permitirían el almacenamiento (superficial o subterráneo) de agua pluvial cerca de zonas urbanas en cuenca media y baja, para compensar la pérdida de capacidad de almacenamiento en cuenca alta.
- El diseño de tres plantas de tratamiento prototipo que permitirían el saneamiento de las aguas de la subcuenca y la reducción de los costos de operación y mantenimiento, lo que permitiría disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La justificación para el posible decreto de zonas estratégicas de recarga y almacenamiento superficial de agua. Propuesta para la creación de un área natural federal en la laguna de Tláhuac para retener agua de lluvia, tratarla y generar zonas de riego a sus alrededores. Se propone la recarga artificial de agua al retenerla por medio de lagunas, tratarla con una planta potabilizadora e infiltrarla por medio de pozos en el área de conservación de Santa Catarina.
- El diseño de un sistema local, modelo de recolección, composteo y aplicación agrícola de residuos orgánicos, con el propósito de reducir la cantidad de residuos depositados en tiraderos municipales y clandestinos, y de esta manera minimizar las emisiones de metano asociadas a los residuos orgánicos.

El seguimiento de estos estudios y acciones corresponde al Programa de Investigación Sierra Nevada de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Elementos para el Inventario Nacional de Emi-

siones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) estandarizados para los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y la Reducción de Emisiones por Deforestación y/o Degradación evitada (REDD+)

Uno de los componentes de los PEACC, que será una fuente de información esencial para la generación de propuestas de mitigación, es el establecimiento de la línea base de emisiones y remociones de GEI actuales y futuras provenientes de la categoría AFOLU.

Este estudio tuvo como objetivo identificar los elementos, información y conocimiento necesarios para reducir las incertidumbres asociadas a los INEGEI en la categoría USCUS, para su uso en los PEACC y escenarios de referencia para REDD+ en doce estados del país.

La elaboración de un inventario de GEI en la categoría USCUS a nivel estatal y la implementación de proyectos REDD+ dependen de la cantidad y calidad de la información disponible. La creación de una base de datos de almacenes y flujos de carbono estandarizados a nivel estatal, a partir de estudios generados localmente, implica un esfuerzo de búsqueda de información documental en diversos tipos de fuentes e instituciones.

Evaluación de áreas prioritarias con mayor biodiversidad y potencial de almacenamiento y captura de carbono, mediante la reconversión productiva en Marqués de Comillas, Chiapas, y la disminución de la deforestación a nivel local

El estudio tuvo como objetivo evaluar las áreas de selva remanente con mayor biodiversidad, potencial de almacenamiento y captura de carbono, así como aquellas con mayor riesgo de deforestación o degradación en el municipio de Marqués de Comillas, Chiapas. Se identificaron las áreas de selva remanente en mejor estado de conservación, con mayor potencial de servicios ecosistémicos (carbono y biodiversidad) y mayor riesgo de degradación, mediante el análisis del paisaje que describió el tipo de uso de suelo en el área de estudio; la identificación de las áreas remanentes de selva, críticas para su con-

servación; la ubicación de las zonas selváticas existentes con mayor riesgo de degradación y/o deforestación, y la identificación y cuantificación de las zonas deforestadas con perforaciones, que constituyen el inicio de la deforestación desde adentro hacia afuera de los fragmentos remanentes de selva.

Se plantearon acciones estratégicas y se evaluaron los costos de oportunidad para la reconversión productiva de las zonas deforestadas y para evitar la deforestación de las áreas de selva remanente que se encuentran amenazadas.

Como acciones estratégicas de reconversión productiva se propusieron: 1) ordenar agroecológicamente el territorio; 2) transformar los sistemas de agricultura migratoria o de roza-tumba y quema; 3) restaurar la productividad en terrenos agrícolas y potreros, con base en la erradicación del uso del fuego agropecuario y la disminución en el uso de agroquímicos; 4) instalar módulos de conservación de agua y suelo para la agricultura y la ganadería en ladera; 5) reconversión productiva hacia sistemas agroforestales; 6) fomento acuícola con introducción de especies nativas; 7) mejoramiento de la producción de traspato; 8) desarrollo de mercados verdes; y 9) capacitación en temas agroforestales y agroecológicos.

### Programa Mexicano de Carbono

El Programa Mexicano de Carbono (PMC) fue creado en 2005 por iniciativa del INE-SEMARNAT y varios investigadores del sector académico, con la misión de coordinar la investigación del ciclo del carbono en México, promover la comunicación entre el sector académico, gubernamental y social, así como responder a iniciativas de otros programas nacionales e internacionales.

Entre los años de 2009 a 2011, el PMC organizó anualmente el "Simposio internacional del carbono en México", el seminario "El carbono en los ecosistemas de México: ciclo biogeoquímico, mercados y oportunidades ante el cambio climático", y el simposio "Hacia REDD+: Integración de políticas forestales y agropecuarias".

En el transcurso de las actividades académicas del PMC se originó una iniciativa que reúne a estudiantes de posgrado e investigadores en cuatro áreas: inventarios forestales y de carbono en biomasa y en suelo; mode-

los de simulación sobre el crecimiento de la vegetación, flujos de carbono y nutrientes; análisis de cambios en la vegetación mediante sensores remotos, y sistemas socioecológicos y mercados de servicios ambientales.

El PMC participa en el Programa Norteamericano de Carbono (CarboNA),<sup>95</sup> un foro tri-nacional donde la opinión de los especialistas mexicanos y sus colegas canadienses y estadounidenses está conformando un programa continental. Los productos generados en este programa pueden convertirse en políticas internacionales orientadas a enfrentar las causas y las consecuencias del cambio climático en la región, como el "North American Terrestrial Ecosystem Carbon Monitoring Program", que fue usado en negociaciones oficiales de la Comisión Forestal de América del Norte (COFAN), una de las seis comisiones forestales regionales de FAO.

### Estudios del INE con apoyo GEF-PNUD

Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector forestal en la Península de Yucatán

El estudio tuvo como objetivo generar y evaluar escenarios de GEI; analizar las políticas y medidas de mitigación a mediano y largo plazos; identificar los instrumentos y procedimientos para las buenas prácticas en el manejo, conservación y aprovechamiento del recurso forestal, e identificar los elementos necesarios para el desarrollo de metodologías MRV para las acciones de mitigación en el sector forestal en la Península de Yucatán.

Entre los resultados del estudio destacan: la construcción de niveles de referencia subnacionales de emisiones; evaluación de los forzantes de la deforestación y degradación; del manejo forestal sustentable y de conservación dentro del esquema REDD+ en la región de estudio; construcción de escenarios alternativos de emisiones/absorciones de GEI a los años 2020 y 2030; estimación del potencial de mitigación de emisiones de GEI en el sector forestal para cada escenario e identificación de las

<sup>95</sup> Disponible en [www.nacarbon.org](http://www.nacarbon.org)

barreras de implementación de las medidas de reducción identificadas; evaluación costo-beneficio y del impacto de la implementación de las mismas en cada escenario.

## Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad

### Role of Biodiversity in Climate Change Mitigation (Robin)

Es un proyecto de investigación internacional apoyado por la Unión Europea con una duración de cuatro años (2011-2015), en el cual participan la CONABIO, el Instituto de Biología (UNAM), el Instituto de Ecología (UNAM) y el INECOL. El proyecto busca proveer información para la toma de decisiones y las opciones de uso de recursos bajo escenarios socio-económicos y de cambio climático para optimizar los servicios ecosistémicos (carbono y no carbono) que proveen los bosques y las selvas de Meso y Sudamérica. Para esto es fundamental entender mejor la relación entre biodiversidad y procesos socio-ecológicos que intervienen en la respuesta y adaptación al cambio a través de:

- Cuantificar el papel de la biodiversidad de ecosistemas terrestres para la mitigación del cambio climático.
- Cuantificar las interacciones locales y regionales entre la biodiversidad, el uso del suelo y el potencial para la mitigación del cambio climático, considerando otros servicios claves.
- Evaluar las consecuencias socio-ecológicas de las políticas de cambio climático bajo escenarios que maximizan el potencial de mitigación y minimizan la pérdida de biodiversidad para evitar consecuencias no previstas en otros servicios ecosistémicos.
- Proveer una guía para la planeación de uso del suelo y otras opciones de mitigación dentro del marco de REDD+.

## Universidad Veracruzana

### Suelos y ecosistemas eficientes para captura de carbono: mapa de captura potencial de carbono del estado de Veracruz, México

Se realizó una evaluación preliminar del papel que juegan los ecosistemas en el almacenamiento de carbono en el estado de Veracruz, para generar información que permita desarrollar medidas basadas en la conservación y manejo de los recursos naturales como parte de las estrategias para enfrentar el cambio climático. Se identificaron los principales almacenes ecológicos de carbono del estado. La escala de trabajo que se manejó es de 1:250,000.

Se utilizó como base la carta vectorial Edafología serie III del INEGI y el Inventario Nacional Forestal y de Suelos en formato vectorial elaborado por la CONAFOR.

Los resultados del estudio indican que los cultivos almacenan cerca del 47.47% del carbono de la biomasa vegetal del estado. Las selvas perennifolias y subperennifolias, entre los ecosistemas naturales, son las que contienen el mayor volumen de carbono, con 34.07% del carbono almacenado.

Respecto a los suelos, los húmicos presentan los mayores valores por unidad de superficie, incluyendo acrisoles, andosoles y cambisoles húmicos, seguidos de los gleysoles mólicos y las rendzinas, todos con valores mayores a 100 tC ha<sup>-1</sup> en los primeros 30 cm.

## Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

En 2009 el CMM, con recursos de la Comisión Europea, realizó el estudio "Evaluación de producción de etanol a partir de residuos celulósicos, babethanol (2009-2012)", cuyo objetivo fue el desarrollo de un nuevo proceso que permita la generación de etanol a partir de residuos lignocelulósicos del agave. El proyecto se diseñó para desarrollarse durante 4 años empezando a nivel laboratorio para terminar a nivel planta piloto semi-industrial; actualmente está en la etapa de transición de nivel

laboratorio a planta piloto (CMM, 2012).

## V.1.6 Sector agropecuario

### Política nacional

#### Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) ha manifestado en su Programa Sectorial 2007-2012,<sup>96</sup> que uno de sus cinco

[...] y mediante diferentes programas promover prácticas sustentables que apoyen la disminución de emisiones, la captura de carbono y la adaptación a los efectos del cambio climático". Para apoyar el objetivo mencionado, la SAGARPA ha incluido conceptos de sustentabilidad en las reglas de operación de sus programas y cuenta con un área para atender los temas relativos al cambio climático.<sup>97</sup> Instrumenta diferentes acciones de política pública para enfrentar de manera integral los riesgos vinculados con el cambio climático en el sector rural y reducir las emisiones de GEI provenientes de las actividades primarias (Cuadro V.30).

### Agricultura

■ Cuadro V.30. Acciones implementadas por la SAGARPA

Acciones	Descripción
<b>Tecnificación de riego</b>	Es una estrategia que crea sinergias con actividades de mitigación como el ahorro de energía y agua; se ha aplicado en 578,429 ha, hasta alcanzar un millón 830 mil ha de superficie con riego tecnificado, de 5.6 millones de ha que operan bajo este régimen hídrico, lo que significa un ahorro al sector de 3.5 mil millones de m <sup>3</sup> de agua por año.
<b>Modernización sustentable de la agricultura tradicional (MasAgro)</b>	MasAgro es una estrategia de mejora de las prácticas de cultivo -principalmente en productores de temporal- mediante el acceso a tecnologías modernas y con el apoyo de investigaciones para enfrentar procesos como la erosión del suelo, la escasez de agua y el uso inadecuado de fertilizantes para reducir emisiones de GEI en los campos agrícolas. Este programa inició en 2010 y se impulsará, en colaboración con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), hasta 2020.
<b>Labranza de conservación y prácticas sustentables de manejo de suelos</b>	A través de este programa, en los últimos 3 años, se han otorgado apoyos para la adquisición de implementos de labranza de conservación en 229,200 ha. El PECC establece una meta de 250 mil ha para el periodo 2008-2012.  Se han realizado prácticas sustentables para la conservación de suelos en 471,473 ha, lo que representa una reducción y captación de emisiones de GEI superiores a la meta establecida que era en el orden de 0.32 MtCO <sub>2</sub> eq. en el periodo 2008-2012.
<b>Reconversión productiva</b>	Entre 2008 a junio de 2012 se reconvirtieron 540 mil ha de tierras degradadas y con bajo potencial productivo y siniestralidad recurrente, a cultivos perennes y diversificados; esta superficie es 80% superior a la propuesta originalmente en el PECC de 298 mil ha.

objetivos "es el de revertir el deterioro de los ecosistemas

<sup>96</sup> Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/transparencia/pot2008/XV-inf/Programa-Sectorial2007-2012.pdf>

<sup>97</sup> La Dirección General de Atención al Cambio Climático en el Sector Agropecuario se creó en abril de 2012.

Acciones	Descripción
<b>Cosecha en verde de la caña de azúcar</b>	Como parte de este programa se cosecharon en verde 164,800 ha de la superficie industrializable de caña de azúcar, entre 2008 a junio de 2012, para reducir emisiones resultado de la quema de caña en un volumen de 0.11 MtCO <sub>2</sub> eq. en ese periodo.
<b>Uso apropiado de fertilizantes</b>	Se alcanzó la producción de 2.88 millones de dosis de biofertilizantes, lo cual ayudará a reducir la utilización de fertilizantes químicos. Para fomentar la fertilización óptima, en 2011 y 2012 se realizaron 161 experimentos de calibración del sensor <i>GreenSeeker</i> para nitrógeno.

Fuente: SAGARPA, 2012.

## Ganadería

Programa de Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola (PROGAN)

que representa una remoción de 0.09 MtCO<sub>2</sub> eq. durante el período 2008-2012. Este Programa es apoyado por la SHCP.

En el subsector ganadero destaca el fomento del pastoreo planificado en el marco del PROGAN con una cobertura de 19.3 Mha, cifra cuatro veces superior a la meta establecida en el PECC (SAGARPA, 2012).

Se ha avanzado en la creación de instrumentos para la evaluación del impacto de estas medidas en términos de sustentabilidad y protección de los suelos de pastoreo. Con apoyo del PROGAN, se han sembrado árboles de sombra, arbustos, y herbáceas en tierras de pastoreo a razón de 30 plantas arbóreas por cada unidad animal, lo

Sistema de Información Geográfica (SIG) de las Unidades de Producción Pecuaria (UPP)

Cubre los sitios permanentes de muestreo representativos de los diferentes ecosistemas en donde se desarrolla la ganadería en México (matorrales, pastizales, praderas, etc.) con dos componentes, mostrados en el Cuadro V.31.

La importancia de este proyecto radica en que la co-

### ■ Cuadro V.31. Componentes del Sistema de información geográfica de las Unidades de Producción Pecuaria

Componente	Descripción
<b>Sistema Nacional para el Monitoreo Satelital Orientado a la Ganadería (SIMSOG)</b>	Tiene como base la necesidad de un esquema de evaluación del programa de uso sustentable de los recursos naturales para la producción primaria. Diseñado para operar en términos de índices espectrales de la vegetación (mediciones indirectas de la cobertura y biomasa verde de la vegetación), los cuales se generan a partir de la información obtenida con sensores remotos a bordo de plataformas satelitales.
<b>Sistema de Monitoreo Terrestre Orientado a la Ganadería (SIMTOG)</b>	Mide el impacto ecológico del PROGAN por el manejo sustentable de las tierras de pastoreo y su cuidado; está basado en indicadores de la cobertura aérea de la vegetación e indicadores del potencial de erosión del suelo.

Fuente: SAGARPA, 2012.

bertura de la vegetación constituye un factor crítico en la protección del suelo y de los recursos bióticos; el suelo, por su parte, es un elemento de soporte para el desarrollo de la vegetación. El uso conjunto de indicadores del suelo y la vegetación permitirá estimar el impacto ecológico de la actividad ganadera en el país a lo largo del tiempo.

## Pesca

En el Cuadro V.32 se muestran algunas de las acciones que la SAGARPA realiza en el marco de la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS), la cual tiene entre sus objetivos “Establecer y definir los principios para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura, considerando los aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales”.

■ Cuadro V.32. Modernización de la flota pesquera

Programas	Descripción
<b>Modernización de embarcaciones menores</b>	En el periodo 2008 a junio de 2012, se sustituyeron 12,565 motores.
<b>Modernización de embarcaciones mayores</b>	Se retiraron o modernizaron alrededor de 250 embarcaciones dedicadas a la captura de camarón, calamar, escama marina, sardina, pulpo, tiburón y atún, lo que representa un ahorro de 48 millones de litros de diesel anualmente, que se traduce en una reducción de emisiones de 0.37 MtCO <sub>2</sub> eq. en el mismo periodo.

## Bioenergía

En el marco del componente de Reconversión Productiva del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales del Gobierno Federal, se impulsa la bioenergía y fuentes alternativas para la producción de biocombustibles.

En el periodo 2008-2011, se canalizó una inversión total de 394.1 millones de pesos en apoyo de 958 proyectos y 4,301 productores. De estos proyectos 311

son biodigestores, 102 motogenerados, 18 sistemas integrales, 19 sistemas conectados a la red, 11 sistemas térmicos solares, ocho proyectos para producción de biofertilizantes, cinco proyectos de producción de insumos para biocombustibles, 457 proyectos para bombeo de agua, 23 refrigeradores, un proyecto de producción de biodiesel, un proyecto de nutracéuticos, un proyecto de cosmeceúticos y un proyecto de obras accesorias. Con estas acciones se contribuye a disminuir las emisiones a la atmósfera de 575 miles de tCO<sub>2</sub> eq. y una generación de 129.3 GWh anuales de energía eléctrica.

## Fideicomiso de Riesgo Compartido

El Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) es una entidad paraestatal sectorizada en la SAGARPA, para fomentar los agronegocios, el desarrollo rural por microcuencas y realizar funciones de agente técnico en programas del sector agropecuario y pesquero.

Proyecto de Desarrollo Rural Sustentable para el Fomento de las fuentes alternas de energía en los agronegocios, que promuevan la eficiencia energética en el sector agropecuario

Tiene por objeto contribuir a la reducción de emisiones de GEI, mediante la adopción de energías renovables y prácticas de eficiencia energética en los procesos productivos de los agronegocios.

En 2009 fue presentado al Banco Mundial, que aprobó un préstamo de 50 millones de dólares y un donativo de 10.5 millones de dólares provenientes del GEF. El Gobierno Federal aportará 125 millones de dólares, 25 millones de dólares anuales durante los 5 años del proyecto (FIRCO, 2012).

El financiamiento de este proyecto esta enfocado a apoyar:

- Agronegocios que incluyan la utilización de sistemas de energía renovables (sistemas térmicos solares, sistemas de biodigestión, entre otros).
- Agronegocios que apliquen prácticas y medidas de eficiencia energética.

Hasta diciembre de 2011, el Banco Mundial ha fi-

nanciado 231 proyectos con componentes de energía renovable y práctica y/o medida de eficiencia energética.

Estos se han implementado en 187 unidades productivas dentro del sector agropecuario, con variantes en sus procesos y actividades productivas.

Principalmente existen tres categorías de unidades productivas que adquirieron, instalaron e implementaron este tipo de proyectos con apoyo del FIRCO: establos lecheros, granjas porcinas y establecimientos Tipo Inspección Federal (TIF).

Las granjas porcinas y los establos lecheros (111 y 52 sub-proyectos implementados, respectivamente) fueron las principales unidades productivas en establecer proyectos con componente de energía renovable y de eficiencia energética; los establecimientos TIF (rastros y obradores) tuvieron 24 sub-proyectos.

A nivel regional, la mayor participación de productores o unidades productivas que implementaron proyectos se da en la región sureste con 54 unidades participantes en los diferentes programas de apoyo; de éstas, 50 se encuentran en el estado de Yucatán, casi todas ellas granjas porcinas.

La región Norte tiene el segundo lugar en participación, con 45 unidades productivas con componente renovable. La región de la Comarca Lagunera (estados de Coahuila y Durango) es la más prominente con 31 proyectos, en su mayoría implementados en explotacio-

nes de ganado bovino productor de leche.

De la región Occidente, Jalisco participó con 32 unidades productivas; en su mayoría granjas porcinas.

En la región Centro, los estados de Aguascalientes y Guanajuato participaron con 17 y 10 unidades respectivamente, en establos lecheros, granjas porcinas y establecimientos TIF.

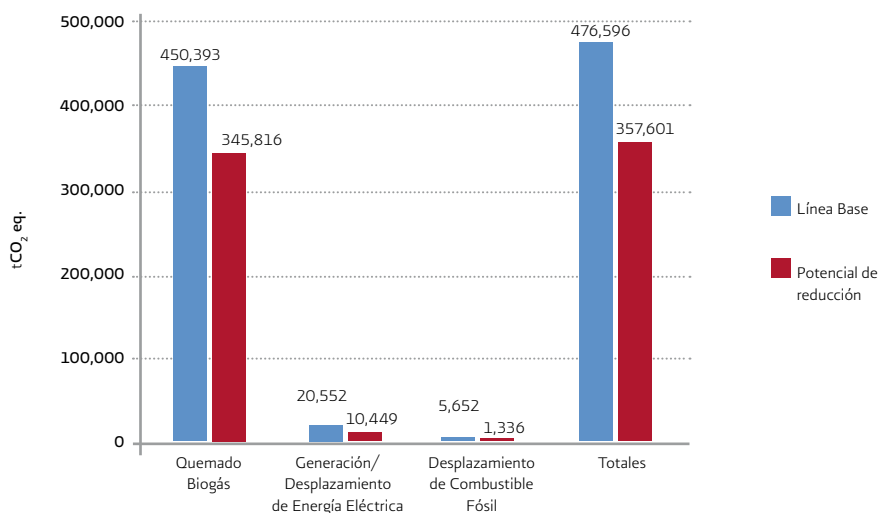
Las regiones Noroeste y Sur tuvieron una mínima participación con 10 y 5 unidades, respectivamente, con sub-proyectos en granjas porcinas y establecimientos TIF.

Para los 231 proyectos se determinó la línea base y se construyó un escenario del desarrollo más probable en ausencia de un proyecto con componente de energía renovable o eficiencia energética, según la metodología establecida por el equipo de implementación del Proyecto en el área técnica, y aprobada por el Banco Mundial.

La estimación de la línea base presenta un escenario para conocer las condiciones en las que se desarrolla cada tecnología implementada. A continuación se presenta la línea base y el escenario potencial de reducción de emisiones de los 231 proyectos (Figura V.18).

Con relación a estos impactos energéticos y ambientales, los estados de Yucatán y Jalisco son los que presentan una disminución significativa en las emisiones de GEI como resultado de la implementación de sistemas de biodigestión, principalmente en granjas porcinas, que a su

■ Figura V.18. Línea base y escenario potencial de reducción de emisiones de los 231 proyectos financiados por el BM



Fuente: FIRCO, 2012.

vez los aprovecharon para la instalación de equipos generadores de energía eléctrica con biogás como combustible.

En el caso de los demás estados, se diversifican las tecnologías implementadas en diferentes unidades productivas, mientras que los sistemas térmicos solares y los sistemas fotovoltaicos interconectados representan un impacto menor debido a su tamaño con respecto a los biodigestores (Figura V.19).

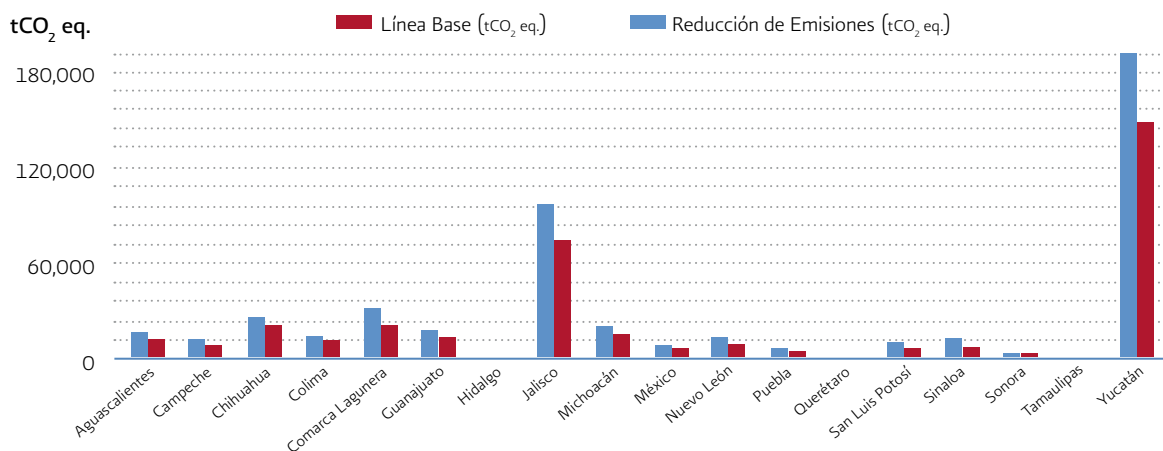
Los 187 agronegocios o unidades productivas que conforman el universo de trabajo, se encuentran distribuidos geográficamente en 89 municipios, de ellos 23 tienen grado de marginación muy bajo, 25 son de nivel bajo, 38

corresponden a nivel medio y 3 de alta marginación, lo que permite inferir que 46% de los sub-proyectos se encuentran en localidades de media a alta marginación.

En cuanto al género de los socios de los agronegocios, se observa que un 72% son hombres y 27% mujeres (el restante 1% son empresas). Esta tendencia se repite en los trabajadores: 67% son hombres y 33% mujeres. Esto quiere decir que uno de cada cuatro socios y uno de cada tres trabajadores participantes en los proyectos es mujer.

El Cuadro V.33 muestra un resumen de acciones relevantes de mitigación realizadas por esta dependencia.

■ **Figura V.19. Línea base y reducción de emisiones de proyectos financiados por el BM**



Fuente: FIRCO, 2012.

■ **Cuadro V.33. Resumen de las acciones de la SAGARPA en materia de bioenergía**

Acciones	Descripción
<b>Biodigestores</b>	El Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) apoya la construcción de biodigestores en UPP lecheras o porcinas que cuentan con un mínimo de 300 vientres en producción lechera o 200 vientres porcinos. Se estima que las más de 1,000 acciones realizadas en este periodo podrán reducir emisiones por 1.5 MtCO <sub>2</sub> eq. <sup>98</sup>
<b>Biocombustibles</b>	En 2010, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) otorgó elegibilidad al proyecto de construcción de una planta de elaboración de etanol en el norte de Tamaulipas. La Asociación Nacional de Productores de Biocombustibles (APROBI) está realizando los estudios de factibilidad de la propuesta realizada por la empresa Bioenergéticos Mexicanos (BIOMEX) que agrupa a productores de sorgo.
<b>Aprovechamiento de residuos agrícolas</b>	En mayo de 2011 entró en operación el primer cogenerador eléctrico a base de bagazo de caña en el ingenio azucarero localizado en Tres Valles, Veracruz. A través de este proyecto se estiman reducciones anuales de 3.6 MtCO <sub>2</sub> eq.
<b>Biomasa leñosa</b>	Entre 2008 a junio de 2012 se instalaron 75 mil estufas ahorradoras de leña a través del Programa Estratégico para la Seguridad Alimentaria (PESA). Además de las ventajas en salud, se calcula una reducción de emisiones del orden de 0.58 MtCO <sub>2</sub> eq.

<sup>98</sup> Disponibles en <http://www.bioenergeticos.gob.mx/> y <http://proyectodeenergiarenovable.com/>



## Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura

Los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA)<sup>99</sup> son un conjunto de cuatro fideicomisos públicos constituidos por el Gobierno Federal en el Banco de México (BANXICO) desde 1954, que tienen como objetivo otorgar crédito, garantías, capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología a los sectores agropecuario, rural y pesquero del país. Algunas de las acciones de FIRA en materia de mitigación de emisiones se muestran en el Cuadro V.34.

FIRA, a través de la SHCP, apoyó acciones en los rubros siguientes: reconversión de tierras agropecuarias degradadas y con bajo potencial productivo; recuperación y mejoramiento de la cobertura vegetal a través de la rehabilitación de terrenos de pastoreo; fomento a la cosecha en verde de la caña de azúcar; reducción de emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de fertilizantes; labranza de conservación; modernización de la infraestructura hidroagrícola y tecnificación de la superficie agrícola; reducción de emisiones no controladas de CH<sub>4</sub> en los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos; preservación, ampliación e interconexión de los ecosistemas naturales prioritarios (SHCP, 2012).

■ Cuadro V.34. Acciones de mitigación de FIRA

Acciones	Descripción
Propuestas para proyectos MDL	Tratamiento de desechos animales y de desechos líquidos: Consisten en la instalación de biodigestores como sistema de tratamiento de los desechos producidos por la actividad pecuaria del país (principalmente porcicultura y ganado lechero) y en general cualquier agroindustria que produzca desechos líquidos en sus procesos de elaboración. <sup>100</sup>
Fondo Nacional de Garantías de los Sectores Agropecuario, Forestal, Pesquero y Rural (FONAGA Verde)	El fondo se constituye con recursos aportados por el Gobierno Federal a través de la SAGARPA para facilitar que productores que no cuentan con garantías suficientes, puedan obtener un crédito de los intermediarios financieros.  El FONAGA Verde se constituyó con recursos del “Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía”. Tiene como objetivo el financiamiento de proyectos de inversión relacionados con la producción de fuentes renovables de energía y de biocombustibles, con garantía mutua para cubrir los primeros incumplimientos que eventualmente pudieran presentarse por parte de los acreditados.
Eficiencia energética	Promueve una mayor eficiencia en el consumo de energía eléctrica mediante apoyos y financiamientos dirigidos a los productores del sector agroalimentario, para la adquisición de equipo que favorezca el ahorro de electricidad y el incremento de la productividad en el campo mexicano.
Memorias de sostenibilidad	Publicadas desde 2008, presentan los principales resultados obtenidos por la institución en materia económica, social y ambiental.

Fuente: FIRA, 2012.

<sup>99</sup> Disponible en <http://www.fira.gob.mx/>

<sup>100</sup> Disponible en <http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/7RY6JXGNIQCVK5IX3XMX8K48484C8L/view.html>

## Organismos internacionales

### Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

México es uno de los países fundadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). La representación de este organismo en el país se estableció en 1977 y desde entonces ha ejecutado cerca de 180 proyectos de cooperación técnica en el ámbito de su responsabilidad, trabajando de forma conjunta con el Gobierno Federal, gobiernos estatales, instituciones nacionales, y organizaciones civiles, entre las principales.

En el 2010, la FAO publicó el libro *Woodfuels and Climate Change Mitigation: Case Studies from Brazil, India and Mexico*, en el que se mencionan, entre otras cosas, los datos de actividad utilizados para calcular el consumo de leña en los tres primeros inventarios mexicanos de emisiones de GEI.

Un año después, la FAO publicó el informe Estado del arte y novedades de la bioenergía en México, en el que concluye que “La bioenergía con el uso de leña, carbón y otros residuos agrícolas abastece el 5% del consumo de energía primaria en México. Se estima que en el año 2030 se podría abastecer hasta un 16% del consumo y permitir una reducción anual de emisiones de 110 MtCO<sub>2</sub> a la atmósfera” (FAO, 2012).

En colaboración con SAGARPA, la FAO está calculando una línea base de las emisiones de GEI en el sector agropecuario para el año 2010.

## Investigaciones

### Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) es un organismo público descentralizado cuya coordinación corresponde a la SAGARPA; tiene como misión contribuir al desarrollo productivo, competitivo, equitativo y sustentable de las cadenas agropecuarias y forestales, mediante la generación y adaptación de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas y la formación de recursos humanos para atender las demandas y necesidades en beneficio del sector y la sociedad en un marco de cooperación institucional con organizaciones públicas y privadas.

Algunas de las acciones realizadas por el INIFAP que contribuyen a la mitigación fueron:

- La producción de biofertilizantes para su aplicación anual en un área de 2 Mha, con un ahorro de 15% de fertilizantes sintéticos, que permitió una reducción de emisiones de 0.29 MtCO<sub>2</sub> eq. en el periodo 2008-2012 (INIFAP, 2012).
- Reconversión de 6.5 ha a cultivos experimentales para la producción de biocombustibles.

Algunas de las investigaciones desarrolladas por el INIFAP sobre cambio climático del 2009 al 2012 se presentan en el Cuadro V.35.

■ Cuadro V.35. Investigaciones realizadas por INIFAP sobre cambio climático

Investigación/Acción/Año	Objetivos	Resultados
Determinación del balance de emisiones de gases contaminantes de <i>Jatropha curcas</i> L. y <i>Ricinus communis</i> L (2012)	1) Determinación de CO <sub>2</sub> procedente de la utilización de combustibles fósiles en la etapa agrícola, industrial y de transporte; 2) Determinación de emisiones procedentes de la utilización de fertilizantes y herbicidas, cuantificados por unidad de espacio y tiempo.	La <i>Jatropha</i> y <i>Ricinus</i> son cultivos con balance de emisiones positivos y son recomendables en términos tanto de eficiencia energética como de mitigación de GEI.

Investigación/Acción/Año	Objetivos	Resultados
<b>Mitigación de emisiones de gases de invernadero a través de la nutrición en rumiantes (2012)</b>	El estudio realiza un análisis de la relación entre la ganadería lechera y el medio ambiente.	La producción de leche de bovino enfrenta serios retos para su sustentabilidad. La mayoría de las prácticas nutricionales aumentan el consumo, la digestión y fermentación asociadas a la producción animal. Se identifican alternativas para reducir la producción de metano, que se pueden integrar en los programas nutricionales de los rumiantes.
<b>Mejoras en la eficiencia de uso del nitrógeno y fósforo en sistemas pecuarios (2011)</b>	Desarrollo de una metodología de cálculo de flujo y balance de nitrógeno y fósforo en unidades de producción de diferente tamaño de cerdos y ovinos, a fin de estimar la tasa de reciclaje de nutrientes aplicando diferentes opciones de manejo de excretas y el costo-beneficio de la producción de abonos orgánicos.	Con la aplicación de la metodología generada es posible reducir en 50% el riesgo de contaminación ambiental por el nitrógeno y el fósforo contenidos en las excretas animales e incrementar en 10% los ingresos económicos a través de la producción de abonos orgánicos para su venta directa o la producción de hortalizas para autoconsumo o forrajes para el ganado.
<b>El contexto institucional ante el cambio climático en el sector porcícola de México (2012)</b>	Integrar la información más sobresaliente sobre la investigación científica en el marco de la mitigación de los gases de efecto invernadero emitidos por las excretas generadas en el sector porcícola de México.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Estudios orientados a mitigar la emisión de GEI por las excretas del sector porcícola de México.</li> <li>2) Acciones científicas para contribuir al desarrollo sustentable de México.</li> <li>3) Acciones de capacitación a productores porcícolas del centro de nuestro país y divulgación tecnológica en el manejo de excretas, así como en tecnologías para mitigar el daño ambiental provocado por dicha actividad.</li> </ol>

Otros trabajos de investigación relacionados con el cambio climático, pueden consultarse en la Biblioteca en línea de la institución.<sup>101</sup>

## Instituto Nacional de Ecología

Estudios para elaborar las guías para la presentación y revisión de la Manifestación de Impacto Ambiental para los proyectos de producción de Bioetanol y Biodiesel en México

En el marco de la LPDB, el INE preparó dos propuestas de guías para orientar al promovente interesado en la

producción de bioetanol y biodiesel, en la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) en materia de producción, almacenamiento, transporte y distribución de biocombustibles, la cual permite identificar la viabilidad ambiental de su proyecto, con el propósito de obtener la autorización correspondiente.

La guía, aunque no es exhaustiva, indica al promovente el contenido recomendado en los puntos siguientes: identificación de los impactos; medidas de prevención y mitigación que deberá adoptar y presentar a la autoridad, incluyendo, por ejemplo, la descripción del estado que caracteriza al ambiente antes del establecimiento del proyecto; pronósticos ambientales y evaluación de alternativas; e identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información, entre otros.

<sup>101</sup> Disponible en biblioteca.inifap.gob.mx

## Estudios del INE con apoyo GEF-PNUD

Estudio de políticas, medidas e instrumentos para la mitigación de gases de efecto invernadero en el sector agropecuario en la región del Bajío mexicano

El estudio tuvo como objetivo hacer un diagnóstico del sector agropecuario en los estados del Bajío mexicano (Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Querétaro) en cuanto a emisiones y mitigación de GEI, así como analizar, evaluar y proponer las áreas de oportunidad vinculadas con las acciones de abatimiento de emisiones.

En el estudio se elaboró la línea base de emisiones de GEI en el sector agropecuario a nivel regional tomando como referencia el año 2005; se construyeron los escenarios alternativos de emisiones de GEI a los años 2020 y 2030; se estimó el potencial de mitigación de emisiones de GEI en el sector agropecuario de cada escenario y se identificaron las barreras para la implementación de las medidas de reducción propuestas; y se evaluó el impacto en términos costo-beneficio y multicriterio de la implementación de medidas de mitigación en cada escenario.

## V.1.7 Sector industrial

### Política nacional

#### Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

##### Programa GEI México

Este programa voluntario de contabilidad y reporte de emisiones de GEI fue creado en 2004 como una iniciativa público-privada. Es el primer programa que surge en un país "No Anexo I" para promover la contabilidad y reporte de emisiones de GEI de manera voluntaria.

Inició con la participación de 15 empresas y actualmente se encuentran inscritas 166, de las cuales 100

reportan su inventario de emisiones de GEI obteniendo el reconocimiento GEI-1, y seis obtuvieron el reconocimiento GEI-2 por emprender la verificación de su inventario de emisiones de GEI por una entidad acreditada.

El Programa es coordinado por la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT y la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES).<sup>102</sup> Cuenta con la asistencia técnica del World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), así como con la asesoría de expertos de otras áreas de la SEMARNAT como el INE y la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, y de la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos.

Ofrece una plataforma para la contabilidad y el reporte de emisiones de GEI, basada en el Protocolo GEI: Estándar corporativo de contabilidad y reporte (GHG Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard), desarrollado por el WRI y el WBCSD.

Fue diseñado para implementarse en dos fases: en la primera, desarrolla capacidades técnicas para la contabilidad y reporte de emisiones de GEI en la industria; en la segunda, promueve la evaluación e implementación de oportunidades de mitigación de emisiones de GEI y la participación en mercados de carbono. Ha recibido apoyo financiero por parte del Fondo de Oportunidades Globales (GOF, por sus siglas en inglés), de la Embajada Británica en México, de la USAID y de la Agencia de Cooperación Económica de la Embajada de Alemania en México.

En 2007 el programa fue adoptado en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y en el 2009 en el PECC con los siguientes objetivos:

- Promover la identificación de proyectos de reducción de emisiones de GEI.
- Incorporar nuevos sectores de la economía nacional al esquema de contabilidad y reporte.
- Contabilizar 80% de las emisiones nacionales de GEI por generación y uso de energía y de procesos industriales.
- Implementar un sistema de registro electrónico de emisiones.

<sup>102</sup> Disponible en <http://www.cee.org.mx/cespedes/>

- Poner en operación un sistema de validación/certificación de reducciones de emisiones.
- Desarrollar cinco estudios sobre la identificación de mejores prácticas, tecnologías y lineamientos por sector, en actividades económicas seleccionadas.
- GEI-3 Empresas que demuestran reducciones de emisiones GEI o mejoras de su desempeño de carbono, a través de la verificación de tercera parte.

En la segunda fase, el programa obtuvo financiamiento del Fondo Multilateral de Inversiones del BID para el desarrollo de un protocolo para la certificación de reducción de emisiones y desempeño de carbono, así como la elaboración de un protocolo de verificación/validación, homologados con la normatividad mexicana vigente en su momento. En esta actividad, el Programa incorpora la verificación de tercera parte.

A partir de 2011, el programa adoptó el siguiente esquema de reconocimiento:

- GEI-1 Empresas que contabilizan y reportan sus emisiones de GEI.
- GEI-2 Empresas que reportan emisiones de GEI previamente verificadas por un organismo acreditado. La empresa cuenta con un programa de reducción de emisiones de GEI.

A lo largo de siete años de operación, el programa ha desarrollado capacidades técnicas en diferentes sectores, como son industria, comercio, transporte, y servicios, entre otros. Proporciona asistencia para el desarrollo de inventarios corporativos de emisiones de GEI, en todo el país y ha capacitado a más de 1,400 representantes de diversas empresas.

En 2011, las emisiones contabilizadas de las 100 empresas que reportan sumaron 121 MtCO<sub>2</sub> eq. Estas estimaciones incluyen emisiones directas (por combustión estacionaria, móvil, de procesos y fugitivas), derivadas de residuos (relacionadas con los sistema de manejo de residuos sólidos, agrícolas y plantas de tratamiento de aguas), e indirectas (por compra y consumo de energía eléctrica).

Para diciembre de 2011, más de 10 empresas del Programa GEI México, preparaban proyectos de reducción de emisiones de GEI, y algunas han registrado al menos un proyecto en el esquema MDL (Cuadro V.36).

**Cuadro V.36. Avances del Programa GEI México, 2006-2012**

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Empresas	44	53	70	98	103	159	166
Inventarios corporativos GEI al año anterior	30	35	48	68	91	100	ND
Emisiones reportadas al año anterior (MtCO <sub>2</sub> eq.)	86.27	102.27	118.00	150.00	140.00	121.00	ND
Contribución a las emisiones totales de México	13%	15%	18%	21%	20%	18%	ND
Empresas con proyectos de bonos de carbono		5	5	6	7	7	ND

ND: No disponible al cierre de la edición de esta Comunicación.

## Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Las acciones de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) tienen, en algunos casos, una relación directa con la mitigación y la adaptación al cambio climático. Las actividades de inspección industrial y auditoría ambiental inciden en la reducción de emisiones de GEI; también a través de las actividades de inspección de recursos naturales que evitan la tala de bosques, la producción de carbón vegetal y la degradación de suelos.

De la misma manera, mediante las acciones derivadas de los programas voluntarios para mejorar el desempeño ambiental en la industria y las empresas del país, se reduce el consumo de agua, materias primas y energía.

Algunas de estas contribuciones se están midiendo y otras requieren del diseño de metodologías apropiadas para su cuantificación. Por ejemplo, las empresas que se encuentran certificadas en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental y las que han participado en el Programa de Liderazgo Ambiental para la Competitividad, están evitando la generación de 20.4 MtCO<sub>2</sub> eq., que representan las emisiones anuales de cuatro millones de autos compactos, o el 40% de la reducción de emisiones que el Gobierno Federal se comprometió a evitar en 2012 a través de las acciones previstas en el PECC (PROFEPA, 2012).

## Secretaría de Economía

A continuación se mencionan algunas de las acciones de la Secretaría de Economía (SE) que apoyan al sector privado en los esfuerzos de mitigación de emisiones.

Desarrollo de Proyectos Ejecutivos para Empezar Proyectos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero de Alto Impacto en el Territorio Nacional

En febrero de 2010, el Comité Intersectorial de Innovación (CII) aprobó la creación y operación del Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA) de la Secretaría de Economía y el CONACYT con el objetivo de incrementar la

base de empresas innovadoras e incentivar el desarrollo de bienes públicos o proyectos con altas externalidades positivas.

En julio de 2010 la SE y el CONACYT firmaron el “Convenio de colaboración para el establecimiento del Fondo Sectorial de Innovación”. Durante 2010 la SE aportó 139 millones al FINNOVA y 124 millones de pesos en 2011. Para 2012 se espera una aportación de 140 millones de pesos (SE, 2012).

El Fondo cuenta con las siguientes modalidades de apoyo:

- Creación y fortalecimiento de oficinas de transferencia de conocimiento.
- Desarrollo de bienes públicos y fortalecimiento de los pilares de la innovación.
- Programa de biotecnología productiva.
- Fortalecimiento de mercado de capital semilla y ángel.

Al primer bimestre de 2012, se han emitido dos convocatorias para el Desarrollo de Proyectos Ejecutivos para Empezar Proyectos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero de Alto Impacto en el Territorio Nacional. Su objetivo es apoyar el desarrollo de proyectos ejecutivos para NAMAs que garanticen reducciones significativas de emisiones de GEI, mismos que en una segunda etapa podrían ser evaluados para la obtención de apoyos públicos o privados destinados a su ejecución.

La evaluación de los proyectos estará a cargo de una Comisión de Evaluación integrada, entre otros, por representantes de SE, SENER, SEMARNAT y CONACYT.

En la primera convocatoria, se recibieron en total 42 solicitudes y se aprobaron 11 proyectos con un monto de 6 millones de pesos. En la segunda convocatoria se recibieron 25 solicitudes de apoyo, de las cuales se aprobaron 16 por un monto de 9 millones de pesos.

## PROMÉXICO

Es un fideicomiso público sectorizado en la SE que coordina las estrategias de participación de México en la economía internacional; apoya a las empresas establecidas en México en el proceso de exportación y coordina

acciones para atraer la inversión extranjera y contribuir así al desarrollo económico y social del país.

En conjunto con otras secretarías, organiza el evento anual Green Solutions con el propósito de generar espacios de exhibición y diálogo para el sector público y privado, que faciliten las iniciativas de negocios, inversión y tecnologías verdes hacia la transición a una economía global baja en carbono.

El objetivo de estas acciones es posicionar a México como país líder en temas de sustentabilidad, incentivando la participación activa del sector privado en la implementación de los Acuerdos de Cancún y el fortalecimiento del régimen climático.

Algunas de las temáticas que se abordaron en Green Solutions son: financiamiento, mitigación y adaptación al cambio climático, tecnologías, MRV, política verde y crecimiento bajo en carbono.

Adicionalmente, promueve proyectos urbanísticos sustentables incentivando la colaboración del sector público, privado y académico.

## Organizaciones del sector privado

### Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos

La Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN) es un organismo de representación industrial, que integra a 46 cámaras nacionales, 14 regionales, tres genéricas y 44 asociaciones de los distintos sectores productivos que existen en el país. Desarrolla, a través de sus comisiones de trabajo, proyectos e iniciativas que contribuyen a lograr un desarrollo sostenido de la industria mexicana. Es un órgano de consulta y colaboración del Estado, por lo cual mantiene relación con los tres niveles de gobierno y los poderes del país.

En el periodo 2009–2012 la Confederación desarrolló proyectos y documentos sobre acciones de mitigación, algunos de los cuales se muestran en el Cuadro V.37.

■ Cuadro V.37. Proyectos desarrollados por CONCAMIN, 2009-2012

Proyecto	Descripción
<b>Participación en el diseño de los cargos por transmisión tipo “estampilla postal” para energías renovables y cogeneración eficiente</b>	Su objetivo fue fomentar la competitividad, la eficiencia y el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de fuentes renovables de energía eléctrica, por medio de una tarifa tipo “estampilla postal” para reducir las emisiones de GEI y fomentar la eficiencia energética de generadores privados que utilicen fuentes de energía renovable o de cogeneración eficiente.
<b>Firma del Convenio CFEEctiva entre CFE-CONCAMIN</b>	Su objetivo es mejorar la confiabilidad eléctrica de las instalaciones industriales, promover el ahorro de energía eléctrica y fomentar su uso eficiente. Se espera la sustitución de equipos obsoletos por otros eficientes, un mayor aprovechamiento de la energía eléctrica y una disminución de su consumo.
<b>Promoción de sociedades de autoabastecimiento en la industria</b>	El objetivo es promover el autoabastecimiento eléctrico mediante una guía informativa que ofrece los pasos a seguir, principales actores relacionados e información relevante de costos y tiempos para el desarrollo de estos proyectos.
<b>Proyecto ejecutivo de NAMAs de cogeneración en la industria</b>	Proyecto presentado para obtener un fondo de la convocatoria de la SE y el CONACYT para el desarrollo de una NAMAs en la industria. El potencial de mitigación del proyecto es de 8.6 MtCO <sub>2</sub> eq. al año.
<b>Proyecto ejecutivo de NAMAs de calentadores solares</b>	Proyecto presentado para obtener fondos de la convocatoria de la SE y el CONACYT para el desarrollo de una NAMAs de calentadores solares en la Industria. El potencial de mitigación del proyecto es de 8.4 MtCO <sub>2</sub> eq. al año.

Proyecto	Descripción
<b>Participación en el estudio que elabora la consultoría McKinsey para CESPEDES en referencia a los temas de energías renovables, cogeneración y Autobús de Tránsito Rápido</b>	El estudio busca la eliminación de las barreras que inhiben la expansión de las energías renovables, cogeneración y autobús de tránsito rápido (BRT, por sus siglas en inglés), incentivar su desarrollo y reducir emisiones de CO <sub>2</sub> .
<b>Participación en el desarrollo de la relación México-California para proyectos de mitigación</b>	El objetivo es promover proyectos potenciales de mitigación en México por medio del Climate Action Reserve (CAR), como una alternativa al MDL; entre ellos se destacan los sistemas de captura y destrucción de metano en rellenos sanitarios y manejo de excretas en granjas ganaderas.

En 2012, la Confederación participó en el desarrollo de la Metodología para el cálculo de las contraprestaciones para energías renovables de la CRE, y en la elaboración del Contrato de interconexión para fuente colectiva de energía renovable o sistema colectivo de cogeneración de la misma Comisión.

La CONCAMIN promueve el uso y desarrollo de infraestructura de gas natural en la industria en sustitución de combustibles más contaminantes. Se estima que la sustitución de combustóleo a gas natural reduce la emisión de 78 kg CO<sub>2</sub>/MBtu a 54 kg CO<sub>2</sub>/MBtu.

### **Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C.**

La Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C. (AEAE), de carácter público-privado, creada en 2003, está conformada por 20 empresas y 12 instituciones privadas. Mantiene relación permanente con 11 dependencias del sector público (AEAE, 2012).

La AEAE promueve el desarrollo de una cultura de eficiencia energética, a través de la investigación, documentación, promoción y aplicación de normas y reglamentos en las industrias asociadas. Propone modificaciones legislativas para promover la eficiencia energética en las edificaciones.

En 2009, a través de la AEAE, la Environment Canada donó recursos a desarrolladores mexicanos de conjuntos habitacionales para la compra de equipo fotovoltaico y de aire acondicionado.

En 2012, apoyó a la CONUEE en la impartición de talleres de aplicación de la NOM-020-ENER-2011 sobre eficiencia energética en edificaciones, dirigido a oferentes de vivienda (constructores, desarrolladores, verificadores y valuadores).

Participó en la elaboración de las NOM para características y métodos de prueba de las propiedades ópticas y térmicas para el ahorro de energía, aislantes térmicos para edificaciones y edificaciones sustentables.

Participa y promueve foros sobre construcción sustentable, aislamiento térmico en la vivienda, desarrollo sustentable, casas cero energía, eficiencia energética, ejercicio gasto público en energía, subsidios y cambio climático, NAMAs de vivienda, NAMAs urbana, calificación y certificación MRV.

La Asociación ha impulsado la mejora en el desempeño energético de las viviendas a través de la envolvente térmica, considerando muros, techos, ventanas y puertas en vivienda nueva, en un período menor de cuatro años para zonas de clima cálido y semifrío. Se calculó un ahorro entre 1 y 1.5 tCO<sub>2</sub> anuales por vivienda.

Los ahorros potenciales de la envolvente térmica consisten en la eliminación de equipo de acondicionamiento de aire, la reducción de la capacidad del equipo de refrigeración y el consecuente ahorro en el consumo de electricidad, que puede alcanzar un 38%.



## Investigaciones

### Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable

La Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) es la organización representante del WBCSD en México.

CESPEDES trabaja bajo las siguientes líneas de acción: generación de riqueza; ética empresarial, calidad de vida en la empresa; desarrollo de la comunidad; cuidado y preservación del ambiente y presencia pública.

Cambio climático: Oportunidad para el sector empresarial

Estudio realizado por CESPEDES en 2009,<sup>103</sup> derivado de una serie de foros y reuniones de trabajo organizados por el Consejo Coordinador Empresarial, A.C., en los se abordaron temas como desarrollo limpio y mitigación, adaptación, competitividad, seguridad energética, concientización y difusión, así como los retos y obstáculos para la implementación de acciones.

Desde la perspectiva del sector empresarial, el crecimiento económico de México debe basarse en un modelo de desarrollo limpio mediante el uso sustentable de los recursos, el aprovechamiento de energías renovables, tecnologías y combustibles más limpios.

Lo anterior en el marco de una estrategia de mitigación de largo plazo, es decir, la reducción de las emisiones por unidad de producto o de servicios, resultado de programas en toda la cadena de valor.

El documento presenta acciones y áreas de oportunidad identificadas por el sector empresarial para el logro de un crecimiento limpio en México.<sup>104</sup>

<sup>103</sup> Disponible en [http://www.cce.org.mx/sites/default/files/vision\\_empresarial\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.cce.org.mx/sites/default/files/vision_empresarial_cambio_climatico.pdf)

<sup>104</sup> Disponible en [www.cce.org.mx/cespedes/](http://www.cce.org.mx/cespedes/)

## Energía, Tecnología y Educación, S. A.

En el 2009 ENTE realizó los siguientes estudios:

- Estrategias para reducir las emisiones de GEI de los sectores de cemento, acero y hierro en México: Realizado para el WWF, proporciona una breve descripción de la situación actual de las industrias del hierro y el acero, y del cemento en México. Señala la variedad de opciones de mitigación que tienen estas industrias en los horizontes temporales de 2020 y 2030. Describe los retos y oportunidades para la adopción efectiva de las tecnologías de mitigación convencionales y avanzadas, y propone acciones de mitigación para estos sectores.
- Estudios sectoriales sobre vulnerabilidad, adaptación y mitigación al cambio climático en sectores industriales: realizado para CESPEDES. Identifica los potenciales de mitigación, así como las principales amenazas y riesgos asociados con el cambio climático que afectan de manera general a sectores industriales de México y de manera particular a los sectores farmacéutico y siderúrgico. Se utilizó el enfoque metodológico del Programa de Impactos del Cambio Climático del Gobierno Británico (UKCIP).

## V.1.8 Desarrollo social

### Política nacional

#### Secretaría de Desarrollo Social

Las actividades de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) asociadas con la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) abarcan múltiples acciones, tanto en el ámbito urbano como en el rural. En el perímetro de las ciudades, muchas de estas acciones tienen que ver con políticas de desarrollo urbano, vivienda, ordenación del territorio, gestión integral de riesgo de desastre, transporte público en zonas urbanas y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos. Por otro lado, la SEDESOL, a través de la Unidad de Microrregiones, se encuentra instrumentando el Programa de Sustitución de Fogones Abiertos

por Estufas Eficientes de Leña, mismo que es aplicado en 125 municipios con mayores rezagos en el país en el marco de la Estrategia 100 x 100, así como en aquellos municipios que además de sus graves condiciones de marginación tienen una vocación forestal. La gran mayoría de estos municipios se concentran en los estados de Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla y Guerrero.

A continuación se describen las acciones y se muestran las cifras de avances que ha venido realizando la SEDESOL entre 2009 y lo que va del 2012.

### Manejo de residuos sólidos

En México los residuos sólidos urbanos presentan un contenido mayor al 50% de material orgánico, por lo que existe un potencial considerable de reducción de emisiones estimado entre 16.6 y 18.7 MtCO<sub>2</sub> eq. para el 2020. La SEDESOL, en coordinación con la SEMARNAT y los gobiernos locales, participa en proyectos para reducir o eliminar emisiones de GEI en rellenos sanitarios.

Entre 2009 y 2012, se ha reportado la mitigación de emisiones de GEI a través del cumplimiento de la meta M.82 del PECC 2009-2012 cuyo enunciado es el siguiente: “Desarrollar 29 proyectos para reducir o eliminar emisiones de GEI en rellenos sanitarios: 7.56 MtCO<sub>2</sub> eq. (2008-2012); 4.44 MtCO<sub>2</sub> eq. (en 2012)” (Cuadro V.38).

#### ■ Cuadro V.38. Reducción de emisiones de GEI reportada para rellenos sanitarios de la meta M.82 del PECC 2009-2012 (MtCO<sub>2</sub> eq.)

2009	2010	2011	2012
0.3116	0.938	1.05	1.45

Fuente: SEDESOL, 2012.

El dato para 2012 es al cuarto bimestre del año.<sup>105</sup> De acuerdo a este proceso, se tiene un avance cercano a

<sup>105</sup> Las cifras originales previstas hasta abril de 2012, eran de 0.41 Mt en 2008, 0.70 Mt en 2009, 1.11 Mt en 2010, 1.74 Mt en 2011 y 4.44 Mt en 2012. Sin embargo, por motivos ajenos a la SEDESOL, no entraron en operación 17 de los 29 rellenos sanitarios, además de haberse sobreestimado las cifras de reducción de emisiones en la mayoría de los PDDs, motivo por el cual, no será posible alcanzar la meta programada.

49.6% de esta meta que es una de las que más contribuyen a los esfuerzos de mitigación que están vertidas en el PECC 2009-2012.

### Sustitución de fogones abiertos por estufas eficientes de leña

La Meta M.43 del PECC señala que es necesario “Instalar 600 mil estufas eficientes de leña, en el marco del proyecto de sustitución de fogones abiertos por estufas ecológicas: 1.62 MtCO<sub>2</sub> eq. (2008-2012)”. De ellas, 500 mil le conciernen a SEDESOL y 100 mil a la SAGARPA. A junio de 2012, la SAGARPA llevaba un avance de 75% mientras que la Unidad de Microrregiones de la SEDESOL mostraba avances de 76.92% (Cuadro V.39).

#### ■ Cuadro V.39. Estufas instaladas por SEDESOL, 2008-2012

	No. de estufas
2008	56,177
2009	89,408
2010	142,473
2011	18,048
2012 <sup>106</sup>	113,238
<b>Total</b>	<b>419,344</b>

Esta cantidad de estufas instaladas por SEDESOL implican una mitigación de 1.1322 MtCO<sub>2</sub> eq.<sup>107</sup> que se añaden a otras 0.2025 de SAGARPA<sup>108</sup> para sumar 1.3347 MtCO<sub>2</sub> eq., que significan en conjunto, un avance de 1.3347 sobre la meta total de 1.62, es decir, 82.38%<sup>109</sup> del total programado en el PECC 2009-2012.

<sup>106</sup> Se actualizó la cifra al cuarto bimestre del 2012 y se hizo el ajuste en la información tal como aparece en el SIAT-PECC y como reportó la Unidad de Microrregiones de SEDESOL.

<sup>107</sup> Cifra actualizada a partir del factor de conversión de 0.0000027 Mt de CO<sub>2</sub> por estufa instalada y por año.

<sup>108</sup> Esta dependencia, actualizando el dato al cuarto bimestre, suma 75,000 unidades instaladas multiplicadas por el mismo factor de conversión.

<sup>109</sup> Cálculos actualizados para ambas dependencias y su suma ponderada.

## Transporte urbano

El transporte y la movilidad urbana en México es una actividad que requiere atención inmediata por la alta emisión de GEI que emite sin control a la atmósfera. Es por ello que en el marco de otorgamiento asistencia técnica y capacitación para la modernización del transporte y la movilidad urbana, que la SEDESOL otorga a las ciudades, se ha apoyado entre 2009 y 2012 a 25 ciudades en esquemas de reestructuración del transporte y la movilidad urbana con efectos específicos en la mitigación de gases efecto invernadero.

De las cuales, se otorgó asistencia técnica a 7 ciudades mayores de 100 mil y menores de 500 mil habitantes, destacando entre otras: Ensenada, Baja California; Campeche, Campeche; Salamanca, Guanajuato; Zihuatanejo de Azueta y Chilpancingo, Guerrero; Ciudad Hidalgo, Michoacán y Ciudad Victoria, Tamaulipas.

A través de estudios, proyectos ejecutivos, capacitación y asistencia técnica se ha buscado reducir tiempos de desplazamiento y reestructuración de rutas de transporte de pasajeros y de transporte de carga urbana. Se han hecho planteamientos sobre esquemas de chatarrización y renovación de la flota, estudios de redimensionamiento de la demanda, para reducir unidades de transporte en circulación, así como propuestas de acciones sobre movilidad no motorizada e implantación de taxis inteligentes para ciudades inteligentes.

En el marco del Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), se ha dado apoyo a 14 ciudades mayores de 500 mil habitantes y zonas metropolitanas: Aguascalientes, Aguascalientes; Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Torreón, Coahuila; Colima, Colima; Durango, Durango; Pachuca, Hidalgo; Zamora, Michoacán; Querétaro, Querétaro; San Luis Potosí, San Luis Potosí; Hermosillo, Sonora; Nuevo Laredo, Tamaulipas; Tlaxcala, Tlaxcala; y Xalapa, Veracruz; en la preparación de sus estudios y proyectos, evaluando su factibilidad técnica y rentabilidad.

Así mismo, el GEF mediante la donación número TFO95695 "Proyecto de Transporte Sustentable y Calidad del Aire" (GEF-STAQ), a través del Banco Mundial como agencia implementadora otorgó recursos. Durante 2011 se atendieron 4 zonas metropolitanas y ciudades

mayores de 500 mil habitantes, por medio de su Unidad Coordinadora del Proyecto, siendo éstas la zona metropolitana de Monterrey, Nuevo León; los Municipios Juárez, Chihuahua; Puebla, Puebla; y León, Guanajuato.

## Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

### Norma Mexicana de Edificación Sustentable

La SEMARNAT ha desarrollado la Norma Mexicana de Edificación Sustentable, la cual establece los requisitos que debe observar toda edificación para ser considerada como sustentable, en donde la adecuada localización de las edificaciones y el uso eficiente de la energía contribuyen a la reducción de emisiones GEI y la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Se prevé que dicha norma entre en vigor para el 2013, a partir de su publicación en el DOF. Se contempla una estrategia de difusión a nivel nacional, monitoreo de su aplicación y revisión quinquenal.

## Comisión Nacional de Vivienda

La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI) es la instancia federal encargada de coordinar la promoción habitacional, así como de aplicar y cuidar que se cumplan los objetivos y metas del Gobierno Federal en materia de vivienda, plasmados en el Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un desarrollo habitacional sustentable.

### Programa de Esquemas de Financiamiento y Subsidio Federal para Vivienda "Ésta es tu casa"

El programa tiene como finalidad otorgar un subsidio que facilite a la población de menores ingresos adquirir, mejorar o rehabilitar su vivienda. La estrategia operativa del programa ha tenido modificaciones en sus Reglas de operación; en agosto de 2009, se incluyó como requisito en el paquete básico, en la modalidad de adquisición de vivienda nueva, la incorporación de tecnologías sustenta-

bles en materia de gas, electricidad y agua para obtener ahorros en consumo de energía, pago de servicios y emisiones de CO<sub>2</sub>. De agosto de 2009 a julio de 2011, se llevaron a cabo 169 mil acciones de vivienda nueva con paquete básico entre Hipoteca verde y Ésta es tu casa (CONAVI, 2012).

La CONAVI tiene programada una meta de reducción de 2.1 MtCO<sub>2</sub> eq. en el período 2008-2012, y de 1.2 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2012; mediante el financiamiento de ecotecnologías a 800 mil viviendas nuevas, a través del Programa Hipoteca Verde del INFONAVIT. A mayo de 2012 se otorgaron 832,358 hipotecas verdes, de las cuales 35% han sido con subsidio del Programa Ésta es tu Casa. Este programa es apoyado por la SHCP.

### Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables

Los Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (DUIS) son una estrategia transversal interinstitucional, cuyo objetivo es propiciar áreas integralmente planeadas que atiendan la demanda de vivienda y sus satisfactores a nivel regional, urbano y local, con un enfoque de sustentabilidad; esta estrategia propicia el ordenamiento territorial, el aprovechamiento racional de los recursos y el uso de tecnologías ahorradoras de agua y energía. En mayo de 2012, tras la creación de la Comisión Intersecretarial de Vivienda prevista por la Ley de Vivienda, se creó el Grupo de Evaluación, Promoción, Seguimiento y Autorización (GEAPS). A mediados de 2012, fueron certificados ocho proyectos que representan 312 mil viviendas para 1,250,000 personas en una superficie de 9,200 ha, y 11 proyectos con potencial para ser certificados (202 mil viviendas para 810 mil personas en 6,600 ha) (CONAVI, 2012).

Con la SHCP<sup>110</sup> publicó los lineamientos de diseño urbano e integración con el entorno de nuevos desarrollos habitacionales, promoviendo así la construcción de vivienda que garantice el uso eficiente de la energía.

<sup>110</sup> Los recursos usados para financiar las acciones a la SEDESOL fueron tomados del FONADIN, un fideicomiso administrado por BANOBRAS que, a su vez, forma parte de la SHCP.

### Mecanismo para un Desarrollo Limpio para Vivienda Nueva

Este programa se encuentra en proceso de validación por una validadora o Entidad Operacional Designada autorizada por la Junta Ejecutiva del MDL. Permitirá que las viviendas integradas al programa se registren y monitoreen para obtener Reducciones Certificadas de Emisiones

### Mecanismo para un Desarrollo Limpio Programático

La segunda etapa pretende incrementar las oportunidades para obtener créditos de carbono. A diferencia de la iniciativa anterior, esta considerará las acciones que se implementen en la vivienda existente para disminuir el consumo de energéticos y de emisiones. El financiamiento para la realización de los pasos preparatorios del MDL Programático, así como de otras actividades vinculadas a este programa, será aportado por el BM.

### Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas para la Eficiencia Energética en el Sector Vivienda

Las medidas de Eficiencia Energética en la Edificación Residencial en México (EERS, por sus siglas en inglés) tienen como objetivo reducir las emisiones directas e indirectas de GEI, a través de los programas Hipoteca Verde y Ésta es tu Casa. A mediano y largo plazos se espera que estas iniciativas sean parte de programas más amplios de fomento a la planificación urbana, con estándares más exigentes.

Los objetivos de esta NAMAs incluyen la ampliación del número de viviendas construidas con medidas que aseguran una mayor eficiencia en el consumo de energía; la incorporación de otras tecnologías diferentes a las que actualmente se están aplicando; así como el establecimiento de estándares de construcción más exigentes. El cumplimiento de estos objetivos requiere el desarrollo de un sólido sistema MRV.

## Programa de bajas emisiones de carbono en el desarrollo urbano

Este programa es financiado por el GEF a fin de promover el desarrollo de ciudades de baja intensidad de carbono. La iniciativa apoyará y reforzará el concepto DUIS en el marco del Programa de bajas emisiones de carbono en el desarrollo urbano, (PNUD-LCUD). Implementará estrategias para el empoderamiento de la autoridad local en la planeación y administración de sus sistemas urbanos sustentables de suelo, agua, energía, residuos sólidos, vialidad y transporte, para la construcción de espacios sociales y económicos que sean más propicios para el desarrollo humano. Dentro de este mecanismo se experimentará con conceptos novedosos como el de las Empresas de Servicios Urbanos (USCO, por sus siglas en inglés).

Finalmente, la política pública será reforzada por asociaciones civiles nacionales, como la recientemente constituida “Vivienda y Entorno Sustentable”, mediante la cual desarrolladores de vivienda, gobierno y academia compartirán la responsabilidad en la gestión adecuada del territorio y los recursos.

## Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT) tiene por objeto administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda; establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito económico y suficiente para la adquisición de vivienda, la construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de las mismas, y el pago de los pasivos por los conceptos anteriores. Además, coordina y financia programas de construcción de viviendas destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores de la iniciativa privada.

## Hipoteca Verde de INFONAVIT

Es una línea de crédito adicional que permite la adquisición de vivienda con soluciones tecnológicas de eficiencia energética, energías renovables y agua, otorga un monto adicional al crédito hipotecario para que los trabajadores adquieran viviendas con ecotecnologías que permiten reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> (INFONAVIT, 2012).

El Gobierno Federal se suma a este programa al hacer obligatorio que todos los créditos con subsidio del programa Ésta es Tu Casa de la CONAVI cumplan con la Hipoteca Verde.

Para el diseño, desarrollo y definición de aspectos técnicos en materia de eficiencia, zonas bioclimáticas, paquetes de ecotecnologías; consideración de normas sobre calidad, eficiencia y seguridad; e implementación del Programa Hipoteca Verde, INFONAVIT convocó y coordinó a organismos nacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionados con la materia.<sup>111</sup>

A través del “Programa 25 mil techos solares”, se incentiva el uso de calentadores solares de agua, equivalente a la reducción de 161 mil tCO<sub>2</sub>. A mediados de 2012 se lleva un avance de 11,369 subsidios otorgados. Este programa cuenta con el apoyo de 2.5 millones de euros otorgados por el Ministerio Federal Alemán del Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), a través de la GIZ.

En la primera etapa del Programa Hipoteca Verde se determinaron paquetes de ecotecnologías para cada zona bioclimática, y se realizaron evaluaciones semestrales de ahorro de energía y agua; adicionalmente se estimaron las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>. A la fecha se han realizado cuatro evaluaciones con los siguientes resultados (Cuadro V.40).

A partir de 2011, se modificó la estrategia de aplicación de la Hipoteca Verde a todos los créditos, segmentos salariales, viviendas nuevas y usadas.<sup>112</sup>

<sup>111</sup> CONAVI, CONAGUA, AEAAE, CONUEE, ANFAD, UNAM, INE, SEMARNAT, Instituto Nacional de Meteorología, desarrolladores de vivienda, organismos normalizadores y certificadores: ANCE, ONNCCE, CNCP y NORMEX, Enervalia y distribuidores de ecotecnologías para el mercado individual de viviendas.

<sup>112</sup> Disponible en <http://www.infonavit.org.mx>

■ Cuadro V.40. Resumen de ahorros monetarios y disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> de INFONAVIT, 2009-2011

Año	Ahorro mensual por vivienda (MN)			Disminución anual de emisiones (tCO <sub>2</sub> por vivienda)		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
<b>Zona cálida</b>						
Vivienda aire acondicionado	360.00	354.00	274.00	1.21	1.2	1.04
Vivienda con ventilador	-----	178.60	172.00	-----	0.63	0.72
Vivienda sin aire acondicionado, sin ventilador	168.00	72.90	83.00	0.14	0.26	0.36
<b>Zona templada y semifría</b>	209.00	297.90	270.00	1.04	1.26	0.98
<b>Promedio</b>	217.50	247.50	221.94	0.6	0.92	0.84
<b>Promedio 2009, 2010 y 2011</b>	229.00			0.789		

Fuente: INFONAVIT, 2012.

Para facilitar al acreditado la selección de las ecotecnologías se diseñó un simulador que permite ver el ahorro mensual generado por cada una de ellas por nivel de ingreso, de acuerdo a su zona bioclimática.<sup>113</sup>

México es el primer país que ha logrado incorporar en las viviendas para los trabajadores de bajo ingreso ecotecnologías eficientes, por lo que ha recibido reconocimientos internacionales como:

- El Beyond Banking 2010, en su categoría Planet Banking, otorgado por el BID.
- La visita de funcionarios de Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Estados Unidos, Francia, Guatemala, Kenia y Panamá, entre otros interesados en este esquema.

### Sistema de Vivienda Verde

Se llevan a cabo análisis y mediciones sobre diseños constructivos para implementar un sistema de calificación de la vivienda en materia de eficiencia energética y medioambiental, el sistema "SiViVe", a fin de impulsar el diseño bioclimático. Con ello se pretende disminuir de manera significativa el uso del aire acondicionado, al

impulsar el uso de electrodomésticos eficientes, con la idea de contribuir a la mitigación de emisiones de GEI (INFONAVIT, 2012).

Este sistema tomará en cuenta el consumo energético, de agua y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. Para la evaluación se consideran la arquitectura de la vivienda, los sistemas constructivos y materiales, y las ecotecnologías incorporadas.

## Investigaciones

### Instituto Nacional de Ecología

Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal de ladrillo: cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire

Estudio realizado en el INE en 2009, que complementa un análisis llevado a cabo en noviembre de 2008 en Salamanca y León, Guanajuato. Se analizaron dos hornos ladrilleros que utilizan como combustible combustible y leña, respectivamente, para la determinación de factores de emisión de GEI. Como parte de este estudio se determinó el impacto en la calidad del aire a sus alrededores y se realizó la caracterización del proceso de

<sup>113</sup> Disponible en <http://1201.134.132.145:82/simuladorHVWeb/home/simulador.ispx?entrada=T>

cocción, a partir de perfiles de temperatura y del balance de materiales.

Como resultados del estudio se obtuvo que los niveles de concentración de partículas  $PM_{2.5}$  y  $PM_{10}$  en las zonas aledañas de las ladrilleras presentaron concentraciones por arriba del límite establecido por la norma ambiental vigente. La emisión anual de  $CO_2$  eq. por el sector ladrillero en el estado de Guanajuato asciende a 387,793 toneladas.

### Evaluación de la sustentabilidad ambiental en la construcción y administración de edificios en México

Elaborado en 2010 para el INE por ENTE. El estudio desarrolla una metodología para la evaluación de la sustentabilidad de los edificios en México, estandarizada y equiparable con el resto de Norteamérica. Se revisaron y analizaron tres sistemas de evaluación de edificaciones sustentables en Norteamérica: Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), Living Building Challenge (LBC) y Energy Star for Buildings. Se decidió utilizar Energy Star® como sistema de referencia para el desarrollo de una metodología propia.

El estudio recomienda el fortalecimiento de la recopilación e integración de información relacionada a los edificios comerciales en México, con el fin de aplicar un sistema internacional de certificación de sustentabilidad ambiental.<sup>114</sup>

### Energía, Tecnología y Educación S.A.

#### Greenhouse gas emission baselines and reduction potentials from buildings in Mexico

Fue elaborado en 2009 para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). El estudio contiene una estimación de emisiones de GEI de edificios en México. Se estiman el potencial de mitigación y los costos de diversas medidas para alcanzarlo. Incluye

<sup>114</sup> Disponible en <http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/inecov-dt-01-2010.pdf>

recomendaciones para el corto, mediano y largo plazos. Como parte del estudio se recopiló información sobre el espacio construido y el uso de la energía en los sectores residenciales y comerciales, y se desarrolló un modelo para estimar las emisiones de GEI.<sup>115</sup>

#### Estudio del potencial de un programa masivo de eficiencia energética en calentamiento de agua en México

Elaborado para la GIZ, con el objetivo de evaluar la viabilidad de diseñar un programa de sustitución de calentadores convencionales (boiler o calentador de almacenamiento/depósito) por calentadores de paso (instantáneos o de rápida recuperación) o agregar un sistema de calentamiento solar de agua a sistemas convencionales.

### Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

En 2010 el CMM, con recursos de CONAVI, INFONAVIT, SHF, GEO, ARA, URBI, SADASI y VINTE, realizó el estudio "Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda de interés social en México mediante un Índice de Sustentabilidad de la Vivienda (ISV)", cuyo objetivo fue la incorporación de un índice que integre indicadores en materia ambiental, social y económica del sector. Se estimó la línea base y se trabaja en la consolidación e integración de los parámetros de todas las iniciativas del sector (NAMAs, MDL, certificaciones, normas, indicadores, entre otros).

### V.1.9 Sector turístico

La Secretaría de turismo (SECTUR), como integrante del Grupo de Trabajo de Mitigación (GT-MITIG) de la CICC, ha emprendido diferentes acciones para dar cumplimiento a las metas nacionales de mitigación de GEI en el

<sup>115</sup> Disponible en <http://www.unep.org/sbci/pdfs/SBCI-Mexicoreport.pdf>



sector, establecidas oficialmente en el PECC 2009-2012 (SECTUR, 2012). Entre estas acciones destacan:

- Programas de certificación y reconocimiento de mejores prácticas ambientales de los prestadores de servicios turísticos: Calidad Ambiental Turística y Destino Turístico Limpio.
- Estudio “Modelo de aplicación de medidas sustentables en la industria hotelera en México”, mediante el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación del Sector Turismo del CONACYT. El estudio desarrollará un inventario de emisiones de GEI de la industria hotelera de Los Cabos, Baja California Sur; una herramienta informática de autodiagnóstico de medidas sustentables, y un programa de implementación de ahorro de energía y reducción de emisiones de GEI.
- En coordinación con el INE-SEMARNAT, SENER y GIZ se encuentran en elaboración los términos de referencia del “Estudio sobre la contribución de emisiones de gases de efecto invernadero del sector hotelero en México”, encaminado a fundamentar la realización de una NAMA.

### **Sistema de Autodiagnóstico de Medidas Sustentables del Sector Hotelero en México (SAMSHM)**

Este sistema es una aplicación en línea para autodiagnóstico de medidas sustentables para el sector hotelero, de la cual se podrán obtener propuestas de mejora, encaminadas a la reducción de emisiones de GEI. Los beneficios de la herramienta serán:

- Contar con una base de datos centralizada con las tecnologías aprobadas para el sector hotelero.
- Contar con un inventario de equipos utilizados en los hoteles.
- Contar con un autodiagnóstico para cada hotel, con opciones de mejora en eficiencia energética y sustentabilidad.
- Obtener información útil para la aplicación de herramientas tradicionales de diagnóstico de competitividad, orientada a la eficiencia energética y sustentabilidad, para ayuda en la toma de decisiones.

En las etapas posteriores se tendrá el inventario del sector concluido, se contará con una selección de tecnologías y la aplicación en línea estará funcionando para el sector.

## **V.2 Acciones de mitigación a nivel subnacional**

En algunos estados de la República Mexicana se implementan acciones de mitigación con recursos de diversas fuentes de financiamiento: federal, estatal, municipal e internacional.

A continuación se describen algunas de las acciones en curso a nivel subnacional.

### **V.2.1 Energías renovables**

En 2010, en el estado de Baja California se llevó a cabo un plan piloto en el cual se construyeron 200 hogares equipados con paneles solares.

Además, se puso en marcha el parque eólico “La Rumorosa I” con una capacidad instalada de 10 MW, con financiamiento compartido entre el gobierno estatal y la federación. Mientras se construía el parque, se obtuvo la Carta de No Objeción emitida por la Autoridad Nacional Designada de México para el MDL.

Para el 2011 se estimó un potencial de reducción de emisiones de GEI de 1,973 tCO<sub>2</sub> eq.; para el periodo 2012 a 2020 se calculan 15,322 tCO<sub>2</sub> eq. por año; para el 2021 se calcula una reducción de 13,349 tCO<sub>2</sub> eq. El total de reducciones estimadas durante el periodo de 10 años es de 153,218 tCO<sub>2</sub> eq.<sup>116</sup>

En el marco del Programa de Energías Renovables, el Distrito Federal llevó a cabo las siguientes acciones con una reducción de 17,032 tCO<sub>2</sub> eq. de 2008 a 2012 (SMADF, 2012a):

- Norma para el Aprovechamiento de Energía Solar.
- Autonomía energética del edificio del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal.

<sup>116</sup> Disponible en <http://www.energiabc.gob.mx>; <http://cdm.unfccc.int/search?q=la+rumorosa>



- Instalación de celdas fotovoltaicas en el Bosque de Chapultepec.
- Sistema de alumbrado público solar en el Bosque de San Juan de Aragón.
- Uso de energía solar para instalaciones del Metro y Metrobús.
- Sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica interconectada a la red en el Laboratorio de alumbrado público del Distrito Federal.

En el estado de Guanajuato se promulgó la Ley para el Fomento del Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía y Sustentabilidad Energética para el estado y sus municipios, en noviembre de 2011 (IEEG, 2012).

El Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG) instaló calentadores solares en viviendas e industrias. Adicionalmente, se instalaron sistemas de aprovechamiento de biogás para la generación de electricidad en granjas pecuarias; se llevó a cabo la construcción del Parque fotovoltaico en el Puerto Interior, con una capacidad de 4 MW.

En marzo de 2011, la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato y el municipio de León a través del Sistema de Agua y Alcantarillado de León (SAPAL), pusieron en operación biodigestores de la planta de tratamiento de aguas residuales para la generación de electricidad, con capacidad de procesamiento de 16 mil m<sup>3</sup> de biogás emitidos diariamente.

El estado otorga el Premio de Energía Renovable desde 2010. El CONCYTEG, por su parte, promueve con Fondos Mixtos el desarrollo de proyectos de investigación en el uso de fuentes renovables de energía y bioenergéticos.

En el estado de Jalisco se encuentra en desarrollo el parque eólico Ojuelos, con una capacidad de 60 MW; se estima una producción anual de energía eléctrica de 180 GWh, con lo cual se espera reducir 102 mil tCO<sub>2</sub>. Esta capacidad serviría para satisfacer la demanda de energía de 125 mil hogares en el estado<sup>117</sup> (SEMADSI, 2012).

Desde mayo de 2010, la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable (SEMADES) y el Instituto de Pensiones del Estado, llevan a cabo el Programa de promoción de calentadores solares para trabajadores del gobierno del estado de Jalisco.<sup>118</sup>

En el estado de Yucatán se celebró un acuerdo con el BID y la SEMARNAT para la implementación de un proyecto de biodigestores para pequeñas y medianas granjas porcícolas. Se espera que en el segundo semestre de 2012 se ejerzan 45 millones de pesos, con la meta de reducir en 95% los contaminantes vertidos por esta actividad productiva y evitar la emisión de cerca de 32 mil tCO<sub>2</sub> eq. (SEDUMAY, 2012).

Por su parte, ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad<sup>119</sup> ha realizado algunos estudios en materia de energías renovables que se muestran en el Cuadro V.41.

■ Cuadro V.41. Estudios realizados por ICLEI en materia de energías renovables

Proyecto	Descripción
Estudio de normatividad de calentadores solares de agua en municipios	El estudio recopiló información de promotores de vivienda, instituciones académicas, funcionarios de gobierno y organizaciones no gubernamentales involucrados con la energía solar térmica y el uso de las energías renovables. Contó con fondos del GEF a través del PNUD.
Normatividad para el fomento del uso de calentadores solares de agua	Tuvo como objetivo realizar estudios técnicos del uso de los calentadores solares de agua en el estado de Veracruz. Contó con financiamiento del Reino Unido a través de la Embajada Británica en México.

<sup>117</sup> Disponible en [http://www.renewablesb2b.com/ahk\\_mexico/es/portal/index/news/show/434aa15fde6b940f](http://www.renewablesb2b.com/ahk_mexico/es/portal/index/news/show/434aa15fde6b940f)

<sup>118</sup> Disponible en <http://www.informador.com.mx/jalisco/2010/218625/6/promueve-la-semades-uso-de-calentadores-solares.htm>

<sup>119</sup> Agencia internacional de medio ambiente que apoya a los gobiernos locales a través de capacitación, asistencia técnica y asesoría, en el diseño e implementación de programas de desarrollo sustentable.

En Baja California se desarrolló el proyecto “Fabricación inversa de electrodomésticos recuperando gases efecto invernadero”, con fondos del Programa Frontera 2012, en el cual se contabilizan y reducen las emisiones de GEI al recuperarlos y darles una adecuada disposición. Adicionalmente, se impulsa el uso eficiente de energía mediante el cambio de equipos de aire acondicionado por equipos de alta eficiencia, la sustitución de refrigeradores, el aislamiento térmico y el uso de lámparas ahorradoras de energía, como parte de los programas del Gobierno Federal (SPABC, 2012).

En 2011, el estado de Chiapas se integró al grupo R20, el cual es una organización global cuya meta es desarrollar y poner en práctica proyectos de bajo consumo de carbón y recuperación climática mediante la cooperación entre gobiernos locales en todo el mundo.

El Programa de Eficiencia Energética del Distrito Federal, conformado por 11 acciones, acumuló a agosto de 2012 una reducción de 786,970 tCO<sub>2</sub> eq. Algunas de las acciones de este programa se llevan a cabo en edificios públicos, alumbrado público, vialidades, transporte, pozos y plantas de bombeo de agua (SMADF, 2012a).

En Guanajuato, el Instituto de Ecología del Estado (IEEG), en colaboración con el CENICA/INE, el municipio de León y Swiss Contact, instaló un horno eficiente para la producción artesanal de ladrillos con bajas emisiones, en las Ladrilleras del Refugio en León.

Por otra parte, se implementó el Distintivo para el ahorro de energía eléctrica en la Administración Pública Estatal, a través del CONCYTEG, con 68 edificios registrados que representan un ahorro de 34,629 kWh en 2011. Desde el 2009, se otorga el Premio estatal de eficiencia energética.

En el estado de Jalisco, como parte del Programa Gobierno Sustentable, desde diciembre de 2010 se llevan a cabo acciones de ahorro y uso eficiente de energía en edificios públicos. En los municipios se brinda asesoría para sistemas de iluminación y de bombeo, desde 2009.

El gobierno del estado de Morelos, en conjunto con los gobiernos municipales, lleva a cabo un programa de

cambio de luminarias a lámparas eficientes.

La SHCP, en coordinación con BANOBRAS, realizó con cinco municipios proyectos de mitigación mediante programas de sustitución de sistemas de alumbrado público.

Por su parte, ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad ha realizado algunos estudios en materia de eficiencia energética que se muestran en el Cuadro V.42.

■ Cuadro V.42. Estudios realizados por ICLEI en materia de eficiencia energética

Proyecto	Descripción
Promoviendo un Sector Público Energéticamente Eficiente (PePS)	El Programa forma parte de los apoyos para que los gobiernos locales de México establezcan sus políticas de compras; el programa PePS ha desarrollado herramientas que facilitan ese proceso. Como parte del proyecto se realizó El Manual de Compras PePS y los instrumentos para calcular ahorros de energía.
Transformadores Energéticamente Eficientes (TEE)	Proyecto piloto realizado en los municipios de Aguascalientes y Centro, Tabasco para establecer políticas públicas que permitan la adquisición de transformadores de alta eficiencia para reducir el consumo de energía eléctrica; mejorar la eficiencia de los sistemas de distribución; reducir pérdidas y emisiones de GEI.  A este proyecto se incorporaron Procobre México A.C. con el apoyo de la CFE, el PAESE, la CONUEE y el FIDE.

### V.2.3 Transporte

En Baja California se llevan a cabo acciones para la modernización del transporte público en los municipios de Tijuana y Mexicali, así como la implementación del sistema BRT (SPABC, 2012).

En el Distrito Federal el sector transporte es el principal emisor de GEI, con el 44% del total, por lo que se llevan a cabo diversas acciones de mitigación en este sector. En el periodo 2008-2012, se redujo un total de

5.5 MtCO<sub>2</sub> eq. que representan el 72.2% del total de emisiones reducidas (7.6 MtCO<sub>2</sub> eq.) (SMADF, 2012b).

La contribución de las medidas más relevantes para la reducción de emisiones se indica en el Cuadro V.43.

■ **Cuadro V.43. Medidas de mitigación en el sector transporte del DF**

Medidas de mitigación	Contribución a la reducción de emisiones (%)
Políticas de mejoramiento de calidad del aire	38.4
Programa de sustitución de taxis	21.9
Programa Hoy No Circula y Programa de Verificación Vehicular	6.0
Sustitución de microbuses por autobuses de mediana capacidad	5.4
Implementación de corredores de transporte Metrobús	5.0
Estrategia de Movilidad en Bicicleta y Programa de Transporte Escolar	ND

ND. No disponible

Las emisiones de GEI reducidas en el periodo 2008-2011 se presentan en el Cuadro V.44.

■ **Cuadro V.44. Emisiones de GEI reducidas en el sector transporte del DF**

Año	tCO <sub>2</sub> eq.
2008	785,038
2009	1,052,045
2010	1,210,758
A junio de 2011	605,379

En el estado de Jalisco en 2009 se puso en operación el Macrobus en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), con un corredor de 16 km, 27 estaciones, 15 rutas alimentadoras y 41 autobuses articulados, que proporcionan un servicio de 125 mil viajes por día a ra-

zón de 6,000 pasajeros por hora.<sup>120</sup> Adicionalmente, el Consejo ciudadano de movilidad no motorizada diseñó e implementó ciclovías y ciclopuertos en la ZMG. En enero de 2009 se inició el Programa Comparte tu Auto (SEMADSJ, 2012).

En el estado de Nuevo León se está construyendo una ecovía con la cual se estima una disminución en emisiones de 16,750 tCO<sub>2</sub> anuales. En el corto plazo, se planean ampliaciones en la infraestructura de la línea de Metro, la introducción de un tren suburbano y un sistema de autobuses rápidos; mejoras en infraestructura de semaforización, puentes, carriles exclusivos para bicicletas y mantenimiento a la flota vehicular (SEDESNL, 2012).

En el estado de Tamaulipas se implementó un programa de verificación vehicular (SEDUMA, 2012)

## V.2.4 Sector agrícola y forestal

En Baja California, dentro del Programa Estatal de Forestación, se crearon tres viveros que producirán un millón de arboles anuales; están ubicados en las ciudades de Tijuana, Mexicali y El Hongo. Además, una empresa de la iniciativa privada desarrolló el modelo de biodigestión y cambio de alimentación del ganado para la disminución de gas metano (SPABC, 2012).

En Campeche, dentro del Programa Estatal para REDD+, se contempla el desarrollo y seguimiento de acciones tempranas, así como la alineación a los procesos nacionales e internacionales para establecer el marco conceptual y legal de los conceptos clave y los mecanismos de MRV, Salvaguardas y Financiamiento; lo anterior con el apoyo del Consejo Técnico Consultivo de Campeche para REDD+ (SMAAS, 2012).

En el estado de Chiapas, en noviembre de 2010, el gobernador firmó un memorándum de entendimiento entre los estados de Acre, Brasil; Chiapas, México, y California, Estados Unidos con el fin de construir un marco legal e institucional para un mercado futuro de bonos de carbono a nivel subnacional, mediante el mecanismo REDD+.

<sup>120</sup> Disponible en <http://www.slideshare.net/sibr/sistema-macro-guadalajara-jalisco>

En 2011, se instalaron el Consejo Consultivo Ambiental Estatal y el Comité Técnico Consultivo de REDD+.

Chiapas se integró en el Governor's Climate and Forest Taskforce (GCF), un grupo internacional de 16 estados con altas coberturas de bosque tropical, con el fin de intercambiar experiencias sobre proyectos para reducir las emisiones por deforestación y degradación. En octubre de 2011 se realizó la primera reunión de gobiernos subnacionales en torno a REDD+. A finales de 2012 está programada la reunión anual del GCF en San Cristóbal de las Casas, Chiapas (SEMAHN, 2012).

De 2008 a 2012, en el Distrito Federal, las actividades de reforestación redujeron 893,471 tCO<sub>2</sub> eq., que representan el 11.7% del total de las emisiones reducidas (7.6 MtCO<sub>2</sub> eq.) (SMADF, 2012b).

En el estado de Durango se llevaron a cabo las siguientes acciones en materia forestal durante el 2011 (SERNAMA, 2012):

- 66 programas de manejo forestal maderable en 56,067 ha en 18 municipios;
- 29 programas de manejo forestal no maderable en 40,565 ha en 12 municipios.
- Se impulsó, la certificación forestal en 144,436 ha, con 20 certificados expedidos en ocho municipios. A mediados de 2012 se cuenta con 248,695 ha certificadas.
- Se iniciaron plantaciones forestales comerciales en 314 ha.
- Se estableció el programa de mejoramiento genético forestal, que generó la selección de 360 árboles superiores de pino, el establecimiento de cuatro áreas semilleras e injertado de 3,200 plantas de pino en las instalaciones del INIFAP.
- Se dio mantenimiento a 2,597 ha de áreas reforestadas; se llevaron a cabo 80 proyectos de restauración con obras de conservación de suelo y agua en 3,350 ha;
- Se apoyaron ocho proyectos por compensación ambiental en 747 ha.
- Se incorporaron 21 proyectos por 30,260 ha al sistema de PSA.

Adicionalmente, el estado de Durango cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico.

En el estado de Nuevo León se encuentran en marcha acciones de reforestación en el área metropolitana de Monterrey y en las zonas periféricas; programas de reserva de áreas verdes en terrenos municipales, así como en nuevos fraccionamientos y zonas habitacionales; reforestación y conservación de suelos en una superficie de 26 mil ha anuales. Se cuenta con tres proyectos de reforestación con recursos federales para áreas urbanas y suburbanas como una primera etapa (SEDESNL, 2012).

Se estudia el incremento de los almacenes de carbono en tierras de uso ganadero, mediante prácticas de pastoreo sustentable en una superficie de 2 millones de ha dentro de Unidades de Manejo Ambiental Sustentable (UMAS). El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), con el financiamiento de Fundación Produce Nuevo León, desarrolla un estudio para la elaboración de la línea base de carbono en tierras de pastoreo, con el propósito de estimar los beneficios del pastoreo sustentable en términos de ganancia de carbono.

En el estado de Tabasco se implementó un programa de ordenamiento ecológico que forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano.

Los gobernadores de la Península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) firmaron un acuerdo regional en diciembre de 2010 para poner en marcha una Estrategia Regional REDD+ y MRV.

## V.2.5 Desechos

En el periodo 2008-2012, el Distrito Federal redujo, 386,791 tCO<sub>2</sub> eq. que representan el 5.1% del total de reducción de emisiones (7.6 MtCO<sub>2</sub> eq.). Algunas de las medidas que se llevaron a cabo en este sector son (SMADF, 2012b):

- Ampliación de la planta de composta en el Bordo Poniente, que contribuye con el 5.3% a la reducción de emisiones.
- Cierre del relleno sanitario Bordo Poniente para la captura, explotación y aprovechamiento del biogás y la generación de energía eléctrica, lo que permitirá reducir por lo menos 2 MtCO<sub>2</sub> eq. anuales.

La gestión del agua residual contribuyó a la reducción de 4,670 tCO<sub>2</sub> eq., que representa el 0.1% del total de reducción de emisiones en el DF.

Durante 2011 y 2012, se mantuvo la asesoría técnica para el manejo y operación de proyectos piloto de biodigestores en el sector pecuario, establecidos en 2007 y 2008 por la SEMARNAT en los estados de México y Michoacán, en los cuales se instalaron 20 y 54 biodigestores, respectivamente.

En el estado de Morelos se instaló un quemador de metano en el relleno sanitario de Tetlama, gestionado por la autoridad local y financiado por el gobierno de España (CEAMA, 2012).

En el estado de Nuevo León se aumentó de 12.72 a 16.96 MW la capacidad para proyectos de generación de electricidad a partir de biogás en los rellenos sanitarios del Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE). La reducción de emisiones es de 125 mil tCO<sub>2</sub> eq. por año.

En el estado de Oaxaca, en el período 2008-2011, se construyeron 16 rellenos sanitarios, en los que se depositan 284 toneladas de desechos por día, beneficiando a una población aproximada de 100 mil habitantes (IEEDSEO, 2012).

La SHCP, en coordinación con BANOBRAS, realizó cinco proyectos de mitigación con municipios sobre plantas de tratamiento de aguas residuales (SHCP, 2012).

ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad realizó el estudio Gestión integral de residuos sólidos a nivel municipal, el cual analizó la generación de residuos municipales y los términos de concesión para la disposición final en tiraderos a cielo abierto o rellenos sanitarios; su objetivo se centró en difundir las buenas prácticas y lecciones aprendidas. Como producto del estudio se elaboró una guía para licitar el aprovechamiento del biogás en los rellenos sanitarios. Fue financiado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA, por sus siglas en inglés) (ICLEI, 2012).

## V.2.6 Desarrollo social

De 2008 a 2012, las acciones realizadas en el marco de los programas de vivienda sustentable y del proyecto

integral de mejoramiento ambiental y desarrollo social en unidades habitacionales, llevados a cabo en por el Instituto de Vivienda y la Procuraduría Social de Distrito Federal, respectivamente, han logrado reducciones de GEI por 30,272 tCO<sub>2</sub> eq. (SMADF, 2012a).

En el estado de Guanajuato, la Secretaría de Desarrollo Social y Humano (SEDESU) instaló, de 2009 a 2011, 215 sistemas fotovoltaicos en viviendas rurales de zonas remotas. Desde 2010, se otorga el Premio estatal de vivienda sustentable (IEEG, 2012).

En el estado de Jalisco se encuentra en proceso la Norma Ambiental Estatal de Edificación Sustentable.

En el estado de Nuevo León se realizan proyectos en favor de la vivienda sustentable, promoviendo el uso eficiente de la energía, la iluminación y electrodomésticos eficientes, el uso de calentadores solares, aire acondicionado eficiente y el aprovechamiento de los residuos sólidos.

En el estado de Puebla, como parte del programa para mantener el carbono contenido en la biomasa forestal, se instrumentó un programa dirigido a municipios asentados en ANP que tienen un significativo uso de la madera para consumo doméstico y alta marginación. Durante el período de 2009 a 2012 se apoyó la construcción de 11,978 estufas ahorradoras; y en coordinación con municipios y organizaciones sociales se construyeron 3,584 estufas adicionales. Con lo anterior se disminuyó de 40% a 60% el consumo de leña, y la contaminación intramuros (SESAOT, 2012).

Con la participación de instituciones de los gobiernos federal y estatal se apoyó a 10,049 familias, como se observa en el Cuadro V.45.

■ Cuadro V.45. Número de estufas eficientes construidas en el estado de Puebla

Dependencia	Número de estufas construidas
SEDESOL	15,968
SAGARPA/Secretaría de Desarrollo Rural Estatal	7,480
CONAFOR	2,799
CONANP	1,707
SEMARNAT	862

## V.2.7 Sector industrial

En el sector industrial del estado de Nuevo León se trabaja en la implementación de esquemas voluntarios y proactivos de cumplimiento, como auditorías ambientales voluntarias en las PYMES, y se estudia el desarrollo de parques industriales ecológicos.

## V.2.8 Guías del INE para acciones de mitigación y elaboración de escenarios

Guía de metodologías y medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero para la elaboración de Programas Estatales de Acción Climática

Este estudio fue elaborado en 2010 por el II-UNAM y su objetivo fue promover el fortalecimiento de las capacidades locales, con la finalidad de que México pueda aprovechar su potencial de mitigación de GEI a partir de acciones a nivel estatal.

En la Guía se toman como base las metodologías establecidas para la elaboración de inventarios de emisiones de GEI del PICC, para contabilizar emisiones y proponer medidas de mitigación en cuatro categorías: energía; procesos industriales y uso de productos; agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, y desechos.

El estudio incluye un capítulo para la elaboración de escenarios, como una herramienta para que los estados estimen sus emisiones de GEI en el futuro, evalúen las interacciones críticas con otros aspectos de los sistemas humanos y ambientales, y guíen las respuestas de política. Se presenta también la evaluación de los costos de mitigación para diferentes acciones a fin de establecer un criterio de selección de las mismas.

Sistema de Planeación de Alternativas Energéticas de Largo Plazo (LEAP). Manual de capacitación

El objetivo de este Manual, desarrollado por el Instituto Nacional de Ecología en el 2011, es apoyar en el fortalecimiento de las capacidades a nivel estatal en materia de mitigación del cambio climático. En el Manual se analizan y aplican los datos e información con los que se cuenta a nivel nacional para estimar escenarios de mitigación de emisiones de GEI procedentes de la demanda de energía de los sectores económicos de México, utilizando el programa "Planeación de Alternativas Energéticas de Largo plazo" (Long Range Energy Alternatives Planning, LEAP) desarrollado por el Stockholm Environment Institute.

Se desarrolla la estructura del módulo de demanda energética en el país para el programa LEAP, analizando los sectores Residencial, Comercial y Servicios, Público, Industrial, Agropecuario y Transporte, a fin de construir la línea base de la demanda energética y las emisiones de GEI correspondientes.

Por último, el estudio propone y determina cinco escenarios de mitigación que cubren todos los sectores analizados para que el usuario pueda estimar por su propia cuenta una línea base de emisiones de CO<sub>2</sub> eq., así como la reducción de emisiones resultante de aplicar las acciones contempladas en dichos escenarios.

## V.3 Acciones en el marco del Mecanismo para un Desarrollo Limpio

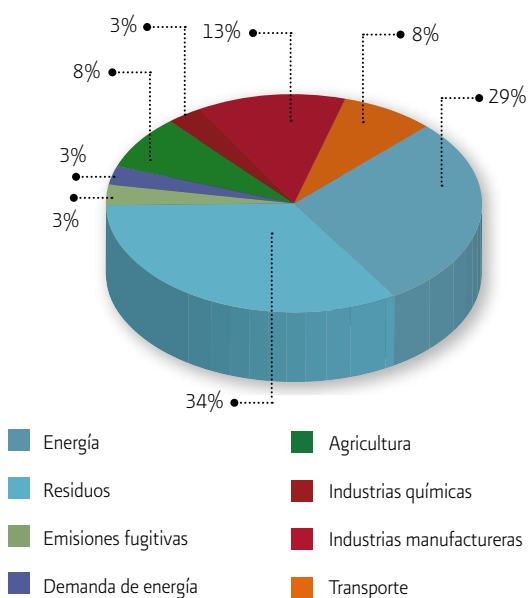
La CICC, en su calidad de Autoridad Nacional Designada, a través del Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI), impulsa la participación de proyectos bajo el MDL.

A partir de 2009 se han registrado 38 nuevos proyectos, entre ellos el primer Programa de Actividades (PoA, por sus siglas en inglés) en el mundo; con esto se

llegó a un total de 147 proyectos registrados en julio de 2012. En el periodo se recibieron Reducciones Certificadas de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés) para 27 proyectos, sumando un total de 11.30 MtCO<sub>2</sub> eq. La CICC otorgó 61 Cartas de Aprobación a proyectos, de las cuales ocho son PoA, y Cartas de No Objeción a 82 anteproyectos con un potencial de reducción de emisiones de 13.84 MtCO<sub>2</sub> eq/año (Figura V.20).

A julio de 2012, México estaba ubicado en el cuarto lugar por número de proyectos registrados y en el quinto por la cantidad de reducciones obtenidas y por las esperadas de proyectos registrados a nivel internacional.

■ Figura V.20. Proyectos MDL por tipo, 2009-2012



Fuente: Elaborado para la 5CN con datos de CMNUCC, 2012.

## V.4 Temas emergentes

### V.4.1 Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación

Bajo la conducción y apoyo de la SEMARNAT, México impulsa el diseño de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs por sus siglas en inglés) en diversos sectores productivos del ámbito privado y público. La estrategia nacional consiste en encontrar una institución líder y partir de programas existentes para su fortalecimiento. El líder puede ser el Gobierno Federal, gobiernos locales, asociaciones civiles o empresas privadas claramente involucradas e interesadas en la mitigación. Adicionalmente, se procura el financiamiento necesario vía fondos existentes o donantes internacionales. El resultado esperado es el incremento del alcance y los componentes ambientales de los programas asociados a las NAMAs.

La estrategia ha tenido buen grado de aceptación y con ella se han logrado importantes contribuciones para el diseño de las NAMAs por parte del Banco Mundial (BM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo de Estados Unidos (USAID), Environment Canada, Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), y el Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente del Reino Unido, entre otros.

El diseño de tres NAMAs se realiza bajo la cooperación de la iniciativa "Partnership for Market Readiness" del BM, en un esquema que contempla apoyos bajo un enfoque de participación en nuevos mercados de carbono. El desarrollo de estas NAMAs permitirá la incursión de proyectos en los nuevos mecanismos que se diseñan en el marco de las Naciones Unidas.

Durante 2011 y 2012 el Gobierno Federal, en colaboración con diversos sectores, ha diseñado 12 NAMAs, de las cuales dos se encuentran en la etapa de implementación. En el Cuadro V.46 se enlistan las NAMAs en proceso.

■ Cuadro V.46. NAMAs en proceso

Vivienda	
Objetivo	Establecer medidas de eficiencia energética en el sector habitacional a través de la utilización de ecotecnias. Potenciar programas existentes como el de Hipoteca Verde y Esta es tu Casa.
Responsable	Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)
Actores involucrados	INFONAVIT, SEMARNAT, FOVISSSTE, Sociedad Hipotecaria, Registro Unico de Vivienda
Apoyo internacional	Gobierno de Alemania, Gobierno de Canadá, Gobierno del Reino Unido, BID y BM
Fase	Negociación con donantes para implementación.
Vivienda Urbana	
Objetivo	Mejorar medidas de mitigación y cobeneficios a través de servicios a unidades habitacionales (iluminación, suministro de agua, desechos).
Responsable	Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)
Actores involucrados	SEMARNAT
Apoyo internacional	BM
Fase	Diseño de NAMA acreditable
Transporte Urbano	
Objetivo	Diseñar proyectos de transporte urbano masivo en ciudades grandes y medianas a través del transporte sustentable. Potencializar programas existentes como el de PROTRAM
Responsable	BANOBRAS (Banca Mexicana)
Actores involucrados	SEMARNAT, CTS-EMBARQ
Apoyo internacional	Gobierno de Holanda, BM
Fase	Diseño de NAMA acreditable
Electrodomésticos–Refrigeradores	
Objetivo	Aumentar la eficiencia energética y reemplazar refrigerantes con bajo potencial de calentamiento global
Responsable	Asociación Nacional de Fabricantes de Electrodomésticos (ANFAD)
Actores involucrados	SEMARNAT
Apoyo internacional	BM
Fase	Diseño de NAMA acreditable



Electrodomésticos–Lavadoras	
Objetivo	Aumentar la eficiencia energética y ahorro de agua en lavadoras y accesorios (WC, regaderas)
Responsable	ANFAD
Actores involucrados	SEMARNAT
Apoyo internacional	BID
Fase	Conceptualización y negociación con donantes
Transporte de Carga Federal	
Objetivo	Renovar flota de transporte de carga y adoptar estrategias, tecnología y mejores prácticas en este tipo de transporte. Potencializar programas existentes: Programa de Transporte Limpio, Esquema de Destrucción y Renovación de la Flota Obsoleta y Programa de Financiamiento NAFIN-SCT.
Responsable	SCT
Actores involucrados	SEMARNAT, SENER, INE, CONUEE
Apoyo internacional	Gobierno de Alemania
Fase	Diseño
Pequeña y Mediana Empresa- Eficiencia energética	
Objetivo	Aumentar la eficiencia energética en empresas de diversos sectores incluyendo el sector turismo.
Responsable	SENER
Actores involucrados	CONUEE, FIDE
Apoyo internacional	Gobierno de Alemania
Fase	Diseño
Cemento	
Objetivo	Reemplazar combustibles mediante residuos sólidos e incrementar el clinker en la mezcla.
Responsable	Cámara Nacional del Cemento (CANACEM)
Actores involucrados	SEMARNAT, Centre for Clean Air Policy
Apoyo internacional	Gobierno de Estados Unidos
Fase	Diseño de implementación

Industria Química-Subsectores: Detergentes y Resinas Sintéticas	
Objetivo	Implementar medidas de eficiencia energética, control de emisiones de proceso y diseño de una estrategia de desarrollo bajo en emisiones para la industria.
Responsable	Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ)
Actores involucrados	SEMARNAT, INE, PNUD
Apoyo internacional	Unión Europea
Fase	Diseño
Minería	
Objetivo	Implementar medidas de eficiencia energética, control de emisiones de proceso y diseño de una estrategia de desarrollo bajo en emisiones para la industria.
Responsable	Cámara Minera de México (CAMIMEX)
Actores involucrados	SEMARNAT, INE, PNUD
Apoyo internacional	Unión Europea
Fase	Diseño
Industria Petrolera	
Objetivo	Mejorar las medidas de escape de gases efecto invernadero y desarrollar líneas base que ayuden a identificar medidas apropiadas de mitigación en el sector.
Responsable	PEMEX
Actores involucrados	SEMARNAT
Apoyo internacional	Gobierno de Canadá
Fase	Diseño
Eléctrico	
Objetivo	Generación de energía solar
Responsable	CFE
Actores involucrados	SEMARNAT
Apoyo internacional	En negociación
Fase	Conceptualización

Adicionalmente, la SE y el CONACYT, a través del FINNOVA, apoyan el desarrollo de proyectos ejecutivos de NAMAs que garanticen reducciones significativas de emisiones de GEI, mismos que en una segunda etapa podrían ser evaluados para la obtención de apoyos públicos o privados destinados a su ejecución (Ver Sección V.1.7).

Análisis de las necesidades de capacidad e información para la futura implementación de Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en edificaciones.

El objetivo de este estudio, realizado en 2010 por ENTE S.C. para el INE, fue presentar un análisis de las capacidades y necesidades de información para medir, reportar y verificar las acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en edificaciones, que permitiera darles reconocimiento dentro de la CMNUCC y que fueran potencialmente recompensadas con créditos de carbono. Con ese propósito se analizó a un conjunto de metodologías internacionales para el monitoreo, evaluación, reporte, verificación y certificación (MERVC) aplicables a Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación en edificios.

En el documento se ponderan estas metodologías considerando las condiciones de México, específicamente en relación a aspectos de capacidad técnica, pero también bajo consideraciones relacionadas con la disponibilidad de información del parque de edificios existentes en México, sus principales características constructivas, su equipamiento, su localización y sus patrones de uso de energía.

Finalmente, muestra un conjunto de propuestas metodológicas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que se pueden aplicar en México para Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación en edificios.

## V.4.2 Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub>

El Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de CO<sub>2</sub> es una iniciativa de la SENER y de la CFE con el propósito de difundir entre la comunidad académica y la industria las bases económicas, científicas y técnicas de las tecnologías de captura, uso y almacenamiento de CO<sub>2</sub>.

El Atlas presenta un análisis de la economía de la energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético, así como un diagnóstico del estado de la tecnología a nivel internacional y en el país. La caracterización de los recursos incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> de sitios estacionarios y el potencial de almacenamiento evaluado en cuencas salinas profundas y lechos de carbón.

El Atlas delimita las zonas de inclusión y exclusión, con base en análisis geológicos de las actividades geotérmica, sísmica, tectónica y volcánica recientes. En las zonas de inclusión es factible encontrar acuíferos salinos profundos con potencial de recibir grandes cantidades de CO<sub>2</sub>. Por el contrario, en las zonas de exclusión no se considera conveniente, por el momento, localizar reservorios de agua salada para almacenar CO<sub>2</sub>, hasta que no se realicen estudios de tipo geológico, geofísico y geoquímico, que tomen en cuenta el riesgo geológico, para garantizar la permanencia de CO<sub>2</sub> en el subsuelo durante largos periodos de tiempo.<sup>121</sup>

<sup>121</sup> Disponible en <http://co2.energia.gob.mx/co2/atlas.html>

■ Figura V.21. Zonas de inclusión y exclusión



Fuente: Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de Carbono.

### V.4.3 Forzadores climáticos de vida corta

México realiza diversos esfuerzos para evaluar las emisiones y fomentar las medidas de mitigación de Forzadores Climáticos de Vida Corta (SLCF, por sus siglas en inglés): carbono negro, metano y ozono troposférico.

En este sentido, el INE auspició el estudio "Temas emergentes en el cambio climático: el metano y el carbono negro, posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación" (INE, 2011). Los objetivos de este estudio fueron: evaluar el estado del arte de la investigación; estimar las emisiones en México; diseñar un programa de investigación estratégica sobre las emisiones, la mitigación y los procesos atmosféricos de estos forzadores.

Como parte del estudio se realizó un taller con expertos técnicos y políticos para discutir las fuentes de emisión más importantes de metano y carbono negro en México, identificar los vacíos de información y desarrollar un programa estratégico de investigación (INE, 2011).

#### Acciones

México también está involucrado en esfuerzos internacionales para mitigar los forzadores climáticos de vida corta:

- Fue anfitrión de la Primera Reunión Ministerial en SLCF en septiembre del 2011.

- La Iniciativa Global de Metano<sup>122</sup> (IGM) fue puesta en marcha en la Ciudad de México en octubre de 2010 para avanzar en la cooperación global sobre el metano y para acelerar la implementación de las prácticas, y tecnologías para la reducción de emisiones.
- A través del INE, trabaja con el Methane Blue Ribbon Panel, desde la COP 15 en Copenhague, para promover un concepto que incluye un mecanismo de financiamiento rápido en metano (Fondo Global en Metano) dirigido a catalizar proyectos adicionales de mitigación de metano; esto incluye el lanzamiento inicial de un Prototipo de Fondo para el Financiamiento de Metano (PMFF, por sus siglas en inglés).
- Colaboró también con el PNUMA en dos reportes: Evaluación del carbono negro y el ozono troposférico, y la Evaluación de las opciones para la protección del clima a corto plazo y los beneficios de aire limpio.
- Es miembro fundador de “Coalición para el Clima y Aire Limpio para reducir los Contaminantes del Clima de Vida Corta”, creada en 2010, centrada en metano, carbono negro y los hidrofluorocarbonos de corta vida, la contaminación del aire y el agotamiento de la capa de ozono. México presidirá dos áreas focales: 1) Mitigar el carbono negro y otros contaminantes de la producción de ladrillo, y 2) Promover Planes Nacionales de Acción para los contaminantes del clima de vida corta. Los países integrantes de la Coalición son Bangladesh, Canadá, Colombia, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Ghana, Italia, Japón, Jordania, México, Nigeria, Noruega, Suecia, Reino Unido y Estados Unidos de América.

Se lleva a cabo un proyecto piloto en colaboración con el GEF y el PNUMA, que será ejecutado por el Molina Center for Energy and the Environment, en coordinación con el INE y con la participación de expertos mexicanos e internacionales en la ciencia y la política de los SLCF, para contribuir al desarrollo y la implementación de un

<sup>122</sup> Los países que firmaron esta iniciativa se comprometen a trabajar en cinco campos con el propósito de reducir las emisiones de metano en las actividades siguientes: petróleo y gas, minería, actividades agropecuarias, residuos sólidos urbanos y aguas residuales.

enfoque más integral y sostenible de la LEDES de México a través de una evaluación integrada de los SLCF y la demostración de políticas de mitigación específicas para la protección del clima a corto plazo y los co-beneficios en la eficiencia energética, la salud humana, la producción de cultivos y los ecosistemas (UNEP/WMO, 2012).

Se espera que los productos del proyecto piloto propuesto provean información al Inventario Nacional de Emisiones de GEI y al Inventario Nacional de Emisiones de México. En este proyecto se evaluarán diferentes fuentes clave de emisión de metano, carbono negro y otros co-contaminantes, las políticas sobre mitigación y sus costos/beneficios relativos y co-beneficios, así como los medios por los cuales los SLCF pueden ser integrados y posicionados dentro de los procesos existentes para el diseño de políticas públicas.

El Estudio de caso de la contaminación en la cuenca atmosférica Mexicali-Imperial Valley fue realizado en 2011 para el INE por la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC) y el Molina Center for Energy and the Environment (MCE2) (INE-FUMEC, 2011). El objetivo principal fue generar información técnica y científica, y su integración al proyecto Cal-Mex 2010,<sup>123</sup> a partir de un análisis de contaminantes en la región fronteriza de Mexicali. El estudio se enfocó en transporte e impacto de contaminantes atmosféricos, incluyendo las mediciones de metano y carbono negro, sus propiedades ópticas, físicas y químicas, mediante el uso de modelos atmosféricos para apoyar en el diseño e implementación de programas de mitigación de emisiones de GEI y en la calidad del aire a nivel local, regional y transfronterizo.

El estudio contribuyó a la comprensión de la importancia de las diferentes fuentes de emisión (urbano, quema de biomasa y fuentes naturales) y sus impactos en la calidad del aire y el clima a lo largo de la frontera entre México y Estados Unidos. Los productos genera-

<sup>123</sup> El proyecto de colaboración entre Estados Unidos y México denominado Cal-Mex 2010, llevado a cabo de mayo 15 a junio 30 del 2010, confirmó la presencia de altas concentraciones de carbono negro en la región y que la composición de la atmósfera se ve afectada significativamente por el transporte transfronterizo de contaminantes del aire.

dos fueron los primeros en su tipo en la región fronteriza Baja California-California, proporcionaron información científica relevante a los tomadores de decisiones para la identificación, implementación y evaluación de estrategias para la prevención y el control de los contaminantes atmosféricos y gases de efecto invernadero (INE, 2011).

Escenarios de mitigación de gases efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos

Estudio realizado por el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural (GIRA) para el INE en 2012, cuyo objetivo fue estimar el potencial de mitigación futura de gases de efecto invernadero (GEI) y de carbono negro derivado de la implementación masiva de opciones bioenergéticas eficientes en México a partir de 2009 hasta los años 2020 y 2030. Los resultados son una primera aproximación al tema.

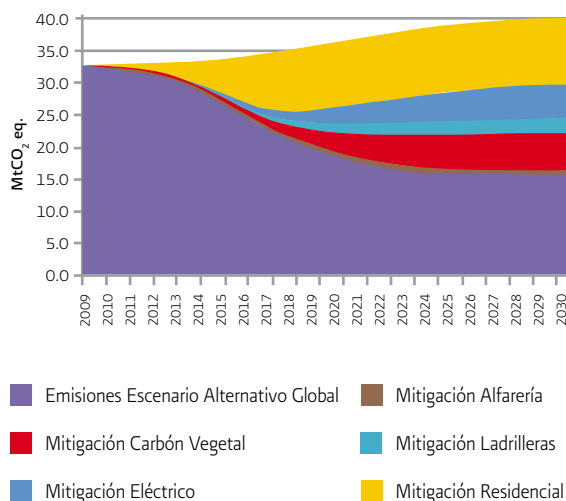
Dentro de este estudio se consideraron cinco opciones bioenergéticas eficientes para:

- La sustitución de fogones tradicionales por estufas eficientes de leña en el sector residencial.
- El remplazo de los hornos tradicionales de producción de carbón vegetal por hornos mejorados.
- La sustitución de los hornos tradicionales por hornos mejorados en ladrilleras que consumen biomasa.
- El remplazo de los hornos tradicionales por hornos eficientes de biomasa de alta temperatura en el sector alfarero.
- La sustitución de centrales eléctricas a gas y combustóleo por plantas de generación mediante la quema de biomasa.

El consumo energético es de 456 PJ y está conformado por el consumo de leña en los sectores residencial y pequeña industria, y del combustóleo utilizado para generación eléctrica. Las emisiones GEI en el año base son de 29 MtCO<sub>2</sub> eq. y 6,221 toneladas de carbono negro.

En la Figura V.22, se muestran los resultados del escenario base y el escenario alternativo.

■ Figura V.22. Evolución de la mitigación de emisiones de GEI y Carbono Negro por opción bioenergética



Fuente: INE, 2012.

## V.5 Investigación sobre escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero

Estudio "Programa Especial de Cambio Climático para el periodo 2012-2020 con acciones adicionales y análisis de potencial"

En el año 2011, coordinado por la SEMARNAT, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) desarrolló un estudio para estimar el potencial adicional de mitigación de las metas del PECC al 2020, en un escenario post 2012. Se basó en la formulación de escenarios tendenciales y supuestos de crecimiento para medidas específicas, y en los planes de las entidades responsables de su ejecución. El estudio concluye que la mitigación en 2020 podría alcanzar 195 MtCO<sub>2</sub> eq., al incorporar el potencial adicional de las medidas bajo estudio. Lo anterior requeriría la entrada en vigor de algunas normas, el incremento sustancial en el nivel de ambición de diversos programas, la implementación del mecanismo REDD+, y la incorporación de plantas de generación de energía eléctrica con tecnologías limpias. Se concluye

que es necesario incorporar 17 acciones adicionales equivalentes a 46.5 MtCO<sub>2</sub> eq. en 2020, y una combinación de NAMAs, para alcanzar las metas aspiracionales al 2020 y 2050.

En 2010, el IMCO llevó a cabo el estudio “Desarrollo e implementación de una metodología para medir la rentabilidad en el corto, mediano y largo plazos de los componentes del Programa Especial para Cambio Climático en el periodo 2013-2020-2030”, que se refiere al análisis de algunas medidas. Adicionalmente, elaboró una “Calculadora para acciones de mitigación”, la cual permite calcular las tasas de retorno de las principales metas del PECC bajo diversos supuestos, como una herramienta para el diseño de las futuras metas de un Programa Especial de Cambio Climático.<sup>124</sup>

## V.6 Investigaciones sobre oportunidades y barreras para las acciones de mitigación

### Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Análisis económico robusto para el desarrollo de estrategias de bajas emisiones para México. Análisis de bienestar: Un enfoque de equilibrio general computable.

Estudio realizado por la Facultad de Economía de la UNAM, que calcula el efecto de aplicar un impuesto a la demanda de combustibles fósiles sobre el bienestar y la distribución del ingreso de la economía mexicana. Se desarrollaron dos modelos de equilibrio general computable, uno estático, que evalúa el efecto distributivo de un impuesto de manera simultánea y no simultánea a todos los energéticos; y otro dinámico, que evalúa el efecto en el tiempo de aplicar un impuesto a la refinación

<sup>124</sup> Los estudios en desarrollo y la calculadora estarán disponibles en <http://www.cambioclimatico.gob.mx/>

del petróleo manteniendo una línea base en la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. El estudio concluye que para optimizar la política fiscal y minimizar el costo social de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la aplicación de un impuesto, se deben tomar en cuenta los efectos distributivos de gravar los diferentes bienes energéticos, adecuar la regulación e incentivar el cambio tecnológico.

Escenarios de la demanda de energía y crecimiento económico (Estrategia para una economía baja en carbono)

Estudio realizado por la Facultad de Economía de la UNAM, que analiza y construye trayectorias de la demanda de energía total y sectorial para México en el periodo de 2010 a 2050. Utiliza modelos econométricos sobre la demanda de energía, al considerar diferentes escenarios sobre los precios relativos de la energía y el crecimiento económico con un enfoque “de arriba hacia abajo”. El estudio concluye que el consumo de energía y la producción en México muestran una fuerte dependencia, mientras que los movimientos en los precios no influyen de manera importante en su trayectoria a largo plazo.

Low carbon development strategy for Mexico: An input-output analysis

Estudio realizado por la Facultad de Economía de la UNAM para la SEMARNAT, con el apoyo técnico del PNUMA y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD), y financiado por los gobiernos de Noruega y de Francia. Se identifican las condiciones para alcanzar la meta de reducción de emisiones de 30% para 2020 con respecto al 2002, bajo diferentes escenarios de crecimiento del PIB. En el estudio se desarrolló un modelo económico de insumo-producto o de análisis estructural con el que se analizan los efectos de un cambio tecnológico sectorial, en el periodo de 2008 a 2020.

Finanzas públicas y cambio climático en México

Estudio realizado por la Facultad de Economía de la UNAM, que analiza los impactos del cambio climático

sobre las finanzas públicas y sus posibles consecuencias en el contexto de una reforma fiscal verde en México; simula las consecuencias de una política impositiva o de subsidios en la trayectoria del consumo sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y las finanzas públicas, atendiendo al consumo de gasolina y diesel, y el consumo de electricidad residencial e industrial; identifica las relaciones que se establecen entre las actividades económicas y los ingresos recaudados para estimar posibles impactos de pérdida de ingresos públicos. El estudio concluye que existe la necesidad de una reforma fiscal verde que incluya aspectos de cambio climático, en la que se eliminen los subsidios perniciosos para el medio ambiente y se reestructuren o creen impuestos verdes.

Escenarios de cambios de uso de suelo hacia una economía baja en emisiones

Estudio realizado por la Facultad de Economía de la UNAM, que identifica los principales impulsores del pro-

ceso de cambio de uso de suelo, así como el potencial de mitigación del sector para analizar la efectividad de las políticas públicas de control y reducción de emisiones de carbono, buscando maximizar las oportunidades de mitigación del país y el desarrollo económico de comunidades marginadas. Para simular el comportamiento de las emisiones del suelo agrícola asociadas a fertilizantes se utilizó un modelo de cointegración; para simular el cambio de uso de suelo por actividades agropecuarias y forestales se utilizaron modelos econométricos de datos panel, de sección cruzada y de ecuaciones simultáneas.

### Centro Mario Molina para Estudios Estratégicos sobre Energía y Medio Ambiente, A.C.

El CMM realizó los siguientes estudios en estrategias de bajo carbono (Cuadro V.47).

■ Cuadro V.47. Estudios realizados por el Centro Mario Molina sobre estrategias bajas en emisiones

2009		
Investigación	Descripción	Recursos
Modelos integrales de economía y cambio climático. La ruta de México hacia una economía sustentable de alta eficiencia energética y baja intensidad de carbón	Su objetivo fue el diseño de la ruta de México hacia una economía de baja intensidad de carbón. Se evaluó el estado del arte de las tecnologías de mitigación, la normatividad internacional para atender el problema del cambio climático y los instrumentos económicos asociados. Se analizaron impactos económicos en México y repercusiones globales de políticas en Norteamérica.	SENER
2010		
Estrategias regionales y sectoriales para lograr un desarrollo sustentable y de baja intensidad de carbono en México	Su objetivo se centró en la estimación del potencial de mitigación y las necesidades de adaptación del país a nivel regional y sectorial, identificando y documentando estrategias de acción y proyectos específicos. Se cubrieron los sectores más dinámicos de la economía nacional: transporte (vehículos ligeros) y construcción (edificios comerciales) así como cinco regiones que cubren el 50% del territorio nacional: Región Sur, Golfo de México, Golfo de California, Centro del país y Península de Yucatán.	CONACYT



2011		
Estrategias regionales y sectoriales para lograr un desarrollo sustentable de baja intensidad de carbono en México. PARTE DOS	<p>Su objetivo fue la estimación del potencial de mitigación y las necesidades de adaptación del país a nivel regional y sectorial, identificando y documentando estrategias de acción y proyectos específicos.</p> <p>Se cubrieron los sectores más dinámicos de la economía nacional: transporte (vehículos pesados) y construcción (escuelas, hospitales, hoteles y centros comerciales) así como las cuatro regiones restantes del territorio nacional: Bajío, Frontera Norte, Occidente y Pacífico.</p>	Presupuesto Federal transferido al CMM a través de CONACYT

Fuente: CMM, 2012.

## Instituto Nacional de Ecología

Estudio para la identificación y eliminación de barreras para la implementación de medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación al cambio climático

Este estudio fue elaborado en el 2009 por el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA). Se establecen las principales barreras en el marco legal de México para la instrumentación de medidas para la mitigación de GEI y la adaptación al cambio climático dentro de los sectores prioritarios, y se propone a través de un análisis, las formas de solventarlas, a fin de coadyuvar al alcance de las metas establecidas en México en este tema.

El trabajo se orientó a los sectores estratégicos tanto para las medidas de mitigación como para acciones de adaptación. En el caso de la mitigación el enfoque se basó en la selección de acciones que reduzcan las emisiones dentro de los principales sectores emisores, como son: generación y uso de energía, transporte, forestal, residuos sólidos urbanos y agricultura, siendo algunas de las medidas propuestas costo-efectivas, es decir, que no requerirían de grandes gastos de inversión, pero que sí tendrían una reducción importante de emisiones. Para adaptación, se revisaron los sectores más importantes en términos de seguridad alimentaria, seguridad hídrica, protección de la biodiversidad y protección a la salud pú-

blica, amenazados por los impactos derivados del cambio climático.

Se realizó un análisis del marco jurídico e institucional vigente, así como de planes, programas, leyes y demás políticas relacionadas con el cambio climático, y se detectaron las debilidades y barreras para su instrumentación dentro de los sectores prioritarios para la mitigación y adaptación. Para cada sector se emitieron una serie de recomendaciones y se generaron las propuestas puntuales de modificaciones y adiciones al marco vigente.

Estudio para la identificación y eliminación de barreras legales para la implementación de medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y para hacer frente a los impactos potenciales del cambio climático en México

Este estudio, realizado por CEMDA en el 2012 para el INE con fondo del GEF, tuvo como objetivo el integrar un paquete de propuestas concretas de reformas al marco legal vigente, incluyendo las iniciativas de ley en curso, relacionadas con la implementación de medidas de mitigación de emisiones de GEI y para hacer frente a los impactos del cambio climático.

Se estableció que este paquete de propuestas fuera útil para promover reformas legislativas que actualmente impiden la implementación efectiva de las medidas de

mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al cambio climático.

El paquete normativo se integró a partir de la retroalimentación que se obtuvo de la socialización con expertos de cada sector, de las reformas propuestas en el estudio realizado en el 2009 por CEMDA para el INE,

así como de las iniciativas de ley vigentes relacionadas con el tema y del consenso que se logró de acuerdo a la pertinencia de cada propuesta adoptada.

En el Cuadro V.48 se muestran las leyes que serían modificadas por las propuestas para cada sector.

■ Cuadro V.48. Propuestas de CEMDA de modificaciones a instrumentos

Sector	Leyes a modificar
Generación de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.</li> </ul>
Uso de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y su Reglamento.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley Aduanera.</li> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</li> <li>• Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.</li> </ul>
Cambio de uso de suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley Agraria.</li> <li>• Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.</li> <li>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</li> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.</li> </ul>
Residuos sólidos urbanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.</li> </ul>
Agua (recursos hídricos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Aguas Nacionales.</li> <li>• Ley de Vivienda.</li> </ul>
Costas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar de la Ley General de Bienes Nacionales.</li> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.</li> </ul>
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General de Vida Silvestre.</li> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</li> <li>• Ley General de Cambio Climático.</li> </ul>
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Desarrollo Rural Sustentable.</li> <li>• Ley Agraria.</li> <li>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</li> </ul>
Salud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General de Salud.</li> </ul>

## Diagnóstico y evaluación de los esquemas financieros para proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero

Estudio realizado en el 2012 por la consultora MGM Innova con fondos del GEF para el INE, cuyo objetivo fue realizar un diagnóstico, una evaluación costo-beneficio y el análisis de los esquemas de financiamiento existentes y a futuro, y su impacto en las acciones de mitigación de GEI dentro y fuera de los mecanismos establecidos por la CMNUCC.

Adicionalmente, en este estudio se proponen arreglos institucionales para la obtención de oportunidades de nuevos esquemas de financiamiento.

## V.7 Conclusiones

México avanza con pasos decisivos hacia un crecimiento bajo en emisiones, las acciones llevadas a cabo en los diferentes sectores y órdenes de gobierno así lo indican.

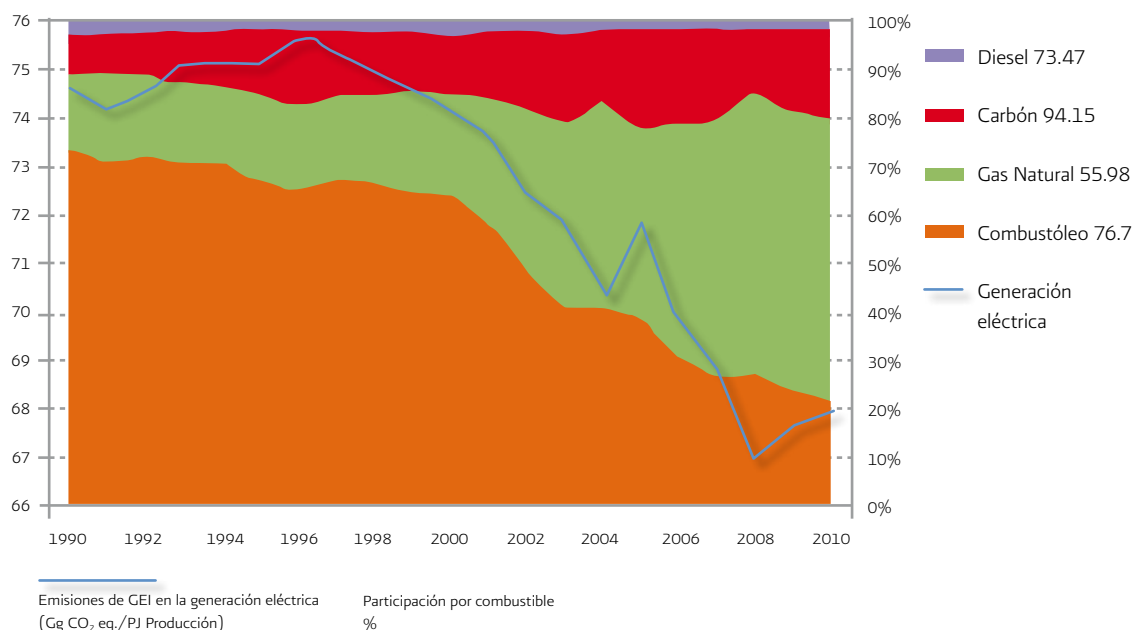
Desde mediados de los años 90 ha habido un cambio de combustible generalizado de combustóleo a gas natural para la generación eléctrica. Esto ha ocasionado que las emisiones de GEI por cada unidad de energía generada hayan disminuido en un 9% de 1990 a 2010.

Los avances incluyen la consolidación del marco legal con la LGCC, que señala las atribuciones en los diferentes órdenes de gobierno y establece las metas en materia de mitigación; las acciones de los gobiernos federal, estatal y municipal para contribuir con los esfuerzos internacionales de mitigación a través del PECC y otros instrumentos; así como las iniciativas que de manera voluntaria realizan el sector privado y las Organizaciones de la Sociedad Civil.

Adicionalmente, a nivel nacional y subnacional se continúa el proceso de fortalecimiento de capacidades y se realizan investigaciones que ayudan al país a identificar áreas potenciales para la mitigación de emisiones, barreras para la implementación de medidas, necesidades tecnológicas y de financiamiento.

El país ha transitado hacia una matriz energética más limpia, disminuyendo el consumo de combustibles fósiles

■ Evolución de las emisiones de GEI de la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles



Fuente: elaboración propia con información del SIE-SENER e INEGI 2010.

les mediante la migración a gas natural, que conlleva la reducción de la intensidad de carbono en la generación eléctrica nacional. Se cuenta con proyectos para mejorar la eficiencia energética en la generación y su incremento a partir de fuentes de energías más limpias.

A partir de la Estrategia Nacional de Energía y disposiciones técnicas de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) se ha minimizado la quema y venteo de gas natural.

Se ha incrementado la eficiencia energética en el consumo doméstico, comercial e industrial, a través de acciones que promueven el uso sustentable de la energía, tales como: regulaciones, sustitución tecnológica, certificación y programas para la mejora de prácticas.

Las emisiones relacionadas al uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura se han reducido en los últimos diez años gracias a intervenciones en los sectores forestal y agropecuario.

México tiene retos muy importantes por delante, entre los que se encuentran:

- La creciente motorización y la necesidad del ordenamiento territorial urbano.
- El incremento en el consumo y los subsidios energéticos.
- El incremento en la generación de residuos sólidos urbanos y las limitaciones en su adecuado manejo, y
- Las tensiones sobre los ecosistemas naturales de México.

Por lo anterior es necesario desarrollar un portafolio de medidas integrales para la descarbonización de la economía.

## V.8 Referencias

- AEAAE, 2012. Información proporcionada por la Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación al INE, julio de 2012.
- Atlas Mexicano de Almacenamiento Geológico de Carbono. <http://co2.energia.gob.mx/co2/atlas.html>
- CCMSS, 2012. Información proporcionada por el Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible al INE.
- CEAMA, 2012. Información proporcionada por la Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente de Morelos, junio de 2012.
- CEDES, 2012. Información proporcionada por la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora, mayo de 2012.
- CESPEDES, 2012. Información proporcionada por CESPEDES, junio de 2012.
- CFE, 2012. Información proporcionada por la CFE, mayo de 2012.
- CICC, 2009. Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012. México. 98 p.
- CMM, 2012. Información proporcionada por el CMM al INE, abril de 2012.
- CMNUCC, 2012. <http://cdm.unfccc.int/Projects/proj-search.html>
- CMPML, 2012. Información proporcionada por el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia al INE, julio 2012.
- CONABIO, 2012. Información proporcionada por CONABIO al INE, abril de 2012.
- CONACYT, 2012. Información proporcionada por CONACYT al INE, julio de 2012.
- CONAFOR, 2012. Información proporcionada por CONAFOR al INE, mayo de 2012.
- CONANP, 2012. Información proporcionada por CONANP al INE, mayo de 2012.
- CONANP: <http://cambioclimatico.conanp.gob.mx/>
- CONAVI, 2012. Información proporcionada por CONAVI al INE, mayo de 2012.
- CONUEE [http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod\\_gei\\_cons\\_evit.pdf](http://www.conuee.gob.mx/work/files/metod_gei_cons_evit.pdf)

- CONUEE, 2012. Información proporcionada por CONUEE al INE, mayo de 2012.
- CRE, 2012. Información proporcionada por CRE al INE, mayo del 2012.
- CTS, 2012. Información proporcionada por CTS-EMBARO al INE, junio de 2012.
- DGIPEA, 2012. Información proporcionada por la Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental-INE.
- ENTE, Información proporcionada por ENTE al INE, agosto de 2012.
- FAO, 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [www.fao.org.mx]
- FIDE, 2012. Datos proporcionados por FIDE al IN, abril de 2012.
- FIRA, 2012. Información proporcionada por FIRA al INE, abril de 2012.
- FIRCO, 2012. Información proporcionada por FIRCO al INE, agosto de 2012.
- GREENPEACE, 2012 Información proporcionada por GREENPEACE al INE, julio de 2012.
- ICLEI, 2012. Información proporcionada por ICLEI, mayo de 2012.
- IEEDSEO, 2012. Información proporcionada por el Instituto Estatal de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca, junio de 2012.
- IIEG, 2012. Información proporcionada por el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, abril de 2012.
- IIE, 2012. Información proporcionada por IIE al INE, mayo de 2012.
- II-UNAM, 2012. Información proporcionada por II-UNAM al INE, junio del 2012.
- IMP, 2012. Información proporcionada por la IMP al INE, abril de 2012.
- IMT, 2012. Información proporcionada por la IMT al INE, abril de 2012.
- INE, 2010. México, Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional.
- INE, 2011. Temas emergentes en el cambio climático: el metano y el carbono negro, posibles co-beneficios y desarrollo de planes de investigación, Coordinado por L.T. Molina y L.G. Ruiz Suarez, 2011.
- INE, 2012. Información generada en el INE y/o proporcionada en 2012.
- INE-FUMEC, 2011. Estudio de caso de la contaminación en la Cuenca Atmosférica Mexicali-Imperial Valley.
- INFONAVIT, 2012. Información proporcionada por la INFONAVIT al INE, abril de 2012.
- INIFAP, 2012. Información proporcionada por INIFAP al INE, abril de 2012.
- IPN, Programa Ambiental 2012. Información proporcionada por IPN al INE, junio de 2012.
- PEMEX, 2012. Informe de responsabilidad social. Información proporcionada por PEMEX al INE, mayo de 2012.
- PNUD, 2012. Información proporcionada por PNUD al INE, mayo del 2012
- Presidencia de la República, 2012. Sexto Informe de Gobierno. México, 2012. [http://www.informe.gob.mx/pdf/INFORME\\_ESCRITO/04\\_CAPITULO\\_DESARROLLO\\_SUSTENTABLE/4\\_06\\_Cambio\\_C](http://www.informe.gob.mx/pdf/INFORME_ESCRITO/04_CAPITULO_DESARROLLO_SUSTENTABLE/4_06_Cambio_C)
- PROFEPA, 2012. Información proporcionada por la dependencia al INE.
- PROMÉXICO, 2012. Información proporcionada por PROMÉXICO al INE, junio de 2012.
- PRONATURA, 2012. Información proporcionada por PRONATURA al INE, agosto de 2012.
- SAGARPA, 2012. Información proporcionada por SAGARPA al INE, abril de 2012.
- SCT, 2012. Información proporcionada por la SCT al INE, mayo de 2012.
- SE, 2012. Información proporcionada por SE, abril de 2012.
- Secretaría de Energía. <http://www.energia.gob.mx/res/O/Prog%20Introd%20Bioen.pdf>
- SECTUR, 2012. Información proporcionada por SECTUR para el INE. Mayo de 2012.
- SEDESNL, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Sustentable de Nuevo León al INE, abril de 2012.
- SEDESOL, 2012. Información proporcionada por SEDESOL al INE, mayo de 2012.

- SEDUMA, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Tamaulipas, mayo de 2012.
- SEDUMAY, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente del Estado de Yucatán, abril de 2012.
- SEGASLP, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental de San Luis Potosí, abril de 2012.
- SEMAC, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Coahuila, mayo de 2012.
- SEMADSI, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable del Estado de Jalisco, abril del 2012.
- SEMAHN, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente, Vivienda e Historia Natural del Estado de Chiapas al INE., abril de 2012.
- SEMAQR, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo, mayo de 2012.
- SEMARNAT, 2012. Información proporcionada por la SEMARNAT, mayo de 2012.
- SENER, 2012. Información proporcionada por SENER al INE, abril de 2012.
- SERNAMA, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Estado de Durango al INE, mayo de 2012.
- SESAOT, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Sustentabilidad Ambiental y Ordenamiento Territorial del Estado de Puebla, mayo de 2012.
- SHCP, 2012. Información proporcionada por SHCP al INE, julio del 2012.
- SMAAS, 2012a. Información proporcionada por la Secretaría de Medio Ambiente y Aprovechamiento Sustentable del Estado de Campeche, mayo de 2012.
- SMADF, 2012b. Programa de Acción Climática de la Ciudad de México 2008-2012.
- SMADF, 2012a. Información proporcionada por Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal, septiembre de 2012.
- SPABC, 2012. Información proporcionada por la Secretaría de Protección al Ambiente del Estado de Baja California al INE, mayo de 2012.
- SMARN, 2012. Información proporcionada por la Subsecretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Sinaloa, abril de 2012.
- UNEP/WMO, 2012. An Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone: Summary for Decision Makers, pp 38. [http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/BlackCarbon\\_SDM.pdf](http://www.unep.org/dewa/Portals/67/pdf/BlackCarbon_SDM.pdf)



# VI. Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención

## VI.1 Avances en la integración del tema de cambio climático en las políticas sociales, ambientales y económicas en México

La política mexicana en materia de cambio climático se basa en los preceptos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su Protocolo de Kioto. En su calidad de país No Anexo I, México ha desarrollado instrumentos de política y herramientas legales para el cumplimiento de sus compromisos dentro de la Convención y el Protocolo (SRE, 2012).

El cambio climático es un tema transversal que debe integrarse en las políticas públicas y actividades en todos los órdenes gubernamentales y sectores económicos. México avanzó en ambos aspectos:

- La integración vertical del tema en las agendas y actividades estatales y municipales; y
- La integración horizontal en las diferentes dependencias de la Administración Pública Federal y en el sector privado.

También se integró el tema de cambio climático en la agenda de derechos humanos, en especial en la de los pueblos indígenas y en la de género.

### VI.1.1 Integración del tema cambio climático en el marco legal de la Federación

La Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 6 de junio de 2012, impulsa de manera importante la integración del cambio climático en las políticas públicas. Otras leyes que integran el tema de manera explícita o el de sustentabilidad ambiental, se presentan en el Cuadro VI.1.

### VI.1.2 Integración vertical

#### Acciones a nivel estatal

Las entidades federativas y los municipios muestran avances en el desarrollo de sus propias acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de adaptación a los impactos del cambio climático, a través del Programa Estatal de Acción ante el



■ Cuadro VI.1. Principales leyes federales relevantes para el cambio climático y la sustentabilidad ambiental

Leyes que integran el tema cambio climático explícitamente	Leyes que integran el tema de sustentabilidad ambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (1988; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley General de Vida Silvestre (2000; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2003; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (2008).</li> <li>• Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2008).</li> <li>• Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (2008; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de Cooperación Internacional para el Desarrollo (2011).</li> <li>• Ley General de Protección Civil (2012).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ley de Planeación (1983; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley General de Salud (1984; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de Aguas Nacionales (1992; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley Agraria (1992; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley General de Asentamientos Humanos (1993; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2001; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (2005).</li> <li>• Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (2007; última reforma: 2012).</li> <li>• Ley de la Comisión Nacional de Hidrocarburos (2008).</li> <li>• Ley General de Turismo (2009; última reforma: 2011).</li> </ul>

Fuente: SFP, 2012.

Cambio Climático (PEACC) y el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) de ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad. La instauración de comisiones intersecretariales u oficinas para la atención del tema de cambio climático también es un avance relevante en la integración vertical del mismo (ver Capítulo II).

Desde 2008, el Instituto Nacional de Ecología (INE) coordina, capacita y supervisa procesos sobre la elaboración de PEACC. En 2009, en colaboración con la Universidad Veracruzana y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, el INE publicó la *Guía para la elaboración de Planes Estatales de Acción ante el Cambio Climático*, que incluye los lineamientos básicos para elaborar un PEACC (INE-UV-CCA/UNAM, 2009).

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) ha realizado valiosos esfuerzos, tales como la inclusión de elementos de transversalidad en instrumentos de política por ejemplo, los programas estatales de cambio climático y el fortalecimiento de capacidades estructurales a través de la instauración de oficinas de cambio climático en los gobiernos estatales. Otra línea de trabajo ha sido la asesoría en proyectos de

mitigación de cambio climático mediante acciones de eficiencia energética en iluminación de alumbrado público. Algunas de las entidades con las que ha trabajado de manera directa en estos temas son Coahuila, Puebla, Chiapas, Veracruz, Guerrero, Jalisco y Sonora.

En 2010 se estableció la Comisión Regional de Cambio Climático entre los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, mismos que firmaron la Declaratoria para la Acción Conjunta ante el Cambio Climático en la Península de Yucatán. Esta Comisión concentra sus esfuerzos en tres proyectos:

- Estrategia Regional de Adaptación al Cambio Climático de la Península de Yucatán;
- Programa Regional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) en la Península de Yucatán;
- La creación del Fondo para la Acción Climática de la Península de Yucatán.<sup>1</sup>

Las acciones sobre cambio climático en los estados

<sup>1</sup> Disponible en <http://cambioclimatico.yucatan.gob.mx/agendas-cambioclimatico/comision-regional-cambio-climatico.php>

son apoyados por actores diversos como: la SEMARNAT, el INE y otras dependencias del Gobierno Federal; la sociedad civil; las instituciones académicas nacionales y locales; instituciones de cooperación bilateral y multilateral como el Banco Mundial (BM), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), la Embajada Británica en México, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA), la Agencia

Alemana de Cooperación Internacional (GIZ), la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) y la Agencia Francesa para el Desarrollo (AFD), entre otros.

### Acciones a nivel municipal

Se impulsa el desarrollo de los Planes de Acción Climática Municipal a través del financiamiento de la Embajada Británica en México, la implementación de ICLEI-Go-

■ Cuadro VI.2. Avances en los programas municipales de acción ante el cambio climático a julio de 2012

Municipios con avances de más de 60%	Municipios con avances entre 40 y 60%	Municipios con un avance de menos de 40%	Municipios que están iniciando el proceso o cuyo proceso se encuentra detenido <sup>2</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes: Aguascalientes.</li> <li>• Hidalgo: Atotonilco, Tepeji del Río, Tepetitlán.</li> <li>• Jalisco: Guadalajara, Zapopan.</li> <li>• Quintana Roo: Cozumel.</li> <li>• Sinaloa: Culiacán.</li> <li>• Veracruz: Xalapa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes: San Francisco de los Romo.</li> <li>• Hidalgo: Atitalaquia.</li> <li>• Oaxaca: Oaxaca de Juárez.</li> <li>• Puebla: Puebla.</li> <li>• Veracruz: Tlilapan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes: Calvillo, Cosío, Rincón de Romos.</li> <li>• Chiapas: Cintalapa.</li> <li>• Estado de México: Naucalpan, Tlalnepantla.</li> <li>• Guanajuato: Celaya, San Luis de la Paz, Abasolo.</li> <li>• Hidalgo: Tlaxcoapan, Tula de Allende, Tezontepec, Tlahuelilpan.</li> <li>• Morelos: Temixco.</li> <li>• Nuevo León: San Nicolás de los Garza.</li> <li>• Sinaloa: Concordia.</li> <li>• Veracruz: Poza Rica, Tecolutla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aguascalientes: El Llano, San José de Gracia, más los restantes municipios del estado.</li> <li>• Baja California: Tecate, Rosarito, Ensenada, Tijuana, Mexicali.</li> <li>• Campeche: Calkiní, Campeche, Champotón, Ciudad del Carmen, Palizada.</li> <li>• Chihuahua: El Nogal.</li> <li>• Chiapas: Tuxtla Gutiérrez.</li> <li>• Durango: Durango.</li> <li>• Estado de México: Toluca, más los restantes.</li> <li>• Guanajuato: Doctor Mora, San José de Iturbide, Romita.</li> <li>• Hidalgo: Huejutla, Tulancingo. Pachuca.</li> <li>• Morelos: Cuernavaca, Cuautla, Tequesquitengo</li> <li>• Quintana Roo: Bacalar, Benito Juárez (Cancún), Othón P. Blanco, Solidaridad</li> <li>• Sinaloa: 18 municipios</li> <li>• Sonora: Nogales.</li> <li>• Tamaulipas: Matamoros.</li> <li>• Veracruz: La Antigua, Teocelo, Atzacapan, La Perla, Orizaba, Fortín, Córdoba, Nogales, Camerino Z. Mendoza.</li> <li>• Yucatán: Mérida.</li> </ul>

Fuente: ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, 2012.

<sup>2</sup> El proceso en algunos municipios se encuentra detenido por cambio de presidente municipal.

biernos Locales por la Sustentabilidad y el apoyo técnico del INE. Las actividades se realizan en varias etapas: en la primera fase (concluida en el primer semestre de 2012) se iniciaron los trabajos relacionados con la guía para elaborar el programa municipal de acción ante el cambio climático; en enero de 2012 se puso en marcha el primer grupo de municipios; en abril, el segundo grupo y a partir de julio se integró el tercer grupo. El Cuadro VI.2 muestra los avances en la elaboración de los programas en estos municipios.

### VI.1.3 Integración horizontal

#### Acciones a nivel federal

Los temas de mitigación y adaptación fueron explícitamente integrados en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) y en los programas sectoriales para el mismo periodo de las secretarías que forman parte de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). El Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC) establece acciones de mitigación y adaptación en la Administración Pública Federal (Ver Capítulos II, III y V).

#### Acciones en el sector privado

El sector privado juega un papel importante para fomentar la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la adaptación al cambio climático.

El Consejo Coordinador Empresarial (CCE), a través de la Comisión de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES), es parte del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD, por sus siglas en inglés). En 2009, el CESPEDES publicó el documento "Cambio Climático: Oportunidad para el Sector Empresarial. Visión del Sector Empresarial Mexicano sobre el Cambio Climático", que fue resultado de un proceso de reflexión, análisis y diálogo sobre el tema de cambio climático y su relación con el sector empresarial (CESPEDES, 2010) (Ver Capítulo V).

En 2010 la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. (EMA) lanzó el Programa de Acreditación de Organismos Verificadores/Validadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Los organismos deben cumplir con las Normas Mexicanas NMX-SAA-14064-IMNC-2007 y NMX-SAA-14065-IMNC-2008<sup>3</sup> para ser acreditados. Estas normas especifican los procedimientos para verificar y/o validar la reducción de emisiones de GEI. Al 12 de julio de 2012, México contaba con dos organismos verificadores/validadores de emisiones de GEI (EMA, 2012).

Las confederaciones o cámaras industriales también han creado comisiones de trabajo en sustentabilidad ambiental y cambio climático a partir de diversos programas que las dependencias federales como la SEMARNAT, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) han establecido para promover que las empresas mejoren su competitividad a través de un mejor desempeño ambiental, entre otros (PROFEPA/SEMARNAT, 2012; COPAR-MEX-SEMARNAT-CONAGUA, 2012).

### VI.1.4 La integración del tema de género en las políticas de cambio climático

El diseño institucional existente para la inclusión del enfoque de género en materia de cambio climático en México, es incipiente. En los dos últimos años es cuando se registra un mayor impulso al respecto, interés que se empata con la realización en México de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP 16), celebrada en 2010.

En este marco, la SEMARNAT desarrolló una serie de acciones dentro de la Estrategia Nacional de Género y Cambio Climático para institucionalizar la perspectiva de género en las políticas climáticas:

- En 2009 se reimprimió la Guía de recursos de género para el cambio climático, elaborada en coordina-

<sup>3</sup> Las normas NMX son equivalentes a los estándares ISO 14064:2006 e ISO 14065:2007.

ción con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

- Declaratoria Mexicana sobre Género y Cambio Climático (2010).
- Foro Internacional “La Dimensión de Género en el Cambio Climático y la Gestión Integral de Riesgos de Desastres” (2010).
- En 2011 y 2012, en los subsidios a grupos de mujeres del Programa Hacia la Igualdad de Género y la Sustentabilidad Ambiental (PROIGESAM), se incorporaron categorías para otorgar apoyos a proyectos que promueven el uso de ecotecnias, manejo sustentable y conservación de recursos naturales en apoyo a la mitigación y la adaptación al cambio climático. La Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia (UCPAST) de la SEMARNAT informó que en 2011 se apoyaron 122 proyectos, de los cuales 59% estuvieron orientados a mitigación y 41% a adaptación; el presupuesto total fue de 11.7 millones de pesos. En 2012 se apoyaron 209 proyectos, 51% de mitigación y 49% de adaptación, y el presupuesto total fue aproximado a 21.5 millones de pesos (UCPAST/SEMARNAT, 2012).

Además, bajo la premisa del trabajo de vinculación, durante 2010 se formuló la Agenda de Trabajo del Gobierno de México en Materia de Género, Medio Ambiente y Cambio Climático, resultado de un esfuerzo interinstitucional de la SEMARNAT; la Coordinación General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación (SEGOB); el PNUD y el Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES). La Agenda se elaboró a partir de una serie de consultas, talleres estatales, encuentros nacionales, foros internacionales y eventos paralelos a la COP 16, donde mujeres y hombres manifestaron su interés y compromiso por incorporar el tema de género y cambio climático en el debate internacional.

El Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres con Perspectiva de Género, del INMUJERES, establece dos rubros temáticos generales para llevar a cabo acciones concretas: gestión integral del riesgo y cambio climático. Cada uno desarrolla tres líneas de acción: sensibilización y fortalecimiento de capacidades; coor-

dinación y vinculación interinstitucional, y promoción y difusión (INMUJERES, 2012).

El Seminario sobre género y cambio climático, impulsado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Programa Universitario del Medio Ambiente, en colaboración con el Programa de Investigación en Cambio Climático (PINCC) de la UNAM, busca crear un diálogo interdisciplinario entre expertos/as de la academia y la sociedad civil de ambos campos (cambio climático y género) con el fin de avanzar en la identificación de líneas de investigación y en la formulación de políticas públicas en las áreas relacionadas con la salud, la seguridad alimentaria, energía, agua y bosques.

A nivel estatal, en 2011 la Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del estado de Tabasco publicó la Agenda de género ante el cambio climático para el estado de Tabasco, con el objetivo de “ser una guía para la acción de la política pública sobre cambio climático con perspectiva de género” (Salazar, R. H., 2012). En Oaxaca, las preocupaciones de varios grupos de interés (mujeres e indígenas, entre otros) se integraron en el proceso de elaboración del Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático a través de la Declaratoria del Primer Foro Estatal de Cambio Climático, que se realizó en octubre de 2011.

Se espera que con la Ley General de Cambio Climático, que establece también la integración de la equidad de género y de la representación de las poblaciones más vulnerables al cambio climático en los procesos de planeación de los estados (artículo 71), se promuevan aún más los avances en los temas mencionados.

## VI.2 Investigación sobre cambio climático y observación sistemática

### VI.2.1 Actores de la investigación

#### Número de personas expertas y distribución

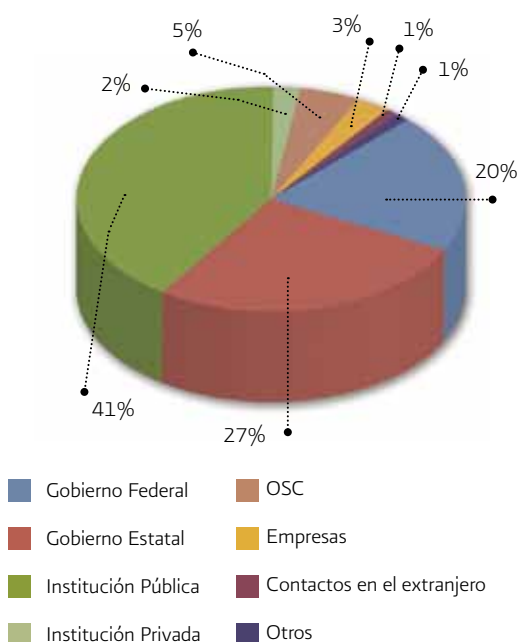
Mediante el envío de 1,839 encuestas por correo electrónico y la consulta telefónica, se realizó la actualización a 2012 del padrón de interesados/as e instituciones científicas y técnicas en materia de variabilidad y cambio climático en México. Este ejercicio de actualización sólo comprende a las personas que respondieron el cuestionario o la llamada telefónica. Por ser la mejor

información disponible a la fecha, a continuación se resumen los resultados de la encuesta.

Se identificaron 1,267 personas involucradas en el tema (70% hombres y 30% mujeres) que laboraban en 252 instituciones tanto públicas como privadas; esto significó 45% más que el padrón de 2008 y el doble de instituciones que atienden el tema de cambio climático.

La contribución al padrón fue el siguiente: instituciones gubernamentales federales y estatales representaron en conjunto 47% del padrón; instituciones públicas, 42%; especialistas en empresas, 3%; organismos de la sociedad civil, 5%, e instituciones privadas, 2%. El resto del padrón lo constituyen consultores independientes o pertenecientes a cámaras y asociaciones, así como a instituciones extranjeras pero que trabajan en el tema para México.

■ Figura VI.1. Distribución de personas involucradas en temas de cambio climático

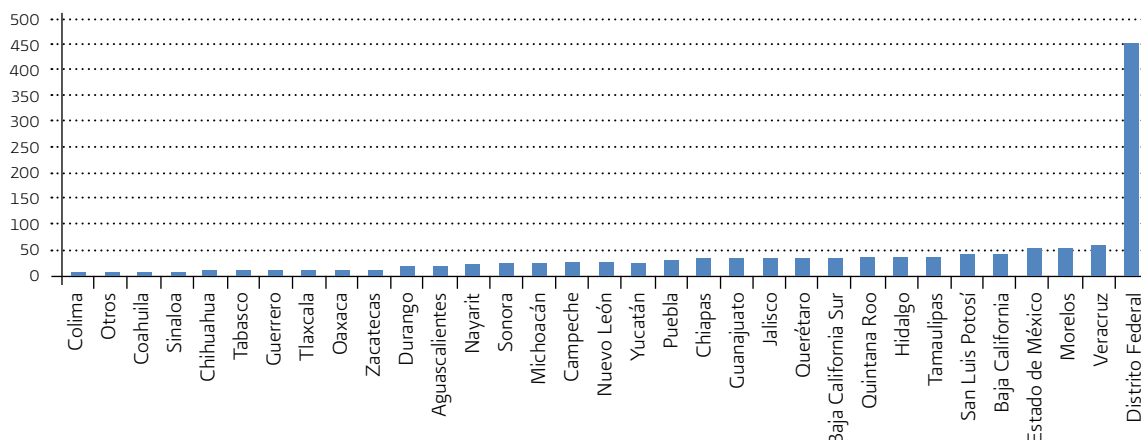


Gobierno Federal	Instituciones federales de Gobierno
Gobierno Estatal	Instituciones estatales de Gobierno
Institución Pública	Instituciones públicas de enseñanza superior o de investigación
Institución Privada	Instituciones privadas de enseñanza superior o de investigación
OSC	Organismos de la Sociedad Civil
Empresas	Compañías privadas, consultores, industrias
Contactos en el extranjero	Contactos en el extranjero que trabajan en / para México
Otros	Consultores/as, asociaciones, cámaras, comisiones, etc.

Fuente: INE, 2012a.

En el Distrito Federal labora el mayor número de personas encuestadas lo que podría indicar la falta de expertos en el ámbito estatal.

■ **Figura VI.2. Número de interesados/as por estado**

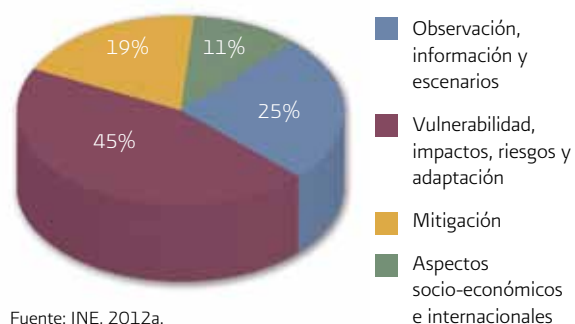


Fuente: INE, 2012a.

## Temas de estudio e investigación

De acuerdo a los resultados de la encuesta, los temas que predominan en los estudios e investigaciones son los relacionados con la evaluación de la vulnerabilidad, impactos, riesgos e identificación de medidas de adaptación al cambio climático; seguidos de la observación y formulación de información meteorológica, así como de la elaboración de escenarios de cambio climático; mitigación; aspectos socio-económicos y tecnológicos; el tema de negociación internacional recibió el menor número de respuestas. En resumen, el cambio climático en México se estudia principalmente desde una perspectiva de las ciencias naturales y en menor grado desde el punto de vista de las ciencias sociales.

■ **Figura VI.3. Temas elegidos sobre cambio climático por interesados/as**



Fuente: INE, 2012a.

## VI.2.2 Actividades de investigación

Esta sección resume las actividades de investigación en:

- Inventarios de emisiones de GEI;
- Observación y escenarios meteorológicos;
- Mitigación, vulnerabilidad y adaptación;
- Asuntos sociales, jurídicos y económicos relacionados con la mitigación y la adaptación al cambio climático.

El resumen se enfoca en la capacidad e infraestructura existente en México, debido a que en los capítulos anteriores de esta Comunicación se presentaron varios resultados de la investigación en el país.

### Investigación hacia la elaboración de Inventarios de Emisiones de GEI

Un actor importante del sector público que promueve y coordina la elaboración de Inventarios de Emisiones de GEI es el INE, donde un equipo de trabajo, en colaboración con actores externos, elabora los inventarios a nivel nacional y las guías para el desarrollo de inventarios a niveles estatal y municipal; además promueve la investigación en temas prioritarios como la estimación y actualización de las emisiones de GEI en las categorías de energía, procesos industriales y solventes, agricultura,

uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura, así como desechos (Ver Capítulo III).

Otras instituciones gubernamentales que promueven la investigación en metodologías e inventarios de emisiones de GEI incluyen a la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) para el sector de energía; en el sector de turismo, la Secretaría de Turismo (SECTUR); en el sector forestal, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), y en el sector de transporte, el Instituto Mexicano del Transporte (IMT). Así mismo, son altamente relevantes los esfuerzos de universidades y centros de investigación a niveles nacional y subnacional.

### Inventarios de Emisiones de GEI a niveles estatal y municipal

La colaboración de instituciones y expertos locales, promovida y apoyada por el INE, fortalece las capacidades a nivel subnacional. Hasta agosto de 2012 se habían concluido 16 inventarios estatales (dos estaban en proceso de actualización) y 16 estaban en desarrollo.

■ Cuadro VI.3. Estatus de los Inventarios Estatales de Emisiones de GEI, agosto de 2012

Estado	Estatus del IEGEI
Aguascalientes	En desarrollo
Baja California	Concluido
Baja California Sur	En desarrollo
Campeche	En desarrollo
Chiapas	Concluido
Chihuahua	Concluido
Coahuila	Concluido
Colima	En desarrollo
Distrito Federal	Concluido
Durango	En desarrollo
Estado de México	Concluido
Guanajuato	Concluido y en actualización
Guerrero	En desarrollo
Hidalgo	Concluido
Jalisco	En desarrollo

Michoacán	En desarrollo
Morelos	Concluido
Nayarit	En desarrollo
Nuevo León	Concluido
Oaxaca	En desarrollo
Puebla	Concluido
Querétaro	En desarrollo
Quintana Roo	En desarrollo
San Luis Potosí	En desarrollo
Sinaloa	Concluido
Sonora	Concluido
Tabasco	Concluido
Tamaulipas	Concluido
Tlaxcala	En desarrollo
Veracruz	Concluido y en actualización
Yucatán	En desarrollo
Zacatecas	En desarrollo

Fuente: INE, 2012b.

En el marco del Programa de Acción Climática Municipal se elaboran inventarios de emisiones de GEI. Hasta julio de 2012 se realizaban inventarios de ocho municipios y 25 más se encontraban en proceso (PACMUN, 2012). Esto contribuyó al fortalecimiento de los procesos y capacidades en la materia y en el futuro apoyará a la mejora de los inventarios nacionales y estatales.

### Observación, información y escenarios climáticos

En el ámbito nacional, la institución oficial responsable de la observación meteorológica y climatológica es el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la CONAGUA. De acuerdo con el documento *Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México: Diagnóstico Institucional y Propuesta de Plan Estratégico 2010–2019* (SMN/CONAGUA, 2012), la infraestructura incluye inicialmente:

- 79 observatorios sinópticos;
- 133 estaciones meteorológicas automáticas;
- 13 radares meteorológicos;
- 15 estaciones de radio-sondeo;



- 8 estaciones de recepción de imágenes satelitales GOES, y
- 1 estación receptora de imágenes de la serie de satélites polares TIROS.

Cabe mencionar que el SMN actualmente construye el Centro Hidrometeorológico Regional de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

El SMN además recibe datos e información de otras instituciones como el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), que tiene la Red de Estaciones Oceanográficas y Meteorológicas (RENEOM); el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), que monitorea el riesgo de inundaciones por precipitaciones intensas; el Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), que cuenta con la Red de Estaciones Estatales Agroclimáticas; el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), y Petróleos Mexicanos (PEMEX), que en conjunto operan las boyas meteoceánicas del Golfo de México para capturar información meteorológica y oceanográfica. Otras instituciones que producen datos e información meteorológica son la Secretaría de Marina (SEMAR), la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA).

El SMN genera productos y servicios para consulta pública que incluyen:

- Boletines de fenómenos significativos y de pronósticos de clima;

■ Figura VI.4. Página de internet del SMN



Fuente: SMN/CONAGUA, 2012b.



- Boletines regionales a través de los Organismos de Cuenca;
- Boletines sobre la vigilancia del Pacífico y del Atlántico;
- El informe agrometeorológico;
- Boletín sobre temperatura del mar y pronóstico de oleaje;
- Avisos, en formato de mapas, sobre tormentas tropicales, heladas y granizadas;
- Pronósticos de precipitación y temperatura a mediano plazo (siete días);
- Análisis de sequías, e
- Información sobre el peligro de incendios forestales.

Los medios de difusión que opera el SMN son: la página [smn.cna.gob.mx](http://smn.cna.gob.mx) que es de acceso público; el sistema de fax automatizado para clientes clave, y correo electrónico y teléfono para consultas directas con sus expertos.

El SMN también produce información especializada para: la Coordinación General de Protección Civil de la SEGOB; la CONAGUA; los sectores agrícola, medio ambiente, seguros, energía, salud y centros de investigación (SMN/CONAGUA, 2012c).

El SMN, con la asistencia técnica de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), concluyó en 2010 un diagnóstico institucional que sirvió de base para el proyecto de modernización del organismo (SMN/CONAGUA, 2012a). En mayo de 2012 el Banco Mundial aprobó un préstamo para dicho proyecto (BM, 2010). La modernización incluye el rediseño institucional; la incorporación y capacitación de nuevo personal; la modernización de infraestructura; y la mejora de técnicas de modelaje para generar pronósticos climáticos y alertas meteorológicas (BM, 2012) (Ver Capítulos III y VII).

Otras actividades de mejora en los servicios del SMN que se realizaron en 2012, incluyeron la digitalización de los datos horarios y diarios de su Red Sinóptica de Superficie y el desarrollo de una base de datos climáticos homogéneos que cumplen con los estándares de la OMM (CONAGUA, 2012b).

A nivel regional, la emisión de los boletines sobre las condiciones meteorológicas y los pronósticos del tiempo corresponde a los Organismos de las Cuencas:

Golfo Centro; Frontera Sur; Noroeste; Pacífico Sur; Río Bravo; Península de Yucatán; Golfo Norte, y Pacífico Norte.

Algunas dependencias de gobierno e instituciones públicas que contribuyen a la observación y el pronóstico meteorológico a nivel estatal son (SMN/CONAGUA, 2012c):

- El CICESE, que avanza en el pronóstico para el norte de Baja California;
- Protección Civil de Chiapas;
- El Sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México;
- Protección Civil del Gobierno del Estado de México;
- La Dirección Estatal de Protección Civil de Guerrero, que emite avisos y boletines meteorológicos;
- El Instituto de Astronomía y Meteorología de la Universidad de Guadalajara es responsable del pronóstico regional para el Occidente;
- La Comisión Estatal de Aguas de Querétaro;
- La Comisión Estatal del Agua de Sonora;
- Protección Civil de Tamaulipas;
- El Gobierno del estado de Veracruz;
- Protección Civil de Yucatán.

En 2012, la Secretaría de Economía (SE) publicó el aviso de consulta pública del Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-166/1-SCFI-2012. Estaciones meteorológicas, climatológicas e hidrometeorológicas. Parte 1: Especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales e instrumentos de medición de las estaciones meteorológicas automáticas y convencionales. Este Proyecto de Norma Mexicana aplica para las personas físicas y/o morales que utilicen instrumentos de medición meteorológica y operen Estaciones Meteorológicas y Climatológicas de Superficie Convencionales y Automáticas en los Estados Unidos Mexicanos (DOF, 2012).

## Otros servicios de monitoreo y observación

En México también hay diferentes sistemas de monitoreo que contribuyen a generar información útil para la investigación del cambio climático y sus impactos, por

ejemplo: el Monitor de Sequía de América del Norte, en el que participan diversas organizaciones de Canadá, Estados Unidos y México, como se enlista a continuación. Canadá: la *Agriculture and Agrifood Canada*, y su Servicio Meteorológico. Estados Unidos: el *National Climatic Data Center*; el *Climate Prediction Center* del *National Oceanic and Atmospheric Administration*; el *US Department of Agriculture*, y el *National Drought Mitigation Center*. México: el Sistema para la Detección y Seguimiento de Incendios Forestales del SMN; el programa para detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); el Sistema de Información, Monitoreo y Evaluación para la Conservación (SIMEC) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA, y la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red Mex-LTER), que reúne a grupos de investigación de todo el país y que monitorea, entre otros aspectos: variables relacionadas con el clima, características del suelo y agua, flujos de materia y energía y la dinámica del paisaje y uso del suelo.

En el sector agrícola destaca la inauguración en 2012 del Centro de Mando Geoespacial del Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS) de la SAGARPA. Con este Centro, México se convierte en el primer país dentro del G20 en materializar las recomendaciones del Grupo de Observación de la Tierra para el Monitoreo Agrícola Global. El SNIDRUS está a cargo de recopilar y analizar información del sector agrícola para aportar soluciones geoespaciales a temas asociados con la seguridad alimentaria y los efectos del cambio climático (SAGARPA, 2012).

## Escenarios de cambio climático

La investigación sobre escenarios climáticos se realiza desde el nivel nacional hasta el local. La Red Mexicana de Modelación del Clima, en proceso de formalización, actualiza los escenarios climáticos a partir de los Modelos de Circulación General (MCG) considerados en el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental

sobre el Cambio Climático (PICC). Las instituciones que conformarán inicialmente la Red son el CICESE, el IMTA, el Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el SMN. Los resultados de la actualización se usarán en estudios de vulnerabilidad para la Sexta Comunicación Nacional.

El INE publicó en 2010 la Guía para el cálculo y uso de índices de cambio climático en México y la Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones (INE, 2010a; 2010b) (Ver Capítulo III).

## Divulgación de la información

Además de los boletines y materiales de divulgación del SMN, existen otros esfuerzos para procesar, sistematizar y hacer accesible la información meteorológica y climatológica, entre los que destacan:

- a. El Sistema de Información de Escenarios de Cambio Climático Regionalizados (SIECCRe), alojado en la página de internet del INE, incluye proyecciones de cambio climático regionalizadas que se generaron para México a partir de la reducción de escala de los resultados de los MCG, utilizados en el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC) (INE, 2012c).
- b. Atlas de Riesgos a niveles nacional, estatal y municipal, publicados por el CENAPRED con la finalidad de aportar elementos de apoyo para prevenir los impactos de fenómenos naturales; a niveles nacional y estatal incluyen información y mapas que están publicados en el sitio de internet del Centro. Los riesgos que consideran los Atlas son hidrometeorológicos, tales como ciclones tropicales, huracanes, inundaciones, tormentas de granizo, heladas y nevadas, tornados, vientos, sequías, erosión y frentes fríos. También se añade información sobre la vulnerabilidad socio-económica; declaratorias de desastres y emergencias; muertes y pérdidas económicas y vulnerabilidad social, entre lo más relevante. A 2012, se habían publicado 18 Atlas de Riesgos estatales, 13 están disponibles en internet.

- c. La SEDESOL impulsa la elaboración de los Atlas de Peligros y Riesgos en diferentes municipios y ciudades del país, y se publican en línea a través del Sistema de Consulta Geográfica de los Atlas de Peligros y Riesgos en Zonas Costeras y Municipios de Atención Prioritaria (SICGAP). El SICGAP facilita las consultas para conocer los diferentes niveles de peligros, riesgos y vulnerabilidad en las siguientes ciudades: Mexicali, Baja California; La Paz y Los Cabos, Baja California Sur; Campeche, Campeche; Manzanillo, Colima; Ciudad Victoria, Tamaulipas; Boca del Río y Córdoba, Veracruz; Mérida, Yucatán; Jiutepec, Morelos; Ciudad Juárez, Chihuahua; Cozumel, Chetumal y Cancún, Quintana Roo (SEDESOL, 2012a). Además se publicó en línea el *Atlas de Riesgo 2011* para las siguientes localidades: Magdalena Contreras y Tlalpan, Distrito Federal; Tlaxcoapan, Hidalgo; Briseñas, Juárez y Queréndaro, Michoacán; ciudad de Oaxaca y Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca; Huatabampo, Sonora; El Higo y Río Blanco, Veracruz y Progreso, Yucatán (SEDESOL, 2012b).
- d. Atlas de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático de México. Las instituciones que elaboran este Atlas son el INE y el CENAPRED, en colaboración con el IMTA, la CONAGUA, la CONAFOR y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- e. Atlas Nacional de Inundaciones. La CONAGUA realizó un convenio con el IMTA a fin de establecer las bases técnicas para la elaboración del Atlas que incluirá escenarios de cambio climático (CONAGUA, 2012b).
- f. Observatorio de Cambio Climático de Yucatán. El Observatorio instalado por el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) en colaboración con USAID, creará un espacio de consulta accesible en línea sobre los escenarios de cambio climático.<sup>4</sup>
- g. Observatorio del Cambio Climático (Misión Tierra). Es un observatorio astronómico donde es posible apreciar imágenes en tiempo real de los fenómenos que se desarrollan en la Tierra. Se encuentra instalado en la tercera sección del Bosque de Cha-

pultepec en el D.F.; existe otro similar en el Parque Ecológico "Flor del Bosque", en la ciudad de Puebla, Puebla.

## Estudios sectoriales sobre mitigación de emisiones de GEI, impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático

### Programas de investigación multidisciplinaria

A nivel federal, el INE contribuye de forma cotidiana a fortalecer la investigación sobre medidas de mitigación y sobre la evaluación de la vulnerabilidad y de las opciones de adaptación, dentro del contexto de las Comunicaciones Nacionales de México ante la CMNUCC; comunicaciones cuyo proceso de elaboración también están bajo la coordinación del Instituto.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal (APF) y forma parte del Sector Educativo. Se creó en 1970 con el objetivo de elaborar las políticas de ciencia y tecnología en México. Desde junio de 2002, se rige por una nueva Ley de Ciencia y Tecnología. El CONACYT realiza actividades destinadas a fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas locales a través de:

- La Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología, como instancia de coordinación permanente con los gobiernos de los estados en materia de fomento a la investigación científica y tecnológica.
- Las Direcciones Regionales, que tienen el objetivo de fortalecer el Sistema Nacional y los Sistemas Estatales de Ciencia y Tecnología.
- Los Fondos Mixtos (FOMIX), que propician el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas locales. Algunos de estos fondos han apoyado proyectos de cambio climático.
- Los Fondos Sectoriales son fideicomisos que las dependencias y las entidades de la APF, conjuntamente con el CONACYT, pueden constituir para destinar recursos a la investigación científica y el desarrollo tecno-

<sup>4</sup> Disponible en <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/>

lógico en el ámbito sectorial correspondiente, entre ellos para cambio climático.

El Programa de Investigación de Cambio Climático (PINCC) de la UNAM, establecido en 2009, se suma a otros esfuerzos universitarios para impulsar la agenda de investigación en cambio climático en México. Entre sus líneas de investigación se encuentra una variedad de temas relacionados con las ciencias naturales y sociales, que incluyen desde la agricultura y la seguridad alimentaria, hasta las condiciones es decir socio-económicas actuales y escenarios futuros.

El Instituto Politécnico Nacional (IPN) creó en 2012 la Coordinación Politécnica para la Sustentabilidad, que depende de la Dirección General. Además, el Centro Mexicano para la Producción Más Limpia del IPN ha realizado diagnósticos energéticos y de consumo de agua en diferentes unidades académicas y administrativas (IPN, 2012).

En julio de 2012, mediante la asociación del Gobierno de Tabasco, la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) y el CONACYT, se creó el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste (CCGSS). Los objetivos del Centro son, entre otros, realizar la investigación científica en cambio global y sustentabilidad, promover el desarrollo y la transferencia de tecnología, fomentar la formación de científicos, y difundir y socializar el conocimiento (UNAM, 2012).

El Tecnológico de Monterrey fundó, en conjunto con la Universidad del Estado de Arizona, el Instituto Global para la Sustentabilidad a fin de enfrentar los desafíos permanentes de la sustentabilidad y promover la prosperidad y el bienestar humano, protegiendo y fortaleciendo el capital natural del planeta. Sus objetivos son promover el desarrollo sostenible en México, generando y difundiendo conocimiento sobre la economía verde y crear sinergias entre los diversos esfuerzos en materia de sustentabilidad del Tecnológico de Monterrey.

Además cuenta con el Centro de Diálogo y Análisis sobre América del Norte (CEDAN) que busca coadyuvar al desarrollo de una agenda norteamericana a partir de una perspectiva global de los retos y las oportunidades que esta

región enfrenta, sea en el ámbito de la migración internacional, el cambio climático, la seguridad, los recursos energéticos, la desigualdad y la competitividad económica.

## Sector agropecuario

El INIFAP, de la SAGARPA, lleva a cabo estudios para contribuir a la reducción de la vulnerabilidad en los sectores forestal, agrícola y pecuario. Tiene centros de investigación en las regiones Centro, Golfo Centro, Noreste, Noroeste, Norte Centro, Pacífico Centro, Pacífico Sur, y Sureste del país, con el propósito de investigación especializada acorde a las necesidades regionales y desarrollar proyectos a nivel nacional sobre la conservación y mejoramiento de los ecosistemas forestales y la relación entre agua, suelo, planta y atmósfera, entre otros temas. Realiza también estudios sobre nuevas tecnologías y variedades de alimentos básicos para aumentar su rentabilidad y resistencia a las sequías.

Otras instituciones que a nivel nacional investigan sobre los impactos, la vulnerabilidad y las medidas de adaptación en el sector agropecuario son: el IMTA; Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA); Colegio de Postgraduados (COLPOS); la CONAGUA, y la Universidad Autónoma Chapingo.

Adicionalmente, en la investigación sobre temas como los impactos y la adaptabilidad de cultivos (por ejemplo, maíz y caña de azúcar) y la identificación de medidas de adaptación, se cuenta con la colaboración de instituciones que operan a nivel internacional, como el Centro Internacional de Agricultura Tropical; el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), entre otras.

## Zonas costeras

La vulnerabilidad de las zonas costeras es uno de los temas de prioridad en México. Existen varios centros dedicados a la investigación en esta materia: CICESE; CICY; Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR); Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR); Instituto de Ciencias del Mar y

Limnología e Instituto de Geografía, ambos de la UNAM, y Programa de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), entre otros.

### **Sector hídrico**

La CONAGUA es la institución a cargo de coordinar actividades y estudios sobre la disponibilidad, administración y la vulnerabilidad del agua en el ámbito federal. La importancia dada a la investigación en ese sector se puede apreciar por la relación que existe entre la CONAGUA y el CONACYT para operar fondos sectoriales que fomentan la investigación y el desarrollo sobre el uso y manejo del agua. A través del IMTA, la CONAGUA realiza investigaciones sobre la problemática del agua en el país con un enfoque multidisciplinario e integral, como lo muestra el *Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático*, publicado en 2010. Cabe señalar que el *Atlas* forma parte de un proyecto de investigación más amplio sobre los efectos del cambio climático en los recursos hídricos (IMTA, 2010).

### **Sector turístico**

La SECTUR promueve la investigación a través del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación en el Sector Turístico, con el apoyo de CONACYT que, entre otros temas, busca desarrollar medidas sustentables en la industria hotelera, como aumentar la eficiencia energética y el monitoreo y reducir tanto las emisiones como la vulnerabilidad de algunos destinos turísticos. Además, se cuenta con algunos esfuerzos individuales por parte de instituciones estatales.

### **Sector energético**

La SENER tiene a su cargo diversas instituciones dedicadas a la investigación y el desarrollo de tecnologías: el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ).

La SENER fomenta la investigación a través de dos fondos sectoriales en colaboración con CONACYT. De acuerdo al

artículo 254 Bis de la Ley Federal de Derechos, el Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética (FSE) utiliza el porcentaje que le corresponde del 0.65%, al valor anual del petróleo crudo y gas natural extraídos por PEMEX en el año para financiar proyectos de investigación científica y tecnología aplicada a la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico de fuentes renovables de energía, eficiencia energética, uso de tecnologías limpias y diversificación de fuentes primarias de energía (SENER, 2012). A nivel internacional, la SENER firmó en 2011 un Memorandum de Entendimiento con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para lanzar convocatorias conjuntas entre el FSE y el BID con el objetivo de desarrollar innovación en el área de sustentabilidad energética (SENER, 2012a). En 2012 en las convocatorias del Fondo de Sustentabilidad Energética se planteó el establecimiento de los Centros Mexicanos de Innovación en Energía (CEMIE's) para la energía solar (CEMIE-Sol) y para la energía geotérmica (CEMIE-Geo).

La CFE y el CONACYT crearon el Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía. Es un fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan el sector eléctrico nacional mediante la promoción de la investigación y el desarrollo tecnológico (CONACYT-CFE, 2012).

### **Biodiversidad, recursos naturales y uso de suelo**

En temas relacionados con la biodiversidad, los recursos naturales y el uso de suelo, la SEMARNAT lleva a cabo investigación a través de sus órganos desconcentrados y descentralizados: INE, IMTA, CONANP, CONAFOR, CONABIO y CONAGUA. Estas dependencias integran la temática del cambio climático en sus respectivas áreas de trabajo y, en paralelo, fomentan la investigación (Ver Capítulos III y V).

### **Vivienda y zonas urbanas**

La SEDESOL promueve la investigación en temas relacionados con el desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y el cambio climático. En 2011, solicitó un análisis

costo-beneficio de las políticas de desarrollo urbano y ordenamiento territorial frente al cambio climático; en 2012, apoyó el desarrollo de una metodología para evaluar la resiliencia de los sistemas humanos ante los impactos del cambio climático.

Hay que destacar las actividades de investigación por parte de las instituciones académicas que se enfocan en los siguientes temas: edificios y viviendas sustentables y bajas en emisiones de carbono, y la vulnerabilidad y adaptación de zonas urbanas ante el cambio climático. Las instituciones que se dedican a este tipo de investigación son: el Instituto de Ingeniería de la UNAM, el Centro Virtual de Cambio Climático de la Ciudad de México (CVCCCM), el PINCC, el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM y el Centro Mario Molina, entre otros.

### Sector transporte

El IMT/SCT y el INE/SEMARNAT fomentan la investigación dentro de este sector y en temas como la medición de los impactos de programas federales (por ejemplo, del Programa Transporte Limpio), la importancia del factor “antigüedad” para la eficiencia de vehículos y los posibles impactos de cambios modales. Una de las instituciones no-gubernamentales que promueven la investigación es el Centro de Transporte Sustentable México (CTS-EMBARQ México).

## Estudios jurídicos, económicos y de dinámicas sociales

### Estudios jurídicos

En colaboración con el INE, el Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), organización de la sociedad civil (OSC), ha avanzado en el análisis de las barreras legales y jurídicas para la implementación de acciones de mitigación y adaptación. Otras instituciones de investigación son: el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE), El Colegio de México (COLMEX), el

Colegio de la Frontera Norte (COLEF), el Instituto de Investigaciones Jurídicas (IIJ-UNAM) y el Centro de Estudios Jurídicos Ambientales (CEJA).

### Estudios económicos

El análisis sobre la economía del cambio climático sigue avanzando, a través de esfuerzos como los del Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), que entre otras actividades analiza los impactos de las políticas públicas del cambio climático en la competitividad de la economía del país. Por su parte, la Facultad de Economía de la UNAM desarrolla, entre sus líneas de investigación, el análisis económico de las estrategias de bajo carbono (Ver Capítulo V).

### Dinámicas sociales

El Instituto Mora publicó en 2012 el libro *Las dimensiones sociales del cambio climático: un panorama desde México. ¿Cambio social o crisis ambiental?*. En temas de migración, el Royal United Services Institute (RUSI) realizó en 2011 un estudio sobre cambio climático, migración y seguridad (RUSI, 2011).

A nivel local destaca el trabajo del CVCCCM sobre la pobreza como factor de riesgo ante el cambio climático en el Distrito Federal (CVCCCM, 2012).

### Estudios institucionales

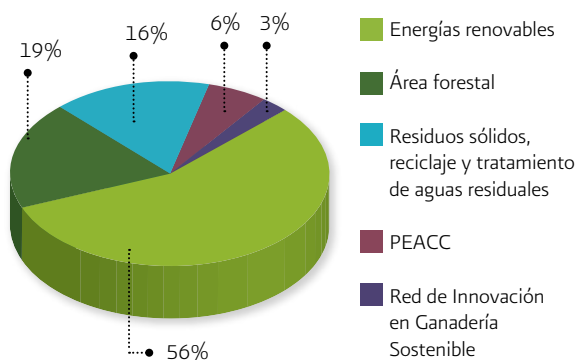
Destacan algunos estudios sobre la capacidad institucional ante desastres naturales. Por un lado, en 2012 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) inició un estudio sobre las políticas de protección civil en México, que incluyó entre otros aspectos la capacidad del país para enfrentar inundaciones así como el análisis del impacto de los huracanes. Por otro lado, la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Xochimilco) evaluó las capacidades del gobierno local del Distrito Federal para atender el cambio climático. Cabe añadir que existe también un estudio sobre gobernanza y cambio climático en la ciudad de México, elaborado por el CVCCCM.

## Investigación a niveles estatal y regional

El Distrito Federal es la entidad federativa con el mayor número de personas dedicadas a la investigación del cambio climático en el país. En los otros estados, la elaboración de los PEACC ha contribuido a la investigación y la generación de información, actividades que están complementadas por proyectos y programas de investigación de universidades y centros de investigaciones estatales (Figura VI.2).

Para fomentar la investigación a nivel estatal, las 32 entidades federativas y 2 municipios (Ciudad Juárez, Chihuahua, y Puebla, Puebla) cuentan con Fondos Mixtos (FOMIX), en cooperación con CONACYT, que asigna fondos para proyectos de investigación según las necesidades del estado. Los FOMIX apoyaron un total de 474 proyectos relacionados con el cambio climático durante el periodo 2001-2011; y en el periodo 2009-2011 con estos fondos se llevaron a cabo 60 proyectos, 32 orientados a mitigación. El apoyo a los proyectos se dividió de la siguiente manera: 18 en materia de energías renovables, seis en el área forestal; cinco en materia de residuos sólidos, reciclaje y tratamiento de aguas residuales; dos proyectos para PEACC; y uno para la Red de Innovación en Ganadería Sostenible (Figura VI.5).

■ Figura VI.5. Proyectos de investigación de los FOMIX relacionados con la mitigación



Fuente: CONACYT, 2012.

A nivel regional, el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) promueve acciones científicas, tecnológicas y de innovación que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las regiones y al fortalecimiento de los sistemas regionales de ciencia, tecnología e innovación. Durante el periodo 2009-2011, el FORDECYT apoyó, entre otros, seis proyectos de mitigación: tres enfocados a residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales; dos a energías renovables en la región del sureste mexicano, y uno en la categoría de agricultura (FORDECYT, 2012).

## VI.3 Actividades relacionadas con la transferencia de tecnología

### VI.3.1 Apoyo a la investigación y el desarrollo de tecnologías

La investigación y el desarrollo de tecnologías (I+D) es una actividad que apoyan varios fondos sectoriales del CONACYT, entre los que destaca el Fondo Sectorial CONACYT-SENER-Sustentabilidad Energética. Este Fondo publicó tres convocatorias entre 2010 y 2012 para dirigir recursos económicos a la investigación en materia de fuentes renovables de energía, eficiencia energética, uso de tecnologías limpias (2010 y 2011) y a la innovación en energía geotérmica (2012). Los proyectos seleccionados incluyen: tecnologías de biocombustibles; tecnologías de celdas solares; captura y confinamiento de CO<sub>2</sub>; tecnologías alternativas de acondicionamiento de aire, y tecnologías de energía geotérmica (CONACYT, 2012c).

El Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (FSIDTE), a cargo de CONACYT y CFE, asignó recursos a dos proyectos de investigación tecnológica en 2012, entre otros.

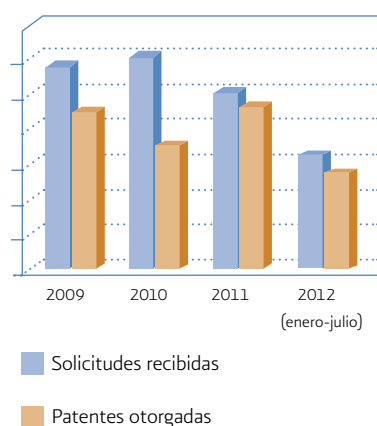
Por último, el Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA) SE-CONACYT ha publicado varias convocatorias entre 2011 y 2012 para fortalecer la investigación



y el desarrollo de tecnologías en general y para el desarrollo de tecnologías orientadas particularmente a la mitigación del cambio climático (Ver Capítulo V).

Con respecto a la innovación en tecnologías verdes, el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) reporta que de 2009 a mediados de 2012 se recibieron 1,006 solicitudes de patentes y se otorgaron 765 (IMPI, 2012) (Figura VI.6).

■ **Figura VI.6. Tecnologías verdes: solicitudes de patentes y patentes otorgadas**



Fuente: IMPI, 2012.

### VI.3.2 Apoyos al desarrollo de tecnologías

El Cleantech Challenge México 2012 es un concurso para empresas y proyectos patrocinado por varios actores del sector privado y USAID, que busca fomentar la creación de empresas de tecnologías limpias mexicanas.

Para promover proyectos de energías renovables, la SENER (2012b) cuenta con las siguientes modalidades de apoyo por parte de Nacional Financiera:

- Fondeo con recursos de organismos financieros internacionales, BID, BM, Banco Alemán de Desarrollo (KfW, por sus siglas en alemán), Corporación de Financiación Internacional (IFC, por sus siglas en inglés) que apoyan proyectos de transferencia tecnológica baja en carbono.
- Toma de riesgo en igualdad de condiciones, un me-

canismo que ofrece el financiamiento con deuda a proyectos de energía renovable en construcción o en operación.

- Emisión de capital y colocación de deuda, a través de lo cual se pueden obtener recursos en el mercado de valores emitiendo deuda a largo plazo.

### VI.3.3 Mecanismos de difusión e intercambio

Entre los mecanismos para apoyar la difusión de conocimiento y el intercambio de mejores prácticas en los ámbitos gubernamental y privado se tiene: el Portal de Energías Renovables de la Secretaría de Energía, que facilita las inversiones en fuentes renovables de energía en México; y la CONUEE, por su parte, publicó en su sitio de internet las Guías Prácticas para Cambio de Comportamiento y Uso Eficiente de la Energía, dirigidas al sector privado y a los hogares, que aborda temas de iluminación, transporte y cogeneración, e incluyen tecnologías eficientes y limpias, sus beneficios y costos (CONUEE, 2012a). Eventos y foros tales como Green Power Conferences, Green Solutions y la Expo En Verde Ser promueven el diálogo e intercambio de conocimiento entre los sectores privado y público.

### VI.3.4 Financiamiento internacional para la transferencia de tecnología

La CONUEE lanzó el Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua (PROCALSOL) en México con el propósito de fortalecer el crecimiento del mercado, favorecer a la industria nacional e impulsar la adopción de tecnologías sustentables en los sectores privado, público y residencial. El programa se apoya en cinco instrumentos: regulación, incentivos económicos a usuarios, fortalecimiento de la oferta, información y gestión (CONUEE, 2012b). El PROCALSOL recibió el apoyo del PNUD y de la GIZ (GIZ, 2012a). GIZ brinda además apoyo integral a la transferencia de tecnología para mejorar la eficiencia energética en el país a través del proyecto Energía Sus-



tentable en México (2009–2013) (GIZ, 2012b) (Ver Capítulo V).

A través del Fondo para Tecnologías Limpias (Clean Technology Fund),<sup>5</sup> México cuenta con tres proyectos:

- Aumentar la participación de energías renovables en la generación de energía (Renewable Energy III);
- Promover financiamiento por parte de intermediarios financieros locales para proyectos de eficiencia energética (Mexico CTF-IDB Group Energy Efficiency Program, Part I);<sup>6</sup>
- Promover la adopción de tecnologías eficientes en el sector residencial (Efficient Lighting and Appliances).<sup>7</sup>

## VI.4 Información sobre educación, formación y sensibilización

### VI.4.1 Sensibilización de niñas, niños y jóvenes a nivel nacional

#### Actividades a nivel de educación escolar

La Secretaría de Educación Pública (SEP), en conjunto con el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) de la SEMARNAT, implementaron actividades en educación escolar. En la educación básica y normalista se incorporó el tema de sustentabili-

dad ambiental en libros de texto; por ejemplo, el tema de cambio climático se integró en el libro de ciencias naturales de sexto grado de primaria. Adicionalmente, se distribuyeron 2,000 ejemplares del libro *Cambio climático, ciencia, evidencia y acciones*, más de 3,000 ejemplares del libro *Guía de cambio climático: ciencia, evidencia y acciones* y más de un millón de ejemplares del libro *¿Y el medio ambiente? Problemas de México y el mundo*. Otra actividad importante ha sido la capacitación de maestros y maestras con respecto a temas del cambio climático a través de talleres, cursos presenciales y a distancia (CECADESU/SEMARNAT, 2011).

A nivel de educación media superior y superior el trabajo del CECADESU se orienta a la incorporación del enfoque de la educación ambiental para la sustentabilidad; la gestión ambiental a través de Programas Ambientales Institucionales (PAIS); la formación y actualización de docentes, y la integración de temas ambientales en libros de texto.

A nivel universitario, el Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios para el Desarrollo Sustentable (COMPLEXUS), que agrupa a 15 instituciones de educación superior, promueve la integración del cambio climático en docencia e investigación a través de actividades, tales como el Foro Nacional de las Instituciones de Educación Superior Frente a los Desafíos del Cambio Climático (COMPLEXUS, 2012).

En el ámbito de la educación básica de adultos, el CECADESU, en colaboración con el Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (INEA), el Centro de Cooperación Regional para la Educación de Adultos en América Latina y el Caribe (CREFAL) y el British Council, impartió en línea el Diplomado *Cambio climático y Desarrollo Sustentable* para educadores de adultos, con una participación de 88 asesores de adultos y personal del INEA (CECADESU/SEMARNAT, 2012).

<sup>5</sup> El CleanTechnology Fund es uno de los dos fondos bajo de los Climate Investment Funds que responde a las necesidades de países en desarrollo para la mitigación del cambio climático. Recursos provienen de 14 países (Australia, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Japón, Corea, Los Países Bajos, Noruega, España, Suecia, Suiza, el Reino Unido, los Estados Unidos). Disponible en <https://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/Approval%20by%20Mail%20Mexico%20Renewable%20Energy%20Program%2C%20Proposal%20II%20PID.pdf>

<sup>6</sup> Disponible en <http://www.climateinvestmentfunds.org/cif/sites/climateinvestmentfunds.org/files/Mexico%20CTF-IDB%20Group%20Energy%20Efficiency%20Program.pdf>

<sup>7</sup> Disponible en <http://www.climateinvestmentfunds.org/cifnet/sites/default/files/Mexico%20Efficient%20Lighting%20and%20Appliances%20Project%20-%20Approved.pdf>

## Educación no formal de niñas, niños y jóvenes

Aparte de incorporar temas ambientales y de cambio climático a la educación pública, la SEMARNAT y el CECADESU promueven la educación no formal a través de la comunicación educativa “Rompe con el Cambio Climático”, dirigida a jóvenes entre 18 y 29 años con la finalidad de fomentar su participación en materia ambiental (CECADESU/SEMARNAT, 2011). Del conjunto de actividades destacadas de este programa, sobresalen:

- Un concurso nacional, en conjunto con el Instituto Mexicano de la Juventud (IMJUVE) y la CONANP, para impulsar la participación organizada de jóvenes en acciones contra el cambio climático;
- La publicación de la *Guía para la participación juvenil en cambio climático*, elaborada conjuntamente con los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable, PNUD-SEMARNAT, Pronatura México, Iluméxico A.C., la Asociación de Scouts de México, A.C., el Centro Mexicano de Derecho Ambiental, Greenpeace México y la Dirección General de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación. La Guía propone a las y los jóvenes una serie de actividades relacionadas con el cambio climático;
- La transmisión de 16 cápsulas para radio, con el título *¡Haz que las cosas sucedan!*. Las cápsulas se transmitieron en 2012 por diferentes emisoras del Instituto Mexicano de la Radio.
- La evaluación del sitio [www.rompeconelcambioclimatico.gob.mx](http://www.rompeconelcambioclimatico.gob.mx) que llevó a la adecuación del logotipo, el rediseño de la página y el eslogan.
- Encuentros juveniles que se realizaron con alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) y de la Universidad del Valle de México (UVM) para realizar actividades de sensibilización ambiental.
- El desarrollo de la página de internet Fans del Planeta.

Otras actividades incluyen:

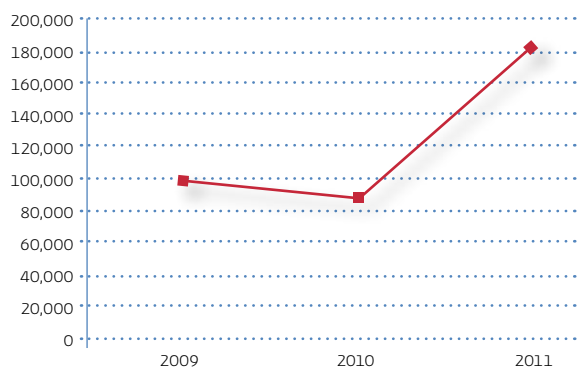
- La exposición itinerante “Hagamos la diferencia”, que aborda la problemática del consumo y su vinculación con el cambio climático.

- El concurso de cuento infantil “Anímate por el planeta, un día sin petróleo”, el cuento ganador se convirtió en un cortometraje que se estrenó en el marco del Festival de Cine Ambiental en marzo de 2010 (CECADESU/SEMARNAT, 2012).

Cabe destacar que en 2011 el Festival Internacional Prix Jeunesse Iberoamericano otorgó el primer lugar al sitio Fans del Planeta, en la categoría digital e interactiva, como mejor página de internet para niñas y niños por su originalidad, calidad, accesibilidad, rigurosidad en el tratamiento de los contenidos y enfoque en la solución de problemas con base en los principios y valores de la sustentabilidad ambiental (CECADESU/SEMARNAT, 2011).

También resalta el desarrollo positivo de las visitas al sitio internet de la página Fans del Planeta entre 2009 y 2011 (Figura VI.7).

■ Figura VI.7. Número de visitas a la página internet Fans del Planeta entre 2009 y 2011



Fuente: Elaboración para la 5CN con datos de CECADESU/SEMARNAT, 2011.

Por su parte, la campaña Megacity Initiative: Local And Global Research Observations (MILAGRO) es un esfuerzo científico internacional relevante para estudiar la contaminación emitida por una megaciudad y analizar sus impactos en la calidad del aire y el clima (MCE<sup>2</sup>, 2012).

El Molina Center for Energy and the Environment (MCE<sup>2</sup>) coordina esta campaña en la ciudad de México desde 2006, con el fin de acercar a las y los alumnos de secundaria y bachillerato de la ciudad al quehacer científico

en materia ambiental, particularmente en lo relacionado con el cambio climático y la contaminación atmosférica.

Sus objetivos son formar líderes capaces de proponer y participar en acciones de mejoramiento para su entorno cercano (escuelas, familias, colonias, entre otros) y fomentar su interés en estudiar carreras sobre los temas mencionados. Además, por el papel significativo que tienen los profesores como formadores de las nuevas generaciones, se les ha incluido en el programa para ofrecerles herramientas científicas, didácticas y pedagógicas que les permitan mejorar su labor como docentes en el aula cuando enseñan temas ambientales.

Algunos de sus resultados relevantes en el periodo 2006-2012 son:

- Siete ediciones con esta iniciativa.
- Participación de 70,000 personas.
- Red de alumnos AIRE<sup>2</sup> (Alumnos Interesados en la Recuperación del Entorno Ecológico). Esta red colaboró en la redacción de la Declaración de los Jóvenes Mexicanos sobre Cambio Climático y en su presen-

tación en Cancún durante la COP 16; también participaron en diferentes foros nacionales e internacionales. La red tiene 80 alumnas y alumnos afiliados.

- Red de profesores VIDA<sup>2</sup> (Voces e Iniciativa de Docentes por el Aire y el Ambiente), a través de la cual, con el apoyo del MCE<sup>2</sup>, las y los profesores intercambian experiencias de trabajo y están en contacto con expertos que los asesoran para mejorar su práctica docente en materia ambiental; cuenta con más de 30 afiliadas y afiliados.

## Publicaciones

Para apoyar la educación y sensibilización en el tema de cambio climático, la SEMARNAT publicó una serie de materiales disponibles gratuitamente en su página de internet. El Cuadro VI.4 da una vista general de las publicaciones que abarcan más explícitamente este tema de cambio climático (SEMARNAT, 2012a).

■ Cuadro VI.4. Publicaciones de educación sobre cambio climático de la SEMARNAT

Titulo	Año	Autor	Imagen	Resumen
México y el cambio climático global	2011	Conde, Cecilia/ CECADESU- SEMARNAT		Mediante un lenguaje claro, sencillo y accesible, apoya a que las y los lectores entiendan el cambio climático, sus causas, características y potenciales efectos; qué acciones están planteando las naciones y sociedades para enfrentar el problema.
La Carta de la Tierra; las niñas y los niños [recurso electrónico]	2011	CECADESU- SEMARNAT		Manifiesta que los humanos deben: conservar y mejorar el mundo donde viven; vivir de una manera nueva y aprovechar las culturas y los inventos.

<p>El planeta se está calentando [cuaderno de actividades]</p>	<p>2011</p>	<p>CECADESU-SEMARNAT</p>		<p>Es un folleto dirigido a niñas y niños, en el que se explica de manera sencilla qué es el cambio climático, cuál es su origen, sus implicaciones en la vida de todos los seres vivos que habitan el planeta así como las acciones que se pueden realizar para disminuir sus impactos, junto con acciones de adaptación para aprender a vivir con este fenómeno.</p>
<p>Guía para la participación juvenil en cambio climático [Recurso electrónico]</p>	<p>2011</p>	<p>CECADESU-SEMARNAT</p>		<p>Presenta a las y los jóvenes el por qué y cómo participar en acciones ante el cambio climático; y delinea la política y la gestión ambientales del país.</p>
<p>Concurso nacional "Rompe con el Cambio Climático: Haz que las Cosas Sucedan" [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>Promueve la participación organizada de las y los jóvenes mexicanos en el combate contra el cambio climático.</p>
<p>Rompe con el cambio climático: los jóvenes estamos conscientes de que somos la generación que puede lograr este cambio [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>El concepto Rompe con el Cambio Climático está dirigido a grupos de jóvenes de entre 18 y 29 años de edad, que sean estudiantes de los niveles de educación media superior o superior de instituciones públicas y privadas, así como a organizaciones juveniles que realizan acciones a favor del medio ambiente en la República Mexicana.</p>

<p>Postales sobre cambio climático [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>CECADESU-SEMARNAT</p>		<p>Son ocho tarjetas postales dirigidas a niñas, niños y adolescentes, para que a través de imágenes sencillas, obtengan un conocimiento básico sobre el cambio climático, sus implicaciones, cómo afecta y de qué manera contribuir para contrarrestar sus efectos.</p>
<p>Declaratoria de los jóvenes de Coahuila frente al cambio climático [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>CECADESU-SEMARNAT</p>		<p>Las y los jóvenes de Coahuila (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UAAAN, Instituto Tecnológico de Saltillo ITS y Profauna) emitieron esta declaratoria después de analizar la problemática del cambio climático y sus desafíos. Deseando contribuir a través de la visión de la juventud de la región noroeste de México a la Declaratoria Nacional de los y las Jóvenes frente al cambio climático, en el Marco de la Cumbre Mundial de la Juventud 2010 y la COP 16.</p>
<p>Declaratoria de las y los jóvenes mexicanos frente al cambio climático [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>Con este folleto se da a conocer la declaratoria que hacen los jóvenes mexicanos frente al cambio, la cual comprende una serie de acciones, propuestas y compromisos, cuyo objetivo fue presentar una línea de trabajo para la acción en el marco de la COP 16.</p>
<p>Declaratoria de la agricultura biointensiva frente al cambio climático [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>A partir del Encuentro Latinoamericano: “La agricultura biointensiva frente al cambio climático”, los países participantes emitieron una declaratoria en la que manifiestan su posición y principios, a través de 15 consideraciones sobre las que basan sus propuestas para enfrentar y adaptarse al cambio climático.</p>

<p>Estufa solar de secado de madera [Recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>CONAFOR-SEMARNAT</p>		<p>Manual a través del cual se busca promover la construcción de una estufa solar de secado de madera para reducir el tiempo del proceso de deshidratado y agregar un valor extra a los productos, con mejor calidad, así como para mejorar los procesos de secado de madera que hasta hoy se hacen en forma tradicional (al aire libre), a través de una tecnología económica y amigable con el medio ambiente.</p>
<p>El cambio climático en las comunidades rurales [recurso electrónico]</p>	<p>2010</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>El manual está dirigido a los interesados en realizar acciones que beneficien a las comunidades rurales en materia de cambio climático. El objetivo es aportar a los promotores y capacitadores los conocimientos prácticos para apoyar a los pobladores rurales en sus reflexiones y acciones sobre cómo adaptarse individual y colectivamente. Pretende contribuir a la formación de valores, actitudes, competencias y capacidades de los habitantes de las comunidades rurales para mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.</p>
<p>COP 16/CMP 6 México 2010. Las Conferencias de Cancún sobre Cambio Climático. Un Espacio para Todos</p>	<p>2011</p>	<p>SEMARNAT</p>		<p>En este documento se recuperan las memorias del proceso emprendido por México y la comunidad internacional durante 2010. Se espera que este ejercicio de recopilación y análisis de información brinde lecciones y elementos útiles para las y los tomadores de decisiones en el camino hacia un régimen climático fortalecido, así como para futuros anfitriones y participantes en estas conferencias.</p>

Fuente: SEMARNAT, 2012a.

Los tres primeros volúmenes publicados en 2008 y 2009, de la obra *Capital natural de México*, coordinado por la CONABIO, son un referente ampliamente consul-

tado por los distintos sectores de la sociedad que demandan información primaria, actualizada, descriptiva, evaluada y sintetizada sobre el estado del conocimien-



to, la conservación y el uso de la diversidad biológica de México, conscientes de que el cambio climático es una causa directa de la pérdida del capital natural del país.

Los volúmenes IV y V de esta obra están próximos a publicarse. El propósito del primero de estos volúmenes es evaluar las capacidades humanas, institucionales y financieras determinantes para la atención de problemas del capital natural, ya que éste es un tema transversal

que se relaciona con los tres primeros volúmenes en la generación de conocimiento y el manejo y gestión del capital natural. En el segundo se analizan los posibles escenarios de la diversidad biológica de México, bajo una propuesta de reflexión colectiva ante los hallazgos de la evaluación científica de los tres primeros volúmenes.

El Cuadro VI.5 muestra publicaciones de otras instituciones.





■ Cuadro VI.5. Publicaciones de otros actores

<p>Cambio Climático y Desarrollo Sustentable. Para América Latina y el Caribe. Conocer para comunicar.</p>	<p>2010</p>	<p>British Council/ PNUD</p>		<p>El libro tiene la intención de que la sociedad comprenda, en términos simples, el impacto y la vulnerabilidad de la sociedad ante el cambio climático; plantea una nueva perspectiva del cambio climático al incluir un capítulo especial para comunicadores.</p>
<p>Miro, siento y escucho...cuidemos el medio ambiente con Plaza Sésamo.</p>	<p>2012</p>	<p>Asociación Mexicana para la Innovación Tecnológica Educativa A.C.</p>		<p>Guía elaborada para que el maestro o la maestra pueda trabajar durante el curso escolar con sus alumnos los temas de medio ambiente de una manera divertida y sencilla, con las actividades sugeridas y otras que el propio maestro o maestra pueda desarrollar. Se abordan cuatro temas: Biodiversidad; Agua; Residuos Sólidos y Energía; también se pueden trabajar los campos formativos del Programa de Educación Preescolar (2011) de la Secretaría de Educación Pública.</p>

### Videos sobre el cambio climático

Disponibles en línea en la página internet de la SEMARNAT (Cuadro VI.6).

■ Cuadro VI.6. Videos sobre cambio climático disponibles en línea

<p>¿Cómo nos afecta?</p>		<p>¿Qué es?</p>	
<p>¿Qué podemos hacer?</p>		<p>Tercera llamada</p>	

Fuente: SEMARNAT, 2012b.



## VI.4.2 Sensibilización del consumidor a nivel nacional

Otras actividades de sensibilización se dirigen en su mayoría al consumidor para que modifique sus hábitos, integrando consideraciones ambientales en sus decisiones. En ese sentido, los portales gubernamentales buscan concientizar sobre el impacto ambiental de diversos productos y ofrecer alternativas más limpias y eficientes. El portal de Vivienda Sustentable, del INE, ofrece recomendaciones sobre cómo reducir y hacer más eficiente el consumo de energía, agua, residuos y los beneficios de áreas verdes (INE, 2012d). Bajo el nombre Educación para el Uso Racional y Ahorro de la Energía Eléctrica (EDUCAREE), el FIDE diseñó programas dirigidos a diversos grupos (estudiantes de preescolar, de educación media superior, estados y municipios, empresas, facilitadores y la sociedad en general) para fomentar la cultura del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica (FIDE, 2012).

Con respecto a vehículos privados, el portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares (INE, CONUEE, PROFECO) brinda información sobre la eficiencia energética y las emisiones de automóviles, así como el gasto anual asociado con diferentes marcas y tipos (INE-CONUEE-PROFECO, 2012). El Programa Transporte Limpio desarrollado por SEMARNAT y SCT, apoyado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), busca reducir el consumo de combustible y las emisiones de GEI en el transporte de carga y de pasajeros, a través de la capacitación en conducción técnica-económica a fin de aumentar el rendimiento del combustible usado (SEMARNAT-SCT, 2012).

En el sector turismo, la SECTUR, en conjunto con el Consejo de Promoción Turística de México, publicó una calculadora en la página [www.visitmexico.com/aventura](http://www.visitmexico.com/aventura), que le da al turista una idea aproximada acerca de las emisiones de CO<sub>2</sub> que genera su viaje; esta información busca concientizar a viajeros, quienes pueden hacer una donación a los proyectos de reforestación de la organización Scolel'Te para compensar las emisiones de los viajes.

Entre las actividades del sector privado y de la sociedad civil para sensibilizar a la población sobre el tema, se encuentran: la Iniciativa Negocios Verdes, del Tec-

nológico de Monterrey, que fomenta una cultura emprendedora sustentable y, con ello, se propone apoyar la transición hacia una economía con bajo contenido de carbono (ITESM, 2012). Por su parte, CESPEDES realizó la traducción y publicación de dos documentos para sensibilizar al sector empresarial ante el cambio climático: *Rutas hacia el 2050: energía y cambio climático*; y *Adaptación: un informe para empresas*.

La Unidad Nacional de Asociaciones de Ingenieros, A.C. (UNAI), asociación civil legalmente constituida, que integra a 72 organizaciones, entre colegios, asociaciones y sociedades técnicas de todas las ramas de la Ingeniería Mexicana, ha organizado varios foros nacionales. El objetivo central ha sido reunir a especialistas nacionales e internacionales de reconocido prestigio en diversas áreas de la ingeniería, a través de intercambios académicos, científicos y de investigación con experiencias en los ámbitos municipal, estatal y federal, responsables de los temas afines al desarrollo sustentable. Uno de los foros estuvo dedicado a las "Acciones Concretas para la Mitigación, Adaptación y Vulnerabilidad al Cambio Climático". Además la UNAI da seguimiento a los Acuerdos de Cancún derivados de la COP 16.

## VI.4.3 Actividades de sensibilización y educación a nivel estatal

Para fomentar la integración del cambio climático en las actividades educativas en los estados del país, el CECADESU inició una estrategia para brindar a las autoridades estatales y las delegaciones federales de la SEMARNAT una metodología para el diseño de Programas Estatales de Educación Ambiental, Comunicación Educativa y Formación de Capacidades en Condiciones de Cambio Climático. A finales de 2011, 31 entidades federativas contaron con ese programa que plantea las acciones estratégicas a realizar en materia de educación ambiental en los ámbitos formal y no formal, así como para la capacitación de funcionarios, actores rurales en el diseño y desarrollo de acciones de comunicación educativa (CECADESU/SEMARNAT, 2012).



## VI.4.4 Acceso a la información y participación ciudadana

### Acceso a la Información

El Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) hace accesible la información ambiental a la ciudadanía. El SNIARN presenta:

- Bases de datos estadísticos sobre temas de agua, atmósfera, biodiversidad, recursos forestales, suelos, desastres naturales y residuos, entre otros;

- El Espacio Digital Geográfico (ESDIG) es un sistema que muestra mapas y los programas ambientales y sociales dedicados al aprovechamiento, protección, restauración y conservación de los ecosistemas naturales de México;
- El Sistema de Indicadores Ambientales muestra la situación actual y los cambios del medio ambiente y recursos naturales del país.

Para divulgar la información, el SNIARN publicó entre 2009 y 2012 varios informes y productos que se pueden descargar de su página de internet.

■ Cuadro VI.7. Publicaciones de información ambiental de la SEMARNAT y el INEGI

Título	Año	Autor	Imagen	Resumen
El Medio Ambiente en México 2009: en resumen	2009	SEMARNAT		Este libro presenta, de manera breve y con abundantes elementos gráficos, los puntos más importantes contenidos en el Informe de la Situación del Medio Ambiente en México.
Impacto del cambio climático en las tierras y sus características	2009	SEMARNAT		Se analiza la vulnerabilidad de las tierras y sus características, y la estimación de costos asociados al impacto del cambio climático en la agricultura.
Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2010	2010	SEMARNAT		Brinda información que describe las tendencias de cambio y la situación actual del medio ambiente y los recursos naturales del país, las amenazas y las respuestas institucionales que atienden la problemática.

Compendio de Estadísticas Ambientales	2010	SEMARNAT		Incluye la información disponible en la base de datos estadísticos del SNIARN, a septiembre de 2010, en los temas de agua, bioseguridad, biodiversidad, recursos forestales, desastres naturales e impacto ambiental, entre otros.
Atlas Geográfico del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Edición 2010	2010	SEMARNAT		Presenta mapas sobre el estado del ambiente y los recursos naturales del país en temas como: vegetación y uso de suelo, suelos, biodiversidad, atmósfera, agua, regionalización del territorio y medio físico.
El Ambiente en Números. Edición 2011	2011	SEMARNAT		Se recopilan las estadísticas ambientales (vegetación y recursos forestales, suelo, biodiversidad, agua y recursos hídricos, atmósfera y residuos, así como algunos casos de gestión y manejo de los recursos naturales) que se integran en la base de datos del SNIARN de la SEMARNAT.
El Sector Energético en México 2011	2012	INEGI		Se integran estadísticas relevantes sobre la participación del sector energético en los principales agregados macroeconómicos nacionales, así como respecto a su estructura y evolución en los últimos años, proporcionando de esta manera elementos para el conocimiento y análisis de este sector, con lo cual se fortalece el servicio público de información. Los anexos proveen información sobre acciones ecológicas y para la protección del medio ambiente y el ahorro de energía en el sector.

## Participación ciudadana

La Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia (UCPAST), de la SEMARNAT, y los Consejos Consultivos para el Desarrollo Sustentable (CCDS), creados en 1995, son las instancias más importantes para fomentar la participación ciudadana en el sector ambiental. En estos organismos participan representantes de los diversos sectores de la sociedad así como gobiernos locales, a fin de asesorar a la dependencia en la formula-

ción, aplicación y vigilancia de las estrategias nacionales en materia de protección ambiental y aprovechamiento de los recursos naturales.

Con respecto al cambio climático, dos representantes de los CCDS participan con voz y voto en el Consejo Consultivo de Cambio Climático que formula recomendaciones a la CICC. Para dar cumplimiento a los objetivos del PECC relacionados con la participación ciudadana, en febrero 2012 se instaló el Grupo de Trabajo de Vinculación con la Sociedad Civil (GT-VINC) de la

CICC, coordinado por la Dirección General de Vinculación con las Organizaciones de la Sociedad Civil de la SRE y la UCPAST/SEMARNAT.

Para la Iniciativa de la Ley de Cambio Climático se solicitaron aportaciones de los CCDS y en 2010 se elaboró el documento denominado “Posición del CCDS Nacional frente a la Iniciativa de Ley de Cambio Climático”.

Con el propósito de documentar el posicionamiento internacional de varios consejos consultivos se elaboró el “Pronunciamento de los Consejos Consultivos, frente al Cambio Climático”, basado en consultas a los diferentes consejos consultivos ambientales; este documento se distribuyó durante la COP 16 en Cancún, Quintana Roo, y fue presentado por miembros del Consejo Consultivo Nacional para el Desarrollo Sustentable (CCNDS) en dos eventos organizados por la UCPAST.

En 2011, la UCPAST llevó a cabo un proceso participativo para enriquecer e integrar las propuestas de las diversas declaratorias elaboradas en 2010. El resultado se publicó en el documento “Declaratoria de la Sociedad Civil Mexicana rumbo a la COP 17”, que fue entregado a los negociadores de la delegación mexicana (UCPAST/SEMARNAT, 2012).

## **VI.5 Información sobre fortalecimiento de capacidades en los niveles nacional, regional y subregional**

### **VI.5.1 Revisión de programas de posgrados y cursos**

Según el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT, México cuenta con 67 posgrados (maestrías y doctorados) relacionados con el medio ambiente y el desarrollo sustentable (CONACYT, 2012).

Cabe señalar que algunas instituciones han iniciado posgrados específicamente en cambio climático, por ejemplo, la Universidad Iberoamericana Puebla ofrece la Maestría de Estudios de Cambio Climático.

La SEMARNAT, a través del CECADESU, ha emprendido varias acciones para responder a las necesidades de formación para la mitigación y la adaptación. Esas acciones incluyen el diplomado *Cambio Climático y Agricultura Sustentable*, para egresados de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán, UNAM, impartido entre 2010 y 2011. En este último año, en coordinación con la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, la Dirección de Educación Ambiental de ese estado y la Delegación Federal de la SEMARNAT, se desarrolló el diplomado de “Tecnologías para una Agricultura Sustentable en Condiciones de Cambio Climático” (CECADESU/SEMARNAT, 2012).

Además de la educación formal, existen diversos cursos impartidos por instituciones privadas, gubernamentales y de la sociedad civil que ofrecen una amplia gama de temas directamente relacionados con la problemática del cambio climático. Para dar algunos ejemplos, se pueden mencionar los cursos, talleres y diplomados en eficiencia energética y producción más limpia que ofrece el Centro Mexicano para la Producción más Limpia; los cursos y talleres del Centro del Agua para América Latina y el Caribe, del Tecnológico de Monterrey, y los cursos sobre eficiencia energética y formación de promotores de ahorro de energía eléctrica que lleva a cabo el FIDE, entre otros.

### **VI.5.2 Capacitación a niveles estatal y municipal**

Se brindó capacitación a nivel estatal a través de talleres preparatorios para la elaboración de los PEACC. Hasta agosto de 2012, se realizó la capacitación de manera presencial en 29 estados: 26 en el tema de Inventarios Estatales de Emisiones de GEI; 28 en elaboración y uso de escenarios de cambio climático y 15 en impactos del cambio climático en la calidad del agua. Además, las 32 entidades federativas recibieron capacitación virtual con los elementos técnicos para la elaboración de PEACC. Esta herramienta fue desarrollada por iniciativa del INE, con fondos de la Embajada Británica en México, con técnicos expertos del INE y la plataforma pedagógica y virtual del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

■ Cuadro VI.8. Talleres de capacitación impartidos a las entidades federativas, agosto 2012

Entidad Federativa	Presencial				Virtual
	Elaboración PEACC	Elaboración de Inventarios de Emisiones GEI	Uso de Escenarios de Cambio Climático	Cambio Climático y Agua	Elementos técnicos para la elaboración de PEACC
Aguascalientes	X	X	X		X
Baja California	X	X	X	X	X
Baja California Sur		X			X
Campeche	X	X	X		X
Chiapas	X	X	X	X	X
Chihuahua	X	X	X		X
Coahuila	X	X			X
Colima	X		X		X
Distrito Federal	X	X	X		X
Durango	X	X	X	X	X
Edo. de México	X	X	X	X	X
Guanajuato	X	X	X	X	X
Guerrero	X		X		X
Hidalgo	X	X	X	X	X
Jalisco	X		X	X	X
Michoacán	X		X	X	X
Morelos	X		X		X
Nayarit	X	X	X	X	X
Nuevo León	X	X	X	X	X
Oaxaca	X	X	X		X
Puebla	X	X	X		X
Querétaro	X	X	X	X	X
Quintana Roo	X	X	X		X
San Luis Potosí	X	X	X		X
Sinaloa		X			X
Sonora	X	X	X		X
Tabasco	X	X	X	X	X
Tamaulipas	X	X	X	X	X
Tlaxcala	X		X	X	X
Veracruz	X	X	X	X	X
Yucatán	X	X	X		X
Zacatecas		X			X

Fuente: Elaboración para la 5CN con información de INE, 2012b.

En la capacitación sobre el tema de medio ambiente para funcionarios de gobierno e investigadores de universidades de ciudades latinoamericanas, el MCE<sup>2</sup> ha desarrollado cursos sobre modelación de calidad del aire; talleres acerca de las implicaciones en política pública de hallazgos científicos sobre contaminación atmosférica (con el INE); reuniones de los expertos mexicanos de la Campaña MILAGRO para compartir información sobre las actividades en proceso de los diferentes grupos, así como para explorar las posibles colaboraciones, talleres

técnicos sobre la ciencia y la política de los Forzadores de Cambio Climático de Vida Corta (con la UNAM, el INE y WMO). Los resultados obtenidos de este proyecto de investigación en el periodo 2006-2012 han servido como base para la elaboración de políticas en materia de contaminación del aire en la Zona Metropolitana del Valle de México como el Programa para Mejorar la Calidad del Aire 2011-2020 (PROAIRE) (MCE<sup>2</sup>, 2012).

La elaboración de los Planes de Acción Climática Municipal está apoyada por una serie de capacitaciones

dirigidas a los participantes (ICLEI–Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, 2012). En el INE se encuentra la Unidad Implementadora PACMUN con expertos en temas de inventarios, mitigación y adaptación, quienes de manera continua imparten capacitación y asesoría. Entre enero y julio de 2012 se realizaron:

- El Foro Nacional Planes de Acción Climática Municipal PACMUN, en el Senado de la República y
- Más de 10 capacitaciones regionales.

SEDESOL, por su parte, elaboró dos guías dirigidas a las autoridades municipales para fortalecer su gestión en materia de adaptación y mitigación, y para ofrecerles los antecedentes y la información básica sobre el cambio climático a fin de emprender acciones concretas en el marco de sus atribuciones (SEDESOL, 2012b).

- **Guía Municipal de Acciones frente al Cambio Climático. Con énfasis en desarrollo urbano y ordenamiento territorial.**

Este documento está planteado como una guía dirigida a las autoridades municipales para fortalecer su gestión en materia de adaptación y mitigación, así como para ofrecer los antecedentes y la información básica sobre el cambio climático para emprender acciones concretas en el marco de sus atribuciones. Se trata de una herramienta práctica orientada a la ejecución de acciones que los gobiernos subnacionales pueden emprender en sus administraciones, en particular a través de la administración del desarrollo urbano y el ordenamiento territorial.

La Guía abarca los aspectos mínimos que deben ser atendidos en los municipios. Se invita a las autoridades locales en conjunto con sus pobladores, a realizar un autodiagnóstico sobre la exposición a los riesgos asociados al cambio climático de la población, los recursos naturales, los bienes inmuebles e infraestructura local, a fin de tomar las medidas de mitigación y adaptación a este fenómeno, aprovechando las fuentes de financiamiento que actualmente están disponibles tanto por los programas del gobierno federal, como por diversas agencias nacionales e internacionales. Esta Guía se encuentra en proceso de diseño editorial y se rea-

lizará el primer tiraje para la segunda quincena de octubre de 2012.

- **Guía para el Desarrollo Local Sustentable.**

Uno de los graves problemas asociados a la pobreza es el deterioro ambiental. Conscientes de esto, la SEDESOL, con recursos aportados por el Fondo Español para Latinoamérica y el Caribe a través del Banco Mundial, integraron la Guía para el Desarrollo Local Sustentable. A pesar de la amplia oferta natural en México, el país tiene una de las mayores incidencias de especies en peligro de extinción, el segundo lugar de deforestación en América Latina y una pérdida económica anual por causa del deterioro ambiental estimada en 10% del PIB. El proceso de ocupación irregular en las ciudades persiste y su ritmo de expansión sin precedentes tiene enormes costos económicos, sociales y ambientales. El cambio climático, cuyos impactos ya se dejan sentir con las grandes inundaciones y las sequías históricas recientes, es otro de los temas que se abordan. Los pobres, en particular, las mujeres, niños y ancianos, son la población más vulnerable frente a este fenómeno. Asimismo, diversos estudios dan cuenta de la relación positiva entre desarrollo socio-económico, mayor competitividad y la preservación de los recursos naturales, es decir, desarrollo económico y el cuidado del medio ambiente son factores interdependientes, tanto como lo son el deterioro ambiental y la pobreza. Estos y otros temas son abordados en esta Guía, que no sólo hace un recuento de los problemas ambientales, sino que propone soluciones concretas y reseña experiencias exitosas enfocadas fundamentalmente a los gobiernos locales, ámbito en donde aterrizan los problemas y desde donde pueden emerger iniciativas y soluciones. Disponible en [http://www.sedesol.gob.mx/es/Sedesol/Documentos\\_de\\_Difusion\\_Sedesol](http://www.sedesol.gob.mx/es/Sedesol/Documentos_de_Difusion_Sedesol)

La SEDESOL también publica el Boletín especial sobre la incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en los instrumentos de planeación urbana, disponible en <http://www.desarrollourbano.sedesol.gob.mx/archivos/18/file/Articulo%20ECOS%20Adaptacion.pdf>

### VI.5.3 Capacitación de servidores públicos y otros profesionistas

El CECADESU, de la SEMARNAT, lleva a cabo varias actividades para fomentar la capacitación de funcionarios en materia de cambio climático. En 2011, instrumentó un programa a distancia para ayudar al funcionariado a comprender el fenómeno del cambio climático. Además, ha impartido el curso Cambio Climático: Ciencia, Evidencias y Acciones, en el que han participado 1,383 servidores públicos.

En 2010 se realizó la novena edición del Encuentro Internacional de Derecho Ambiental, Cambio Climático y Sustentabilidad COP 16 y Rumbo a Río+20. Además, se impartieron 10 teleconferencias, en las que participaron más de 3,000 personas, sobre derechos humanos para la sustentabilidad ambiental, que incluyó el tema cambio climático (CECADESU/SEMARNAT, 2011).

### VI.5.4 Capacitación en otros países a través de las cooperaciones bilateral y triangular

A través de la Agencia Mexicana de Cooperación para el Desarrollo (AMEXCID) de la SRE, México llevó a cabo proyectos de capacitación a nivel internacional sobre la mitigación y adaptación al cambio climático. Bajo el Memorandum de Entendimiento con Indonesia para fortalecer la cooperación bilateral en materia de medio ambiente y cambio climático, especialistas del INE impartieron seminarios de capacitación en inventarios de emisiones y comunicaciones nacionales en ese país, con participantes de Bangladesh, Japón, Malasia y Singapur, entre otros.

En Bolivia, México colaboró con Alemania en un proyecto de reuso y tratamiento de aguas residuales y protección de cuerpos de agua, con enfoque de adaptación al cambio climático. Asimismo, en Colombia, República Dominicana y países de Centroamérica, México impartió, junto con el IICA, seminarios sobre adaptación de la agricultura al cambio climático.

Con la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), se firmó un acuerdo para implementar un programa de capacitación sobre cambio climático y crecimiento verde en diez países de Latinoamérica. El programa incluye temas sobre mitigación de emisiones de GEI; adaptación; políticas públicas de cambio climático, y de crecimiento bajo en emisiones.<sup>8</sup> En 2011, un grupo de 25 funcionarios de Centroamérica tomó el curso en línea del INE y el Tecnológico de Monterrey, y asistieron al taller en la Ciudad de México. En 2012, el curso en línea contaba con 23 participantes de la región, y el taller presencial se llevó a cabo a fines del año.

## VI.6 Esfuerzos para promover el diálogo y el intercambio de información

México promueve activamente el intercambio de información en los ámbitos nacional, estatal, regional e internacional, ya sea mediante las redes de investigación, alianzas y grupos de colaboración como a través de la Memorandum de Entendimiento.

### VI.6.1 CMNUCC: COP 16 y COP 17

En 2010, México realizó la Décimo Sexta Conferencia de las Partes de la CMNUCC (COP 16) y la Sexta Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto (CMP 6) (SRE, 2012).

Desde principios de 2010, México puso en marcha una estrategia diplomática basada en la apertura, la transparencia y la inclusión, encaminada a escuchar todas las voces y facilitar entendimientos entre las Partes. Este proceso incluyó, entre otras acciones, consultas informales realizadas en la Ciudad de México sobre diversos temas: aspectos metodológicos; financiamiento; mi-

<sup>8</sup> Record of Discussions on the Implementation of the Joint Training Programme between the Korea International Cooperation Agency and Mexican Government Authorities on Climate Change and Green Growth, April 29, 2011.

tigación, y medición, reporte y verificación, así como una reunión de carácter ministerial denominada Pre-COP.

La COP 16/CMP 6 se llevó a cabo en Cancún, Quintana Roo, del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010. Ambas conferencias registraron avances sustantivos que se vieron reflejados en los Acuerdos de Cancún, los cuales definen la agenda multilateral de cambio climático para los próximos años y sientan las bases para fortalecer el régimen climático.

Una de las principales fortalezas de los Acuerdos es que colocan a la comunidad internacional en el camino para evitar que el aumento de la temperatura global promedio rebase los 2°C y crean una nueva arquitectura internacional que ayudará a los países a aumentar sus acciones climáticas. Esta arquitectura comprende un Marco de Adaptación, un Mecanismo de Tecnología, un Fondo Verde Climático y un Mecanismo para reducir las emisiones por deforestación y degradación forestal (REDD+).

Cabe resaltar que la idea de establecer un Fondo Verde Climático fue propuesta por México desde 2008 en el marco de las negociaciones multilaterales. El objetivo del Fondo, en su carácter de mecanismo financiero de la Convención, es apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo para emprender acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Su diseño estuvo a cargo de un Comité de Transición compuesto por 40 miembros (15 de países desarrollados y 25 de países en desarrollo); en este comité México participó como Copresidente (junto con Sudáfrica y Noruega).

Los Acuerdos de Cancún consolidan un enfoque de largo plazo mediante el cual todos los países, en el marco de sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades, contribuirán al esfuerzo global bajo parámetros de confianza y transparencia.

La conducción de México como Presidente de la COP 16/CMP 6 fue un ejemplo de la capacidad diplomática del país. De igual forma, los resultados alcanzados demostraron que el sistema multilateral puede dar respuestas efectivas a los retos mundiales.

Durante la Décimo Séptima Conferencia de las Partes de la Convención (COP 17) y la Séptima Conferencia de las Partes en calidad de Reunión de las Partes

del Protocolo de Kioto (CMP 7), celebradas en Durban, Sudáfrica, del 28 de noviembre al 9 de diciembre de 2011, México hizo entrega formal de la Presidencia a Sudáfrica y apoyó la adopción de una serie de decisiones que fortalecen los Acuerdos de Cancún y aseguran la acción gradual e incremental para hacer frente al cambio climático.

Del conjunto de resultados obtenidos en Durban destaca la aprobación del instrumento de gobierno del Fondo Verde Climático, la decisión de dar continuidad al Protocolo de Kioto mediante la adopción de un segundo periodo de compromisos, así como el inicio de un proceso para fortalecer el régimen climático a través de un protocolo, otro instrumento legal o un resultado acordado con fuerza legal. Los trabajos en torno a este tema deberán concluir a más tardar en 2015, con miras a que el instrumento entre en vigor a partir de 2020.

## VI.6.2. Otros foros internacionales

### Grupo de los 20 (G20)

Durante 2012 México ocupó la Presidencia del G20, en cuyo carácter impulsó un eje temático sobre desarrollo sostenible incluyendo los subtemas de infraestructura, eficiencia energética, crecimiento verde y financiamiento para enfrentar el cambio climático. En la propia Declaración de Líderes se reconoce que este fenómeno seguirá teniendo impacto significativo en la economía mundial y que los costos serán más altos cuanto más demore la acción adicional, reafirmando el compromiso de implementar de manera plena los acuerdos de Cancún y Durban y de trabajar para transformar estructuralmente las economías hacia una senda amigable con el clima.

Con estas acciones, el G20 promueve el cambio de paradigma de desarrollo para avanzar hacia sociedades con economías más eficientes y menos intensivas en el uso de carbono (SRE, 2012).



## Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20)

México participó activamente en la Conferencia de Río+20, que se celebró en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 2012. Como resultado de los trabajos de esta conferencia, se adoptó el documento El Futuro que Queremos cuyos párrafos 190 a 192, entre otros, versan sobre cambio climático. En ellos se reconoce el desfase entre las promesas de mitigación de emisiones y la trayectoria que deben seguir para mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de los 2°C o 1.5°C; además, se resalta la importancia de movilizar recursos financieros de una variedad de fuentes, públicas y privadas, bilaterales y multilaterales, para apoyar medidas de mitigación, adaptación, transferencia de tecnologías y aumento de la capacidad en los países en desarrollo; asimismo, se da la bienvenida al lanzamiento del Fondo Verde Climático.

La Conferencia también reafirmó la vigencia del desarrollo sostenible como paradigma de desarrollo; estableció principios, lineamientos y medidas para diseñar, aplicar y promover políticas en materia de crecimiento verde, creó un foro político de alto nivel de composición universal para dar seguimiento a la implementación del desarrollo sostenible, e inició procesos para crear Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, a través de un grupo de trabajo abierto, y para establecer una Estrategia de Financiación para el Desarrollo Sostenible, entre otros aspectos (SRE, 2012).

### VI.6.3 Redes de investigación

#### Nivel internacional

Investigadores mexicanos han participado en la elaboración de los Informes de Evaluación del PICC, incluyendo el último, que mereció el Premio Nobel de la Paz 2007. Asimismo, tienen una notable participación en el Quinto Informe del PICC, que está en proceso y en los eventos, talleres y otros foros que consolidan los trabajos del PICC.

Por otra parte, la participación mexicana continúa en la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), establecida en 2004, con el objetivo de mantener un diálogo sobre cambio climático entre los países iberoamericanos, promover la creación de capacidades, la integración del cambio climático en los sectores público y privado y facilitar la relación de ambos sectores. En esta Red participan España, Portugal y 21 países de Latinoamérica (RIOCC, 2012).

#### Nivel regional

México colabora activamente con todos los países de la Región latinoamericana en diversas instancias.

- *La Red de Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres* es un espacio de diálogo entre los principales agentes de América Latina y el Caribe y los especialistas del BID en dos temas claves: la implementación de estrategias y programas sobre cambio climático y la integración del cambio climático y la gestión del riesgo de desastres en la política de desarrollo de los países (BID, 2012a).
- *La Red de Energía* del BID, que trata sobre políticas relativas al uso más eficiente de recursos naturales y la producción de energía (BID, 2012b).
- *Instituto Interamericano para la investigación del Cambio Global* una organización intergubernamental compuesta por 19 países del continente americano que se dedica a la cooperación científica internacional y el intercambio de información y conocimiento, con el fin de mejorar la comprensión de los fenómenos del cambio global y sus implicaciones socioeconómicas (IAI, 2012).
- *El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)* que promueve cooperación técnica, innovación y conocimiento para el desarrollo sustentable de la agricultura en las Américas.
- *Fundación México-Estado Unidos para la Ciencia (FUMEC)*, esta fundación fomenta la cooperación en ciencia y tecnología entre ambos países en el tema de cambio climático global (FUMEC, 2012).



## Nivel nacional

- *Red Mexicana de Modelación del Clima*, plataforma en proceso de formalización, coordinada por el INE, que busca promover la coordinación y el intercambio entre instituciones involucradas en la elaboración de escenarios de cambio climático.
- *Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Red Mex-LTER)*, es una iniciativa académica que reúne a grupos de investigación con el objetivo de fomentar la investigación científica que permita abordar el estudio de fenómenos ecológicos a escalas espaciales y temporales (RED MexLTER, 2012).

El CONACYT, por su parte, promueve una serie de redes temáticas de investigación que buscan conjuntar investigadores, tecnólogos y empresarios con intereses comunes.

## VI.6.4 Alianzas y grupos de diálogo

México participa en alianzas y grupos de diálogo enfocados en temas específicos relacionados al cambio climático, tales como:

- La Alianza Global para las Estufas Limpias (Global Alliance for Clean Cookstoves), una iniciativa pública-privada que promueve el mercado de estufas limpias y eficientes.<sup>9</sup>
- Los Diálogos por el Agua y el Cambio Climático realizan diversas actividades, como las previas a la XVI Conferencia de las Partes de la CMNUCC en Cancún, Quintana Roo.
- La Iniciativa Global de Metano (Global Methane Initiative) es una alianza de 30 países, la Comisión Europea, el Banco de Desarrollo de Asia y el BID para promover la reducción de emisiones de metano a nivel global.<sup>10</sup>
- Coalición para el Clima y Aire Limpio para reducir los Contaminantes del Clima de Vida Corta (Climate

and Clean Air Coalition to Reduce Short Lived Climate Pollutants), fue creada en 2010, con México como uno de los países fundadores (CCAC, 2012) (Ver Capítulo V).

- Alianza del Pacífico (México, Chile, Perú y Colombia) que fomenta el intercambio entre investigadores científicos en materia de cambio climático.

## VI.6.5 Memorándum de Entendimiento

México ha firmado convenios con varios países para promover la colaboración y el diálogo a nivel bilateral:

### *Alemania*

- Alianza Mexicana- Alemana de Cambio Climático.

### *Canadá*

- Alianza Canadá-México, que trabaja los temas de energía, medio ambiente, bosques y sustentabilidad urbana, entre otros.

### *Corea*

- Programa de Capacitación Conjunto entre la Agencia de Cooperación Internacional de Corea y Autoridades del Gobierno Mexicano sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde.

### *Estados Unidos de América*

- Memorándum de Entendimiento con Estados Unidos de América para fomentar la colaboración en materia de desarrollo bajo en emisiones, cambio climático y bosques.
- Memorándum de entendimiento para la cooperación entre la SEMARNAT y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) con el objetivo de acelerar la transición hacia un desarrollo ambientalmente sostenible y bajo en carbono, enfrentar los retos del cambio climático y proteger el medio ambiente y los recursos naturales.

### *Francia*

- Memorándum de Entendimiento sobre Cooperación en Materia de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Cambio Climático entre la SEMARNAT y la Agencia Francesa para el Desarrollo.

<sup>9</sup> Disponible en <http://www.cleancookstoves.org/>

<sup>10</sup> Disponible en <http://www.globalmethane.org/gmi/>

- Indonesia*
- Memorandum de Entendimiento con Indonesia para fortalecer la cooperación bilateral y multilateral en materia de medio ambiente y cambio climático.
- Japón*
- Convenio de Colaboración con Japón, que cubre diversas actividades, entre ellas, la capacitación de funcionarios en la aplicación de estrategias de adaptación en zonas costeras de la península de Yucatán y la elaboración de los PEACC.
- Noruega*
- Memorandum de Entendimiento sobre la Cooperación en Materia de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático entre el Ministerio de Medio Ambiente de Noruega y la SEMARNAT.
- Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte*
- Memorandum de Entendimiento que asegure un desarrollo sustentable bajo en carbono entre la SEMARNAT, el Departamento de Energía y Cambio Climático y el Departamento para el Medio Ambiente, Alimentos y Asuntos Rurales del Reino Unido de la Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

## VI.7. Referencias

- BID, 2012a. Banco Interamericano de Desarrollo. Red de Cambio Climático y Gestión del Riesgo de Desastres. <http://www.iadb.org/es/investigacion-y-datos/dialogo-regional-de-politica/red-de-cambio-climatico-y-gestion-de-riesgo-de-desastres,2651.html>
- BID, 2012b. Red de Energía. Diálogo Regional de Política. <http://www.iadb.org/es/investigacion-y-datos/dialogo-regional-de-politica/red-de-energia,2649.html>
- BM, 2010. Project Appraisal Document on a Proposed Loan for an Efficient Lighting and Appliances Project.
- BM, 2012. México: Modernización del Servicio Meteorológico Nacional mejorará respuesta al cambio climático. <http://www.bancomundial.org/es/>

- [news/2012/05/17/Mexico-modernization-national-meteorological-service-for-improved-climate-change-adaptation](http://www.bancomundial.org/es/news/2012/05/17/Mexico-modernization-national-meteorological-service-for-improved-climate-change-adaptation)
- CECADESU/SEMARNAT, 2011. Informe del Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad.
- CECADESU/SEMARNAT, 2012. Respuesta a oficio.
- CESPEDES, 2010. Informe de actividades abril 2007–enero 2010.
- CCAC, 2012. Climate and Clean Air Coalition to Reduce Short-Lived Climate Pollutants. <http://www.unep.org/ccac/ShortLivedClimatePollutants/tabid/101650/Default.aspx>
- COMPLEXUS, 2012 Consorcio Mexicano de Programas Ambientales para el Desarrollo Sustentable. Las Instituciones de Educación Superior Frente a los Desafíos del Cambio Climático: [http://www.complexus.org.mx/Documentos/prog\\_completo.pdf](http://www.complexus.org.mx/Documentos/prog_completo.pdf).
- CONACYT, 2012. Fondos Mixtos. <http://www.conacyt.gob.mx/fondos/fondosmixtos/Paginas/default.aspx>
- CONACYT, 2012a. [http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/SustentabilidadEnergética/Paginas/SENER\\_SustentabilidadEnergética\\_Convocatoria-Abierta.aspx](http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/SustentabilidadEnergética/Paginas/SENER_SustentabilidadEnergética_Convocatoria-Abierta.aspx)
- CONACYT, 2012b. [http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/Hidrocarburos/Paginas/SENER\\_hidrocarburos\\_Convocatoria-Cerrada.aspx](http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/Hidrocarburos/Paginas/SENER_hidrocarburos_Convocatoria-Cerrada.aspx)
- CONACYT, 2012c. Fondo Sectorial CONACYT-SENER-SUSTENTABILIDAD ENERGÉTICA, Convocatoria 2010-01. [http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/SustentabilidadEnergética/201001/Sustentabilidad\\_Energética\\_2010-01\\_Resultados.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/SENER/SustentabilidadEnergética/201001/Sustentabilidad_Energética_2010-01_Resultados.pdf).
- CONACYT-CFE, 2012. Resultados de la convocatoria del Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (FSIDTE). [http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/CFE/Paginas/CFE\\_ConvocatoriaAbierta.aspx](http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/CFE/Paginas/CFE_ConvocatoriaAbierta.aspx) y <http://www.conacyt.gob.mx/fondos/FondosSectoriales/CFE/Convocatoria%202010C09/CFE.2010.C09.Resultados.pdf>.

- CONAGUA, 2012a. Servicio Meteorológico Nacional: 135 años de historia.
- CONAGUA, 2012b. Oficio sobre el resumen de acciones realizadas por la Comisión Nacional del Agua durante el período 2009-2012 para enfrentar el Cambio Climático.
- CONUEE, 2012a. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Guías Prácticas para Cambio de Comportamiento y Uso Eficiente de la Energía. [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/guias\\_de\\_eficiencia\\_energetica](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/guias_de_eficiencia_energetica)
- CONUEE, 2012b. Programa para la Promoción de Calentadores Solares de Agua en México (PROCASOL) 2007-2012 <http://www.conuee.gob.mx/work/images/Procasol.pdf>
- COPARMEX-SEMARNAT-CONAGUA, 2012. Programa de Cooperación Ambiental. [http://www.coparmex.org.mx/nuevositio/coop\\_ambiental/](http://www.coparmex.org.mx/nuevositio/coop_ambiental/)
- CVCCCM, 2012. <http://www.cvcccm-atmosfera.unam.mx/>
- DOF, 2012. Diario Oficial de la Federación, AVISO de consulta pública del Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-166/1-SCFI-2012. Jueves 20 de septiembre de 2012.
- EMA, 2012. Entidad Mexicana de Acreditación, A.C. Conociendo más del SIMENEC. [http://www.ema.org.mx/descargas/excelsior\\_publicaciones/pdf/16\\_may.pdf](http://www.ema.org.mx/descargas/excelsior_publicaciones/pdf/16_may.pdf) y Directorio de Acreditados Organismos Verificadores / Validadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Disponible en [http://www.ema.org.mx/descargas/acreditados/acreditados/GEI/OVV\\_GEI\\_acreditados.pdf](http://www.ema.org.mx/descargas/acreditados/acreditados/GEI/OVV_GEI_acreditados.pdf) (última consulta: julio 12, 2012).
- FIDE, 2012. Educación para el Uso Racional y Ahorro de la Energía Eléctrica, EDUCAREEE. [http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=103&Itemid=191](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=191)
- FORDECYT, 2012. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico. Tecnológico y de Innovación. Convocatoria 2012-01. [http://www.conacyt.gob.mx/fondos/fordecyt/Documents/Bases\\_FORDECYT\\_2012-01.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/fondos/fordecyt/Documents/Bases_FORDECYT_2012-01.pdf)
- FUMEC, 2012. Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia. Cambio Climático Global <http://www.fumec.org.mx/v5b/index.php/es/saludy-medioambiente/cambio-climatico>
- GIZ, 2012a. 25,000 Solardächer für Mexico: <http://www.giz.de/themen/de/27815.htm>.
- GIZ, 2012b. Sustainable Energy in Mexico: <http://www.gtz.de/en/weltweit/lateinamerika-karibik/mexiko/27816.htm>.
- ICLEI-Gobiernos Locales por la Sustentabilidad, 2012. Oficina en México. Información proporcionada al INE sobre Avances PACMUN a julio 2012.
- IMPI, 2012. Oficio No. D.O.P. 100.-286.
- IMTA, 2010. Atlas de vulnerabilidad hídrica ante el cambio climático. México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Disponible en <http://www.atl.org.mx/atlas-vulnerabilidad-hidrica-cc/>.
- INE, 2010a. Guía para el Cálculo y Uso de Índices de Cambio Climático en México. [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Guia\\_Indices\\_CC-2010.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/Guia_Indices_CC-2010.pdf).
- INE, 2010b. Guía para Generar y Aplicar Escenarios Probabilísticos Regionales del Cambio Climático en la Toma de Decisiones. [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010\\_guia%20escenarios\\_cc.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/2010_guia%20escenarios_cc.pdf).
- INE, 2012a. Consultoría para actualizar el Padrón de Expertos e Instituciones Científicas y Técnicas en Materia de Variabilidad y Cambio Climático en México. Estudio realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana- Azcapotzalco.
- INE, 2012b. Avances de los Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático. <http://www2.ine.gob.mx/sistemas/peacc/index.html>.
- INE, 2012c. Proyecciones de Cambio Climático Regionalizadas para México: <http://zimbra.ine.gob.mx/escenarios/>
- INE, 2012d. Portal sobre Vivienda Sustentable. <http://vivienda.ine.gob.mx/>
- INE-CONUEE-PROFECO, 2012. Portal de Indicadores de Eficiencia Energética y Emisiones Vehiculares. <http://www.ecovehiculos.gob.mx/>

- INE-UV-CCA/UNAM, 2009. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Veracruzana y Centro de Ciencias de la Atmósfera–UNAM. Guía para la elaboración de Programas Estatales de Acción ante el Cambio Climático (PEACC). [http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008b\\_guias\\_prog\\_estatales.pdf](http://www.ine.gob.mx/descargas/cclimatico/e2008b_guias_prog_estatales.pdf)
- INMUJERES, 2012. Instituto Nacional de las Mujeres. Información enviada al INE.
- IAI, 2012. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global [http://www.iai.int/index.php?option=com\\_content&view=article&id=13&Itemid=60](http://www.iai.int/index.php?option=com_content&view=article&id=13&Itemid=60)
- IPN, 2012. Instituto Politécnico Nacional: Oficio CPA / 126 / 2012.
- ITESM, 2012. Tecnológico de Monterrey. Negocios Verdes. <http://www.negociosverdes.org.mx/>
- MCE<sup>2</sup>, 2012. Molina Center for Energy and the Environment. Información enviada al INE.
- PACMUN, 2012. Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- PROFEPA/SEMARNAT, 2012. PROFEPA's policy through voluntary mechanism. 28 de julio de 2011
- RIOCC, 2012. Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático. <http://www.lariocc.es/es/quienes-somos/antecedentes-objetivos/>
- RED MexLTER, 2012. Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo. <http://www.mexlter.org.mx/>
- RUSI, 2011. Climate Change, Migration and Security. Best Practice Policy and Operational Options for Mexico. Royal United Services Institute for Defence and Security Studies.
- SAGARPA, 2012. Centro de Mando Geoespacial de la SAGARPA, a la vanguardia entre países del G20. <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2012B170.aspx>
- Salazar, R. H. 2012. Instrumentación de la agenda de género ante el cambio climático en Tabasco. Informe Final.
- SEDESOL, 2012a. Consulta de Atlas de Peligros y Riesgos. <http://www.sedesol.gob.mx/es/SEDESOL/SICGAP>
- SEDESOL, 2012b. Información enviada al INE por correo electrónico el 14 de septiembre y 3 de octubre de 2012.
- SEMARNAT, 2012a. <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/publicaciones.aspx>
- SEMARNAT, 2012b. <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/videos.aspx>
- SEMARNAT-SCT, 2012. Transporte Limpio. <http://www.transportelimpio.gob.mx/>
- SENER, 2012a. Comunicado 69: México y el Banco Interamericano de Desarrollo apoyarán ideas que impulsen la innovación en tecnologías energéticas sustentables. <http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/Default.aspx?id=2017>.
- SENER, 2012b. Portal de Renovables. <http://www.renovables.gob.mx/renovables/portal/Default.aspx?id=1660>
- SFP, 2012. Secretaría de la Función Pública. Normateca Federal. [http://www.normateca.gob.mx/NF\\_Disposiciones.php?Status=1](http://www.normateca.gob.mx/NF_Disposiciones.php?Status=1)
- SMN/CONAGUA, 2012a. Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua. Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México. Diagnóstico Institucional y Propuesta de Plan Estratégico 2010–2019. <http://smn.cna.gob.mx/modernizacion/modernizacionSMN.pdf>
- SMN/CONAGUA, 2012b. <http://smn.cna.gob.mx/>
- SMN/CONAGUA, 2012c. Información en México. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=112&Itemid=107](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=107)
- SRE, 2012. Secretaría de Relaciones Exteriores. Oficio DGTG-05512/12 enviado al INE con fecha del 28 de agosto de 2012.
- UCPAST/SEMARNAT, 2012. Oficio UCPAST 12/814.
- UNAM, 2012. Boletín UNAM-DGC S-457, Ciudad Universitaria (24 de julio de 2012). En marcha, Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste. [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bd-boletin/2012\\_457.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bd-boletin/2012_457.html)



# VII. Obstáculos, carencias y necesidades relacionadas con el financiamiento, la tecnología y las capacidades

## VII.1 Metas y objetivos de México en materia de cambio climático

Las necesidades técnicas, de capacitación y financieras están delimitadas en gran medida por las metas aspiracionales de México sobre la mitigación de emisiones de GEI y de adaptación en el mediano (2030) y largo plazos (2050), establecidas en el Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012 (PECC), en la Ley General de Cambio Climático y, a nivel subnacional, por las actividades planteadas en el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (PEACC) y el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN) de Gobiernos Locales por la Sustentabilidad (ICLEI).

### VII.1.1 Programa Especial de Cambio Climático

#### Mitigación

En el corto plazo (2009-2012), en el PECC se estableció que en 2012 podría alcanzarse una reducción total de emisiones anuales, de alrededor de 51 MtCO<sub>2</sub>

eq. respecto al escenario tendencial (línea base a 2012 que ascendería a 786 MtCO<sub>2</sub> eq.), como resultado de acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo, y desechos.

A mediano y largo plazos, el gobierno mexicano aspira a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 30% hacia 2020 y en 50% a 2050, lo anterior en relación con los niveles de emisiones de 2000 (CICC, 2009). Para lograr la meta en el mediano plazo, en el PECC se identifica la necesidad de reducir emisiones en los siguientes sectores claves:

- Generación, producción y consumo de electricidad, petróleo y gas;
- Consumo de combustibles fósiles en el sector industrial y procesos industriales;
- Transporte.

#### Adaptación

La visión de adaptación en el PECC considera tres etapas:

- De 2008 a 2012: evaluación de la vulnerabilidad del país y valoración económica de las medidas de adaptación prioritarias.
- De 2013 a 2030: fortalecimiento de las capacidades estratégicas de adaptación; más específico: equi-

librar la degradación, deforestación, restauración y reforestación; crear sistemas de producción agropecuarios sustentables; reubicación de asentamientos humanos e infraestructura de alto riesgo, y el desarrollo de políticas públicas hacia la estabilidad climática y el desarrollo sustentable.

- De 2030 a 2050: consolidación de las capacidades. Cabe decir que las estrategias y acciones de adaptación deberán definirse por localidad conforme a las vulnerabilidades específicas de las mismas.

### **VII.1.2 Ley General de Cambio Climático**

La Ley General de Cambio Climático (LGCC), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, define el marco institucional de las acciones de adaptación y mitigación en México. Establece, entre otros aspectos, la división de las responsabilidades entre los diferentes órdenes del gobierno (federal, estatal y municipal); la creación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), el Consejo de Cambio Climático y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Los instrumentos de planeación son la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático (PECC) y los programas de las entidades federativas y de los municipios. La política nacional de cambio climático estará sujeta a evaluación a través de la Coordinación de Evaluación (DOF, 2012).

### **VII.1.3 Programas estatales y municipales de acción ante el cambio climático**

A nivel subnacional, las entidades federativas y los municipios plantean sus propias estrategias y actividades de mitigación y adaptación a través de sus programas. Algunas entidades federativas como Baja California, Distrito Federal, Chiapas, Quintana Roo y Veracruz cuentan con leyes de cambio climático publicadas en sus diarios oficiales.

## **VII.2 Necesidades técnicas, de capacitación y tecnológicas**

El cumplimiento de las metas y objetivos delineados a mediano y largo plazos en el PECC, así como los definidos en la LGCC, los PEACC y los programas municipales de acción climática, implica varias necesidades técnicas, de capacitación y, en consecuencia financieras, en temas de inventarios de emisiones de GEI; observación sistemática; escenarios de emisiones, climáticos y económicos; investigación en mitigación, vulnerabilidad y adaptación; sensibilización, e identificación de barreras tecnológicas.

### **VII.2.1 Inventarios de emisiones de GEI**

Para la elaboración bienal de los inventarios de emisiones de GEI, que fue un acuerdo establecido en la COP 16 de 2010, se requerirá:

- Desarrollar e institucionalizar, a niveles nacional y subnacional, procesos eficientes para la recopilación y el procesamiento de información a fin de aumentar la disponibilidad de datos que agilicen y/o faciliten la construcción de los inventarios. Parte importante es hacer más eficaces los flujos de información entre instituciones de los sectores público y privado y entre los diferentes órdenes de gobierno.
- Generar y/o mejorar los factores de emisión propios; y mejorar asimismo las metodologías para el cálculo de las emisiones en categorías como Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura y la generación de desechos sólidos urbanos.

Las necesidades de capacitación más urgentes se encuentran en los niveles estatal y municipal, donde la elaboración de inventarios requiere de especialistas en todas sus categorías (uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura; agricultura; energía; procesos industriales, y desechos).

## VII.2.2 Observación y escenarios

A partir del diagnóstico de las necesidades de modernización del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se está mejorando la observación meteorológica y la elaboración de escenarios para lograr:

- Modernizar la tecnología empleada.
- Calibrar los equipos e infraestructura disponible.
- Ampliar la cobertura nacional de redes de observación.
- Mejorar el sistema de control de calidad de los servicios del SMN.
- Mejorar el procesamiento de datos para asegurar la calidad de las previsiones.
- Aumentar la cantidad de herramientas y medios de comunicación para difundir la información.

La modernización del SMN requerirá un mayor número de técnicos calificados (observadores, especialistas en teledetección, en análisis de la información, en mantenimiento, entre otros) para cumplir con las tareas regulares y atender los requerimientos de preparación y comunicación de información del clima ante la variabilidad y el cambio climático (SMN/CONAGUA, 2012).

En el tema de las ciencias atmosféricas se están ampliando las capacidades educativas y técnicas en las instituciones de educación superior.

## VII.2.3 Investigación en temas de mitigación y adaptación

Durante la preparación de la Quinta Comunicación Nacional, que incluyó consultas y talleres, se identificó la necesidad de continuar fortaleciendo la investigación y la instrumentación de medidas en materia de mitigación y adaptación. En el primer tema se consideran necesarios estudios y acciones sobre: pequeña y mediana empresa; edificaciones; temas forestales; acciones de mitigación de bajo costo; análisis de legislación y regulaciones en materia de cambio climático; estrategias de crecimiento bajo en carbono; identificación y desarrollo de Acciones Nacionales Apropriadadas de Mitigación (NAMAs, por sus

siglas en inglés) y su registro sistemático; metodologías de Medición, Reporte y Verificación (MRV); escenarios de emisiones a niveles subnacional y sectorial; rutas tecnológicas; análisis de cobeneficios; evaluaciones económicas; forzantes de vida corta, entre otros.

En el tema de vulnerabilidad y adaptación, se requiere continuar fortaleciendo las investigaciones y las acciones sobre: la relación entre biodiversidad y cambio climático; ganadería; sector pesquero; ecosistemas marinos, costeros e islas; ordenamiento territorial; impactos a la salud; gestión de riesgo; migración por fenómenos climáticos; uso y gestión del agua; análisis socioeconómicos; cobeneficios; análisis regionales de vulnerabilidad actual y proyectada; implementación de medidas de adaptación a nivel local; en contaminantes orgánicos persistentes, entre otros (INE, 2011a).

Además de las necesidades de investigación e instrumentación de medidas, se identificaron oportunidades para maximizar el uso del conocimiento técnico-científico en el desarrollo de las políticas públicas de cambio climático:

- Una comunicación más articulada entre investigadores y tomadores de decisión ayudaría a incorporar mejor el conocimiento científico en el diseño y la instrumentación de políticas de mitigación, adaptación y difusión de la información.
- La creación de espacios para la colaboración y el diálogo entre instituciones académicas, del sector público y privado, y organismos de la sociedad civil, ayudaría a fomentar la investigación inter-sectorial y multidisciplinaria para abordar la complejidad del cambio climático en el país.

## VII.2.4 Sensibilización y capacitación en los tres órdenes de gobierno

La división de las responsabilidades entre los órdenes planteados en la Ley General de Cambio Climático implica servidores públicos, tomadores de decisión y una ciudadanía más sensibilizados y capacitados en temas del cambio climático. Es importante considerar a las comunidades en zonas remotas, aisladas o incomunicadas



que, por su situación socio-económica y su ubicación geográfica, son una población más vulnerable al cambio climático. En las localidades donde no se habla español se requiere una sensibilización en las lenguas originarias sobre los riesgos, oportunidades y posibles acciones para disminuir su vulnerabilidad ante eventos climáticos.

### VII.2.5 Transferencia de tecnología

Para alcanzar la meta voluntaria de reducir las emisiones de GEI en 30% al 2020, se identificó una cartera de proyectos, algunos ya en marcha y otros aún en fase de desarrollo. En el Cuadro VII.1 se presenta un breve resumen de los avances y necesidades tecnológicas para implementar esos proyectos.

■ Cuadro VII.1. Avances y necesidades tecnológicas por sector

Sector	Avances y necesidades
Consumo de energía / Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución de electrodomésticos.</li> <li>• Calentadores solares.</li> <li>• Sustitución de fogones abiertos por estufas ecológicas.</li> <li>• Vehículos eficientes.</li> </ul>
Generación de energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías de cogeneración en el sector petrolero e industrial.</li> <li>• Eficiencia operativa en el Sistema Nacional de Refinación.</li> <li>• Proyectos de energías alternativas.</li> </ul>
Desechos / Tratamiento de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tecnologías para aprovechar el metano de los rellenos sanitarios.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de redes y sistemas de transporte público.</li> </ul>
Forestal y agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo sustentable de bosques.</li> <li>• Metodologías de agricultura sustentable.</li> </ul>

Fuente: INE, 2011b.

## VII.3 Oportunidades para superar barreras de carácter político-legal, institucional y tecnológico

En 2010, el Instituto Nacional de Ecología (INE) coordinó un estudio sobre el potencial de mitigación de gases de efecto invernadero a 2020 que, entre otros aspectos, analiza los requisitos para superar barreras a la adopción de acciones de mitigación a través de una revisión de estudios y entrevistas a expertos y técnicos. Para las siguientes secciones se tomaron algunos insumos de ese estudio (INE, 2010a).

### Generación de electricidad

Para la generación de energía a gran escala, existen planes y proyectos que la Comisión Federal de Electricidad (CFE) instrumenta a fin de aumentar la participación de energías alternativas en la generación de electricidad en el país. Para detonarlas, se sugiere definir metas graduales específicas en el total de la capacidad instalada y el diseño e implementación de estrategias de financiamiento. Además, se debería establecer legalmente un mecanismo para estimar e internalizar las externalidades y los costos ambientales derivados de la generación de energía.

### Cogeneración en las actividades petroleras e industriales

Existen grandes oportunidades de ahorro de energía en las actividades petroleras e industriales a través del impulso a la cogeneración. Para maximizar esos beneficios se recomienda elaborar un marco regulatorio que favorezca la cogeneración, que incluya, por ejemplo, el transparentar los trámites de interconexión y porteo, así como, fijar descuentos en impuestos federales por capacidad de cogeneración instalada. A fin de mejorar la infraestructura de interconexiones se debería diseñar un esquema de inversión para el desarrollo de la misma. La difusión limitada de conocimiento e información sobre

los beneficios y requerimientos técnicos de proyectos de cogeneración se podría superar difundiendo las ventajas de cogeneración e información sobre la factibilidad de proyectos en empresas de alto consumo energético.

### **Captura y secuestro de carbono en las actividades petroleras e industriales**

Fomentar proyectos de captura y secuestro de carbono a través de la multiplicación de estudios, con el objetivo de mejorar el conocimiento de los sitios apropiados de captura de carbono y evaluaciones técnicas y financieras. Además, profundizar sobre la infraestructura requerida para el transporte de CO<sub>2</sub> desde sitios generadores hasta lugares de captura. La cooperación con otros países podría ayudar a desarrollar mejores prácticas, transferir tecnología y procesos para implementar proyectos de manera costo-efectiva en México.

### **Eficiencia energética en el sector industrial**

El impulso a proyectos de eficiencia energética requiere de certidumbre en las tarifas energéticas y el atraer instituciones financieras para resolver la falta de financiamiento. Deberán detectarse proyectos costo-eficientes para el ahorro energético.

### **Edificaciones**

El uso de energía en edificaciones es fuente significativa de emisiones de GEI. Existen amplias oportunidades para disminuir el gasto de energía a través de diseños inteligentes, el aprovechamiento de energías alternas y la instalación y el uso de electrodomésticos e iluminación eficientes, entre otras acciones. Para maximizar el uso de esas tecnologías se requiere desincentivar el empleo de aparatos y electrodomésticos ineficientes, así como el establecimiento de estrategias de financiamiento y la aplicación más estricta de normas de eficiencia energética en nuevos edificios.

### **Eficiencia energética en el sector transporte**

Para mejorar la eficiencia energética en el sector transporte se deberían homologar los estándares de desempeño ambiental de los vehículos en todo el país, a través de la aprobación de la norma de eficiencia vehicular. Para acelerar la renovación de la flota vehicular se podría ampliar y profundizar el programa Esquema de Sustitución Vehicular (Ver Capítulo V) que ofrece un incentivo para sustituir un vehículo por uno más eficiente. Esas actividades se deben complementar con campañas de información sobre la importancia y las oportunidades de la eficiencia vehicular, así como la utilización de medidas para mejorar el tránsito en ciudades y las formas de conducción.

### **Sistemas de transporte público**

El establecimiento de sistemas de transporte público masivo, como el Metrobús, ha mostrado avances importantes en las zonas metropolitanas del país. Sin embargo, para facilitar su expansión se deberían diseñar políticas técnicas y regulatorias a fin de negociar la expansión de las redes con dueños de concesiones de transporte público, impulsar la reinversión en procesos de mejora de eficiencia y calidad, buscar los beneficios de bonos de carbono y lograr un mejor diseño de rutas acorde a la demanda.

### **Gestión de los desechos**

El aprovechamiento de gas de rellenos sanitarios, reciclaje y compostaje ofrece soluciones a varios problemas que el país enfrenta. Para lograr el aprovechamiento sustentable de desechos se requiere mejorar la participación social a través de campañas de educación y sensibilización y un mejor sistema de recolección, bajo criterios homogéneos para la gestión de residuos en todo el país. Un adecuado financiamiento podría ayudar a hacer los proyectos auto-sustentables.

## Sector agrícola

En el sector agrícola se requiere la ampliación de mejores prácticas a través de programas de información y capacitación en el uso de agroquímicos; alimentación de ganado; tecnificación de riego y formas de cultivos; manejo de excretas, y residuos agrícolas, entre otras acciones.

## Sector forestal

Para impulsar acciones de manejo sustentable de bosques y evitar su conversión a tierras agrícolas, se recomienda fortalecer los programas existentes para desincentivar la deforestación (la meta es tener deforestación cero al año 2020) y elaborar programas de autorregulación de la utilización sustentable de los bosques. Además, se requiere mejorar las capacidades de monitoreo forestal.

## VII.4 Necesidades financieras a niveles nacional y subnacional

Debido a la división de responsabilidades entre los diferentes órdenes del gobierno, surgen necesidades que se derivan respectivamente del PECC, de los PEACC y de otros instrumentos de política.

### VII.4.1 Implementación del PECC ampliado al periodo 2012–2020

En 2010, México integró una cartera de 156 proyectos con un potencial de mitigación de 130 MtCO<sub>2</sub> eq. a 2020. De ese conjunto, 102 proyectos tienen un potencial de mitigación de 70 MtCO<sub>2</sub> eq. y presupuesto aprobado. Los otros 54 proyectos se encuentran en etapa de diseño con un potencial de mitigación de 61 MtCO<sub>2</sub> eq. y por lo tanto aún requieren financiamiento. En total se requiere una inversión de 76,500 millones de dólares, de los cuales 27,500 están pendientes de financiamiento (INE, 2010b).

### VII.4.2 Implementación de los programas estatales y municipales de acción ante el cambio climático

Las necesidades financieras se relacionan con la implementación de los programas de acción ante el cambio climático en las entidades federativas y en los municipios. Aunque las actividades varían en cada entidad y municipio, se identifican sectores prioritarios, entre otros: hídrico; agrícola y forestal, y la educación y difusión de información sobre cambio climático.

## VII.5 Elaboración de Comunicaciones Nacionales

Las acciones e investigaciones en materia de cambio climático en el periodo 2009-2012, que se informan en el texto de esta Quinta Comunicación, fueron proporcionadas por representantes de los gobiernos federal y estatal, del sector privado, de las instituciones de educación superior públicas y privadas, de los centros de investigación, de organizaciones de la sociedad civil, entre otros.

La inversión que representan esas acciones e investigaciones no está cuantificada aunque corresponde a gastos nacionales para la elaboración de la Comunicación. Por lo anterior, sólo se reflejan la contraparte del Gobierno Federal Mexicano y el financiamiento que el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) aportó a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) al Gobierno de México para las actividades necesarias en la preparación de la presente Comunicación Nacional, con la finalidad de cumplir así con sus compromisos ante la CMNUCC.

La contraparte del Gobierno Federal fue de 4,440,000 dólares y el monto aportado por el GEF de 2,707,536 dólares. Entre las actividades cofinanciadas destacan: la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el periodo 1990-2010; la identificación y evaluación de medidas potenciales de mitigación en sectores clave; opcio-

nes identificadas de adaptación para algunos sectores de México; la actualización de la descripción de las circunstancias nacionales y de los arreglos institucionales.

En 2014 el INECC publicará el primer informe bienal de México. En su Sexta Comunicación Nacional ante la CMNUCC en 2016, el gobierno mexicano informará sobre los avances nacionales y subnacionales acerca del cambio climático en el periodo 2013-2016 y el segundo informe bienal. Por lo anterior, se aumentarán las próximas aportaciones del país y se requerirá aumentar las del GEF.

## VII.6 Referencias

- CICC, 2009. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, 2009. Programa Especial de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación el 28 de agosto de 2009.
- DOF, 2012. Diario Oficial de la Federación. Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012.
- INE, 2010a. Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero en México al 2020 en el contexto de la cooperación internacional. 28 de octubre de 2010. México: SEMARNAT.
- INE, 2010b. Agenda de cambio climático de México 2010-2012. México: SEMARNAT.
- INE, 2011a. Informe sobre el ejercicio de consulta pública y la elaboración del informe de integración de información para el documento de proyecto de la iniciativa de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC. México: Instituto Nacional de Ecología
- INE, 2011b. Presentación: Hacia un Plan de Desarrollo Bajo en Carbono: Objetivo de Mitigación de México al 2020. Taller de la Quinta Comunicación Nacional de México ante la CMNUCC, 19 de agosto de 2011.
- SMN/CONAGUA, 2012. Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua. Proyecto de Modernización del Servicio Meteorológico Nacional de México. Diagnóstico Institucional y Propuesta de Plan Estratégico 2010-2019. <http://smn.cna.gob.mx/modernizacion/modernizacionSMN.pdf>

México. Quinta Comunicación Nacional ante  
la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,  
se terminó de imprimir y encuadernar en los talleres de  
Servicios Profesionales en Impresión (SEPRIM),  
Cerrada de Técnicos y Manuales No. 19-52 Col. Lomas Estrella  
Delegación Iztapalapa México, D.F. C.P. 09880,  
durante el mes de noviembre de 2012.

Se tiraron 1,000 ejemplares